(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년07월09일
(11) 등록번호 10-1284228
(24) 등록일자 2013년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 5/00 (2006.01) *H01Q 13/08* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0125435(분할)
(22) 출원일자 2011년11월28일
심사청구일자 2012년10월05일
(65) 공개번호 10-2012-0098396
(43) 공개일자 2012년09월05일
(62) 원출원 특허 10-2011-0017445
원출원일자 2011년02월25일
심사청구일자 2011년02월25일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080093645 A
"A Modified Sierpinski Fractal Antenna for Multiband Application," IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., vol. 6, pp. 357-360, 2007.
KR1020070104141 A
US20050110688 A1
전체 청구항 수 : 총 7 항

(73) 특허권자
삼성탈레스 주식회사

(72) 발명자
오경현

김병철

(뒷면에 계속)

(74) 대리인
이건주

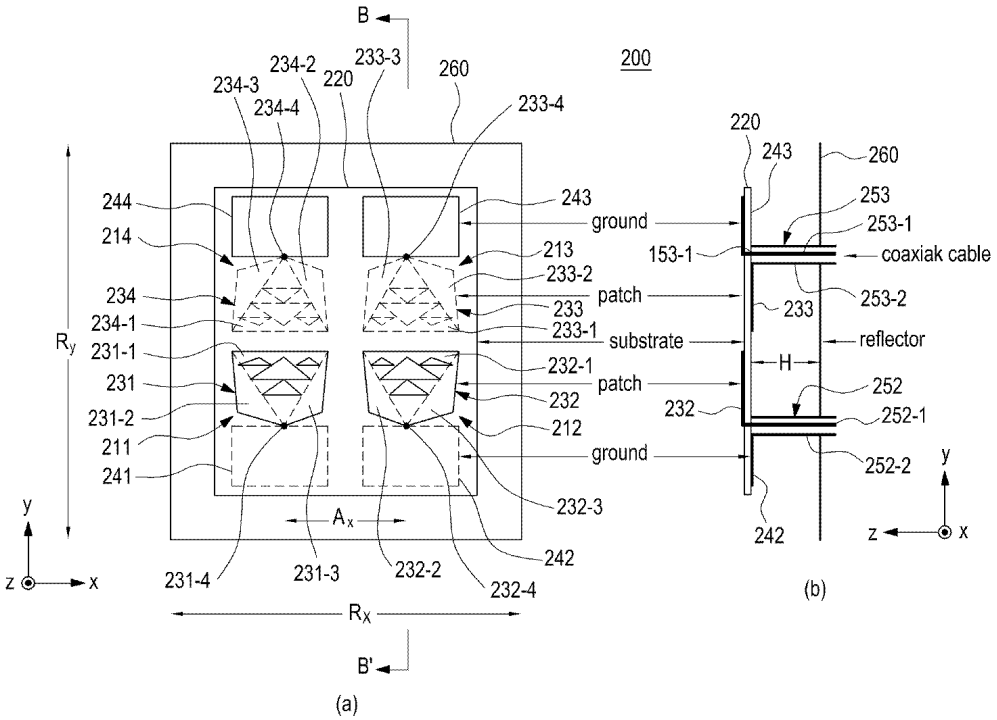
심사관 : 김은수

(54) 발명의 명칭 **위상 반전된 거울 대칭형 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나**

(57) 요 약

본 발명에 따른 위상 반전된 거울 대칭형 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나는, 유전체 기판; 상기 유전체 기판의 상면에 형성되며, 삼각형의 제1 중앙 패치와, 상기 제1 중앙 패치의 제1 꼭지점에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제1 보조패치들을 포함하는 제1 안테나 패치; 상기 유전체 기판의 하면에서 상기 제1 중앙 패치의 제1 꼭지점에 인접하게 형성되는 제1 접지부; 상기 유전체 기판의 상면에서 상기 제1 안테나 패치와 제1 방향으로 나란히 배열되도록 형성되며, 삼각형의 제2 중앙 패치와, 상기 제2 중앙 패치의 제2 꼭지점에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제2 보조패치들을 포함하는 제2 안테나 패치; 상기 유전체 기판의 하면에서 상기 제1 접지부와 상기 제1 방향으로 나란히 배열되며, 상기 제2 중앙 패치의 제2 꼭지점에 인접하게 형성되는 제2 접지부; 상기 유전체 기판의 하면에서 상기 제2 안테나 패치와 상기 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 배열되도록 형성되며, 삼각형의 제3 중앙 패치와, 상기 제3 중앙 패치의 제3 꼭지점에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제3 보조패치들을 포함하는 제3 접지부; 상기 유전체 기판의 상면에서 상기 제2 안테나 패치와 상기 제2 방향으로 배열되는 제3 안테나 패치; 상기 유전체 기판의 하면에서 상기 제1 안테나 패치와 상기 제2 방향으로 배열되도록 형성되며, 삼각형의 제4 중앙 패치와, 상기 제4 중앙 패치의 제4 꼭지점에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제4 보조패치들을 포함하는 제4 접지부; 상기 유전체 기판의 상면에서 상기 제3 안테나 패치와 상기 제1 방향으로 나란히 배열되는 제4 안테나 패치; 상기 제1,2,3,4 안테나패치들에 각각 연결되어, 상기 제1,2,3,4 안테나 패치들에 전류를 공급하는 급전부; 및 상기 유전체 기판의 하부에서 상기 유전체 기판과 이격되며, 상기 제1,2,3,4 안테나 패치들에 의해 복사된 전파를 반사시키는 반사판을 포함하며, 상기 제3 접지부는 상기 유전체 기판의 제2 안테나 패치와 상기 제3 안테나 패치 사이의 기판 하면에 위치하고, 상기 제4 접지부는 상기 제1 안테나 패치와 상기 제4 안테나 패치 사이의 기판 하면에 위치하며, 상기 제1 중앙 패치의 밑변과 상기 제4 중앙 패치의 밑변은 상기 유전체기반의 상면 및 하면에 각각 마주보게 배열되며, 상기 제2 중앙 패치의 밑변과 상기 제3 중앙 패치의 밑변은 상기 유전체 기판의 상면 및 하면에 각각 마주보도록 배열되며, 상기 제1, 2 안테나 패치 및 상기 제3, 4 접지부는 각각 상기 제1,2,3,4 꼭지점을 중심으로 좌우 비대칭을 형성하며, 상기 제1,2,3,4 중앙 패치 각각의 중심부에는 삼각형의 중앙 슬롯이 형성되며, 상기 중앙 슬롯보다 작은 크기를 갖는 3개의 서브 슬롯들이 상기 중앙 슬롯을 둘러싸도록 배열되는 것을 특징으로 한다.

대 표 도



(72) 발명자 **추호성**

정치현

김건우 **박익모**

이득영

특허청구의 범위

청구항 1

유전체 기판;

상기 유전체 기판의 상면에 형성되며, 삼각형의 제1 중앙 패치와, 상기 제1 중앙 패치의 제1 꼭지점에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제1 보조패치들을 포함하는 제1 안테나 패치;

상기 유전체 기판의 하면에서 상기 제1 중앙 패치의 제1 꼭지점에 인접하게 형성되는 제1 접지부;

상기 유전체 기판의 상면에서 상기 제1 안테나 패치와 제1 방향으로 나란히 배열되도록 형성되며, 삼각형의 제2 중앙 패치와, 상기 제2 중앙 패치의 제2 꼭지점에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제2 보조패치들을 포함하는 제2 안테나 패치;

상기 유전체 기판의 하면에서 상기 제1 접지부와 상기 제1 방향으로 나란히 배열되며, 상기 제2 중앙 패치의 제2 꼭지점에 인접하게 형성되는 제2 접지부;

상기 유전체 기판의 하면에서 상기 제2 안테나 패치와 상기 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 배열되도록 형성되며, 삼각형의 제3 중앙 패치와, 상기 제3 중앙 패치의 제3 꼭지점에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제3 보조패치들을 포함하는 제3 접지부;

