

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0068117 (43) 공개일자 2012년06월27일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H01Q 5/02 (2006.01) H01Q 13/08 (2006.01)	(71) 출원인 인천대학교 산학협력단 인천광역시 연수구 아카데미로 119, 11호 12 (송도동)	
(21) 출원번호 10-2010-0129561		
(22) 출원일자 2010년12월17일	(72) 발명자	
심사청구일자 2010년12월17일	강승택 인천광역시 연수구 아카데미로 119, 11호 12 내 (송도동, 인천대학교)	
	엄다정 인천광역시 부평구 부흥로243번길 39, 4동 1509호 (부평동, 옥일아파트)	
	장건호 인천광역시 부평구 안남로 231, 한양7차 101동 607호 (산곡동)	
	(74) 대리인 김태원	

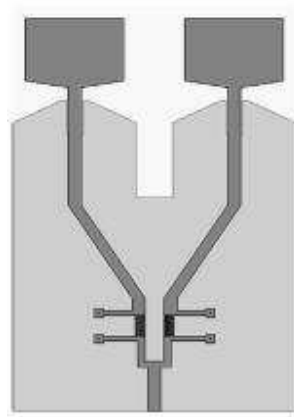
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 0차 공진 메타 재질 구조의 초 광대역 전력 분배기에 기반을 둔 소형의 초 광대역 배열 안테나

(57) 요약

본 발명은 메타 매트리어얼 복합 오른손 및 왼손 (Metamaterial CRLH) 구조기반의 0차 공진 현상이 발생하는 대역 통과 여파기를 전력 분배기에 결합함으로써 일반 마이크로스트립 패치 구조의 기본 공진 모드인 반 파장 공진이나 반 파장 공진의 양의 정수 배가 아닌 구조 전체에 전계가 같은 위상을 갖게 하여 안테나 크기의 소형화를 이루고 제안된 전력 분배기에 안테나를 배열하여 안테나의 이득과 지향성을 개선하는 배열 안테나에 관한 것이다.

대표도 - 도15



특허청구의 범위

청구항 1

전력 분배기의 선로 길이($\lambda/4$)를 대체하여 접지와 연결된 단락 핀을 가지며, 인터디지털 구조를 구성하는 2개의 마이크로스트립 스텐브를 포함하는 여파기를 상기 전력 분배기에 결합하여 크기를 소형화한 것을 특징으로 하는 0차 공진 메타 재질 구조의 초광대역 전력 분배기에 기반을 둔 소형의 초 광대역 배열 안테나.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 전력 분배기를 복잡한 다층 제작이 필요 없이 초 광대역에서 동작하게 하는 것을 특징으로 하는 0차 공진 메타 재질 구조의 초광대역 전력 분배기에 기반을 둔 소형의 초 광대역 배열 안테나.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 전력 분배기를 배열 안테나용 2개의 요소 방사체에 부착하여 임피던스 매칭과 안테나 대역을 확보하는 것을 특징으로 하는 0차 공진 메타 재질 구조의 초광대역 전력 분배기에 기반을 둔 소형의 초 광대역 배열 안테나.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 초 광대역 배열 안테나 개념과 배열에 따라 물리적 크기를 소형화하는 것을 특징으로 하는 0차 공진 메타 재질 구조의 초광대역 전력 분배기에 기반을 둔 소형의 초 광대역 배열 안테나.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 초 광대역 배열 안테나는 근거리 초고속통신용 무선에너지 전송 및 종양발견 의료장비 기술에 적용하는 것을 특징으로 하는 0차 공진 메타 재질 구조의 초광대역 전력 분배기에 기반을 둔 소형의 초 광대역 배열 안테나.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 메타 재질(Metamaterial)복합 오른손 전송 및 왼손 전송(CRLH) 구조 기반의 0차 공진 현상이 발생하는 대역통과 여파기를 결합한 전력 분배기에 기반을 둔 배열 안테나에 관한 것으로, 특히, 일반 마이크로스트립 패치 구조의 기본 공진 모드인 반 파장 공진이나 반 파장 공진의 양의 정수 배가 아닌 구조 전체에 전체가 같은 위상을 갖게 하면서, 기존에 사용되고 있는 적층 형 구조도 아니고 기존의 테이퍼드 구조보다 소형화를 이룬 기술로서, 상기 전력 분배기에 새로운 단일 구조의 초 광대역 안테나를 제안하고 배열하여 이득을 높이고 양호한 지향성을 얻는 0차 공진 메타 재질 구조의 초 광대역 전력 분배기에 기반을 둔 소형의 초 광대역 배열 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 발명은 초 고주파(RF, Microwave/Millimeter-wave) 영역 중 소형화 시스템 구성의 핵심 부품인 소형 대역통과 여파기의 설계 부분에 관한 것으로, 이 분야의 종래 기술을 설명하기 위해 인터디지털 구조를 참조한다. 상기 인터디지털 구조는 유효 유전율이 음의 값을 가지는 형태인 ENG(Epsilon Negative)구조로 가장 널리 알려진 0차 공진 구조의 하나의 종류인 인터디지털(Interdigital)구조 여파기이다.

