

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2011-0083339 (43) 공개일자 2011년07월20일
(51) Int. Cl. <i>H01P 1/203</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2010-0003517 (22) 출원일자 2010년01월14일 심사청구일자 2010년01월14일	(71) 출원인 인천대학교 산학협력단 인천광역시 연수구 송도동 12-1, 11, 12번지 (72) 발명자 강승택 인천광역시 남구 속골길 인천대학교 167 임동진 인천광역시 남구 주안5동 22-2번지 302호 (74) 대리인 김태원	

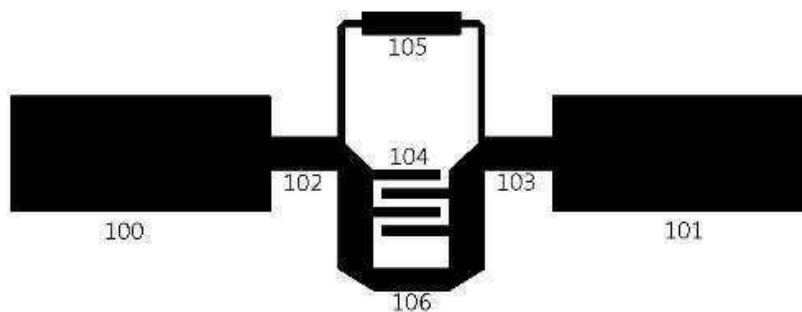
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 저지특성이 우수한 초광대역 차단 대역을 가지는 듀얼리티(Duality) CRLH형 메타재질구조 서브 파장 초광대역 저지 여파기

(57) 요약

본 발명은 초광대역(Ultra-wideband, UWB) 송수신기에 적용될 수 있는 X대역, Ku대역, Ka 대역 저지용 초광대역의 대역저지 여파기(Bandstop filter)에 관한 것으로, 메타재질 구조용 듀얼리티 오른손 및 왼손 전파 현상을 결합한 전송선로 구조형(Duality Composite Right/Left-Handed (CRLH)) 0차 공진모드 서브 파장길이(Subwavelength)초소형 공진기를 구현하여 공진기 각각은 물론 여파기 전체에 걸쳐 동일한 전계방향을 가지고 강결합 특성에 의한 넓은 저지 대역과 우수한 주파수 선택도 특성을 가질 수 있는 초광대역 저지 여파기에 관한 것이다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

저지특성이 우수한 초광대역 차단 대역을 가지는 듀얼리티 CRLH 메타재질 구조 서브 파장길이 초소형 대역 차단 여파기에 있어서,

메타재질 특성 0차 공진을 얻기 위해 듀얼리티(Duality)CRLH형 비정형 인터디지틀과 계단형 임피던스 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 초광대역 차단 대역을 가지는 듀얼리티 CRLH 메타재질 구조 서브 파장길이 초소형 대역 차단 여파기.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 계단형 임피던스는 강 결합용 비대칭 인터디지틀 구조의 상단부와 하단부에 적용된 임피던스와 전기적 길이가 다른 것을 특징으로 하는 초광대역 차단 대역을 가지는 듀얼리티 CRLH 메타재질 구조 서브 파장길이 초소형 대역 차단 여파기.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 강 결합용 인터디지틀 구조는 대역저지 영역을 넓게 만들기 위해 비정형 화한 것을 특징으로 하는 초광대역 차단 대역을 가지는 듀얼리티 CRLH 메타재질 구조 서브 파장길이 초소형 대역 차단 여파기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 초광대역(Ultra-wideband, UWB) 송수신기에 적용될 수 있는 X대역, Ku대역, Ka 대역 저지용 초광대역의 대역저지 여파기(Bandstop filter)에 관한 것으로, 특히, 신개념의 메타재질 구조용 듀얼리티 오른손 및 왼손 전파 현상을 결합한 전송선로(Duality Composite Right/Left-Handed (CRLH))형 0차 공진모드(위상 무변화 현상) 서브 파장(Subwavelength)초소형 공진기를 구현하여 공진기 각각은 물론 여파기 전체에 걸쳐 동일한 전계 방향을 가지고 강 결합 특성에 의한 넓은 저지 대역과 우수한 주파수 선택도 특성을 가질 수 있도록 한 저지특성이 우수한 초광대역 차단 대역을 가지는 듀얼리티(Duality)CRLH형 메타재질 구조 서브 파장(Subwavelength)초소형 대역 저지 여파기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 본 발명은 초고주파(RF, Microwave/Millimeter-wave) 영역 중 초광대역 시스템 구성의 핵심 부품인 대역 저지여파기(Bandstop filter, BSF)의 설계부분에 속하는 분야로서, 특히 넓은 저지 대역과 우수한 주파수 선택도를 갖는 대역 차단 여파기에 관한 것이다.

