(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0069138
(43) 공개일자 2019년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 5/25 (2014.01) *H01Q 5/378* (2014.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 5/25 (2015.01)
H01Q 5/378 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2017-0169550
(22) 출원일자 2017년12월11일
심사청구일자 2017년12월11일

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
강승택
서울특별시 양천구 목동서로 340, 927동 801호(신정동, 목동신시가지아파트9단지)
무하마드 캄란 카탁
인천광역시 연수구 아카데미로 119, 정보통신공학과(송도동)
이창형
경상북도 울진군 울진읍 향교로 46-7
(74) 대리인
특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 17 항

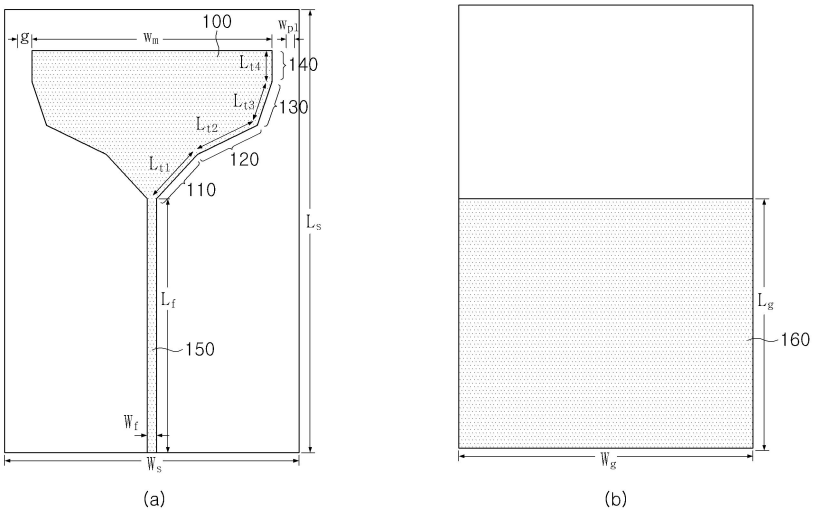
(54) 발명의 명칭 **메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나**

(57) 요 약

본 발명은 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 방사체가 와인잔 형태로 형성되고, 상기 방사체 양 측면에서 일정 거리 이격된 위치에 제1 기생소자를 포함하며, 상기 방사체의 상부면 또는 하부면에서 일정 거리 이격된 위치에 제2 기생소자를 포함하는 안테나에 관한 것이다. 그리고, 급전부에 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터가 더 포함된 안테나에 관한 것이다.

본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 의하면, 700 MHz ~ 1.3 GHz 의 광대역폭을 가지고, 안테나 성능 저하를 최소화 하면서 잡음을 제거할 수 있다는 효과가 있다.

대 표 도



(a) (b)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2016-0-00130
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 정보통신·방송 기술개발
연구과제명 RF 설계 및 EM 해석을 위한 클라우드 기반 SW 플랫폼 개발
기 여 율 1/1
주관기관 서울대학교
연구기간 2016.04.01 ~ 2018.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

일 말단에서 타 말단으로 갈수록 폭이 점차 넓어지는(tapered) 구조를 가진 방사체; 및

상기 방사체의 일 말단에 연결된 급전부; 를 포함하고,

상기 방사체의 모양은 와인잔 형태인 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 방사체는 좌우 대칭구조를 가지며,

상기 방사체의 일 말단과 연결되어 좌우 대칭축과 제1 경사각을 이루며 형성되는 제1 가장자리;

제1 가장자리와 연결되어 좌우 대칭축과 제2 경사각을 이루며 형성되는 제2 가장자리;

제2 가장자리와 연결되어 좌우 대칭축과 제3 경사각을 이루며 형성되는 제3 가장자리; 및

제3 가장자리와 연결되어 좌우 대칭축과 나란하게 형성되는 제4 가장자리;로 형성되어 있으며, 제2 경사각이 제1 경사각 및 제3 경사각보다 큰 값을 가지는 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 경사각은 38도 내지 48도, 상기 제2 경사각은 58.5도 내지 68.5도, 상기 제3 경사각은 23.5도 내지 33.5도이고,

상기 제1 가장자리의 길이는 19㎜ 내지 21㎜, 상기 제2 가장자리의 길이는 21㎜ 내지 23㎜, 상기 제3 가장자리의 길이는 14㎜ 내지 16㎜, 상기 제4 가장자리의 길이는 21㎜ 내지 23㎜인 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방사체는 좌우 대칭 구조를 가지며, 좌측 구조 또는 우측 구조 중 어느 한 구조로만 이루어진 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방사체의 양 측면에 상기 방사체의 가장자리와 소정 거리 이격 되어 형성되어있는 제1 기생소자를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 방사체의 가장자리와 상기 제1 기생소자 사이의 간격은 5㎜ 인 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 기생소자의 폭은 3㎜ 인 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 방사체 및 상기 제1 기생소자는 좌우 대칭 구조로서, 좌측 구조 또는 우측 구조 중 어느 한 구조로만 이루어진 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 방사체의 상부면 또는 하부면에 소정 거리 이격 되어 상기 방사체와 대응되는 위치에 형성되어 있는 제2 기생소자를 더 포함하고,

상기 제2 기생소자는 상기 방사체의 양 측면 가장자리에 대응되는 위치에 균일한 폭으로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제2 기생소자는 폭이 2 ㎜ 인 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제2 기생소자는 상기 방사체의 측면 가장자리의 모양과 동일한 모양으로서, 상기 방사체의 제1 경사각 내지 제3경사각 및 제1 가장자리 내지 제4가장자리의 길이와 동일한 각도 및 길이를 가지고, 상기 부분 접지와 이격 되어 형성되어 있으며, 상기 제2 기생소자는 좌, 우측 소자로 각각 분리되어 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 방사체, 상기 제1 기생소자 및 상기 제2 기생소자는 좌우 대칭 구조로서, 좌측 구조 또는 우측 구조 중 어느 한 구조로만 이루어진 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 13

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 급전부에 스터브 구조를 가지는 대역 저지 필터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 급전부에 상기 대역 저지 필터가 복수 개로 형성된 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 대역 저지 필터는 메타 물질의 위상 시프터천이기(shifter)인 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 대역 저지 필터는

상기 급전부에 왼손법칙이 적용된 제1 용량성 집중요소소자(lumped elements)(C_{L1}), 제1 TL(Transmission Line), 왼손법칙이 적용된 제2 용량성 집중요소소자(C_{L2}), 제2 TL, 왼손법칙이 적용된 제3 용량성 집중요소소자(C_{L3}) 및 제3 TL이 직렬로 순서대로 연결되어 있고,

왼손법칙이 적용된 제1 유도성 집중요소소자(L_{L1})의 일 말단은 상기 제1 TL 및 상기 제2 용량성 집중요소소자(C_{L2}) 사이에 연결되어있고, 타 말단은 접지와 연결되어 있으며,

왼손법칙이 적용된 제2 유도성 집중요소소자(L_{L2})의 일 말단은 상기 제2 TL 및 상기 제3 용량성 집중요소소자(C_{L3}) 사이에 연결되어있고, 타 말단은 접지와 연결된 구조로 형성된 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 대역 저지 필터는

50옴의 특성 임피던스를 가지기 위해 설계된 폭 3.2㎜, 길이 20 ㎜를 갖는 마이크로스트립 라인(microstrip line)을 가지는 비유전율이 4.3, 높이가 1.2㎜ 인 FR4 기판 위에 구현 되며,

상기 제1 용량성 집중요소소자는 2.2pF, 상기 제2 용량성 집중요소소자 및 상기 제3 용량성 집중요소소자는 1.49pF, 상기 제1 유도성 집중요소소자는 4.34nH, 상기 제2 유도성 집중요소소자는 3.98nH이고,

상기 급전부와 상기 제1 용량성 집중요소소자 사이의 마이크로스트립 라인 세그먼트(segment)의 길이는 0.2㎜,

상기 제1 용량성 집중요소소자와 상기 제2 용량성 집중요소소자 사이의 마이크로스트립 라인 세그먼트(segment)의 길이는 3.5㎜,

상기 제2 용량성 집중요소소자와 상기 제3 용량성 집중요소소자 사이의 마이크로스트립 라인 세그먼트(segment)의 길이는 3.5㎜,

상기 제3 용량성 집중요소소자와 연결되어 개방되어있는 마이크로스트립 라인 세그먼트(segment)의 길이는 0.2㎜이며,

상기 마이크로스트립 라인 세그먼트들 사이의 갭(g)은 0.5㎜인 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 UHF 광대역 소형 안테나에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 방사체의 양 측면 및 방사체의 뒷면에 기생소자를 형성하여 대역폭을 확장하고, 스터브(STUB)처럼 부착 가능한 초소형 메타재질 대역저지스터브 구조의 대역 저지 필터를 통해서 특정주파수 영역을 차단할 수 있는 UHF 광대역 안테나에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 안테나는 무선 통신 시스템의 핵심 구성 요소이다소자다. 광대역 안테나는 상이한 주파수 범위를 사용하는 다양한 모바일 애플리케이션에 사용된다. UHF 잘 알려진 광대역 안테나는 3.2 GHz 와 10.8 GHz사이에서 동작하는 초광대역(UWB) 변형 모노폴(MONOPOLE) 안테나이다.광대역 변조 모노폴 안테나는 광대역인 3.2GHz 내지 10.8GHz 범위를 가진다. 이는 레이더, Z-파 통신 등의 다양한 응용 분야에서 사용된다.

[0003] 광대역 안테나의 결점으로써, 많은 무선 응용 프로그램의 사용으로 인해 원치 않는 대역의 영향으로 작동중인 무선 시스템의 품질이 저하 될 수 있다. 따라서, 시스템을 위하여 원하지 않는 대역의 간섭은 노치 필터(대역저지 필터)의 사용으로 피할 수 있는데, 무선 시스템에서 원치 않는 주파수를 차단하기 위해 다양한 방법을 사용할 수 있다. 예를 들면, 방사 요소소자 인 2 차원 (2D) 또는 3 차원 모노폴(monopole)에 U-슬릿 또는 이중 Y-슬릿을 만들어 선호하는 방법, 급전부와 방사체에 평행하게 접힌 스텝 임피던스 공진기(stepped impedance resonator:SIR)-금속선을 사용하는 방법 등이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 UWB 대역인 3.2 GHz ~ 10.8 GHz 보다 훨씬 낮은 대역인700 MHz ~ 1.3 GHz 의 UHF대역에서 사용 가능하게 하기 위해서, 와인잔 모양의 구조를 가지고, 방사체의 양 측면 가장자리 및 상부 또는 하부에 소정 거리 이격되어 형성된 기생소자를 가지는 UHF 광대역 안테나를 제공하는데 있다.