[0003] 상기 인터디지털 구조는 핑거(finger)와 스텐브(stub)사이의 간격을 통한 직렬 캐패시턴스와 스텐브 및 접지

면 사이에 단락 핀을 사용하여 병렬 인덕턴스를 얻어 음의 유전율과 음의 투자율을 갖게 되어 특정 모드에서 각 주파수에 대한 위상 정수 변화율의 역수를 나타내는 군 속도와 위상 속도가 반대 방향을 나타내는 DNG(Double Negative)형태의 0차 공진기를 이용한 대역통과 여파기를 구현하였다.

[0004] 또한, 상기 대역 통과 여파기에 전력 분배기를 결합하여 테이퍼드 되는 구조에서 테이퍼링 되는 선로에 위에서 상술한 여파기를 결합하여 크기의 소형화를 이룬다. 일반적으로 알려진 바와 같이 상기 여파기의 대역폭을 늘리기 위해서는 다층 구조를 구현하거나 공기층을 삽입하는 방법이 있는데, 이러한 방법은 제작이 어렵고 제작 비용 또한 높아진다는 단점이 있다.

[0005] 또한, 안테나의 이득을 증가시키고 양호한 지향성을 얻기 위하여 개개의 안테나 소자 크기를 크게 하는 대신 여러 개의 방사소자를 전기적, 공간적으로 배치시켜 방사소자 군을 형성하는 방법이 사용되고 있는데, 이와 같은 방법의 안테나의 배열을 통해 안테나의 이득을 증가시키고 양호한 지향성을 얻을 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 복합 오른손 및 왼손(Compsite right/left-handed(CRLH))전송 구조의 0차 공진 모드를 기본으로 하여 기존 마이크로스트립 대역통과 여파기와 비교하여 파장이 무한대가 되고 전파 전송에 따른 위상 지연을 발생시키며 여파기의 크기를 소형화시켜 기존의 전력 분배기의 전송선에 결합하여 소형화를 얻을 수 있고 뿐만 아니라 3층의 적층구조가 아닌 평면구조로 안테나를 제작하여 안테나 효율을 높이는 것을 목적으로 한다.

[0007] 또한, 상기 안테나를 배열 안테나 구조로 하여 안테나의 이득을 증가시키고 양호한 지향성을 얻는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 일반적으로 UWB(Ultra Wide Band)는 종래의 스펙트럼에 비해 매우 넓은 대역에 걸쳐 저전력으로 대용량의 정보를 전송하는 무선 통신 기술인데, 상기 무선 통신 기술의 안테나로서, 프랙탈(fractal), 바우 타이(bow tie), 나선형(spiral) 안테나 등 여러 종류의 안테나가 사용되고 있는데, 여기에서는 그 중에서도 사각형 패치 안테나를 사용하여, 전력 분배기에 기반을 두고 안테나 배열을 통해 대역폭을 넓히고 이득을 향상하는 방법을 제안하고자 한다.

[0009] 따라서, 본 발명은 무한 파장을 갖는 0차 공진 대역 통과 여파기를 구현하며, 음의 차수의 공진으로 대역 통과 여파기를 소형화를 하고 초 광대역 전력 분배기에 앞에서 제안한 여파기를 결합하여 전력 분배기를 소형화하고 배열 안테나를 통해 안테나의 이득과 양호한 지향성을 얻고자 하는 것이다.