[0003] 이러한 분야의 종래기술을 설명하기 위해 도 1을 참조한다. 도 1의 구조는 기존의 전송선로 기술을 이용한 저역 통과 여파기의 구조이다. 시스템에서 필요한 주파수 대역보다 높고 넓은 대역을 차단하기 위하여 사용하는 것으로서, 본 발명에서 제시하는 구조는 저역 통과 형태가 아니지만 초광대역에서 잡음억제 능력을 지닌 대역저지 특성으로써 그 역할을 대신한다. 도 1의 구조는 일반적인 전송선로를 이용한 것으로서, 마이크로스트립 공정을 이용하여 제작이 손쉽다. 또한, 시스템이 요구하는 스펙에 따라서 차수가 정해지며, 설계용 등가 회로를 구하며, 그에 따른 전송선로의 구성이 요구된다. 각각의 전송선의 수치는 전송선의 전송특성에 따라 얻어지며, 각 부분에 따른 크기를 구하는 것은 전송선 이론을 기반으로 한다. 하지만, 도 1과 같은 구조는 전체적인 길이가 길며 스킨트 특성이 떨어진다는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 초 광대역(Ultra-wideband, UWB) 송수신기에 적용될 수 있는 Ku, Ka 대역 차단용 초 광대역의 대역 저지 여파기(Bandstop filter)에 관한 것으로, 신개념의 메타 재질 구조인 오른손 및 왼손 전파현상을 결합한 전송 선로(Composite Right/Left-Handed (CRLH))의 0차 공진모드를 이용하여 공진기 전체에 걸쳐 동위상을 가지게 하여 여파기의 크기를 소형화하는데 있으며, 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 도 1과 같은 구조의 저역통과 여파기가 가지는 단점인 차수에 따라 전체크기의 증가와 인접 대역에 불요 고조파 발생하는 것이 불가피하게 되는 점을 새로운 기법으로 극복하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 상기 과제를 해결하기 위해 본 발명은 대역저지 여파기의 기존 설계법의 단점인 저지 대역의 광대역화를 위해 많은 수의 공진기가 연결되어 크기가 커지고 삽입손실이 커지는 단점을 극복하기 위해 인터디지털 강 결합 구조를 선택하고, 부족한 인덕턴스를 충족시키기 위하여 경로를 분기시키고 분기된 경로마다 임피던스와 길이가 구간별로 다른 계단형 임피던스(Stepped impedance)개념을 결합한다. 본 발명에서는 종래의 기술들을 넘어서 메타 재질 구조의 CRLH 전송선 구조를 사용하여 크기의 서브 파장길이(subwavelength) 0차 공진 특성을 구현하여 초소형화를 이롭고 동시에 초광대역의 저지 특성과 우수한 주파수 선택도를 얻도록 하는 것이다.

[0006] 본 발명에 따른 초소형 대역 차단 여파기는 메타재질특성 0차 공진을 얻기 위해 듀얼리티(Duality) CRLH형 비정형 인터디지털과 계단형 임피던스 구조를 가지는 것을 특징으로 한다.