[0005] 본 발명의 또 다른 목적은 안테나의 잡음을 제거하기 위하여, 방사체를 변형시키거나 1/4 파장의 스터브 구조를 급전부에 부착가하지 않고, 메타물질 개방 종단형 스터브 구조를 가지는 초소형 대역 저지 필터를 부착함으로써, 안테나 동작을 저하시키지 않고 잡음을 제거하는 UHF 광대역 안테나를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 또는 다른 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 측면에 따르면, 일 말단에서 타 말단으로 갈수록 폭이 점차 넓어지는(tapered) 구조를 가진 방사체; 및 상기 방사체의 일 말단아래에 연결된 급전부;를 포함하고, 상기 방사체의 모양은 와인잔 형태인 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나를 제공한다.

[0007] 여기서, 상기 방사체의 양 측면에 상기 방사체의 가장자리와 소정 거리 이격 되어 낮은 주파수에서 필요하지만

박막기판에 의한 부족한 커패시턴스를 보강해주는 결합역할 목적으로 형성되어있는 제1 기생소자를 더 포함할 수 있다.

[0008] 그리고, 상기 방사체의 상부면 또는 하부면에 소정 거리 이격 되어 상기 방사체와 대응되는 위치에 형성되어 있는 낮은 주파수에서 필요하지만 박막기판에 의한 부족한 커패시턴스를 보강해주는 결합역할 목적으로 형성되어 있는 제2 기생소자를 더 포함하고, 상기 제2 기생소자는 상기 방사체의 양 측면 가장자리에 대응되는 위치에 균일한 폭으로 형성될 수 있다.

[0009] 또한, 상기 급전부에 스터브 구조를 가지는 대역 저지 필터를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 따른 UHF 광대역 안테나의 효과에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0011] 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 의하면, 700 MHz ~ 1.3 GHz 의 광대역폭을 가진다는 효과가 있다.

[0012] 또한, 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 의하면, 안테나 성능 저하를 최소화 하면서 잡음을 제거할 수 있다는 효과가 있다.

[0013] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 의한 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시 예를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 또 다른 일 실시 예를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예로서, 실물로 제작된 상기 안테나의 상기 방사체와 낮은 주파수에서 필요하지만 박막기판에 의한 부족한 커패시턴스를 보강해주는 결합역할 목적 하의 상기 제1 기생소자 및 상기 제2 기생소자가 형성되어있는 안테나를 도시한 도면이다.

도 5는 도 1 내지 도 3에서 도시된 상기 방사체 구조의 구체적인 모양을 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명에 의한 안테나의 각 실시 예들의 반사 손실 및 대역폭을 시뮬레이트모의시험한 결과를 도시한 그래프이다.

도 7은 도 4의 안테나의 특성을 도시한 그래프이다.

도 8은 종래 방법인 1/4 파장 개방 종단형 스터브(stub) 구조를 가진 대역 저지 필터와 결합된 안테나 및 상기 안테나의 특성을 도시한 그래프이다(case 1).

도 9는 종래 방법인 900MHz에서 노치 생성을 위하여 방사체에 슬롯이 형성된 안테나 및 그 특성을 도시한 그래프이다(case 2).

도 10은 제안 된 CRLH 위상 시프터천이기를 도시한 도면과, 대역 저지 필터 및 CRLH 의 특성들의 개략도를 도시한 그래프이다.

도 11은 풀 웨이브 시뮬레이터에서 CRLH 노치 필터 회로의 물리적 구현을 도시한 도면이다.

도 12는 실제 제작된 case3의 안테나와 반사손실을 도시한 도면이다.

도 13은 도 12 (a)에서 도시된 안테나의 원거리 패턴 특성을 도시한 그래프이다.

도 14는 case 1 내지 case 3의 경우에 가용 대역폭을 비교하여 도시한 그래프이다.

도 15는 필터를 포함하지 않은 도3의 안테나 및 필터를 포함한 case 1 내지 case 3의 경우에서 주파수 대역 별 이득을 시뮬레이트모의시험한 값을 비교하여 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0016] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0017] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0018] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0019] 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0020] 도 1은 본 발명에 의한 일 실시 예에 의한 UHF 광대역 안테나를 도시한다.

[0021] 본 발명에 따른 일 실시 예에 의하면,

[0022] 일 말단에서 타 말단으로 갈수록 폭이 점차 넓어지는(tapered) 구조를 가진 방사체(100)와 상기 방사체(100)의 일 말단에 연결된 급전부(150)를 포함하고, 상기 방사체(100)의 모양은 와인잔 형태인 것을 특징으로 하는 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터와 결합된 UHF 광대역 안테나를 개시한다.

[0023] 도 1의 (a)는 급전부(150)와 연결된 일 말단에서 타 말단으로 갈수록 폭이 점차 넓어지는(tapered) 구조를 가진 방사체(100)와 상기 방사체(100)의 일 말단에 연결된 급전부(150)를 도시하고, 상기 방사체(100)는 와인잔 형태의 폴리곤 구조일 수 있다.

[0024] 도 1의 (b)는 상기 방사체(100) 및 급전부(150)가 형성되어있는 상부면 또는 하부면과 소정 거리 이격 되어 상기 급전부(150)에 대응되는 위치에 형성되어있는 부분 접지(160)를 도시한다.

[0025] 보다 상세하게, 상기 방사체(100)는 급전부(150)와 연결된 일 말단에서 타 말단으로 갈수록 상기 방사체(100)의 폭이 점차 넓어지는 구조를 갖는 것을 특징으로 하는데, 상기 방사체(100)의 폭이 넓어지는 정도가 커졌다가 다시 작아지는 구조를 가질 수 있다. 다시 말하면, 상기 급전부(150)와 연결되어 형성되는 상기 방사체(100)는 와인잔 구조와 유사한 구조를 가질 수 있다. 이와 같은 구조는 입력부에서 갑작스런 임피던스 변화의 영향을 최소화하는 효과를 가지고, 방사체의 대역폭이 넓어지도록 하여 안테나의 특성을 향상시키는 효과를 가진다.

[0026] 도 5는 도 1 내지 도 3에서 도시된 상기 방사체(100) 구조의 구체적인 모양을 도시한다.

[0027] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 방사체(100)는 좌우 대칭구조를 가지며, 상기 급전부(150)와 연결되어 좌우 대칭축과 제1 경사각 (Θ1)을 이루며 형성되는 제1 가장자리(110); 제1 가장자리(110)와 연결되어 좌우 대칭축과 제2 경사각(Θ2)을 이루며 형성되는 제2 가장자리(120); 제2 가장자리(120)와 연결되어 좌우 대칭축과 제3 경사각(Θ3)을 이루며 형성되는 제3 가장자리(130); 및 제3 가장자리(130)와 연결되어 좌우 대칭축과 나란하게 형성되는 제4 가장자리(140);를 포함하며, 제2 경사각(Θ2)이 제1 경사각(Θ1) 및 제3 경사각(Θ3)보다 큰 값을 가진다.

[0028] 상기 방사체(100)의 구조에 관하여 구조를 수치화하여 보다 구체적으로 설명하면, 상기 방사체(100)는 도 5에

나타난 바와 같이, 좌우 대칭구조를 가지고 있으며, 좌우 대칭 축을 기준으로, 제1 가장자리(110)가 이루는 제1 경사각(Θ1)은 38도 내지 48도일 수 있으며, 제2 가장자리(120)가 이루는 제2 경사각(Θ2)은 58.5 도 내지 68.5 도일 수 있으며, 제3 가장자리(130)가 이루는 제3 경사각(Θ3)은 23.5도 내지 33.5도일 수 있다.

[0029] 그리고, 도 1 (a)에 나타난 바와 같이, 상기 방사체(100)의 제1 가장자리(110)의 길이(L_{t1})는 19㎜ 내지 21㎜일 수 있고, 제2 가장자리(120)의 길이(L_{t2})는 21㎜ 내지 23㎜ 일 수 있으며, 제3 가장자리(130)의 길이(L_{t3})는 14㎜ 내지 16㎜ 일 수 있고, 제4 가장자리(140)의 길이(L_{t4})는 21㎜ 내지 23㎜일 수 있다.

[0030] 상기와 같은 와인잔 형태의 폴리곤 구조를 가진 방사체(100) 구조로 인하여, 상기 안테나는 대역폭이 700MHz 대역대까지 커버할 수 있는 광대역폭 특성을 가지게 되는 효과가 있다.

[0031] 도 2는 본 발명에 의한 다른 실시 예를 도시한다.

[0032] 본 발명에 의하면, 상기 안테나는 상기 방사체(100)의 양 측면에 상기 방사체(100)의 가장자리와 소정 거리 이격 되어 형성되어있는 제1 기생소자(200a, 200b)를 더 포함한다.

[0033] 도 2 (a)는 상기 방사체(100)와 상기 방사체(100)의 일 말단에 연결된 급전부(150) 및 상기 방사체(100)의 양 측면에 상기 방사체(100)의 가장자리와 소정 거리 이격 되어 형성되어있는 제1 기생소자(200a, 200b)를 도시한다.

[0034] 도 2 (b)는 도 1 (a)와 동일한 구조를 가진다.

[0035] 보다 상세하게 설명하면, 도 2 (a) 에서 상기 방사체(100)의 양 측면에 상기 방사체(100)의 가장자리와 소정 거리 이격 되어 상기 제1 기생소자(200a, 200b)가 형성될 수 있는데, 이러한 상기 제1 기생소자(200a, 200b)의 구조에 의하여 상기 제1 기생소자(200a, 200b)는 상기 방사체(100)에 용량성 소자 역할을 수행할 수 있다. 통상적인 유전체 기판에서는 유전체 기판의 박막구조를 가지기 때문에 이로부터 얻을가져올 수 있는 커패시턴스가 제한적인데, 상기와 같은 구조를 가진 제1 기생소자(200a, 200b)에 의하여 추가적인 커패시턴스를 얻을 수 있고 부족한 커패시턴스를 보강해 줄 수 있고, 이로 인하여 안테나의 대역을 넓힐 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[0036] 또한, 상기 방사체(100)의 가장자리와 상기 제1 기생소자(200a, 200b) 사이의 간격은 4㎜ 내지 6㎜, 바람직하게는 5㎜ 일 수 있다.