상기 유전체 기판의 상면에서 상기 제2 안테나 패치와 상기 제2 방향으로 배열되는 제3 안테나 패치;

상기 유전체 기판의 하면에서 상기 제1 안테나 패치와 상기 제2 방향으로 배열되도록 형성되며, 삼각형의 제4 중앙 패치와, 상기 제4 중앙 패치의 제4 꼭지점에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제4 보조패치들을 포함하는 제4 접지부;

상기 유전체 기판의 상면에서 상기 제3 안테나 패치와 상기 제1 방향으로 나란히 배열되는 제4 안테나 패치;

상기 제1,2,3,4 안테나패치들에 각각 연결되어, 상기 제1,2,3,4 안테나 패치들에 전류를 공급하는 급전부; 및

상기 유전체 기판의 하부에서 상기 유전체 기판과 이격되며, 상기 제1,2,3,4 안테나 패치들에 의해 복사된 전파를 반사시키는 반사판을 포함하며,

상기 제3 접지부는 상기 유전체 기판의 제2 안테나 패치와 상기 제3 안테나 패치 사이의 기판 하면에 위치하고,

상기 제4 접지부는 상기 제1 안테나 패치와 상기 제4 안테나 패치 사이의 기판 하면에 위치하며,

상기 제1 중앙 패치의 밑변과 상기 제4 중앙 패치의 밑변은 상기 유전체 기판의 상면 및 하면에 각각 마주보게 배열되며, 상기 제2 중앙 패치의 밑변과 상기 제3 중앙 패치의 밑변은 상기 유전체 기판의 상면 및 하면에 각각 마주보도록 배열되며,

상기 제1, 2 안테나 패치 및 상기 제3, 4 접지부는 각각 상기 제1,2,3,4 꼭지점을 중심으로 좌우 비대칭을 형성하며,

상기 제1,2,3,4 중앙 패치 각각의 중심부에는 삼각형의 중앙 슬롯이 형성되며, 상기 중앙 슬롯보다 작은 크기를 갖는 3개의 서브 슬롯들이 상기 중앙 슬롯을 둘러싸도록 배열되는 것을 특징으로 하는 이중 대역 안테나.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제 3,4 접지부 내에 형성된 삼각형 슬롯들은 상기 제1,2 중앙 패치의 삼각형 형상을 기준으로 역삼각형의 형상으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 이중 대역 안테나.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 2개의 제1 내지 제4 보조 패치들 각각의 크기는 상기 제1 내지 제4 중앙 패치들의 크기의 1/2 보다 작은 것을 특징으로 하는 이중 대역 안테나.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 2개의 제1 내지 제4 보조 패치들은 각각 대응되는 상기 제1 내지 제4 중앙 패치들을 기준으로 대칭적으로 배열되며, 상기 2개의 제1 내지 제4 보조 패치들은 서로 동일한 크기를 갖는 것을 특징으로 하는 이중 대역 안테나.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제1,2,3,4 안테나 패치는 각각 대응되는 상기 제1,2,3,4 접지부와 상기 유전체 기판을 사이에 두고 서로 겹쳐지지 않도록 배열되는 것을 특징으로 하는 이중 대역 안테나.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제1,2 접지부와 상기 제3,4 안테나 패치는 사각형으로 형성되는 것을 특징으로 하는 이중 대역 안테나.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제1,2,3,4 안테나 패치에는 동일한 위상의 신호가 공급되는 것을 특징으로 하는 이중 대역 안테나.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 안테나에 관한 것으로, 특히 변형된 시어핀스키(Sierpinski) 구조의 안테나 패치를 갖는 이중 대역 안테나에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 다양한 주파수 대역을 사용하는 통신망이 구축되면서 다중 대역 특성을 가지는 안테나의 중요성이 대두되고 있다. 그 중에서도 마이크로스트립 형태로 구현된 이중 대역 안테나는 한 개의 안테나로 두 개의 대역에서 사용할 수 있으므로 저렴한 제작비용과 차지하는 공간을 줄일 수 있는 장점이 있다. 따라서, 마이크로스트립 패치로 설계된 이중 대역 안테나에 대한 사례는 매우 다양하게 보고되고 있다. 그러나, 높은 이득을 갖는 이중 대역 마이크로스트립 패치 배열 안테나에 대한 연구는 제한적으로 발표되고 있다. 이는 두 대역이 인접한 경우에는 급전 회로를 비교적 간단히 설계할 수 있으나, 두 대역 간의 주파수 비율이 높은 경우 급전 회로의 구성이 매우 어렵기 때문이다. 현재까지 발표된 이중 대역 배열 안테나는 서로 다른 대역에서 동작하는 마이크로스트립 안테나를 배열하여 두 대역을 수용하는 단일 급전 회로를 적용한 방법, 서로 다른 대역에서 동작하는 마이크로스트립 안테나들을 교차 편파를 이용하여 수직으로 배치한 방법, 이중 대역 단일 안테나를 배열하는 방법이 있다. 하지만, 이러한 이중 대역 배열 안테나들은 급전회로가 매우 복잡하고 전체 배열 안테나 면적이 커진다는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 상기와 같은 문제점을 해소하기 위한 본 발명의 목적은 변형된 시어핀스키 구조의 안테나 패치를 이용하여 우수한 이중 대역 특성을 갖는 안테나를 제공함에 있다.

[0004] 또한 본 발명의 다른 목적은, 소형으로 제작할 수 있는 이중 대역 안테나를 제공함에 있다.

[0005] 또한 본 발명의 또 다른 목적은, 브로드사이드(broadside) 방향으로 높은 지향성을 갖는 이중 대역 안테나를 제공함에 있다.

[0006] 또한 본 발명의 또 다른 목적은, 단순한 구조의 급전회로를 갖는 이중 대역 안테나를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 위상 반전된 거울 대칭형 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나는, 유전체 기판; 상기 유전체 기판의 상면에 형성되며, 삼각형의 제1 중앙 패치와, 상기 제1 중앙 패치의 제1 꼭지점에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제1 보조패치들을 포함하는 제1 안테나 패치; 상기 유전체 기판의 하면에서 상기 제1 중앙 패치의 제1 꼭지점에 인접하게 형성되는 제1 접지부; 상기 유전체 기판의 상면에서 상기 제1 안테나 패치와 제1 방향으로 나란히 배열되도록 형성되며, 삼각형의 제2 중앙 패치와, 상기 제2 중앙 패치의 제2 꼭지점에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제2 보조패치들을 포함하는 제2 안테나 패치; 상기 유전체 기판의 하면에서 상기 제1 접지부와 상기 제1 방향으로 나란히 배열되며, 상기 제2 중앙 패치의 제2 꼭지점에 인접하게 형성되는 제2 접지부; 상기 유전체 기판의 하면에서 상기 제2 안테나 패치와 상기 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 배열되도록 형성되며, 삼각형의 제3 중앙 패치와, 상기 제3 중앙 패치의 제3 꼭지점에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제3 보조패치들을 포함하는 제3 접지부; 상기 유전체 기판의 상면에서 상기 제2 안테나 패치와 상기 제2 방향으로 배열되는 제3 안테나 패치; 상기 유전체 기판의 하면에서 상기 제1 안테나 패치와 상기 제2 방향으로 배열되도록 형성되며, 삼각형의 제4 중앙 패치와, 상기 제4 중앙 패치의 제4 꼭지점에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제4 보조패치들을 포함하는 제4 접지부; 상기 유전체 기판의 상면에서 상기 제3 안테나 패치와 상기 제1 방향으로 나란히 배열되는 제4 안테나 패치; 상기 제1,2,3,4 안테나패치들에 각각 연결되어, 상기 제1,2,3,4 안테나 패치들에 전류를 공급하는 급전부; 및 상기 유전체 기판의 하부에서 상기 유전체 기판과 이격되며, 상기 제1,2,3,4 안테나 패치들에 의해 복사된 전파를 반사시키는 반사판을 포함하며, 상기 제3 접지부는 상기 유전체 기판의 제2 안테나 패치와 상기 제3 안테나 패치 사이의 기판 하면에 위치하고, 상기 제4 접지부는 상기 제1 안테나 패치와 상기 제4 안테나 패치 사이의 기판 하면에 위치하며, 상기 제1 중앙 패치의 밑변과 상기 제4 중앙 패치의 밑변은 상기 유전체기반의 상면 및 하면에 각각 마주보게 배열되며, 상기 제2 중앙 패치의 밑변과 상기 제3 중앙 패치의 밑변은 상기 유전체 기판의 상면 및 하면에 각각 마주보도록 배열되며, 상기 제1, 2 안테나 패치 및 상기 제3, 4 접지부는 각각 상기 제1,2,3,4 꼭지점을 중심으로 좌우 비대칭을 형성하며, 상기 제1,2,3,4 중앙 패치 각각의 중심부에는 삼각형의 중앙 슬롯이 형성되며, 상기 중앙 슬롯보다 작은 크기를 갖는 3개의 서브 슬롯들이 상기 중앙 슬롯을 둘러싸도록 배열되는 것을 특징으로 한다.