[0007] 또한, 본 발명에 따른 초소형 대역 차단 여파기의 상기 계단형 임피던스는 강 결합용 비대칭 인터 디지털 구조의 상단부와 하단부에 적용된 임피던스와 전기적 길이가 다른 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명의 초소형 대역 차단 여파기의 상기 강 결합용 인터 디지털 구조는 대역저지 영역을 넓게 만들기 위해 비정형화 한 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명은 반 파장 공진구조에 기반한 종래의 여파기가 가지는 단점을 보완하여 그 크기를 듀얼리티(Duality) CRLH형 0차 공진에서 기인하는 서브 파장 길이 스케일(subwavelength-scale)로 초소형화할 수 있으며 좋은 주파수 특성 및 스킷 특성을 보여주므로 초소형 대역 차단 여파기에 효과적으로 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 종래 기술의 저역통과 여파기를 나타내는 도면이다.
 도 2는 본 발명에 의한 부품크기 축소와 초 광대역 특성을 나타내는 Duality CRLH 메타재질구조 전송선에 의한 초소형 대역 저지 여파기를 나타내는 도면이다.
 도 3은 Duality CRLH 메타재질구조 공진기의 단위 셀 등가 회로를 나타내는 도면이다.
 도 4은 도 3에 의한 주파수 응답특성을 보여주는 도면이다.
 도 5는 도 2의 104(인터디지털 선로)의 길이에 대한 주파수 응답특성을 보여주는 도면이다.
 도 6는 도 2의 104(인터디지털 선로)의 간격에 대한 주파수 응답특성을 보여주는 도면이다.
 도 7는 도 2의 106의 (하단 우회 선로) 길이에 대한 주파수 응답특성을 보여주는 도면이다.
 도 8는 도 2의 105의 (상단 우회 선로) 길이에 대한 주파수 응답특성을 보여주는 도면이다.
 도 9는 도 2에 의한 주파수 응답 특성을 보여주는 도면이다.
 도 10은 도 2에 의한 메타재질 구조 CRLH 0차 공진 특성인 무위상 변화의 전기장 분포를 보여주는 도면이다.
 도 11은 도 2의 제작 모습을 보여주는 도면이다.
 도 12는 도11에 의한 측정 결과를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하 도면을 참조로 본 발명에 대해 상세히 설명하기로 한다.