[0037] 그리고, 상기 제1 기생소자(200a, 200b)의 폭은 3㎜ 로 형성될 수 있다.

[0038] 이 수치는 상기 방사체(100)와 최적의 커패시턴스를 나타낼 수 있는 수치로, 실험적으로 얻게 된 수치 범위이다.

[0039] 도 3은 본 발명에 의한 또 다른 일 실시 예를 도시한다.

[0040] 도 3 에 나타난 바와 같이, 상기 방사체(100)의 상부면 또는 하부면과 소정 거리 이격 되어 상기 방사체(100)와 대응되는 위치에 형성되어 있는 제2 기생소자(300a, 300b)를 더 포함하고, 상기 제2 기생소자(300a, 300b)는 상기 방사체(100)의 양 측면 가장자리에 대응되는 위치에 균일한 폭으로 형성될 수 있다.

[0041] 상기 제 2기생소자는 방사체(100)와 일정한 간격을 두고 이격 되어 형성되어 있으면서 상기 방사체(100)와 상호작용하여 커패시턴스를 형성하는 역할을 한다. 상기 방사체(100)에서 전자기파는 대부분 방사체(100)의 양 측면 가장자리를 따라 형성되기 때문에, 상기 방사체(100)의 가운데 부분과 대응되는 위치는 실질적으로 커패시턴스 기능에 크게 기여하지 않는다. 따라서, 상기 제2 기생소자(300a, 300b)는 상기 방사체(100)의 양 측면 가장자리에 대응되는 위치에 2개로 분리되어 형성될 수 있다.

[0042] 상기 제2 기생소자(300a, 300b)는 상기 방사체(100)와 상호작용하여 커피시턴스를 형성하게 된다. 이는 상기 제1 기생소자(200a, 200b)와 독립적으로 형성되는 또 다른 커패시턴스이다.

[0043] 그리고, 상기 제2 기생소자(300a, 300b)는 상기 방사체(100)와 상호작용하여 충분한 커패시턴스를 가지기 위해서, 폭이 1㎜ 내지 3㎜ 이고, 바람직하게는 2㎜가 되도록 형성될 수 있다.

[0044] 소형 안테나는 그 구조에 의하여 대역폭이 변화될 수 있고, 광대역 안테나의 경우에 그 구조의 변형으로 1GHz 이상의 영역에서는 그 대역폭을 확장시키는 것은 쉬우나, 1GHz 미만의 영역에서는 안테나의 대역폭을 확장시키는 것이 어려운 문제이고, 1GHz 미만의 영역에서 안테나의 대역폭을 확장시키는 것이 광대역 안테나 설계에서 주된 관심사이며, 안테나의 성능과 직결되는 문제이다.

[0045] 본 발명은 상기와 같이, 상기 방사체(100)를 와인잔 모양의 폴리곤(polygon) 구조로 설계하고, 상기 제1 기생소자(200a, 200b) 및 상기 제2 기생소자(300a, 300b)를 형성하여, 종래 단순한 역삼각형 모양을 가지는 방사체와 비교하여 1GHz 미만 영역에서도 700MHz 영역대까지 넓은 대역폭을 가지는 안테나를 설계할 수 있는 효과를 가진다. 그리고, 상기 제1 및 제2 기생소자(200a, 200b, 300a, 300b)에 의한 대역폭 이득의 효과는 아래에서 도 6 내지 도 9의 실험 데이터와 함께 설명하도록 한다.

[0046] 도 4는 본 발명의 일 실시 예로서, 실물로 제작된 상기 안테나의 상기 방사체(100)와 상기 제1 기생소자(200a, 200b) 및 상기 제2 기생소자(300a, 300b)가 형성되어있는 안테나를 도시한다.

[0047] 도 4에 도시된 안테나는 도 3에 도시된 안테나에서 Lf = 85 ㎜ 의 길이 및 Wf = 3 ㎜ 의 너비를 가지는 급전부(150)에, 제1 경사각(Θ1)은 42도, 제2 경사각(Θ2)은 63.4도 및 제3 경사각(Θ3)은 18.5도 이고, 제1 가장자리(110)의 길이는 20.18㎜, 제2 가장자리(120)의 길이는 22.36㎜, 제3 가장자리(130)의 길이는 15.18㎜ 및 제4 가장자리(140)의 길이는 10㎜이며, 일 말단의 폭은 3㎜이고, 타 말단의 폭은 80㎜인 방사체(100)가 연결되어있다. 그리고, 상기 방사체(100)의 양 측면 가장자리에 5㎜ 의 간격을 두고 이격 되어 3㎜의 폭을 가지도록 제1 기생소자(200a, 200b)가 형성되어있다. 상기 방사체(100) 및 상기 제1 기생소자(200a, 200b)는 비유전율이 4.3 이고, 비투자율이 1 이며, 너비(Ws)가 100㎜, 길이(Ls)가 150㎜ 이고, 두께(Hs)가 1.2㎜인 FR4 기판의 일 면에 형성되어 있다. 상기 안테나의 전체 크기는 150㎜ (Ls) × 100㎜ (Ws) × 1.2㎜ (Hs)로 UHF 범위의 광대역 안테나 중에서는 상대적으로 작은 크기를 가진다. 상기 기판의 타 면에는 상기 기판의 일 면에 형성된 상기 급전부(150)와 대응되는 위치에 Lg = 85 ㎜ 및 Wg = 100 ㎜의 크기를 가지는 부분 접지(160)가 형성되어 있고, 상기 기판의 일 면에 형성되어있는 상기 방사체(100)의 양 측면 가장자리와 대응되는 위치에 Wp2 = 2 ㎜의 폭을 가지는 제2 기생소자(300a, 300b)가 형성되어있다. 상기 제2 기생소자(300a, 300b)는 상기 방사체(100)의 측면 가장자리의 모양과 동일한 모양으로서, 상기 방사체(100)의 제1 경사각(Θ1) 내지 제3경사각 및 제1 가장자리(110) 내지 제4 가장자리(140)의 길이와 동일한 각도 및 길이를 가지고, 상기 부분 접지(160)와 이격되어 형성되어 있으며, 상기 제2 기생소자(300a, 300b)는 좌, 우측 소자로 각각 분리되어 형성되어 있다.

[0048] 도 6은 본 발명에 의한 안테나의 각 실시 예들의 반사 손실 및 대역폭을 시뮬레이트모의시험한 결과를 도시한다.

[0049] 도 6 (a)는 본 발명의 일 실시 예인 도1에 도시된 안테나의 반사 손실 및 대역폭을 시뮬레이트모의시험한 결과이다.

[0050] 도 6 (b)는 본 발명의 일 실시 예인 도2에 도시된 안테나의 반사손실 및 대역폭을 시뮬레이트모의시험한 결과이다.

[0051] 도 6 (c)는 본 발명의 일 실시 예인 도 1, 도 2 및 도3에 도시된 안테나의 반사 손실 및 대역폭을 시뮬레이트모의시험한 결과이다.

[0052] 도 6 (a)에 도시된 바에 의하면, 와인잔 형태의 폴리곤 구조를 가지는 방사체(100)에 의하여 안테나의 대역폭은 약 0.67GHz 내지 1.08GHz 영역으로, 1GHz 미만의 영역에서 아주 넓은 대역폭을 가지는 특성을 보인다.

[0053] 도 6 (b)에 도시된 바에 의하면, 상기 방사체(100)에 상기 제1 기생소자(200a, 200b)를 추가하여 형성함으로써, 안테나의 대역폭은 약 0.7GHz 내지 1.34GHz 영역으로, 도 6 (a)에 도시된 대역폭 보다 더 넓어졌다.

[0054] 도 6 (c)에 도시된 바에 의하면, 상기 방사체(100)에 상기 제1 기생소자(200a, 200b) 및 상기 제2 기생소자(300a, 300b)를 추가하여 형성함으로써, 안테나의 대역폭이 0.67GHz 내지 1.35GHz 영역으로 더 확대된다. 상기 결과는, 상기 방사형 안테나에 제1 기생소자(200a, 200b) 및 제2 기생소자(300a, 300b)를 더 형성함으로써 안테나의 대역폭이 약 250MHz 이상 향상될 수 있음을 보여준다.

[0055] 도 7은 도 4의 안테나의 특성을 도시한다.

[0056] 도 7 (a)는 도 4의 안테나의 시뮬레이트모의시험된 반사 손실 및 대역폭과 실제 제작되어 측정된 반사 손실 및 대역폭 특성을 도시한다.

[0057] 도 7 (b)는 xy-평면(또는 수평 평면)에서 각 주파수 별로(780MHz, 932MHz 및 1.12GHz) 측정된 안테나의 원거리 패턴(far-field pattern)을 도시한다.

[0058] 도 7 (c)는 yz-평면(또는 수직 평면)에서 각 주파수 별로(780MHz, 932MHz 및 1.12GHz)측정된 안테나의 원거리 패턴(far-field pattern)을 도시한다.

[0059] 도 7 (d)는 수직 평면에서 도 7 (a)에서 마크된 주파수 포인트(M_1, S_1)에서의 시뮬레이트모의시험된 빔-패턴(beam-pattern)과 측정된 빔-패턴(beam-pattern)을 비교하여 도시한다.

[0060] 도 7은 상기 도 4에서 도시된 실제로 제작된 안테나를 Agilent의 벡터 네트워크 분석기를 사용하여 실험적으로 측정하여 도시한 것이다. 도 7 (a)는 약 0.7GHz 내지 1.3GHz 범위에서 -10dB의 양호한 결과를 보이는 시뮬레이트모의시험된 반사 손실과 측정된 반사 손실을 도시한다. 제안된 안테나의 원거리 패턴(far-field pattern)은 무반향 공간 환경(anechoic chamber environment)에서 측정된다. 도 7 (b) 내지 (d)는 700MHz 내지 1.3GHz 범위의 다양한 주파수에서 상기 도 4에 도시된 안테나의 시뮬레이트모의시험된 원거리 패턴 및 측정된 원거리 패턴 간의 비교를 도시한다. 샘플 주파수에 대한 수평면에서의 빔 패턴은 상이한 이득에도 불구하고 거의 동일하다. 또한, 수직 평면 플롯에서, 도 4c는 샘플 주파수에서 유사한 원거리 패턴을 갖는다. 도 7 (a) 의 마커 주파수로서, S_1과 M_1에서 도 7 (d) 에 도시 된 바와 같이, 시뮬레이트모의시험된 원거리 패턴과 측정된 원거리 패턴은 높은 연관성을 갖는다.