[0010] 따라서 본 발명은 전력 분배기의 선로 길이($\lambda/4$)를 대체하여 접지와 연결된 단락 핀을 가지며, 인터디지틀 구조를 구성하는 2개의 마이크로스트립 스텔브를 포함하는 여파기를 상기 전력 분배기에 결합하여 크기를 소형화한 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명의 상기 전력 분배기를 복잡한 다층 제작이 필요 없이 초 광대역에서 동작하게 하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명의 상기 전력 분배기를 배열 안테나용 2개의 요소 방사체(UWB)에 부착하여 임피던스 매칭과 안테나 대역을 확보하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 상기 초 광대역 배열 안테나 개념과 배열에 따라 물리적 크기를 소형화하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 초 광대역 배열 안테나는 근거리 초고속통신용 무선에너지 전송 및 종양발견 의료장비 기술에 적용하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명의 상기 인터디지틀 구조의 여파기에 접지와 연결된 단락 핀을 갖는 스텔브를 추가함으로써 구조적으로 0차 공진을 일으키고 기존의 반 파장 구조의 제약에서 벗어나도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명의 상기 메타 재질 구조의 초광대역 전력 분배기에 요소 UWB 방사체를 결합하여 배열 안테나를 설계함으로써 단일 안테나보다 이득을 높이고 양호한 지향성을 얻는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0017] 앞에서 설명한 바와 같이 본 발명은 반 파장 공진기를 기초로 종래의 마이크로스트립 대역 통과 여파기에 인터지디털 구조와 스텔브를 이용하여 0차 공진 대역 통과 여파기를 구현하고 전력 분배기에 결합함으로써 종래의 대역통과 여파기와 같이 3층 적층구조가 아닌 구조로 제작의 효율을 높일 수 있다. 또한, 0차 구조의 특징으로 기존에 제안된 테이퍼드 구조에 비하여 그 크기의 소형화를 얻을 수 있다. 따라서, 전력 분배기에 안테나의 배열로 안테나의 이득을 증가시키고 양호한 지향성을 얻을 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 기존에 제안된 3층 적층 형 전력 분배기를 도시하는 도면이다.
 도 2 는 기존에 제안된 테이퍼드형 전력 분배기를 도시하는 도면이다.
 도 3은 CRLH의 등가 회로를 도시하는 도면이다.
 도 4는 본 발명에 따른 여파기의 등가 회로를 도시하는 도면이다.
 도 5는 본 발명에 따른 여파기의 스케메틱의 결과를 도시하는 도면이다.
 도 6은 본 발명에 따른 여파기의 설계도를 도시하는 도면이다.
 도 7 은 본 발명에 따른 여파기의 결과를 도시하는 도면이다.
 도 8 은 본 발명에 따른 여파기의 분산도를 도시하는 도면이다.
 도 9는 본 발명에 따른 여파기의 전계 분포를 도시하는 도면이다.
 도 10은 본 발명에 따른 전력 분배기의 기본 구조를 도시하는 도면이다.
 도 11은 본 발명에 따른 전력 분배기의 스케메틱 결과를 도시하는 도면이다.
 도 12는 본 발명에 따른 전력 분배기의 설계도를 도시하는 도면이다.
 도 13은 본 발명에 따른 전력 분배기의 결과를 도시하는 도면이다.
 도 14는 본 발명에 따른 전력 분배기와 종래의 전력 분배기의 크기 비교하는 도면이다.
 도 15는 본 발명에 따른 전력 분배기와 새로운 단위의 안테나를 결합한 배열 안테나를 도시하는 도면이다.
 도 16은 본 발명에 따른 배열 안테나의 결과 S-parameter를 도시하는 도면이다.
 도 17은 본 발명에 따른 단일 안테나의 파 필드(Far-field)를 도시하는 도면이다.
 도 18은 본 발명에 따른 배열된 안테나의 파 필드(Far-field)를 도시하는 도면이다.
 도 19는 본 발명에 따른 단일 안테나와 배열된 안테나의 이득 비교를 하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하 도면을 참조로 본 발명에 대해 상세히 설명한다.

[0020] 도 1은 기존의 3층 적층 형 전력 분배기, 도 2는 기존의 테이퍼드형 전력 분배기를 도시하는 도면이다.

[0021] 도 3은 일반적인 메타 재질(Metamaterial) CRLH 전송 선로를 나타내는 도면이다.

[0022] 일반적인 전송선로에서는 주파수가 증가함에 따라 파수는 양의 값을 가지며 선형으로 증가함을 볼 수 있다. 하지만, 복합 오른손 및 왼손 전송(composite right-left-handed)의 경우에는 비선형적으로 증가하게 된다. 그리고 특정 주파수 대역에서 파수는 기울기는 양이면서 음의 값을 가지게 된다.

[0023] 이러한 음의 값은 왼손(left-handed) 전파 특성이 나타난다는 의미이다. 상기 파수가 0과 음의 값을 가질 때 공진 점은 왼손(LH)영역에 발생하게 된다. 특히, 파수가 특정 주파수 대역에서 0 값을 갖게 되면, 파장이 무한대가 되어 구조적 공진 길이와 상관없이 소형화가 가능하게 된다.

[0024] 도 4는 메타 재질 구조를 적용한 대역 통과 여파기의 등가 회로이다. 여기서 L_R 과 C_R 이 오른손 전송 특성이 있고 C_L 과 L_L 이 왼손 전송 특성이 있다. 도면에 도시된 소자 값은 평거의 길이 1, 평거 폭 W , 평거 사이의 폭 S , 완전 타원 적분과 완전 상보 함수를 $K()$, $K()'$ 라 하면

[0025] 다음의 식을 이용하여 구할 수 있다.

$$C(p^F) = \frac{\epsilon_{re} 10^{-3} K(k)}{18 \pi K'(k)} (n_{DF} - 1) l$$

[0026]

$$k = \tan^2\left(\frac{\alpha \pi}{4b}\right), \quad \alpha = \frac{W}{2}, \quad b = \frac{W+S}{2}$$

[0027]

[0028] 이때의 스케메틱의 결과는 도 5와 같다. 대략 5.8GHz에서 파수가 0이 되고 이때에 0차 특성이 발생한다. CRLH 전송선로 전체의 위상속도는 RH 영역과 LH 영역의 합에 의해 결정되며 LH영역이 음의 부호를 갖게 된다. 만약 전파상수 β_{total} 이 0의 값을 가지게 되면 0차 공진이 발생하게 되고, $\beta_{total}=0$ 인 경우 파장이 무한대와 같아지므로 전송선 및 공진기의 전체에 걸쳐 동 위상을 가지게 된다. 따라서 물리적인 길이에 상관없이 같은 변화를 가지는 전계와 자계의 형성이 가능하며, 이는 부품의 소형화 및 새로운 특성을 가질 수 있는 방법이 된다. 이때의 삽입손실과 반사손실의 결과는 도 7과 같다. 도 7에서 3.1GHz 내지 10.6GHz내에서 삽입손실이 -1dB이상이고 반사손실이 -10dB이하이다.