- [0012] 도 1은 종래기술의 저역통과 여파기를 도시하는 도면이다.
- [0013] 도시된 바와 같이 종래의 저역통과 여파기는 차수에 따라 전체 크기가 상당히 증가하고 따라서 전체적 길이 또한 증가하며, 크기 및 길이의 증가로 인해 통상 스커트 특성이 떨어진다.
- [0014] 도 2는 본 발명에 따른 초소형 대역 차단 여파기를 나타내며 도시된 바와 같이 부품크기의 축소와 초광대역 특성을 나타내는 듀얼리티 CRLH 메타재질 구조 전송선에 의한 초소형 대역 저지 여파기를 나타낸다. 상기 초소형 대역저지 여파기는 입력포트와 출력포트를 기준으로 하여 중앙에 강 결합 인터디지틀 결합선로를 포함하며 상하로 상단 우회선로와 하단 우회선로를 포함하는 구조로 구성된다.
- [0015] 도 3은 도 2에 도시된 메타재질 구조의 공진기의 등가 회로를 나타내는 도면이다.
- [0016] 도 4는 도 3에 도시된 등가 회로의 주파수 응답특성을 나타내는 도면이다.
- [0017] 일반적인 전송선로에서는 주파수가 증가함에 따라 파수가 양의 값을 가지며 선형적으로 증가한다.
- [0018] 하지만, 오른손 및 왼손 전파현상을 결합한(Composite Right/Left-Handed;CRLH) 전송선로의 경우에는 비선형적인 특징을 보인다. 또한, 특정 주파수 대역에서 파수가 양의 기울기를 가지며 음의 값을 가질 수 있다. 이는 왼손(Left-Handed(LH))전파 특성이 나타난다는 의미이며, 특정 주파수 대역에서 파수가 0에 가까워지는 점을 나타내며, 그 지점에서 파장이 무한대에 가까워짐에 따라 구조적 공진 길이와 무관하게 되어 소형화를 가능하게 하는 것이다. 상기 CRLH 초광대역 대역 저지 여파기를 개발함에 앞서, 요구되는 스펙을 만족시키기 위한 대역 저지 여파기의 등가 회로를 설계한다. 본 발명에서 제안하는 구조는 공진점이 병렬과 직렬 회로에서 모두 존재하며 공진기의 크기가 매우 작고 공진기 전체에 걸쳐 전압이 최대의 값에 가까운 값을 갖게 되므로, 공진기의 구조를 간단히 인덕터나 커패시터와 같은 소자로 등가화할 수 있다.
- [0019] 다음은, 등가 회로로 구성된 공진기를 물리적인 구조로 기존의 반 파장 공진 특성을 기반으로 한 공진기보다 더 작게 설계하는 것이다. 이를 위하여 메타재질 구조인 왼손(Left-handed) 전송선로와 기존 구조인 오른손(Right-handed) 전송선로를 결합한 형태의 공진기를 구성하게 된다. 다시 말하면, 물리적인 길이의 영향을 받는 기존의 반 파장 공진기가 아닌, 물리적인 길이에 대해 영향을 받지 않는 CRLH 전송선로를 기반으로 한 공진기를 설계한다. 도 3은 그 등가 회로를 나타내고 있으며, 스펙에 따른 각 소자의 값들을 얻어내는 과정은 다음의 수식들을 이용하여 얻어진다.
- $$f_L = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_L C_L}}, \quad f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_R C_R}}$$
- $$f_{se} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_R C_L}}, \quad f_{sh} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_L C_R}}$$
- [0020]
- [0021] 여기서 f_L 과 f_R 은 각각 왼손 전송 법칙에 따른 공진 주파수 및 오른손 전송 법칙에 따른 공진 주파수를 나타내며, f_{se} 과 f_{sh} 은 각각 직렬 결합에 의한 공진 주파수 및 병렬 결합에 의한 공진 주파수를 나타낸다. 상기 4개의 공진 주파수를 이용하여 차단 대역의 초 광대역화를 이룰 수 있다.
- [0022] 반 파장 공진기나 일반 전송선로 기술을 기반으로 한 일반 여파기는 그 크기가 공진 주파수의 파장에 대해 큰 영향을 받지만, CRLH 공진기는 공진 주파수의 파장보다 작아질 수 있고, 등가 회로에서 나타낸 L, C값들을 전송선로 상에 직접 변환이 가능하다. 이를 위해서는 등가 회로의 L, C 값들 또한 물리적으로 구현 가능한 값이 될 수 있도록 고려하여 설계해야 한다.
- [0023] 상기 CRLH 전송선 특성을 활용하여 여파기를 설계할 때 중요한 사항은 L, C 값의 직접 변환을 통해 구현하므로 그 L, C 값의 크기는 한계 범위가 존재한다.
- [0024] 이렇게 구해진 등가 회로의 L, C 소자 값들을 실질적인 구조형태로 변환시킨다. 상술된 메타 재질구조 공진기의 실제 적용을 위해서 인터디지틀 결합선로 구조와 우회 선로를 선택하였으며, 유전율은 4.4이고 50mil의 두께를 갖는 FR-4 마이크로스트립 기판을 고려하여 물리적인 치수를 결정하였다.
- [0025] 도 5는 도 2의 인터 디지틀 선로 104의 길이, 도 6은 인터 디지틀 선로 104의 간격, 도 7은 하단 우회선로 106의 길이, 도 8은 상단 우회선로 105의 길이에 대한 각각의 주파수 응답특성을 나타내는 도면이다.
- [0026] 도 9는 도 2에 도시된 본 발명에 따른 초소형 대역차단 여파기의 주파수 응답특성을 나타내는 도면이다. 도시된 바와 같이 기존의 여파기에 비해 우수한 스커트 특성과 넓은 차단 대역을 가진다. 또한, 통과 대역인

DC~10.8Ghz 대역에 대하여 양호한 삽입 손실을 보장한다. 이로 인해 공진기의 전체 크기가 약 5mm*5mm 정도로 기존 여파기에 비해 눈에 띄게 크기 감소를 이루었다. 또한, 우회 선로의 위상 차에 의한 전달 영점이 발생하여 차단 대역에 대하여 더욱 우수한 특성을 나타내었다.