[0061] 본 발명의 또 다른 일 실시 예에 의하면,

[0062] 상기 급전부(150)에 스터브 구조를 가지는 대역 저지 필터를 더 포함할 수 있다.

[0063] 안테나 동작 대역에서 통신 간섭을 방지하기 위해서는 특정 주파수대역을 차단하기 위한 대역 저지 필터(notch filter)가 설계되어야 한다

[0064] 종래에는 대역 저지 필터를 설계하기 위하여, 대표적으로 도 8에 도시된 바와 같이 1/4 파장 종단형 스터브를 이용하거나, 도 9에 도시된 바와 같이 방사체에 슬롯을 형성하는 방법을 이용하였다. 그러나, 상기 두 방법은 안테나의 전반적인 동작 대역 이득을 불안정하게 하거나, 동작 대역폭을 줄여 버린다.

[0065] 따라서, 본 발명에서는 안테나의 전반적인 동작 대역 이득을 유지하고, 대역폭 손실이 적은 메타물질 개방 종단형 스터브 구조를 가진 소형 대역 저지 필터가 결합된 안테나를 제안한다.

[0066] 도 8은 종래 방법인 1/4 파장 개방 종단형 스터브(stub) 구조를 가진 대역 저지 필터와 결합된 안테나 및 상기 안테나의 특성을 도시한다(case 1).

[0067] 도 8 (a)는 상기 안테나를 시뮬레이트모의시험 한 경우, 상기 안테나를 실제로 제작하여 측정한 경우 및 상기 안테나에서 대역 저지 필터가 제외된 경우의 반사 손실 및 대역폭을 도시한다.

[0068] 도 8 (b)는 상기 1/4 파장 개방 종단형 스터브 구조를 가진 대역 저지 필터와 결합된 안테나의 xy-평면 에서 측정된 원거리 패턴(far-field pattern)을 도시한다.

[0069] 도 8 (c)는 상기 1/4 파장 개방 종단형 스터브 구조를 가진 대역 저지 필터와 결합된 안테나의 yz-평면 에서 측정된 원거리 패턴(far-field pattern)을 도시한다.

[0070] 1/4 파장 개방 종단형 대역 저지 필터는 원하는 주파수를 차단하는 필터로 동작한다. 900MHz에서 대역 저지 필터로 동작하기 위해서 스터브의 길이는 45㎜이내 이어야 한다. 상기 스터브를 안테나 급전부에 위치시키면 900MHz에서 노치가 만들어진다. 도 8 (a)에서 도시된 바와 같이, 급전부에 부착된 1/4 파장 개방 종단형 스터브 구조를 가진 필터로 인해 광대역 안테나의 성능은 저하되었다. 도 8 (a)에서, 900MHz에서 노치가 생성되는 것을 도시하지만, 안테나의 전반적 동작 대역폭을 불안하게 하였고, 이는 바람직하지 않은 결과다. 대역 저지 필터에 의해 2개의 영역으로 나뉜 안테나의 동작 대역폭은 BW_L과 BW_H로 표시하였다. 이와 별개로, 도 8 (b) 및 (c)에서 몇몇 샘플 주파수(780MHz, 932MHz, 1.12GHz 및 1.34GHz)의 원거리 패턴이 도식화 되었다. 도 8 (b) 및 (c)에서 나타나는 패턴은 노치로 인해 -25dB 부근에서 가장 낮은 이득을 갖는 900MHz를 제외하고는 도 7 (b) 및 (c)와 유사하다.

[0071] 도 9는 종래 방법인 900MHz에서 노치 생성을 위하여 방사체에 슬롯이 형성된 안테나 및 그 특성을 도시한다(case 2).

[0072] 도 9 (a)는 상기 안테나를 시뮬레이트모의시험 한 경우, 상기 안테나를 실제로 제작하여 측정한 경우 및 상기 안테나에서 슬롯이 제외된 경우의 반사 손실 및 대역폭을 도시한다.

[0073] 도 9 (b)는 상기 방사체에 슬롯이 형성된 안테나의 xy-평면 에서 측정된 원거리 패턴(far-field pattern)을 도시한다.

[0074] 도 9 (c)는 상기 방사체에 슬롯이 형성된 안테나의 yz-평면 에서 측정된 원거리 패턴(far-field pattern)을 도

시한다.

[0075] 광대역 안테나의 노치 효과는 시스템의 주요 방사체에 하나 또는 그 이상의 슬롯을 형성함으로써 구현할 수 있다. 도 9는 폭(W_{slot}) 2mm를 갖는 수정 된 V형 슬롯이 방사체의 하부 림을 따라 형성된 경우, 광대역 안테나의 동작을 도시한다.

[0076] 도 9 (a)에 도시 된 바와 같이, 시뮬레이트모의시험된 반사 손실 및 대역폭 특성은 측정된 반사 손실 및 대역폭 특성과 잘 일치한다. 900MHz에서 노치의 형성은 원래의 광대역-밴드를 BW_L 및 BW_H로 분할하며, 이는 가용 대역폭이 case 1보다 적게 영향을 받는다는 것을 의미한다. 도 9 (b) 및 (c) 는 노치의 영향력을 관찰하기 위해, xy 및 yz 평면에서 다양한 주파수(780MHz, 932MHz, 1.12GHz 및 1.34GHz)에 대한 원거리 패턴(far-field pattern)을 도시한다. 도 9 (b) 및 (c)는 case 1에서 발견 된 노치 주파수와 관련된 가장 약한 방사선을 나타낸다.

[0077] 도 10은 제안 된 CRLH 위상 시프터천이기 와 대역 저지 필터 및 CRLH 의 특성들의 개략도를 도시한다.

[0078] 도 10 (a)는 CRLH 위상 시프터천이기 대역 저지 필터 회로도를 도시하고,

[0079] 도 10 (b)는 CRLH 위상 시프터천이기 대역 저지 필터 분산도를 도시한다.

[0080] 도 10은 CRLH-TL(Composite Right / Left Handed - Transmission Line) 위상 시프터천이기(phase shifter)를 기반으로 설계된 새로운 소형 대역 저지 필터를 도시하는데, 상기 필터는 900MHz에서 90도의 위상 편이를 수반하고, 노치를 만들기 위해 개방 종단형 스터브(stub)에 내장되어 있다.

[0081] 도 10(a)를 참고하면, 상기 메타물질 개방 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터는 급전부에 왼손법칙이 적용된 제1 용량성 집중소자(lumped elements)(C_{L1}), 제1 TL(Transmission Line), 왼손법칙이 적용된 제2 용량성 집중소자(C_{L2}), 제2 TL, 왼손법칙이 적용된 제3 용량성 집중소자(C_{L3}) 및 제3 TL이 직렬로 순서대로 연결될 수 있고, 왼손법칙이 적용된 제1 유도성 집중소자(L_{L1})의 일 말단은 상기 제1 TL 및 상기 제2 용량성 집중소자(C_{L2}) 사이에 연결되어있고, 타 말단은 접지와 연결되어 있으며, 왼손법칙이 적용된 제2 유도성 집중소자(L_{L2})의 일 말단은 상기 제2 TL 및 상기 제3 용량성 집중소자(C_{L3}) 사이에 연결되어있고, 타 말단은 접지와 연결된 구조로 형성될 수 있다.

[0083] 상기 필터(case 3)를 1/4파장 개방 종단형 필터(case 1)과 비교하면, 900MHz 대역을 저지하기 위하여 1/4파장 개방 종단형 필터(case 1)는 0.25 파장의 길이에 해당하는 42mm가 요구되는 반면에, 상기 필터(case 3)는 0.07 파장의 길이에 해당하는 12mm만이 요구된다. 이는 필터 제작에 있어서 소형화에 아주 유리한 장점이 된다.

[0084] 도 10 (a)는 안테나 급전부의 노치 필터에 적용될 제안 된 위상 시프터천이기의 개략도를 도시하고, 도 10 (b)는 L_R = 0.02nH / m, C_R = 14.4nF / m을 나타내는 오른손 영역(Right Handed Region)($\omega > \omega 0$) TL 세그먼트로 초기 값 L_L = 14.39nH, C_L = 0.88pF 및 d = 12mm를 사용하는 회로의 분산 다이어그램을 도시한다.

[0085] 도 10 (b) 에서 CRLH 구조에서 전형적인 비선형 분산 곡선이 도시되는데, 여기서 L_L 및 C_L 은 왼쪽 영역(Left Handed Region)($\omega < \omega 0$)에 대해 작용하고, TL 세그먼트 d 는 오른쪽 영역(Right Handed Region)($\omega > \omega 0$)에 대해 작용한다.

[0086] 도 11은 풀 웨이브 시뮬레이터에서 CRLH 노치 필터 회로의 물리적 구현을 도시한다.

[0087] 도 11 (a)는 기하학적 구조를 도시하고,

[0088] 도 11 (b)는 시뮬레이트모의시험된 결과들을 도시한다.

[0089] 도 11 (a)는 시뮬레이터에서 아래와 같이 구현된다. 구현 된 구조는 유전율($_r$)이 4.3이고 높이가 1.2mm 인 FR4 기판을 고려하여 50Ω의 특성 임피던스를 위해 설계된 폭(w_t) 3.2mm 및 길이(l_t) 20 mm를 갖는 마이크로스트립 라인(microstrip line)으로 구성된다. 기판의 길이(l_s) 및 폭(w_s)은 20 mm이다. 집중 요소소자(lumped elements)는 C_1 = 2.2pF, C_2 = C_3 = 1.49pF, L_1 = 4.34nH 및 L_2 = 3.98nH이다. 여기서, 비아(vias)는 반경(r) 0.2mm 및 높이(h) 1.2mm로 사용된다. 마이크로스트립 라인 세그먼트 사이의 갭은 g = 0.5mm이고, 세그먼트의 길

이는 $l_2 = l_3 = 3.5mm$ 및 $l_1 = l_4 = 0.2$ mm이다. 상기 도 11(a)의 C_1, C_2, C_3, L_1 및 L_2는 각각 상기 도 10(a)의 C_{L1}, C_{L2}, C_{L3}, L_{L1} 및 L_{L2}에 대응된다.