[0008] 상기 제1,2 중앙 패치 및 제3,4 접지부 각각의 중심부에는 삼각형의 중앙 슬롯이 형성되며, 상기 중앙 슬롯보다 작은 크기를 갖는 3개의 서브 슬롯들이 상기 중앙 슬롯을 둘러싸도록 배열될 수 있다.

[0009] 또한, 상기 제1,2 중앙 패치 및 제3,4 접지부 내에 형성된 삼각형 슬롯들은 상기 제1,2 중앙 패치 및 제3,4 접지부의 삼각형 형상을 기준으로 역삼각형의 형상으로 이루어질 수 있다.

[0010] 또한, 상기 제1,2,3,4 신호선은 상기 대응되는 제1,2,3,4 안테나 패치에 각각 연결되고, 상기 제1,2,3,4 접지선은 상기 대응되는 제1,2,3,4 접지부에 각각 연결될 수 있다.

[0011] 상기 반사판은, 상면에 마이크로스트립 형상의 도전성 반사막이 형성된 인쇄회로기판을 포함하며, 상기 인쇄회로기판의 하면에는 마이크로 스트립 형상의 공통 급전라인이 형성되며, 상기 공통 급전라인은 상기 제1,2,3,4 동축 케이블에 연결되는 것을 특징으로 하는 이중 대역 안테나.

[0012] 또한, 상기 보조 패치의 크기는 상기 중앙 패치의 크기의 1/2 보다 작은 것을 특징으로 이중 대역 안테나.

[0013] 상기 2개의 보조 패치들은 각각 대응되는 상기 중앙 패치를 기준으로 대칭적으로 배열되며, 상기 2개의 보조 패치들은 서로 동일한 크기를 갖도록 형성될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 제1,2,3,4 안테나 패치는 각각 대응되는 상기 제1,2,3,4 접지부와 상기 기판을 사이에 두고 서로 겹쳐지지 않도록 배열될 수 있으며, 상기 제1,2 접지부와 상기 제3,4 안테나 패치는 사각형으로 형성될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 제1,2,3,4 안테나 패치에는 동일한 위상의 신호가 공급되도록 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따르면 복수의 변형된 시어핀스키 프랙탈 구조의 다이폴 안테나를 위상 반전된 거울 대칭형으로 배열함으로써 이용함으로써, 우수한 지향성 복사 패턴을 제공하면서도 소형으로 제작할 수 있고, 또한 간단한 구조의 corporate 급전회로를 이용하여 상용 통신 주파수 대역(GSM, CDMA, PCS, IMT-2000, WCDMA)를 모두 수용하는 이중 대역(855MHz~1,380 MHz, 1,700MHz~2,330MHz)을 제공할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 변형된 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나의 정면도.

도 2는 도 1의 이중 대역 안테나의 정면도 및 측단면도.

도 3은 도 1의 이중 대역 안테나의 세부 치수를 나타내는 도면.

도 4는 도 1의 이중 대역 안테나의 최적화된 설계 변수를 나타내는 표.

도 5는 도 1에 도시된 이중 대역 안테나의 x-z 평면에서의 복사 패턴 특성을 나타내는 그래프.

도 6은 도 1에 도시된 이중 대역 안테나의 y-z 평면에서의 복사 패턴 특성을 나타내는 그래프.

도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 거울 대칭형 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나의 구조를 나타내는 도면.

도 8은 도 7에 도시된 이중 대역 안테나에서 4개의 입력포트가 가지는 위상 값을 나타내는 도면.

도 9는 1,100 MHz에서 입력 위상에 따른 복사 패턴을 비교하는 도면.

도 10은 2,050 MHz에서 입력 위상에 따른 복사 패턴을 비교하는 도면.

도 11 및 도 12는 본 발명의 제3 실시예에 따른 위상 반전된 거울 대칭형 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나의 구조를 나타내는 도면.

도 13은 도 11에 도시된 이중 대역 안테나에서 제1 주파수 대역에서의 복사 패턴을 비교하는 도면.

도 14는 도 11에 도시된 이중 대역 안테나에서 제2 주파수 대역에서의 복사 패턴을 비교하는 도면.

도 15는 도 11에 도시된 이중 대역 안테나의 표면 전류 분포의 진폭을 나타내는 도면.

도 16은 도 11에 도시된 이중 대역 안테나의 표면 전류 분포의 진폭 및 위상을 나타내는 도면.

도 17은 도 11에 도시된 이중 대역 안테나의 제1 공진 대역의 중심 주파수에서의 복사 패턴을 나타내는 도면.

도 18은 도 11에 도시된 이중 대역 안테나의 제2 공진 대역의 중심 주파수에서의 복사 패턴을 나타내는 도면.

도 19는 도 11에 도시된 이중 대역 안테나의 이득을 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 하기 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 변형된 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나의 정면도이며, 도 2는 도 1의 이중 대역 안테나의 정면도 및 측단면도이다.

[0020] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예 따른 이중 대역 안테나(10)는 유전체 기판(20)의 상면 일측에 형성된 시어핀스키 프랙탈 구조의 안테나 패치(30)와, 상기 유전체 기판(20)의 하면 타측에 형성된 접지부(ground)(40)와, 급전부(50), 및 반사판(60)을 포함한다.

[0021] 유전체 기판(20)은 유전체로 이루어진 절연성 평판으로서 인쇄회로기판(PCB)으로 형성될 수 있다.

[0022] 안테나 패치(30)는 마이크로스트립 형태의 도전체로 형성되며, 급전부(50)에 의해 공급된 전류에 의해 생성된 전파를 공중으로 복사하거나, 공중으로부터 수신된 전파에 의해 생성된 전류를 상기 급전부(50)로 제공한다.

[0023] 상기 안테나 패치(30)는 중심에 삼각형의 중앙 패치(31)와, 상기 삼각형 중앙 패치(31)에서 하나의 상기 접지부(40)를 향하는 꼭지점(34)을 공유하는 2개 측변 각각에 하나씩 형성된 2개의 삼각형 보조 패치(32,33)를 포함한다. 중앙 패치(31)는 대략 이등변 삼각형으로 형성되며, 기판(20)의 상면에서 기판(20)의 상반부에 형성된다. 중앙 패치(31)의 밑변(35)은 직사각형 기판(20)의 상단부까지 연장되어 형성되며, 상기 기판(20)의 x방향의 폭과 대략 일치하는 크기로 형성된다. 중앙 패치(31)의 꼭지점(34)은 대략 기판(20) 상면의 중심선(23)까지 연장되어 형성된다.