[0029] 도 6은 도 4의 등가 회로를 3D화 하여 설계한 그림이다. 인터디지털 구조를 중심으로 양 옆에 스테브를 달고 접지면과 연결하여 0차 공진 구조를 설계하였다. 이는 다음의 수식을 사용하여 설계하였다.

$$L(nH) = 2 \times 10^{-4} l \left[\ln\left(\frac{l}{W+t}\right) + 1.193 + 0.224 \frac{W+t}{l} \right] \cdot K_g$$

[0030]

$$K_g = 0.57 - 0.145 \ln\left(\frac{W}{h}\right)$$

[0031]

[0032] 이때의 상기 여파기의 분산도가 위의 상술과 같이, 도 8에 나타나 있다. 도 9는 이때의 전계 분포를 나타내는 도면이다. 도시된 바와 같이 구조 전체에서 전계 벡터의 모양이 일정하고 그 크기가 일정하다. 이는 0차 공진의 특징으로 반파장 공진기의 제약에서 벗어나 크기의 소형화를 이룰 수 있다는 것을 의미한다.

[0033] 도 10은 본 발명에서 제안된 전력 분배기의 기본 구조이다. 기존의 Wilkinson 전력 분배기와 같이 입력단은 50 Ω이고, 상기 입력단에서 $\lambda/4$ 로 갈라지는 부분은 $50\sqrt{2}$ ($\approx 70.5\Omega$)의 임피던스를 갖는다. 그 뒤에 앞에서 제안한 대역 통과 여파기를 결합하고 50 Ω의 출력단에 연결한다. 이때 전력 분배기의 격리도를 우수하게 하기 위하여 여파기의 앞과 뒤에 100 Ω의 저항을 부착한다. 이때의 결과는 도 11과 같다. 상기 여파기 대역 내에서 -10dB이하의 반사손실과 -4dB이상의 삽입손실과 -10dB이하의 격리도를 나타낸다. 또한, S(2,1)과 S(3,1)이 일정하게 분배되고 있음을 나타낸다.

[0034] 도 12는 제안한 전력 분배기를 3D 형태로 나타낸 그림이다. 기존의 Wilkinson 전력 분배기에 중간 전송선 부분에 앞에서 제안한 여파기를 결합한 모습이다. 이때의 저항은 위에서 상술한 바와 같이 100Ω 이다. 이때의 결과는 도 13에 나타난 바와 같다. 도시처럼 상기 대역 내에서 -10dB 이하의 반사손실과 격리도를 나타내고 -4dB이상의 삽입손실을 나타낸다.

[0035] 도 14는 기존의 전력 분배기와 제안된 전력 분배기의 크기를 비교하기 위한 도면이다. 도시처럼 좌측에 도시된 기존의 전력 분배기는 일반적으로 30mm×30mm정도 된다. 이에 비해 우측에 도시된 본 발명에서 제안된 전력 분배기는 이러한 크기 단점을 해결하기 위해 0차 공진 대역 통과 여파기를 이용하여 전력 분배기를 22mm×25mm로 소형화한 것이다.

[0036] 도 15는 제안된 전력 분배기에 요소 UWB 방사체를 결합하여 이득의 증가와 양호한 지향성을 얻고자 설계한 도면이다. 도면에 나타난 바와 같이 안테나의 크기에 맞춰 전력 분배기의 출력단의 거리가 달라진다. 다시 말하면 도 15는 안테나의 배열 특성이 가장 잘 나타낼 수 있도록 안테나 간의 간격을 두고 설계한 모습이다. 이때의 결과는 도 16에 도시된 바와 같다. 도 16은 배열된 안테나의 반사손실이 -10dB 이하인 것을 보여준다.

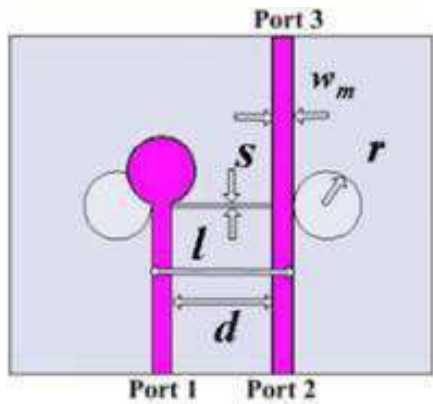
[0037] 도 17은 단일 안테나만 있을 때의 파 필드(Far-field)이다. 또한, 상기 배열된 안테나의 파 필드(Far-field)는 도 18에 나타나 있다. 도 18에 도시된 바와 같이 저주파일수록 후방 방사가 자주 발생하고 고주파로 갈수록 전방 방사가 자주 발생하는 것을 알 수 있다. 도 17과 도 18의 이득을 비교한 그래프가 도 19인데, 상기 도 19는 본 발명에 의해 배열된 배열 안테나가 단일 안테나보다 이득이 두 배 이상 높아진 것을 보여주는 도면이다.