[0090] 도 11 (b)에 도시된 결과는 제안 된 설계 방법이 타당함을 보여준다. 도 11 (b)에 도시된 S_{21} 그래프에서 이 노치는 900MHz에서 약 -20dB의 삽입 손실로 나타난다.

[0091] 도 12는 실제 제작된 case3의 안테나와 반사손실을 도시한다.

[0092] 도12 (a)는 도 3에서 도시된 안테나와 메타물질 종단형 스터브 구조의 소형 대역 저지 필터가 결합된 case3의 안테나의 실제 제작된 형태를 도시한다.

[0093] 도 12 (b)는 case3 안테나의 시뮬레이트모의시험된 반사 손실 및 대역폭, 실제 제작된 case3 안테나의 측정된 반사 손실 및 대역폭 및 실제 제작된 도 4의 안테나(필터가 결합되지 않은 안테나)의 측정된 반사 손실 및 대역폭을 도시한다.

[0094] 도 12 (a)에 도시된 노치필터는 안테나 급전부(150) 하단의 입력 포트에서 53.5mm 떨어진 부위에 부착되었다.

[0095] 도 12 (b)에 도시된 반사 손실 및 대역폭 그래프를 보면, CRLH 노치 필터를 포함한 안테나의 시뮬레이트모의시험된 반사 손실 그래프에서의 노치 주파수는 900MHz이지만(S_1), 측정된 반사 손실 그래프에서의 노치 주파수는 950MHz이상의 값을 가진다. 상기와 같은 결과는 기판의 변화 및 집중요소소자(lumped elements)의 수작업 납땜(soldering)으로 인하여 발생한 것이다. 도 12 (b)에서 대역 저지 필터를 부착한 안테나의 반사 손실 및 대역폭을 대역 저지 필터가 없는 도 4의 안테나의 반사 손실 및 대역폭과 비교해 보면, 대역 저지 필터에 의하여 기존의 대역폭은 분할되지만, 900MHz 주파수를 차단하면서 다른 대역폭에 미치는 부정적인 영향을 최소한으로 한다.

[0096] 도 13은 도 12 (a)에서 도시된 안테나의 원거리 패턴 특성을 도시한다.

[0097] 도 13 (a)는 xy-평면(또는 수평 평면)에서 각 주파수 별로(712MHz, 932MHz, 1.12GHz 및 1.39GHz) 측정된 안테나의 원거리 패턴(far-field pattern)을 도시한다.

[0098] 도 13 (b)는 yz-평면(또는 수직 평면)에서 각 주파수 별로(712MHz, 932MHz, 1.12GHz 및 1.39GHz)측정된 안테나의 원거리 패턴(far-field pattern)을 도시한다.

[0099] 도 13 (c)는 수직 평면에서 도 12 (b)에서 표시된 주파수 포인트(M_1, S_1)에서의 시뮬레이트모의시험된 빔-패턴(beam-pattern)과 측정된 빔-패턴(beam-pattern)을 비교하여 도시한다.

[0100] 도 13 (a)의 그래프는 노치 주파수에서 가장 작은 이득을 제외하고는 전 방향 분포가 유사하다. 게다가, 도 10 (b)에서와 같이, 노치 주파수에서의 안테나 이득은 다른 곡선들보다 약 10dB 떨어진다. 마지막으로, 도 10 (c)에 표시된 마커(marker) 주파수 S_1과 M_1의 시뮬레이트모의시험된 원거리 패턴과 측정된 원거리 패턴이 도시되어 있는데, 그들은 유사하게 행동한다.

[0101] 도 14는 case 1 내지 case 3의 경우에 가용 대역폭을 비교하여 도시 한다.

[0102] 하기 표1은 도 14의 case 1 내지 case 3의 경우에서 얻어지는 BW_L 및 BW_H를 비교 정리하여 도시한다.

표 1

[0103]

	BW_L (MHz)	BW_H (MHz)
Case 1	20	100
Case 2	60	30
Case 3	100	250

[0105] 상기 표 1에서 도시하는 바와 같이, case 3에서는 BW_L 과 BW_H은 각각 100MHz 와 250MHz로 비교적 넓은 가용 대역폭을 보이지만, case 1에서는 20MHz와 100MHz, case 2에서는 60MHz 와 30MHz 와 같이 훨씬 좁은 가용 대역폭을 가진다.

[0106] 도 15는 필터를 포함하지 않은 도3의 안테나 및 필터를 포함한case 1 내지 case 3의 경우에서 주파수 대역 별

이득을 시뮬레이트모의시험한 값을 비교하여 도시 한다.

[0107] 도 15는 테스트된 모든 case 중에서 case 3에서의 가용 대역폭이 case 1 및 case 2에 비해서 대역 저지 필터의 영향을 가장 적게 받은 것을 보여준다. 이는 case 3에서의 대역 저지 필터가 case 1 및 case 2에 비하여 가장 작은 공간을 차지함으로써 공간 집중에 따른 노치의 Q 팩터(quality factor)의 증가에 기인한 결과이다. 따라서, 양호한 이득 억제를 가지나 불량한 반사 손실을 갖는 케이스 1 및 케이스 2에 반해, case 3에 적용된 CRLH-TL 노치 필터는 안테나의 전체 반사 손실에 영향을 미치지 않으면서 노치 주파수에서 안테나의 이득을 억제하는 효과를 가진다.