[0024] 보조 패치(32,33)는 삼각형으로 형성되며, 제1 보조 패치(32)와 제2 보조 패치(33)로 구분될 수 있다.

[0025] 제1 보조 패치(32)는 중앙 패치(31)의 상기 꼭지점(34)에 연결된 좌측변(36)과 상기 좌측변(36)으로부터 중앙 패치(31)의 좌측 외부방향으로 이격된 일 꼭지점으로 이루어지는 삼각형 형상으로 형성된다. 제1 보조 패치(32)의 밑변(36)과 대향하는 꼭지점은 기판(20) 상에서 좌측 하부 방향(즉, -x 및 -y 방향)으로 연장되나, 기판(20)의 -x방향의 좌측단과는 이격되며, 직사각형 기판(20)의 중심선(23)과도 역시 이격되도록 형성된다. 이로 인하여, 제1 보조 패치(32)의 크기는 중앙 패치(31)의 크기의 1/2보다 작게 형성된다.

[0026] 제2 보조 패치(33)는 중앙 패치(31)의 상기 꼭지점(34)에 연결된 우측변(37)과 상기 우측변(37)으로부터 중앙 패치(31)의 우측 외부방향으로 이격된 일 꼭지점으로 이루어지는 삼각형 형상으로 형성된다. 제2 보조 패치(33)의 밑변(37)과 대향하는 꼭지점은 기판(20) 상에서 우측 하부 방향(즉, +x 및 -y 방향)으로 연장되나, 기판(20)의 +x방향의 우측단과는 이격되며, 직사각형 기판(20)의 중심선(23)과도 역시 이격되도록 형성된다. 이로 인하여, 제1 보조 패치(32)의 크기는 중앙 패치(31)의 크기의 1/2보다 작게 형성된다.

[0027] 상기 중앙 패치(31)는 시어핀스키(Sierpinski) 프랙탈 구조로 형성된다. 중앙 패치(31)의 내부에는 상기 중앙 패치(31)를 형성하는 도전체의 일부분을 제거시킴으로써 제1~4 슬롯들(38-1,38-2,38-3,38-4)이 형성된다. 즉, 제1 슬롯(중앙 슬롯, 38-1)은 중앙 패치(31)의 중앙부에 형성된다. 제2~4 슬롯들(38-2,38-3,38-4)은 제1 슬롯(34)의 삼각형 주변에서 상기 제1 슬롯(38-1)의 각 변에 하나씩 할당됨으로써 제1 슬롯(38-1)을 둘러싸도록 배열된다. 도 1에 도시된 중앙 패치(31)의 형상이 역삼각형이라고 할 경우, 제1~4 슬롯들(38-1,38-2,38-3,38-4)은 역삼각형이 반전된 정삼각형 형태로 형성된다. 여기서, 정삼각형이란 용어는 3개의 변의 길이가 모두 같은 경우뿐만 아니라, 역삼각형이 반전된 구조의 삼각형이라면 3개의 변의 길이가 일부 다른 경우도 포함하는 의미로 사용된다.

[0028] 접지부(ground)(40)는 사각형 기판(20)의 하면 하반부에 형성되며, 상기 사각형 기판(20)의 하반부와 동일한 크기로 형성될 수 있다. 상기 접지부(40)는 마이크로스트립 형태의 도전체로 형성되며, 안테나(10)를 접지시킨다. 접지부(40)는 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이, 안테나 패치(30)와 상기 기판(20)을 사이에 두고 상기 기판(20)의 상하면 사이에서 서로 겹쳐지지(overlap) 않도록 배열된다. 즉, 안테나 패치(30)의 수직 하부(즉, -z방향)에는 접지부(40)가 배열되지 않도록 형성된다.

[0029] 급전부(50)는 기판(20)과 반사판(60)에 각각 형성된 관통공(미도시)을 통하여 안테나 패치(20)에 연결되어, 상기 안테나 패치(20)에 전류를 공급하거나 상기 안테나 패치(20)로부터 생성된 전류를 공급받는다. 상기 급전부(50)는 동축 케이블(coaxial cable)로 형성될 수 있다. 급전부(50)가 동축 케이블로 이루어질 경우, 상기 급전부(50)는 신호선(51)과 접지선(52)을 포함한다. 상기 신호선(51)은 중앙 패치(31)의 꼭지점(34)에 연결되고, 상기 접지선(52)은 접지부(40)에 연결된다.

[0030] 반사판(60)은 상기 안테나 패치(30)에 의해 복사되는 전파를 반사시켜 지향성을 제공한다. 상기 반사판(60)은 도전체로 형성되며, 도 1 및 도 2에서는 사각형으로 형성된 예를 도시하고 있으나, 그 형상은 변형될 수 있다. 반사판(60)은 기판(20) 및 상기 기판(20) 상에 형성된 안테나 패치(30) 및 접지부(40)와 실질적으로 평행하게 배열되며, 상기 기판(20)과 반사판(60)은 일정 거리(H) 만큼 이격되어 배열된다.

[0031] 도 3은 도 1의 이중 대역 안테나의 세부 치수를 나타내는 도면이고, 도 4는 도 1의 이중 대역 안테나의 최적화된 설계 변수를 나타내는 표이다.

[0032] 도 3에서 안테나 패치(30)의 폭 및 접지부(40)의 수평방향(x축 방향)의 폭은 P_w로 표시된다. 그리고, 안테나 패

치(30)의 수직방향(y방향)의 높이는 P_{H2}로 표시되며, 접지부(40)의 수직방향 높이는 G_L로 표시되고 있다. 좌측 제1 보조 패치(32)의 접지부(40)와 인접한 측변의 폭은 a_{LW}로 표시되고, 우측 제2 보조 패치(33)의 접지부(40)와 인접한 측변의 폭은 a_{RW}로 표시된다. 제1,2 보조패치(32,33)의 꼭지점과 접지부(40) 사이의 이격된 높이는 a_H로 표시된다. 상기 a_{LW}와 a_{LW}의 합은 P_w보다 작다.

[0033] 제1 슬롯(중앙 슬롯, 38-1)의 폭은 T_{W1}으로 표시되고, 높이는 T_{H1}으로 표시된다. 제2 슬롯(38-2)의 폭은 T_{W2}으로 표시되고, 높이는 T_{H2}로 표시된다. 제3 슬롯(38-3)의 폭은 T_{WR}으로 표시되고, 높이는 T_H로 표시된다. 제4 슬롯(38-4)의 폭은 T_{WL}로 표시되고, 높이는 T_H로 표시된다.

[0034] 또한, 도 4의 최적 설계 변수 설정 시, 배열 구조의 안테나와 급전회로는 Taconic TLY-5A(두께 0.8㎜, ε_r=2.17) PCB 기판을 사용하였다.

[0035] 이와 같이 상기 안테나 패치(30)는 시어핀스키 프랙탈 구조의 중앙 패치(31)에 제1,2 보조 패치(32,33)가 부가됨으로써 변형된 프랙탈 구조를 갖는다. 시어핀스키 프랙탈 구조의 중앙 패치(31)는 삼각형 슬롯이 주기적으로 배열됨으로써, 중앙 패치(31)의 표면 전류 흐름을 제어하여 다중 공진을 형성한다. 그러나, 이렇게 중앙 패치(31)에 의해 형성된 안테나의 공진 대역폭은 매우 협소하므로, 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 중앙 패치(31) 좌우에 각각 제1 보조 패치(32) 및 제2 보조 패치(33)를 연결한다. 이와 같이 추가된 제1,2 보조 패치(32,33)에 의하여 본 발명에 따른 안테나(10)는 2차 공진 대역폭이 확장된다. 확장된 대역폭을 가지는 시어핀스키 프랙탈 안테나(10)에 반사판(60)을 적용하여 이중 대역에서 브로드사이드(broadside) 방향으로 높은 지향성을 가지며 동작할 수 있다. 즉, 본 발명의 제1 실시예에 따른 이중 대역 안테나(10)는 소형으로 제작 가능하면서도, 이중 대역에서 브로드사이드(broadside) 방향으로 높은 지향성을 갖는 이점이 있다.