[0027] 통상적으로, 전자기와 신호는 크기와 위상을 갖는데 일반적으로는 AC전류와 비슷하다. 예로 신호의 크기가 A라고 하고, 위상이 0도 일 때, 크기는 A, 90도 일 때 0 그리고 180도 일 때 -A 를 갖는다고 할 수 있는데, 이는 싸인 그래프 곡선과 유사하다. 도 2에 도시처럼 상부의 상단 우회선로와 하부의 하단 우회선로는 특정 주파수에서 서로 반대위상을 가진다. 도 2의 입력포트(100)에서부터 전기적 길이(102)를 통과한 신호가 상단 우회선로(105), 강 결합 인터디지틀 결합선로(106), 하단 우회선로(106)로 나뉘어 지나가게 되고 상기 상단 우회선로(105)를 지난 신호의 위상이 X도 라고 하면 하단 우회선로(106)를 통과한 신호가 X+180 도의 위상을 가지게 되며, 따라서 두 신호가 전기적 길이인 (103)에서 만났을 때 서로 다른 부호를 지니게 되고 따라서 그 주파수에서는 두 신호가 상쇄되어 신호가 전달되지 않는다. 도 9에서 원으로 표시된 부분이 전달 영점에 해당되는 부분이 되는데, 상기 전달 영점이 발생하여 얻는 이득으로는 스커트 특성이 향상되어 그래프의 기울기가 가파라지는 모습을 보이며 차단 대역의 특성을 향상시키는 모습을 볼 수 있는 것이다.

[0028] 도 10은 도 2에 의한 메타재질 구조 CRLH 0차 공진 특성을 나타내는 도면이다. 도 10에서는 CRLH 대역 저지 여파기의 메타재질 구조 특성을 확인하고자 한다. 메타재질 구조 특성을 확인하는 방법은 여러 가지가 있는데, 본 발명에서는 여파기의 전개 형상을 통하여 이를 확인한다.

[0029] 본 발명의 초소형 대역 저지 여파기에서는 메타재질 구조의 하나인 CRLH 전송선로 구조에 의한 UWB(Ultra-wide band)대역에 대해 통과 특성이 있으며, Ku, Ka 대역에 이르는 차단 대역을 가지는 CRLH 대역 저지 여파기를 제공한다. 상기 대역 저지 여파기의 전체 크기를 소형화하기 위하여 오른손 및 왼손 전파 현상을 결합한 전송선로(Composite Right/Left-Handed)구조의 공진기를 사용하였고, 이에 따라 공진기의 크기를 초소형화하였다. 또한, 기본적인 메타재질 구조 특성 이외에 우회 선로와 계단형 임피던스 이론을 추가, 적용하여 저지 대역의 확장 및 향상된 스커트 특성을 얻어내었다.

[0030] 도 11은 도 2의 초소형 대역 차단 여파기의 실제 크기를 나타내기 위해 50원짜리 동전과 비교하는 도면이다.

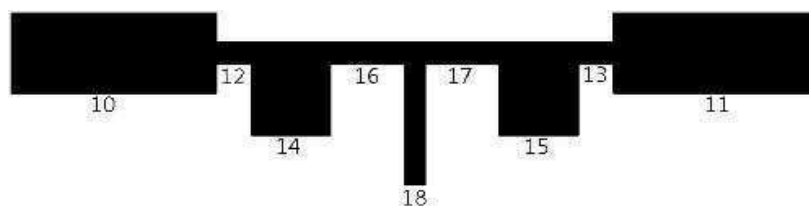
[0031] 도 12는 실제 여파기 제작 후 네트워크 분석기를 이용한 초소형 대역 차단 여파기의 측정 결과로서 도 9의 내용과 유사하다,