부호의 설명

[0108] 100: 방사체

110: 제1 가장자리

120: 제2 가장자리

130: 제3 가장자리

140: 제4 가장자리

150: 급전부

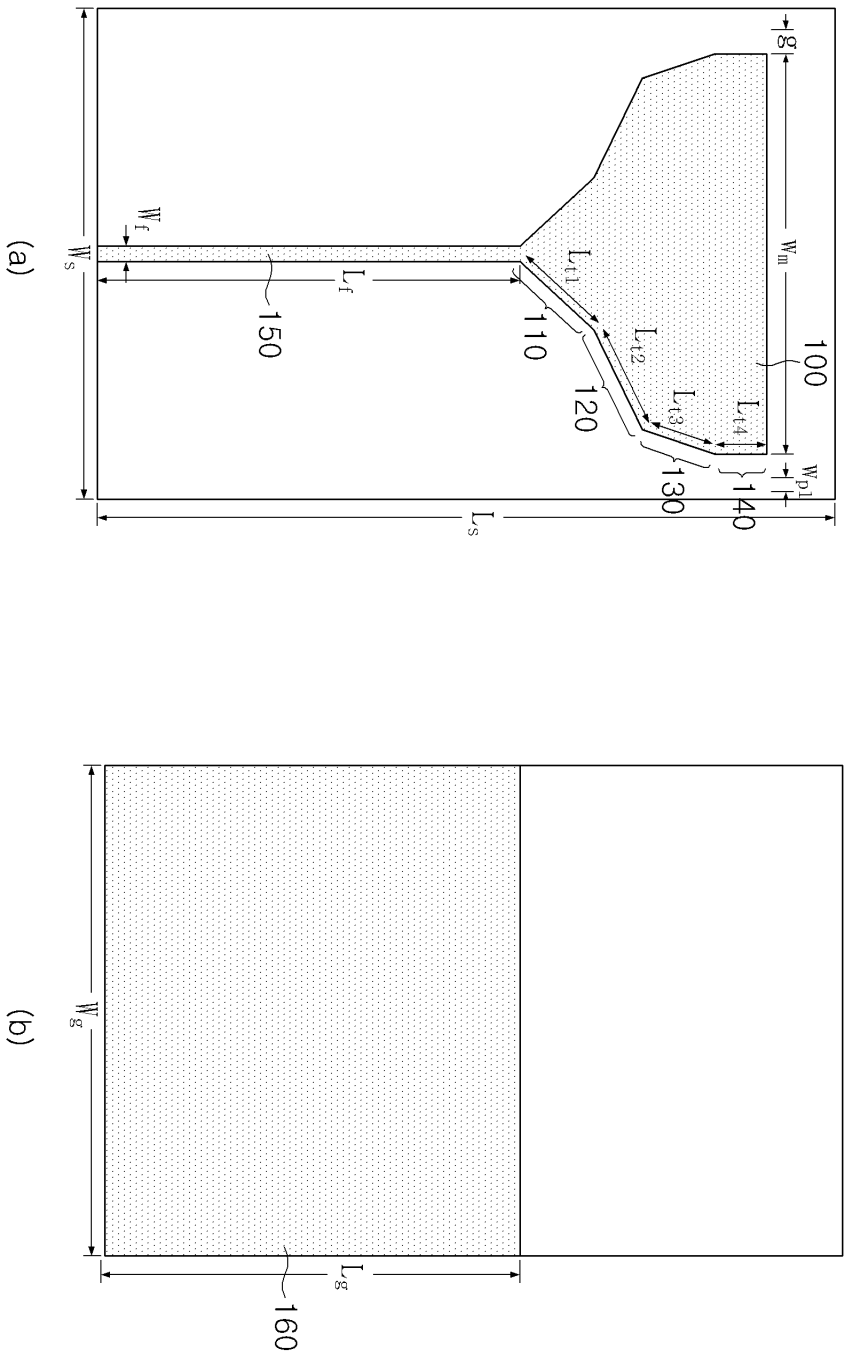
160: 부분 접지

200a, 200b: 제1 기생소자

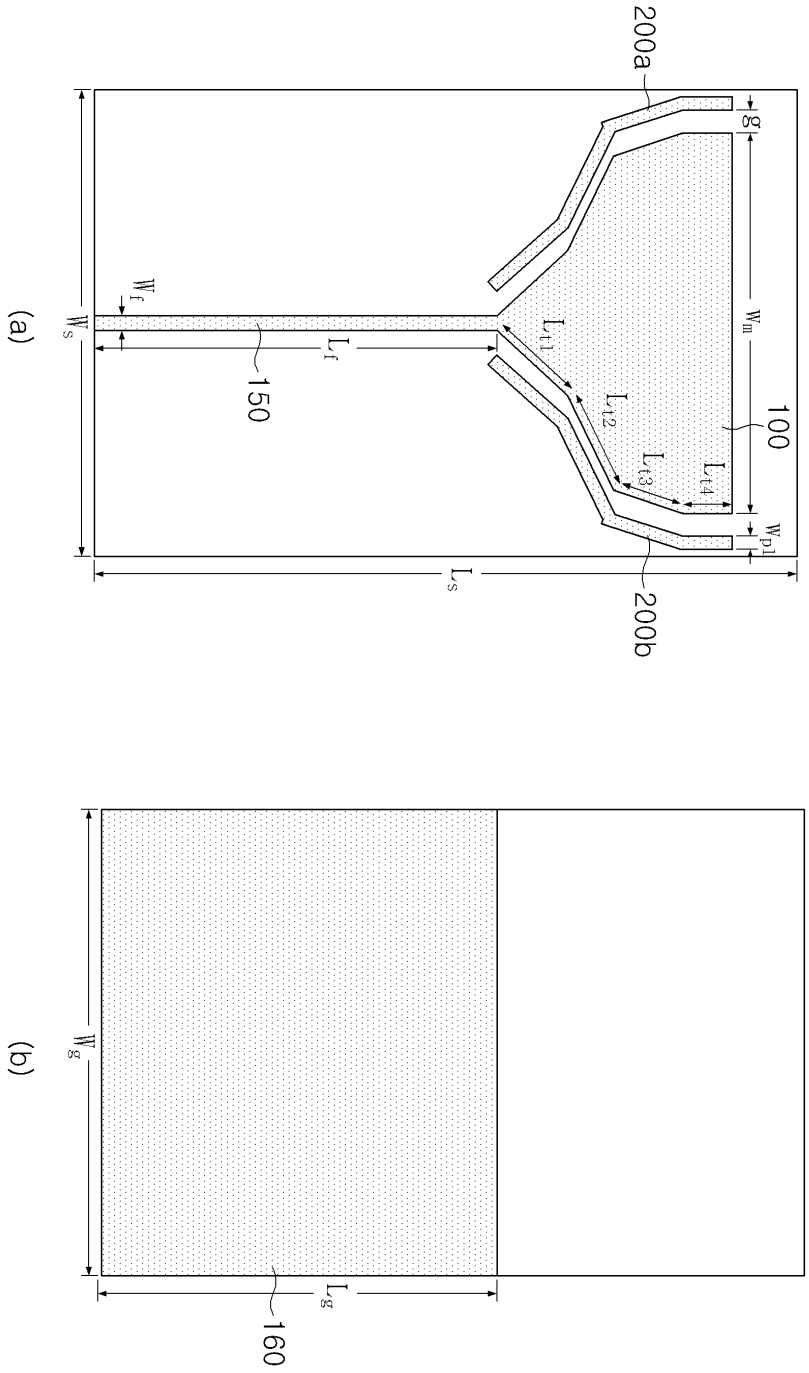
300a, 300b: 제2 기생소자

도면

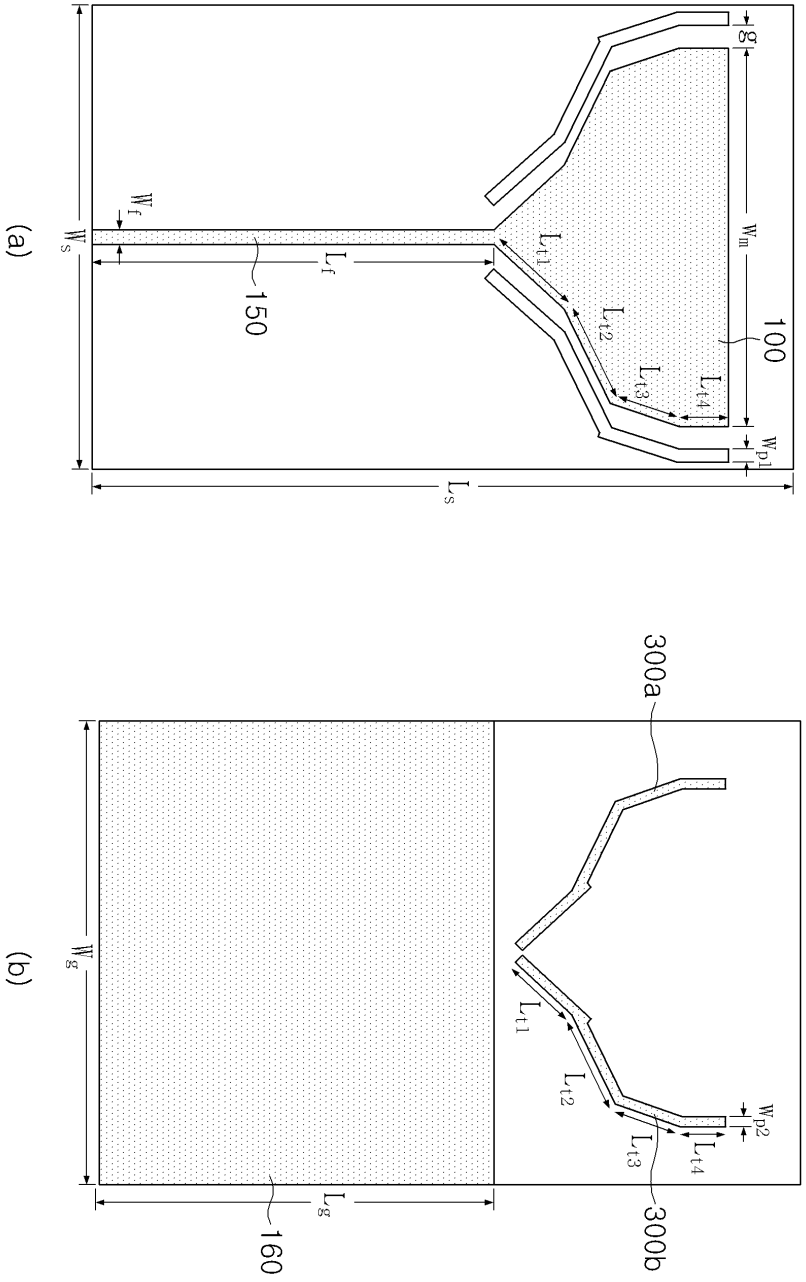
도면1


(a)
g
W_m
W_f
W_s
L_f
L_{t1}
L_{t2}
L_{t3}
L_{t4}
W_{pl}
L_s
100
110
120
130
140
150
(b)
W_g
L_g
160

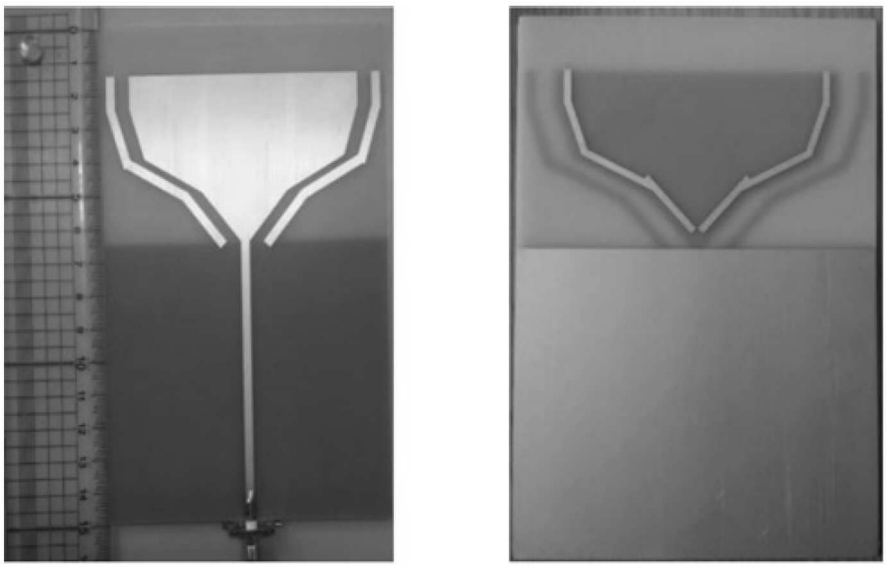
도면2



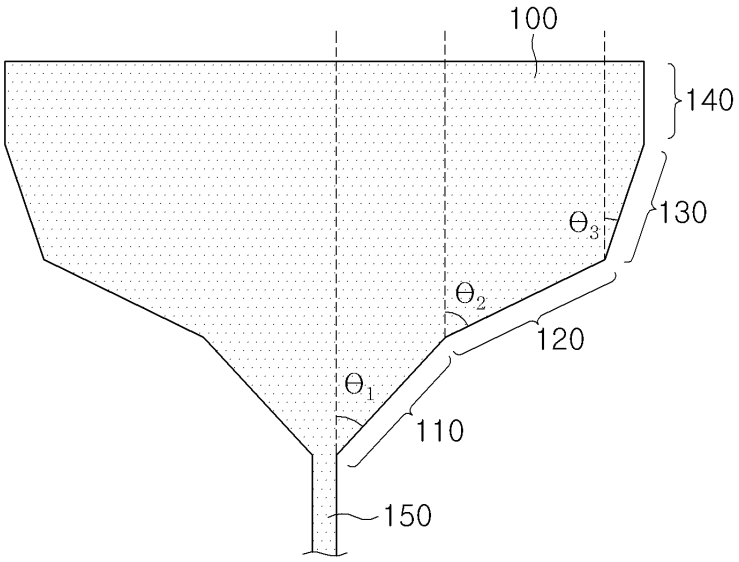
도면3


(a)
g
W_m
W_f
W_s
L_f
150
100
L_{t1}
L_{t2}
L_{t3}
L_{t4}
W_{p1}
L_s
(b)
300a
W_g
L_{t1}
L_{t2}
W_{p2}
L_{t3}
L_{t4}
300b
L_g
160