[0036] 본 발명의 제1 실시예에 따른 안테나(10)의 성능 개선은 반사판(60)의 면적보다는 안테나 패치(30)와 반사판(60) 사이의 간격(H)에 의존된다. 따라서, 본 발명의 제1 실시예에 따른 안테나(10)는 안테나 패치(30)와 반사판(60) 사이의 간격(H)을 조절함으로써 원하는 1차 공진 대역의 반사 손실 특성을 얻을 수 있다.

[0037] 도 5는 도 1에 도시된 이중 대역 안테나의 x-z 평면에서의 복사 패턴 특성을 나타내는 그래프이고, 도 6은 도 1에 도시된 이중 대역 안테나의 y-z 평면에서의 복사 패턴 특성을 나타내는 그래프이다.

[0038] 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 안테나(10)의 복사 패턴은 1차 대역(1100MHz)에서는 브로드사이드(broadside) 방향으로 나타나지만, 2차 대역(2050MHz)한 쪽 방향으로 약간 기울어져 형성된다. 도 5의 x-z 평면에서의 2차 대역 복사 패턴은 주 빔 방향이 왼쪽 방향으로 약간 기울어져 있다. 도 6의 y-z 평면에서의 2차 대역 복사 패턴은 주 빔 방향이 0° 방향으로 형성된다.

[0039] 이와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 이중 대역 안테나(10)는 변형된 시어핀스키 프랙탈 구조의 다이폴 안테나를 이용함으로써, 우수한 이중 대역 특성을 제공하면서도 소형으로 제작할 수 있다.

[0040] 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 거울 대칭형 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나의 구조를 나타낸다. 도 7의 좌측 (a)는 상기 이중 대역 안테나의 정면도이며, 우측 (b)는 A-A' 위치에서의 측단면도이다.

[0041] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 거울 대칭형 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나(100)는 공통 기판(120)에 형성되며 마이크로스크립 형상의 도전체로 이루어지는 복수의 시어핀스키 프랙탈 안테나들(111,112,113,114)과, 급전부(152,153) 및 반사판(160)을 포함한다.

[0042] 본 발명의 제2 실시예에 따른 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나(100)에는 도 1에서 설명된 시어핀스키 프랙탈 구조의 안테나(10)와 실질적으로 동일한 구조를 갖는 단일 구조 시어핀스키 프랙탈 안테나들(111,112,113,114)이 복수개 배열된다. 도 7에서는 단일 구조 시어핀스키 프랙탈 안테나들(111,112,113,114)이

2×2 거울 대칭형으로 배열된 예를 도시하고 있으며, 이와 같은 구조로 인하여 1차 공진 대역의 복사 패턴과 2차 공진 대역의 복사 패턴이 브로드사이드(broadside) 방향으로 형성될 수 있다.

[0043] 도 7을 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나(100)는 유전체로 이루어지는 공통 기판(120) 상면에는 복수의 안테나 패치들(131,132,133,134)이 2×2 거울 대칭형으로 배열된다. 공통 기판(120)은 유전체로 이루어진 절연성 평판으로서 인쇄회로기판(PCB)으로 형성될 수 있다. 상기 각각의 안테나 패치(131,132,133,134)의 구조는, 앞서 도 1에서 설명된 안테나 패치(30)의 구조와 동일하다. 다만, 2×2 거울 대칭형 배열 관계를 설명하기 위하여 아래에서는 안테나 패치(131,132,133,134)의 참조번호를 도 1과 달리하여 설명한다.

[0044] 구체적으로, 제1 시어핀스키 프랙탈 안테나(111)는 공통 기판(120)의 상면에 형성된 제1 안테나 패치(131)와 공통 기판(120)의 하면에 형성된 제1 접지부(141)를 포함한다. 제1 안테나 패치(131)는 삼각형의 제1 중앙 패치(131-1)와, 상기 제1 중앙 패치(131-1)의 제1 꼭지점(131-4)에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제1 보조패치들(131-2,131-3)을 포함한다. 제1 접지부(141)는 공통 기판(120) 하면에서 제1 중앙 패치(131-1)의 제1 꼭지점(131-4)에 인접하게 형성된다.

[0045] 제2 시어핀스키 프랙탈 안테나(112)는 공통 기판(120)의 상면에 형성된 제2 안테나 패치(132)와 공통 기판(120)의 하면에 형성된 제2 접지부(142)를 포함한다. 제2 안테나 패치(132)는 삼각형의 제2 중앙 패치(132-1)와, 상기 제2 중앙 패치(132-1)의 제2 꼭지점(132-4)에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제2 보조패치들(132-2,132-3)을 포함한다. 제2 안테나 패치(132)는 공통 기판(120)의 상면에서 제1 안테나 패치(131)와 제1 방향(x축 방향)으로 나란히 배열되도록 형성된다. 제2 접지부(142)는 공통 기판(120) 하면에서 제2 중앙 패치(132-1)의 제2 꼭지점(132-4)에 인접하게 형성된다. 제2 접지부(142)는 공통 기판(120) 하면에서 제1 접지부(141)와 제1 방향(x축 방향)으로 나란히 배열되도록 형성된다.

[0046] 제3 시어핀스키 프랙탈 안테나(113)는 공통 기판(120)의 상면에 형성된 제3 안테나 패치(133)와 공통 기판(120)의 하면에 형성된 제3 접지부(143)를 포함한다. 제3 안테나 패치(133)는 삼각형의 제3 중앙 패치(133-1)와, 상기 제3 중앙 패치(133-1)의 제3 꼭지점(133-4)에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제3 보조패치들(133-2,133-3)을 포함한다. 제3 안테나 패치(133)는 공통 기판(120)의 상면에서 제2 안테나 패치(132)와 상기 제1 방향(x축 방향)에 직교하는 제2 방향(y축 방향)으로 나란히 배열되도록 형성된다. 제3 접지부(143)는 공통 기판(120) 하면에서 제3 중앙 패치(133-1)의 제3 꼭지점(133-4)에 인접하게 형성된다. 제3 접지부(143)는 공통 기판(120) 하면에서 제2 접지부(142)와 제2 방향(y축 방향)으로 나란히 배열되도록 형성된다.

[0047] 제4 시어핀스키 프랙탈 안테나(114)는 공통 기판(120)의 상면에 형성된 제4 안테나 패치(134)와 공통 기판(120)의 하면에 형성된 제4 접지부(144)를 포함한다. 제4 안테나 패치(134)는 삼각형의 제4 중앙 패치(134-1)와, 상기 제4 중앙 패치(134-1)의 제4 꼭지점(134-4)에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제4 보조패치들(134-2,134-3)을 포함한다. 제4 안테나 패치(134)는 공통 기판(120)의 상면에서 제1 안테나 패치(131)와 제2 방향(y축 방향)으로 나란히 배열되도록 형성된다. 제4 접지부(144)는 공통 기판(120) 하면에서 제4 중앙 패치(134-1)의 제4 꼭지점(134-4)에 인접하게 형성된다. 제4 접지부(144)는 공통 기판(120) 하면에서 제1 접지부(141)와 제2 방향(y축 방향)으로 나란히 배열되도록 형성된다.