산업상 이용가능성

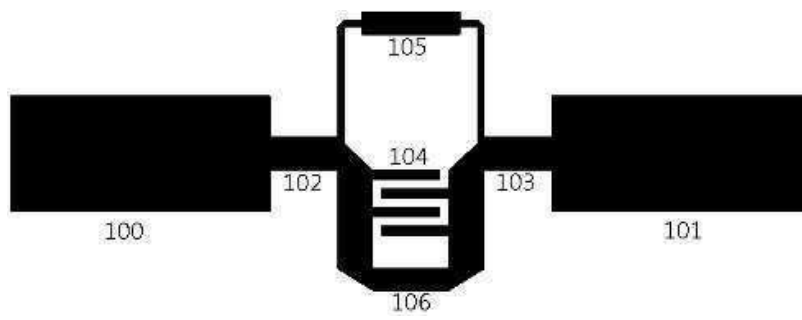
[0032] 본 발명은 초 광대역 차단 대역을 가지는 초소형 대역 저지 여파기에 사용될 수 있다.

도면

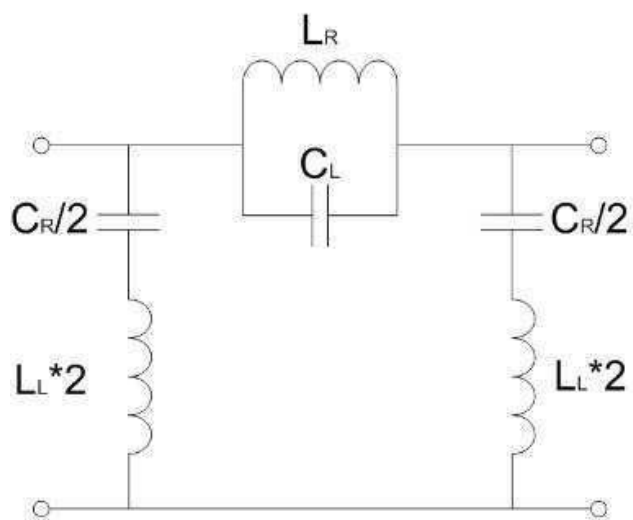
도면1



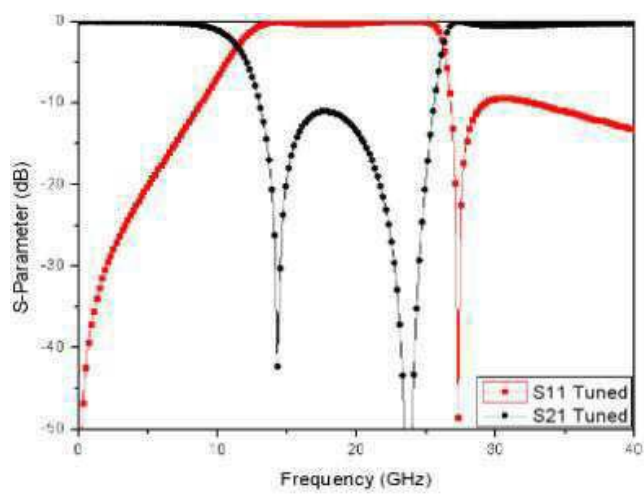