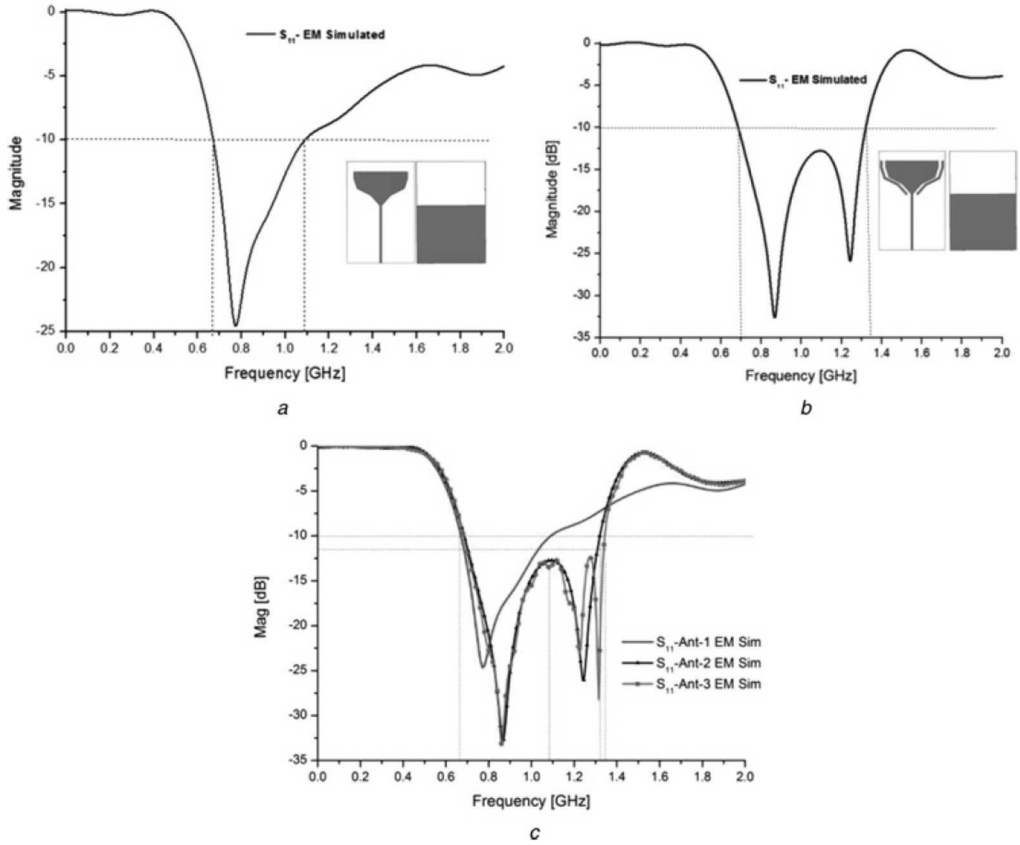
도면4



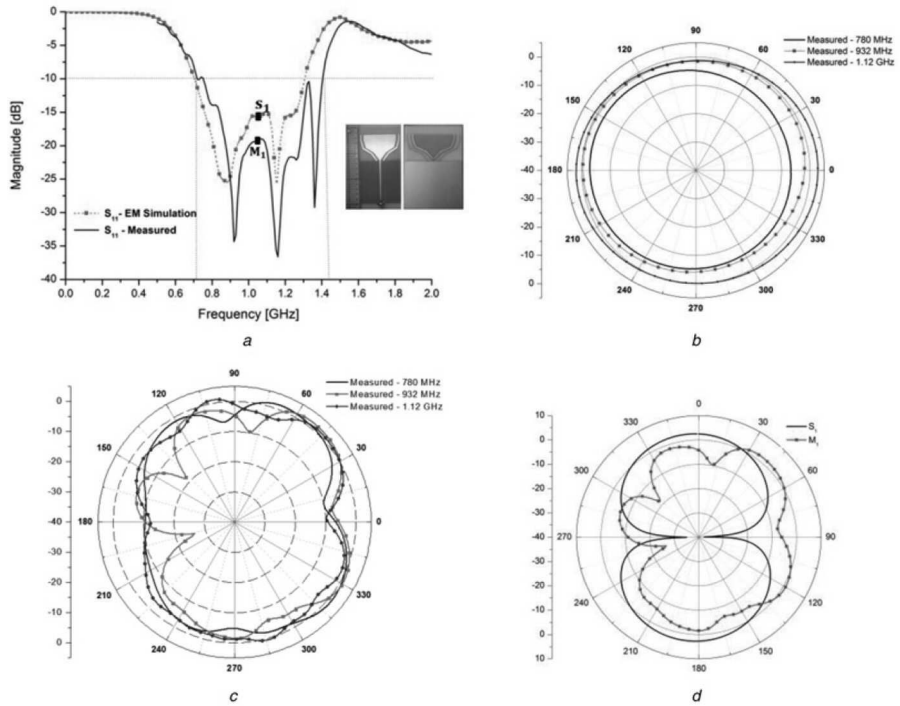
도면5



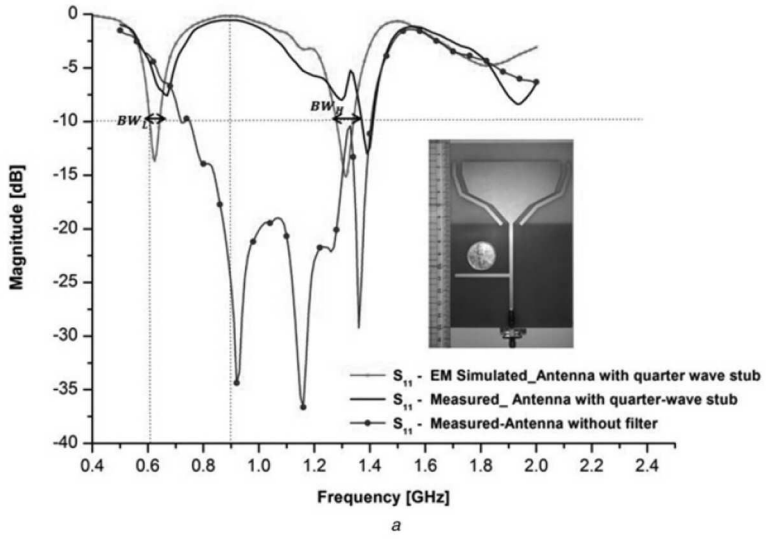
도면6


S11- EM Simulated
Magnitude
Frequency [GHz]
a
S11- EM Simulated
Magnitude [dB]
Frequency [GHz]
b
Mag [dB]
S11-Ant-1 EM Sim
S11-Ant-2 EM Sim
S11-Ant-3 EM Sim
Frequency [GHz]
c

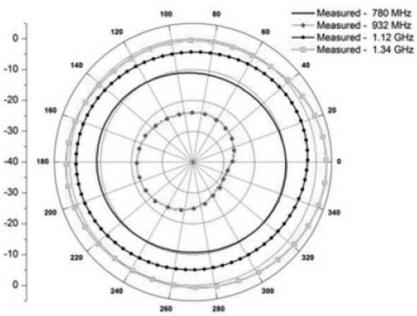
도면7


Magnitude [dB]
S11- EM Simulation
S11 - Measured
Frequency [GHz]
a
Measured - 780 MHz
Measured - 932 MHz
Measured - 1.12 GHz
b
c
d

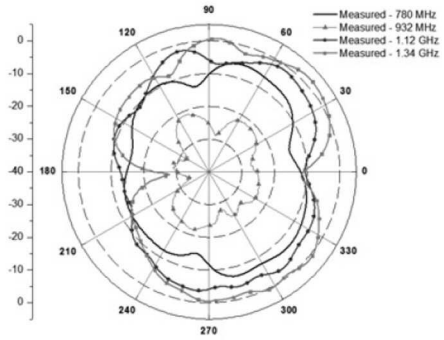
도면8


Magnitude [dB]
Frequency [GHz]
BW1
BW2
S11 - EM Simulated_Antenna with quarter wave stub
S11 - Measured_ Antenna with quarter-wave stub
S11 - Measured-Antenna without filter