[0048] 특히, 제1 중앙 패치(131-1)의 밑변은 제4 중앙 패치(134-1)의 밑변과 마주보며, 제2 중앙 패치(132-1)의 밑변은 제3 중앙 패치(134-3)의 밑변과 마주보도록 배열된다. 이와 같은 구조로 인하여 본 발명의 제2 실시예에 따른 이중 대역 안테나는, 도 7에 도시된 바와 같이, 한 쌍의 제1,2 시어핀스키 프랙탈 안테나들(131,132)이 다른 한 쌍의 제3,4 시어핀스키 프랙탈 안테나들(133,134)을 마주보는 거울 2×2 거울 대칭형 배열을 갖게 된다

[0049] 또한, 상기 제1,2,3,4 안테나 패치들(131,132,133,134)은 공통 기판(120)의 중앙부에 형성되며, 각각 대응되는 제1,2,3,4 접지부들(141,142,143,144)는 공통 기판(120)의 상하 양단부에 형성된다. 이로 인하여 제1 안테나 패치(131)와 제4 안테나 패치(134) 사이의 거리는 제1 접지부(141)와 제4 접지부(144) 사이의 거리보다 작다. 제2 안테나 패치(132)와 제3 안테나 패치(133) 사이의 거리는 제2 접지부(142)와 제3 접지부(143) 사이의 거리보다 작다

[0050] 또한, 상기 제1,2,3,4 안테나 패치들(131,132,133,134) 각각에 대응하는 제1,2,3,4 접지부들(141,142,143,144)은 공통 기판(120)의 상하면 사이에서 서로 오버랩(overlap)되지 않도록 배열된다. 즉 제1,2,3,4 안테나 패치들(131,132,133,134)들의 수직 하부(즉, -z방향)에는, 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 제1,2,3,4 접지부들

(141,142,143,144)이 배열되지 않는다.

[0051] 급전부는 공통 기판(120)과 반사판(160)에 각각 형성된 관통공(미도시)을 통하여 안테나 패치들(131,132,133,134)에 연결되어, 상기 안테나 패치들(131,132,133,134)에 전류를 공급하거나 상기 안테나 패치들(131,132,133,134)로부터 생성된 전류를 공급받는다. 상기 급전부는 동축 케이블(coaxial cable)로 형성될 수 있다. 도 7의 (b)에서는 제2 중앙 패치(132-1)의 제2 꼭지점(132-4)에 연결되는 제2 동축 케이블(152)와, 제3 중앙 패치(133-1)의 제3 꼭지점(133-4)에 연결되는 제3 동축 케이블(153)만이 도시되어 있으나, 상기 급전부는 제1 중앙 패치(131-1)의 제1 꼭지점(131-4)에 연결되는 제1 동축 케이블(미도시)와, 제4 중앙 패치(134-1)의 제4 꼭지점(134-4)에 연결되는 제4 동축 케이블(미도시)를 더 포함한다. 상기 제2,3 동축 케이블(152,153)을 예로 들어 설명하면, 급전부가 동축 케이블로 이루어질 경우, 상기 급전부는 신호선(152-1,153-1)과 접지선(152-2,153-3)을 포함한다. 상기 제2 동축 케이블의 신호선(152-1)은 제2 중앙 패치(132-1)의 제2 꼭지점(132-4)(제2 입력포트, Port #2)에 연결되고, 상기 제2 동축 케이블의 접지선(152-2)는 제2 접지부(142)에 연결된다. 상기 제3 동축 케이블의 신호선(153-1)은 제3 중앙 패치(133-1)의 제3 꼭지점(133-4)(제3 입력포트, Port #3)에 연결되고, 상기 제3 동축 케이블의 접지선(153-2)는 제3 접지부(143)에 연결된다. 마찬가지로, 제1 동축 케이블(미도시)의 신호선은 제1 중앙 패치(131-1)의 제1 꼭지점(131-4)(제1 입력포트, Port #1)에 연결되고, 제1 동축 케이블의 접지선은 제1 접지부(141)에 연결된다. 제4 동축 케이블(미도시)의 신호선은 제4 중앙 패치(134-1)의 제4 꼭지점(134-4)(제4 입력포트, Port #4)에 연결되고, 제4 동축 케이블의 접지선은 제4 접지부(144)에 연결된다.

[0052] 반사판(160)는 상기 안테나 패치들(131,132,133,134)에 의해 복사되는 전파를 반사시켜 지향성을 제공한다. 상기 반사판(160)은 도전체로 형성되며, 도 13에서는 사각형으로 형성된 예를 도시하고 있으나, 그 형상은 변형될 수 있다. 반사판(160)은 공통 기판(120) 및 상기 기판(120) 상에 형성된 안테나 패치들(131,132,133,134) 및 접지부(141,142,143,144)와 실질적으로 평행하게 배치되며, 상기 기판(120)과 반사판(160)은 일정 거리(H) 만큼 이격되어 배치된다.

[0053] 도 8은 도 7에 도시된 이중 대역 안테나에서 4개의 입력포트가 가지는 위상 값을 나타낸다. 도 9는 1,100 MHz에서 입력 위상에 따른 복사 패턴을 비교하는 도면이다. 도 10은 2,050 MHz에서 입력 위상에 따른 복사 패턴을 비교하는 도면이다.

[0054] 상기 도 8 내지 도 10을 참조하면, 케이스1(Case1)의 경우, 즉 제1~4 입력포트들(Port #1 ~ Port #4)에 모두 같은 위상(0°)으로 신호를 급전했을 때이며, 복사 패턴이 y-z 평면에서 브로드사이드(broadside)에 널(null)이 있는 차 패턴(difference pattern) 처럼 형성된다.

[0055] 케이스2(Case2)의 경우, 즉 좌측 2×1 배열 즉, 제1,4 입력포트들(Port #1, Port #4)에는 0° 의 위상으로 신호를 급전하고, 우측 2×1 배열 즉, 제2,3 입력포트들(Port #2, Port #3)에는 180° 의 위상으로 신호를 급전함으로써, 서로 180° 의 위상차로 신호를 인가한 것으로, 복사 패턴을 보면 브로드사이드(broadside) 방향으로는 이득이 저하되고, x-y 평면상에 주 빔이 위치하게 된다.

[0056] 케이스3(Case3)의 경우, 즉 상부 1×2 배열 즉, 제3,4 입력포트들(Port #3, Port #4)에는 180° 의 위상으로 신호를 급전하고, 하부 1×2 배열 즉, 제1,2 입력포트들(Port #1, Port #2)에는 0° 의 위상으로 신호를 급전함으로써, 서로 180° 의 위상차로 신호를 인가한 것으로, 브로드사이드(broadside) 방향으로 복사 패턴이 형성됨을 확인할 수 있다.

[0057] 케이스4(Case4)의 경우, 즉 좌측 2×1 배열 우측 2×1 배열간에 대각방향 간의 위상을 반대로 인가한다. 즉, 제1,3 입력포트들(Port #1, Port #3)에는 0° 의 위상으로 신호를 급전하고, 제2,4 입력포트들(Port #2, Port #4)에는 180° 의 위상으로 신호를 인가한 것으로, x-z 평면에서 차 패턴을 형성한다.

[0058] 일 예로서, 상기 제2 실시예에서 배열 간격은 입력 포트를 기준으로 A_X=102 ㎜, A_Y=130 ㎜로 설정될 수 있으며, 2차 공진 대역 중심 주파수의 파장 대비 각각 0.70 λ_2, 0.88 λ_2로 그레이팅 로브가 형성되지 않도록 정할 수 있다. 상기 제2 실시예와 같이 거울 대칭형 배열 구조에서 대역별 복사 패턴에서 사이드 로브 레벨(side lobe level)이 다른 이유는 각 공진 주파수 대역별 파장 대비 배열 안테나 간 간격의 비율이 다르기 때문이다. 상기 제2 실시예에서 프랙탈 안테나를 거울 대칭형으로 배치하면서 입력 포트를 기준으로 안테나의 간격을 A_X= 102 ㎜(즉, 제1 입력포트와 제2 입력포트 사이의 간격, 또는 제3 입력포트와 제4 입력포트 사이의 간격), A_Y= 130

mm(즉, 제1 입력포트와 제4 입력포트 사이의 간격, 또는 제2 입력포트와 제3 입력포트 사이의 간격)으로 할 경우, 이 간격을 1,100MHz 기준으로 환산하면, A_X= 0.37λ_1 , A_Y= 0.47 λ_1이다. 이에 비하여, 2,250 MHz 기준으로 간격을 환산하면, A_X= 0.70 λ_2 , A_Y= 0.88 λ_2가 되며, y-z 패턴 상에서 사이드 로브 레벨(side lobe level)이 다소 두드러지게 나타날 수 있다. 그러므로 1차 공진 대역에서는 매우 짧은 간격으로 안테나를 배열하게 됨에 따라, 사이드 로브 레벨(side lobe level)이 매우 낮으나, 이득이 2차 대역에 비해 낮게 된다.