산업상 이용가능성

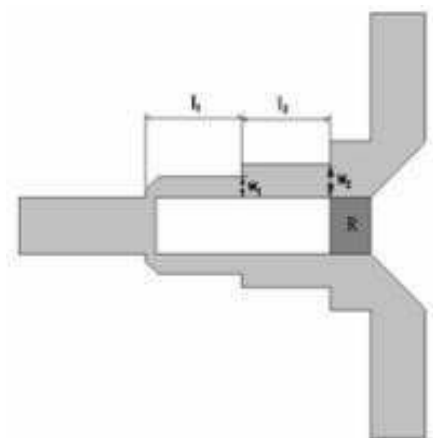
[0038] 본 발명은 UWB 전력 분배기 및 우수한 통신 품질과 소형화된 시스템이 요구되는 메타 재질 구조의 초광대역 배열 안테나에 사용될 수 있다.

도면

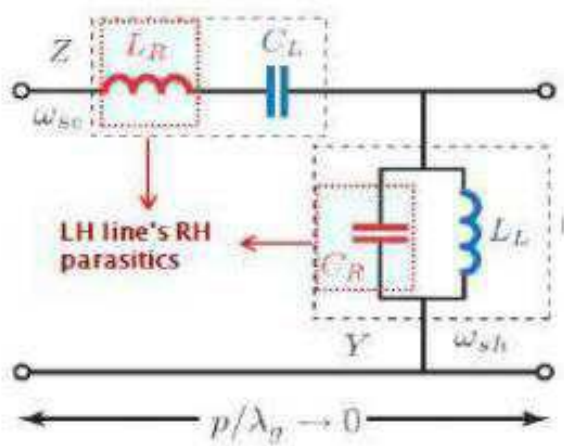
도면1



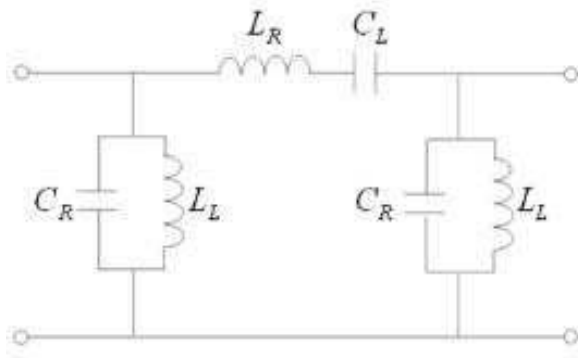
도면2