도면2



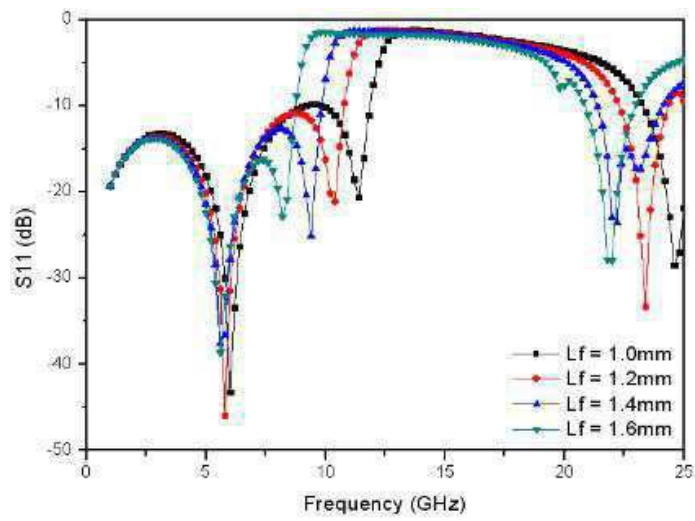
도면3



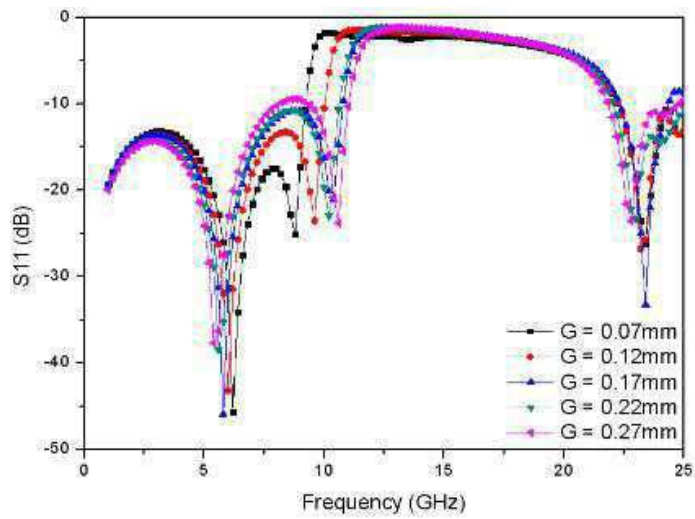
도면4



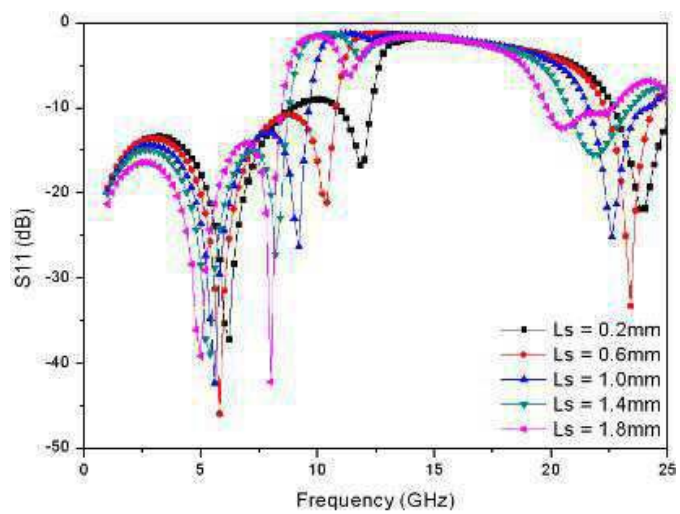
도면5



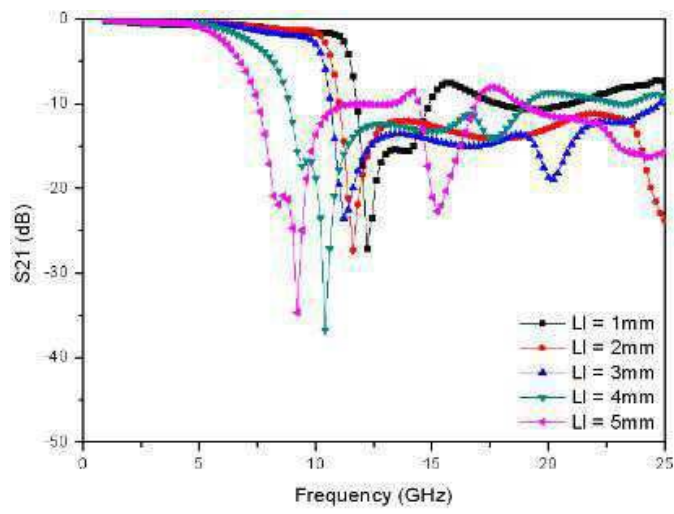