[0059] 또한, 상기 케이스3(Case3)을 만족하는 2×2 배열 안테나를 설계할 때, 4×1 corporate 급전 회로를 상부 1×2 배열과 하부 1×2 배열 간에 180° 위상차를 만족하도록 구현하려면 그 급전 회로가 매우 복잡하게 된다. 상기 1×2 배열의 급전 선로에 비해 하부 1×2 배열의 급전 선로가 이중 대역에서 180° 위상차를 만족하고, 동일한 전력 분배율(-6 dB)을 만족하여야 하기 때문이다.

[0060] 이와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 이중 대역 안테나(100)는 복수의 변형된 시어핀스키 프랙탈 구조의 다이폴 안테나를 거울 대칭형으로 배열함으로써, 우수한 지향성 복사 패턴을 제공하면서도 소형으로 제작할 수 있고, 또한 상용 통신 주파수 대역(GSM, CDMA, PCS, IMT-2000, WCDMA)를 모두 수용하는 이중 대역(855MHz~1,380 MHz, 1,700MHz~2,330MHz)을 제공할 수 있는 이점이 있다.

[0061] 도 11 및 도 12는 본 발명의 제3 실시예에 따른 위상 반전된 거울 대칭형 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나의 구조를 나타낸다. 도 11의 좌측 (a)는 상기 이중 대역 안테나의 정면도이며, 우측 (b)는 B-B' 위치에서의 측단면도이다. 도 12의 (a)는 상기 이중 대역 안테나의 입체도이며, (b)는 측단면도이며, (c)는 후면도이다.

[0062] 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제3 실시예에 따른 위상 반전된 거울 대칭형 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나(200)는 공통 기판(220)에 형성된 복수의 시어핀스키 프랙탈 안테나들(211,212,213,214)과, 급전부(251~215) 및 반사판(260)을 포함한다. 상기 이중 대역 안테나(200)는 주파수에 상관없이 상부와 하부 1×2 배열 간에 같은 위상으로 급전하여도 상기 케이스3(Case3)과 같은 복사 패턴을 형성할 수 있는 배열 구조를 갖는다.

[0063] 본 발명의 제3 실시예에 따른 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나(200)에는 도 1에서 설명된 시어핀스키 프랙탈 구조의 안테나(10)와 실질적으로 동일한 구조를 갖는 단일 구조 시어핀스키 프랙탈 안테나들(211,212,213,214)이 복수개 배열된다. 도 11 및 도 12에서는 단일 구조 시어핀스키 프랙탈 안테나들(211,212,213,214)이 2×2 거울 대칭형으로 배열된 예를 도시하고 있으며, 이와 같은 구조로 인하여 1차 공진 대역의 복사 패턴과 2차 공진 대역의 복사 패턴이 브로드사이드(broadside) 방향으로 형성될 수 있다. 특히 도 11에서는 하부의 1×2 단일 구조 시어핀스키 프랙탈 안테나들(211,212)과 상부의 1×2 단일 구조 시어핀스키 프랙탈 안테나들(213,214)이 서로 반전된 구조로 배열됨으로써 간단한 구조의 4×1의 corporate 급전 회로를 적용할 수 있게 된다.

[0064] 도 11 및 도 12를 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 시어핀스키 프랙탈 구조의 이중 대역 안테나(200)는 유전체로 이루어지는 공통 기판(220) 상면에는 복수의 시어핀스키 프랙탈 안테나들(211,212,213,214)이 2×2 거울 대칭형으로 배열된다. 공통 기판(220)은 유전체로 이루어진 절연성 평판으로서 인쇄회로기판(PCB)으로 형성될 수 있다.

[0065] 도 11 및 도 12에서, 제1,2 안테나 패치들(231,232) 및 제3,4 접지부들(233,234)의 구조는, 앞서 도 1에서 설명된 안테나 패치(30)의 구조와 동일하다. 다만, 2×2 거울 대칭형 배열 관계를 설명하기 위하여 아래에서는 제1,2 안테나 패치들(231,232) 및 제3,4 접지부들(233,234)의 참조번호를 도 1과 달리하여 설명한다.

[0066] 구체적으로, 제1 시어핀스키 프랙탈 안테나(211)는 공통 기판(220)의 상면에 형성된 제1 안테나 패치(231)와 공통 기판(220)의 하면에 형성된 제1 접지부(241)를 포함한다. 제1 안테나 패치(231)는 삼각형의 제1 중앙 패치(231-1)와, 상기 제1 중앙 패치(231-1)의 제1 꼭지점(231-4)에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제1 보조패치들(231-2,231-3)을 포함한다. 제1 접지부(241)는 공통 기판(220) 하면에서 제1 중앙 패치(231-1)의 제1 꼭지점(231-4)에 인접하게 형성된다.

[0067] 제2 시어핀스키 프랙탈 안테나(212)는 공통 기판(220)의 상면에 형성된 제2 안테나 패치(232)와 공통 기판(220)의 하면에 형성된 제2 접지부(242)를 포함한다. 제2 안테나 패치(232)는 삼각형의 제2 중앙 패치(232-1)와, 상기 제2 중앙 패치(232-1)의 제2 꼭지점(232-4)에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어

지는 2개의 제2 보조패치들(232-2,232-3)을 포함한다. 제2 안테나 패치(232)는 공통 기판(220)의 상면에서 제1 안테나 패치(231)와 제1 방향(x축 방향)으로 나란히 배열되도록 형성된다. 제2 접지부(242)는 공통 기판(220) 하면에서 제2 중앙 패치(232-1)의 제2 꼭지점(232-4)에 인접하게 형성된다. 제2 접지부(242)는 공통 기판(220) 하면에서 제1 접지부(241)와 제1 방향(x축 방향)으로 나란히 배열되도록 형성된다.

[0068] 제3 시어핀스키 프랙탈 안테나(213)는 공통 기판(220)의 하면에 형성된 제3 접지부(233)와 공통 기판(220)의 상면에 형성된 제3 안테나 패치(243)를 포함한다. 제3 접지부(233)는 삼각형의 제3 중앙 패치(233-1)와, 상기 제3 중앙 패치(233-1)의 제3 꼭지점(233-4)에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제3 보조패치들(233-2,233-3)을 포함한다. 제3 접지부(233)는 공통 기판(220)의 하면에서 제2 접지부(242)와 상기 제1 방향(x축 방향)에 직교하는 제2 방향(y축 방향)으로 나란히 배열되도록 형성된다. 제3 안테나 패치부(243)는 공통 기판(220) 상면에서 제3 중앙 패치(233-1)의 제3 꼭지점(233-4)에 인접하게 형성된다. 제3 안테나 패치(243)는 공통 기판(220)의 상면에서 제2 안테나 패치(232)와 제2 방향(y축 방향)으로 나란히 배열되도록 형성된다. 상기 제3 접지부(233)는 상기 제2 안테나 패치(232)와 상기 제3 안테나 패치(243) 사이의 기판 하면에 위치한다.