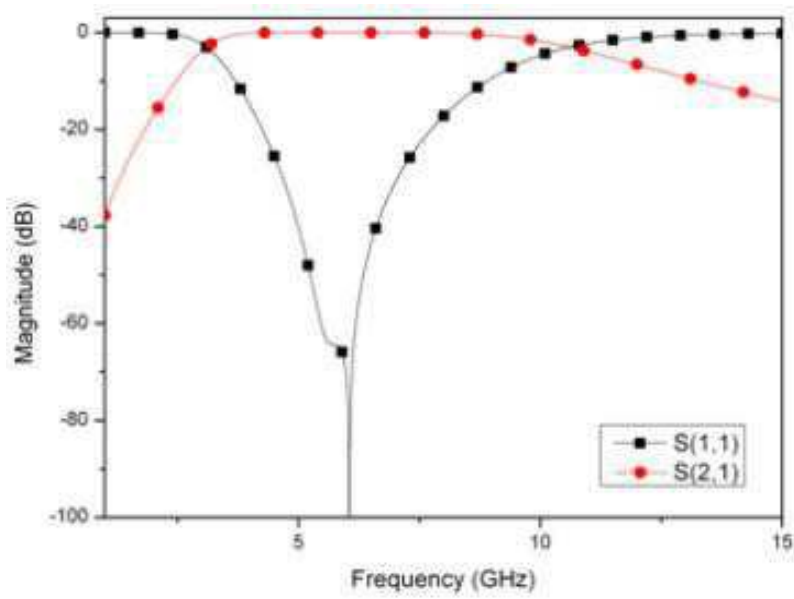
도면3



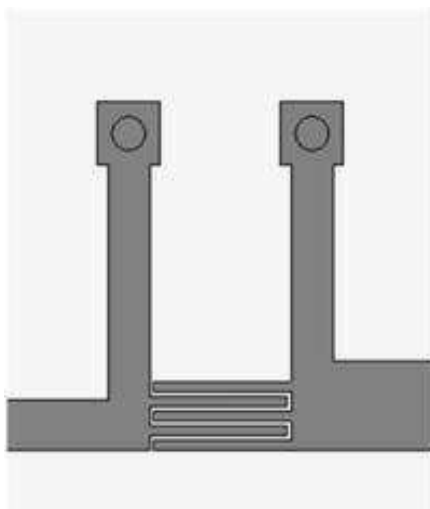
도면4



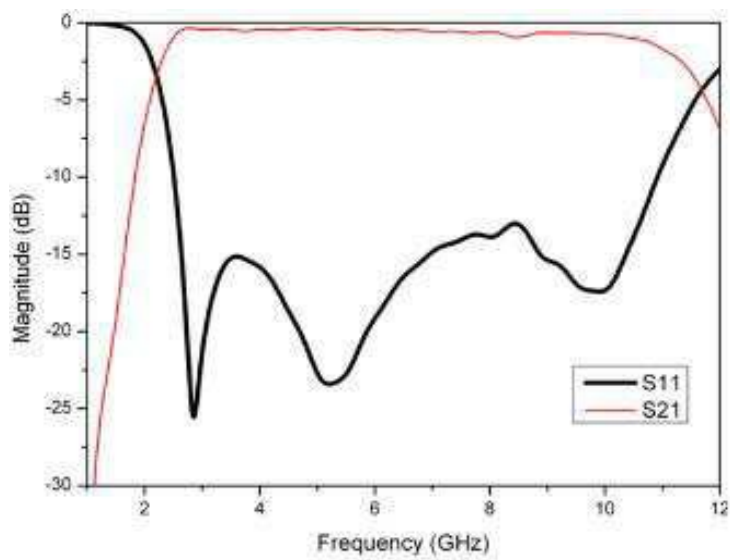
도면5



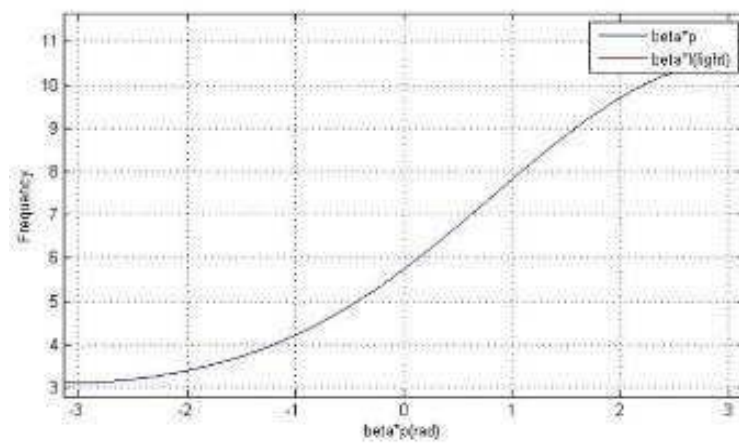
도면6



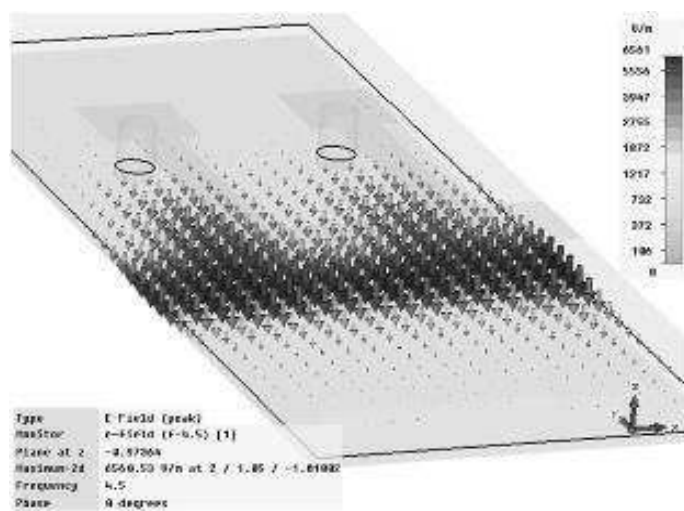