a

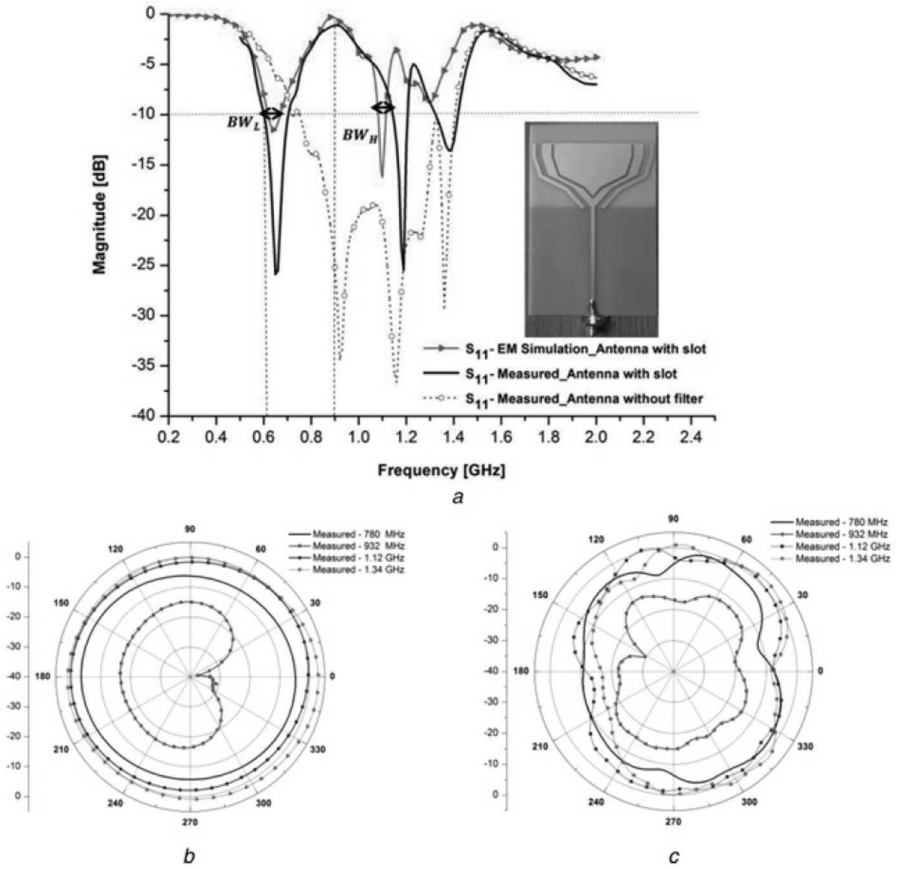

Measured - 780 MHz
Measured - 932 MHz
Measured - 1.12 GHz
Measured - 1.34 GHz

b

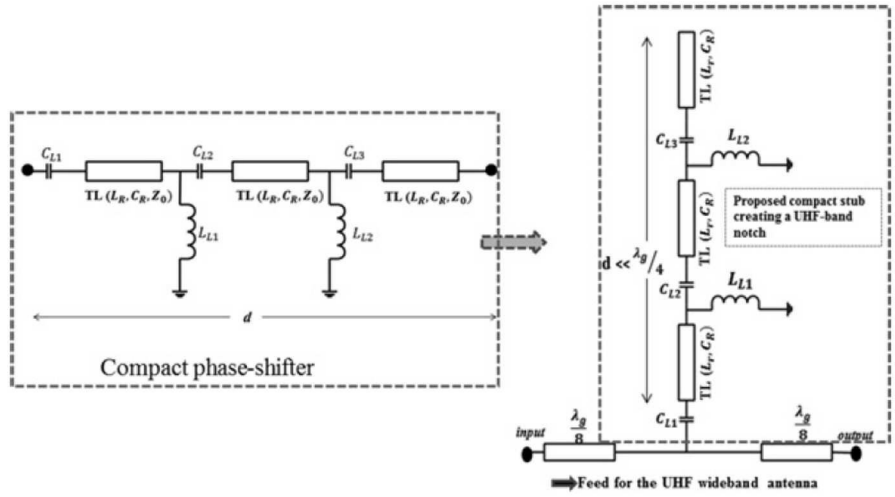

Measured - 780 MHz
Measured - 932 MHz
Measured - 1.12 GHz
Measured - 1.34 GHz

c

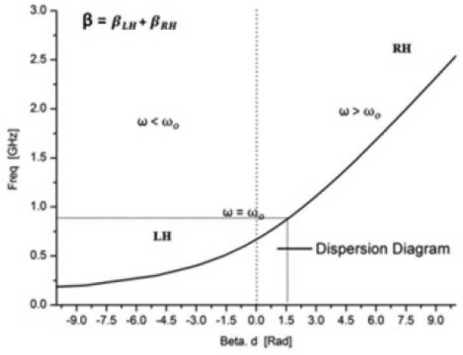
도면9


Magnitude [dB]
Frequency [GHz]
BW_L
BW_H
S_{11}- EM Simulation_Antenna with slot
S_{11}- Measured_Antenna with slot
S_{11}- Measured_Antenna without filter
a
Measured - 780 MHz
Measured - 932 MHz
Measured - 1.12 GHz
Measured - 1.34 GHz
b
c

도면10

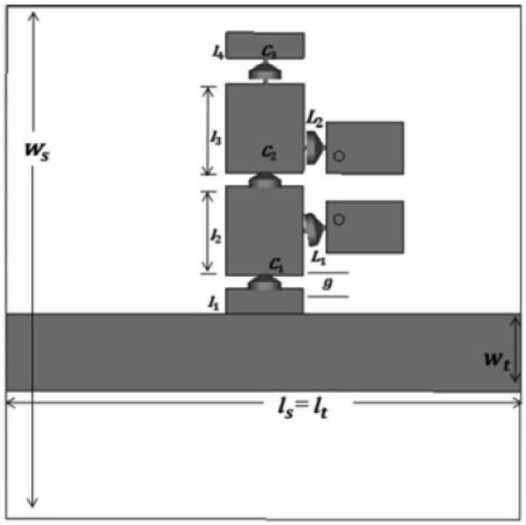

Compact phase-shifter
Proposed compact stub creating a UHF-band notch
input
output
Feed for the UHF wideband antenna

a

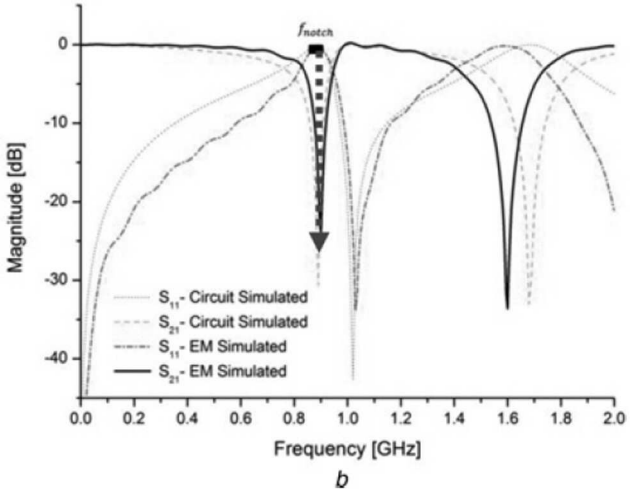

β = β_LH + β_RH
RH
LH
ω < ω_o
ω > ω_o
ω = ω_o
Dispersion Diagram
Freq [GHz]
Beta. d [Rad]

b

도면11

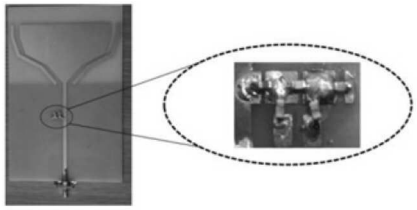

l_4
C_3
l_3
C_2
L_2
w_s
l_2
C_1
L_1
g
l_1
w_t
$l_s = l_t$

a

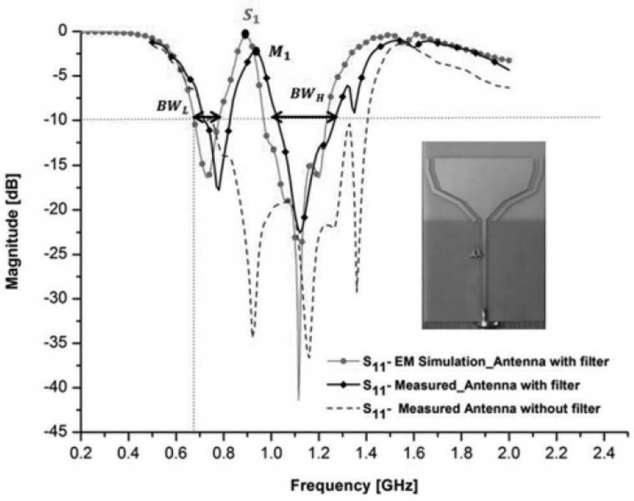

f_{notch}
Magnitude [dB]
Frequency [GHz]
S_{11}- Circuit Simulated
S_{21}- Circuit Simulated
S_{11}- EM Simulated
S_{21}- EM Simulated

b

도면12

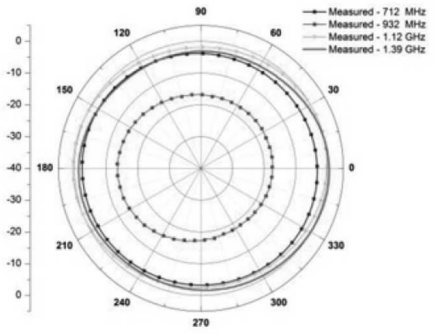


a

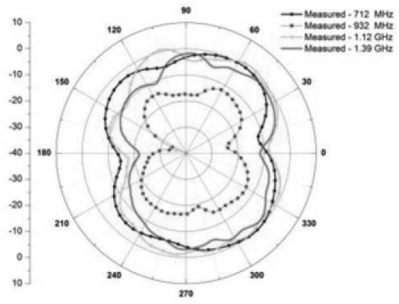


b

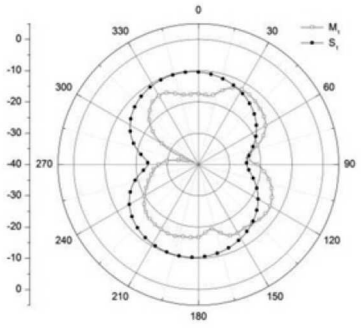
도면13



a

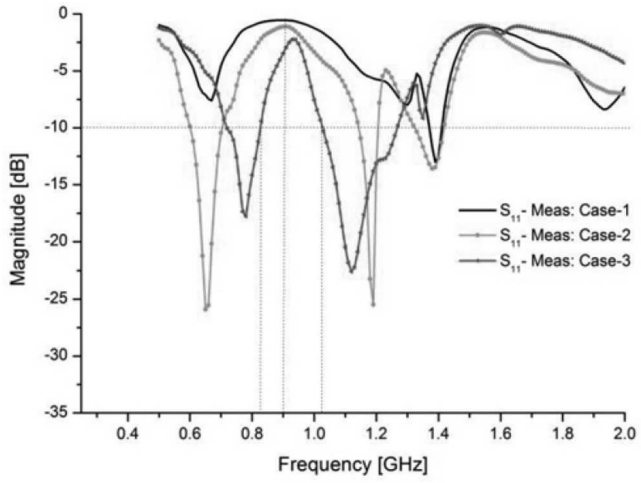


b

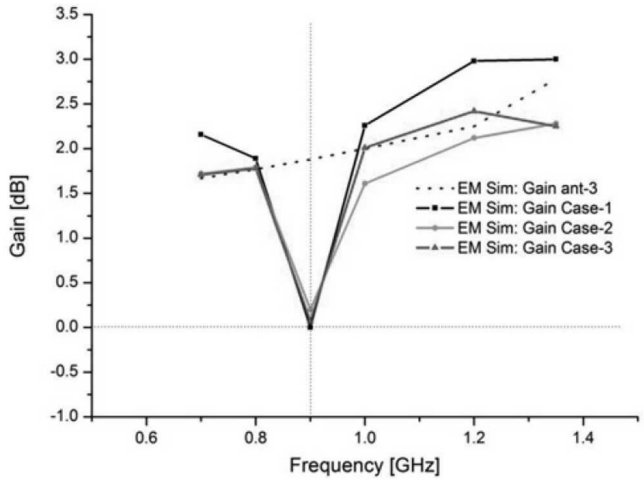


c

도면14


Magnitude [dB]
Frequency [GHz]
S11- Meas: Case-1
S11- Meas: Case-2
S11- Meas: Case-3

도면15


Gain [dB]
Frequency [GHz]
EM Sim: Gain ant-3
EM Sim: Gain Case-1
EM Sim: Gain Case-2
EM Sim: Gain Case-3