도면6



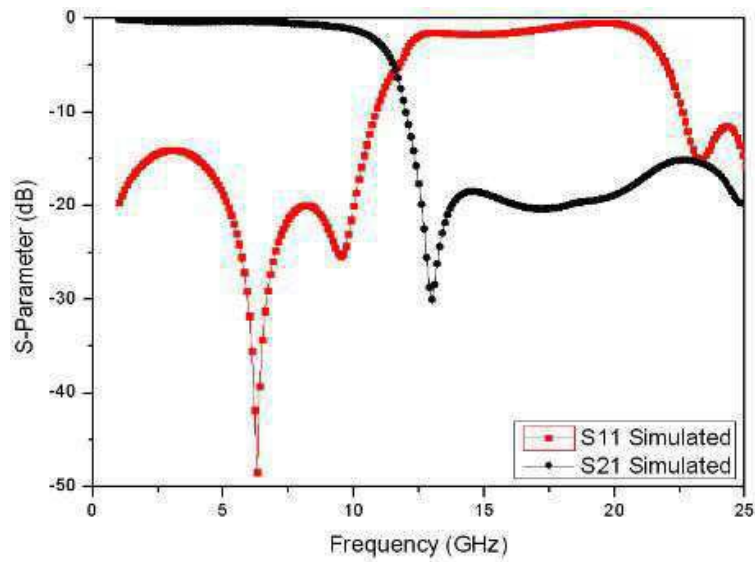
도면7



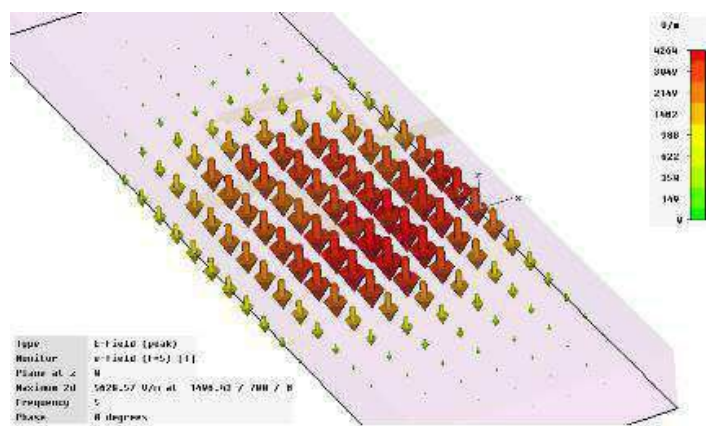
도면8



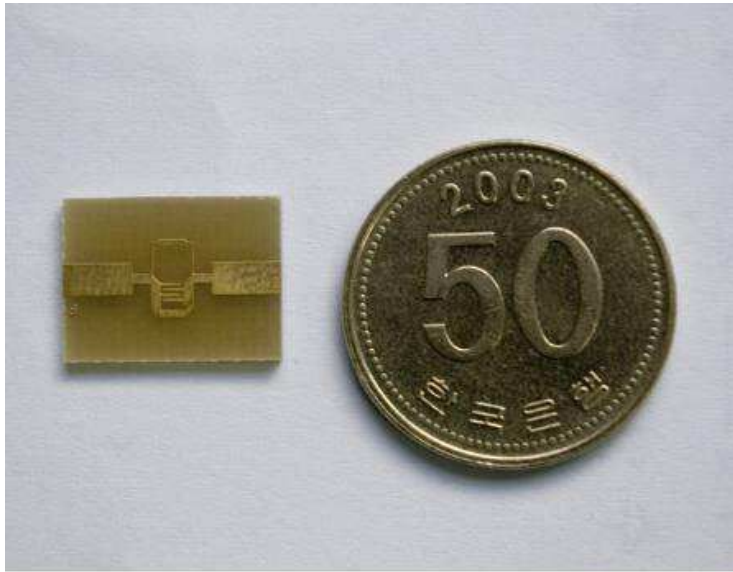
도면9



도면10



도면11



도면12