도면7



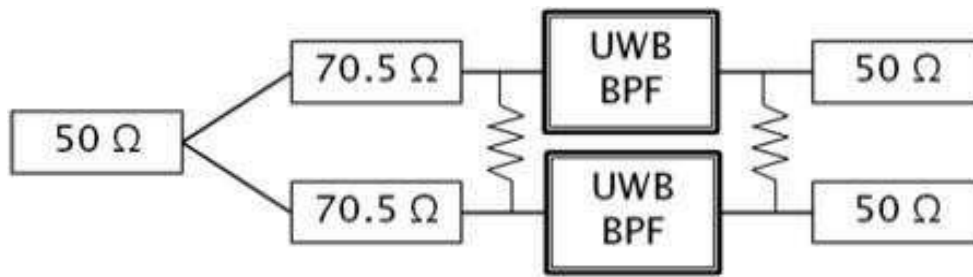
도면8



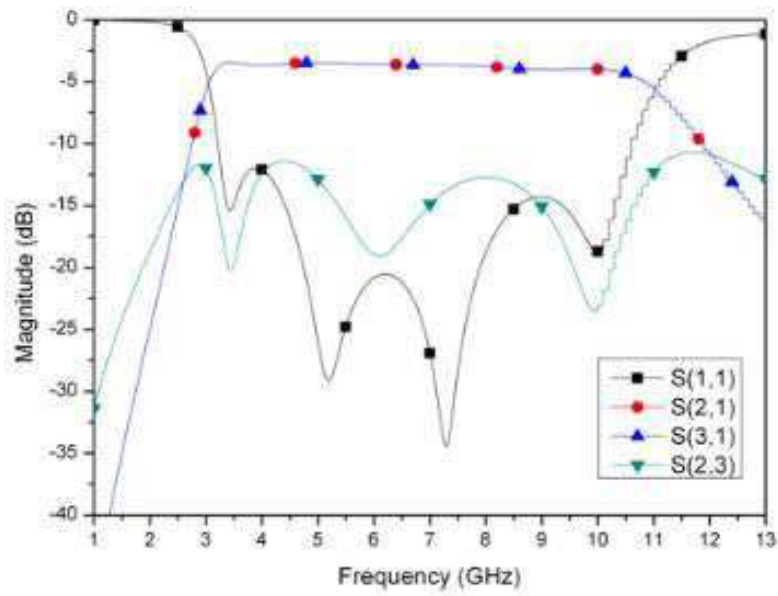
도면9



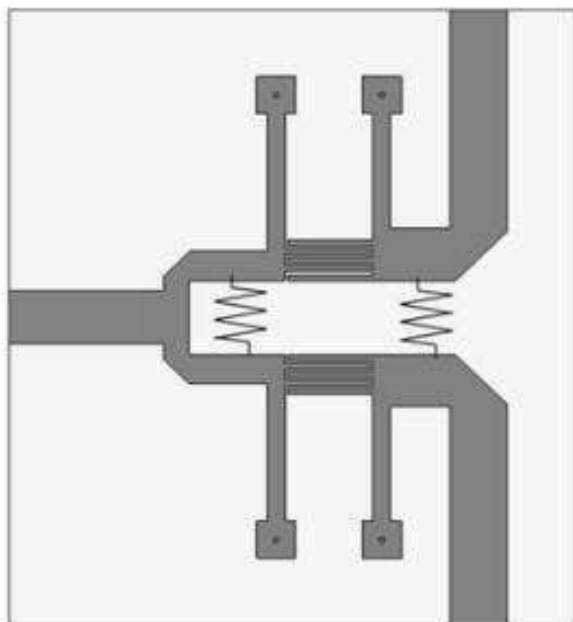
도면10



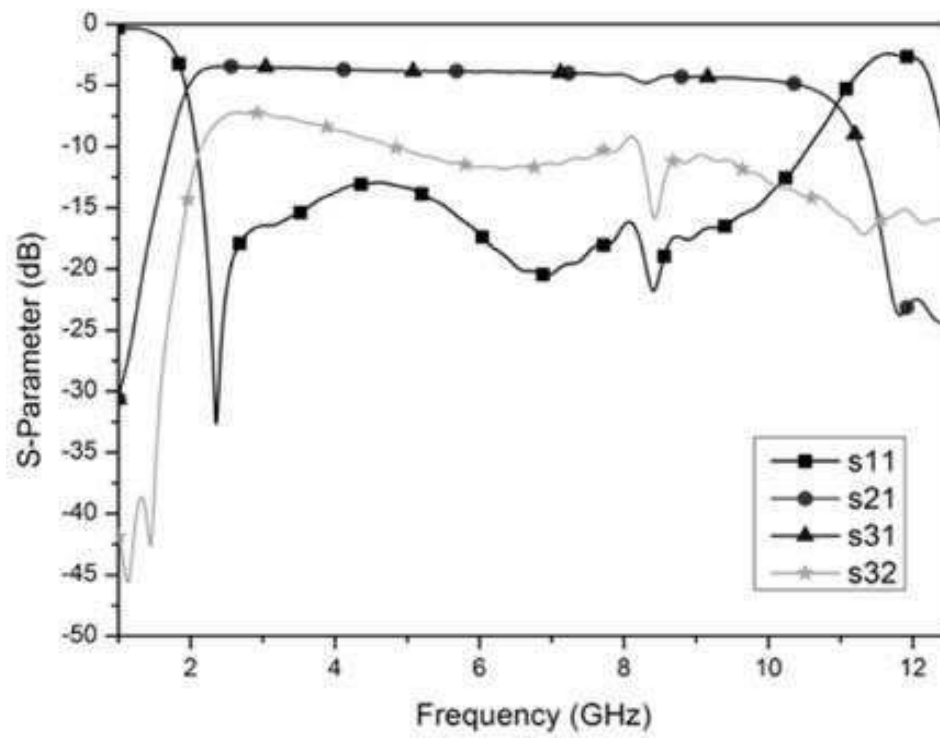
도면11



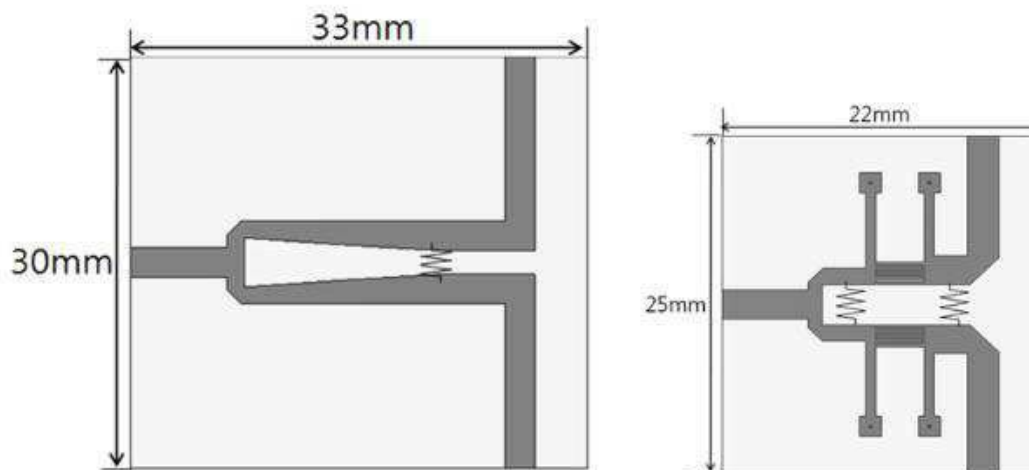
도면12



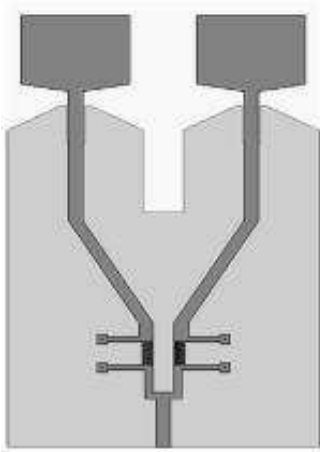
도면13



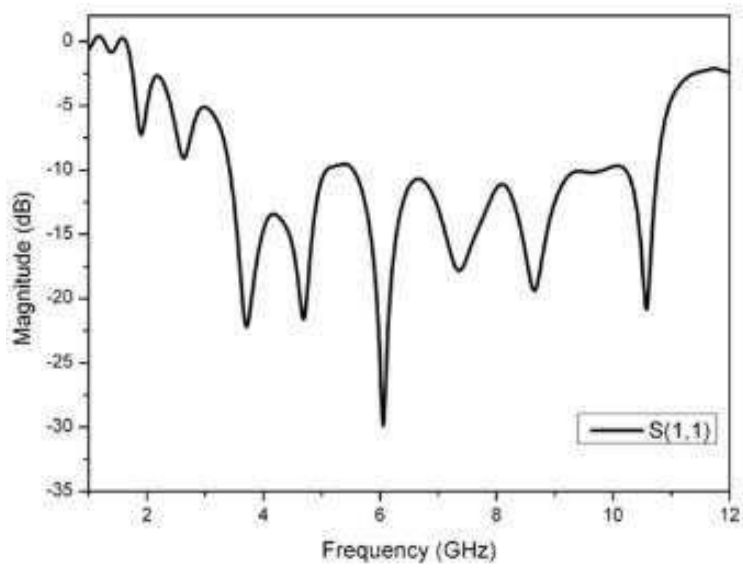
도면14



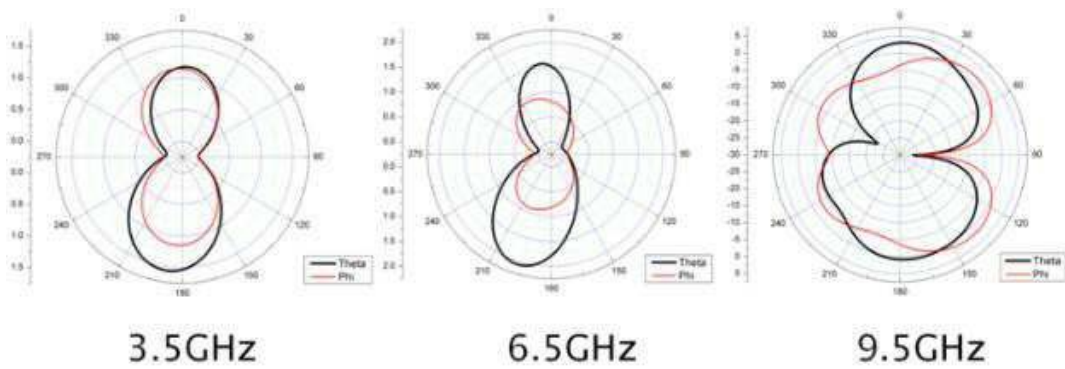
도면15



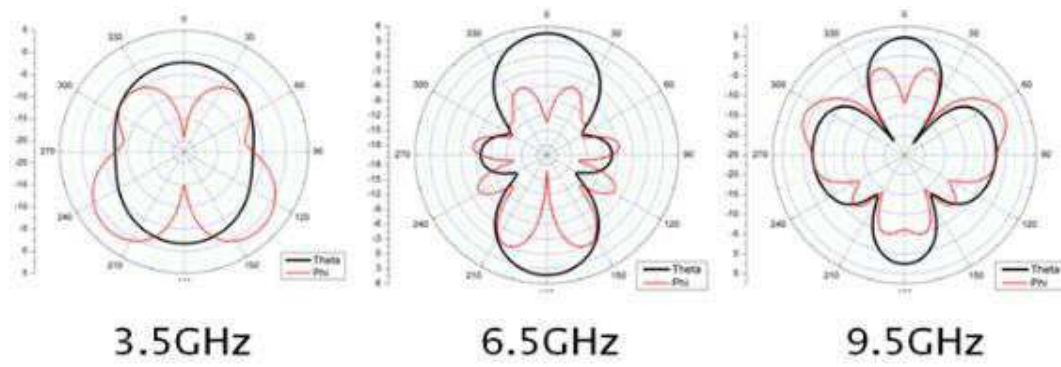
도면16



도면17



도면18



도면19