[0069] 제4 시어핀스키 프랙탈 안테나(214)는 공통 기판(220)의 하면에 형성된 제4 접지부(234)와 공통 기판(220)의 상면에 형성된 제4 안테나 패치(244)를 포함한다. 제4 안테나 패치(234)는 삼각형의 제4 중앙 패치(234-1)와, 상기 제4 중앙 패치(234-1)의 제4 꼭지점(234-4)에 연결된 2개 측변에 각각 하나씩 연결되며 삼각형으로 이루어지는 2개의 제4 보조패치들(234-2,234-3)을 포함한다. 제4 접지부(234)는 공통 기판(220)의 하면에서 제1 접지부(241)와 제2 방향(y축 방향)으로 나란히 배열되도록 형성된다. 제4 안테나 패치(244)는 공통 기판(220) 상면에서 제4 중앙 패치(134-1)의 제4 꼭지점(134-4)에 인접하게 형성된다. 제4 안테나 패치(244)는 공통 기판(220)의 상면에서 제1 안테나 패치(241)와 제2 방향(y축 방향)으로 나란히 배열되도록 형성된다. 상기 제4 접지부(234)는 상기 제1 안테나 패치(231)와 상기 제4 안테나 패치(244) 사이의 기판 하면에 위치한다.

[0070] 이와 같은 구조로 인하여 본 발명의 제3 실시예에 따른 이중 대역 안테나는, 도 11에 도시된 바와 같이, 한 쌍의 제1,2 시어핀스키 프랙탈 안테나들(231,232)이 다른 한 쌍의 제3,4 시어핀스키 프랙탈 안테나들(233,234)을 마주보는 거울 2×2 거울 대칭형 배열을 갖게 된다.

[0071] 또한, 상기 제1,2 안테나 패치들(231,232) 및 제3,4 접지부들(233,234)은 공통 기판(220)의 중앙부에 형성되며, 각각 대응되는 제1,2 접지부들(241,242) 및 제3,4 안테나 패치들(143,144)는 공통 기판(220)의 상면/하면 양단부에 각각 형성된다. 이로 인하여 제1 안테나 패치(231)와 제4 접지부(234) 사이의 거리는 제1 접지부(241)와 제4 안테나 패치(244) 사이의 거리보다 작다. 제2 안테나 패치(232)와 제3 접지부(233) 사이의 거리는 제2 접지부(242)와 제3 안테나 패치(243) 사이의 거리보다 작다.

[0072] 또한, 상기 제1,2,3,4 안테나 패치들(231,232,243,244) 각각에 대응하는 제1,2,3,4 접지부들(241,242,233,234)은 공통 기판(220)의 상하면 사이에서 서로 오버랩(overlap)되지 않도록 배열된다. 즉 제1,2,3,4 안테나 패치들(231,232,243,244)들의 수직 하부(-z 방향)에는, 도 11에 도시된 바와 같이, 상기 제1,2,3,4 접지부들(241,242,233,234)이 배열되지 않는다.

[0073] 급전부(251~255)는 공통 기판(220)과 반사판(260)에 각각 형성된 관통공(미도시)을 통하여 안테나 패치들(231,232,243,244)에 연결되어, 상기 안테나 패치들(231,232,243,244)에 전류를 공급하거나 상기 안테나 패치들(231,232,243,244)로부터 생성된 전류를 공급받는다.

[0074] 도 12에 도시된 바와 같이 상기 급전부(251~255)는 마이크로스트립 형태로 이루어진 공통 급전라인(255)과 상기 공통 급전라인(255)에 연결된 제1~4 동축 케이블(251~254)를 포함한다. 상기 공통 급전라인(255)는 4 방향으로 분기되어 각각 제1~4 동축 케이블(251~254)에 연결된다.

[0075] 제1 동축 케이블(251)은 제1 중앙 패치(231-1)의 제1 꼭지점(231-4)에 연결된다. 제2 동축 케이블(252)은 제2 중앙 패치(232-1)의 제2 꼭지점(232-4)에 연결된다. 제3 동축 케이블(253)은 제3 안테나 패치(243)에 연결된다. 제4 동축 케이블(254)은 제4 안테나 패치(244)에 연결된다. 상기 동축케이블들(251~254)은 각각 전류 신호를 공급하는 신호선과 상기 신호선을 둘러싸는 접지선을 포함한다.

[0076] 도 11 (b)를 참조하여, 제2,3 동축 케이블(252,253)을 예로 들어 설명하면, 급전부가 동축 케이블로 이루어질 경우, 상기 급전부는 신호선(252-1,253-1)과 접지선(252-2,253-3)을 포함한다. 상기 제2 동축 케이블의 신호선(252-1)은 제2 중앙 패치(232-1)의 제2 꼭지점(232-4)(제2 입력포트, Port #2)에 연결되고, 상기 제2 동축 케이블의 접지선(252-2)는 제2 접지부(242)에 연결된다. 상기 제3 동축 케이블의 신호선(253-1)은 제3 안테나 패

치(243)(제3 입력포트, Port #3)에 연결되고, 상기 제3 동축 케이블의 접지선(253-2)은 제3 중앙 패치(233-1)의 제3 꼭지점(233-4)에 연결된다. 마찬가지로, 제1 동축 케이블(251)의 신호선은 제1 중앙 패치(231-1)의 제1 꼭지점(231-4)(제1 입력포트, Port #1)에 연결되고, 제1 동축 케이블의 접지선은 제1 접지부(241)에 연결된다. 제4 동축 케이블(미도시)의 신호선은 제4 안테나 패치(244)(제4 입력포트, Port #4)에 연결되고, 상기 제4 동축 케이블의 접지선은 제4 중앙 패치(234-1)의 제4 꼭지점(234-4)(제4 입력포트, Port #4)에 연결된다.

[0077] 반사판(260)는 상기 안테나 패치들(231,232,243,244)에 의해 복사되는 전파를 반사시켜 지향성을 제공한다. 도 11 및 도 12에서 상기 반사판(260)이 사각형으로 형성된 예를 도시하고 있으나, 그 형상은 변형될 수 있다. 상기 반사판(260)은 도전체로 형성될 수 있다. 특히, 도 12에 도시된 바와 같이, 상기 반사판(260)은 유전체 기판(261) 상면에 마이크로스트립 형태의 도전성 반사막(261)이 형성되고, 상기 기판(261)의 하면에 마이크로스트립 형태의 공통 급전라인(255)이 형성되는 PCB 기판으로 이루어질 수 있다. 반사판(260)은 공통 기판(220) 및 상기 기판(220) 상에 형성된 안테나 패치들(231,232,243,244) 및 접지부(241,242,233,234)와 실질적으로 평행하게 배열되며, 상기 기판(220)과 반사판(260)은 일정 거리(H) 만큼 이격되어 배열된다.

[0078] 상기 이중 대역 안테나(200)는 4×1 급전회로를 형성하기 위하여 임피던스 정합에 대해 2가지 방법이 사용될 수 있다. 먼저, 50Ω의 상기 공통 급전라인(255)을 2 방향으로 분기할 때, 100Ω 선로를 적용하는 부분에서, 멀티 섹션(multi-section) 매칭을 적용할 수 없는 협소한 공간이라 50Ω 선로와 100Ω 선로의 접합 부분을 사다리꼴 형태로 연결하여 구현하고, 반사손실(S_{11})은 -20 dB를, 전력 분배율($S_{21}=S_{31}=S_{41}=S_{51}$)은 -6 dB가 나오도록 형성할 수 있다. 다음으로 마이크로스트립 공통 급전라인(255)과 동축 케이블(251~254) 간의 선로 변환부의 임피던스 매칭은 불연속 구조에서 발생하는 기생 인덕턴스/캐패시턴스 때문에 부정합이 발생 가능하므로, 패턴과 동축 선로 면적간 반사 손실이 최소화되는 구조로 설계하는 것이 바람직하다.

[0079] 안테나 소자와 급전 회로를 통합할 경우, 안테나 급전용 동축 선로와 마이크로스트립 선로 간의 기생 캐패시턴스와 기생 인덕턴스의 형성으로 인해 안테나의 공진 대역이 변화하게 된다. 이에 따라, 안테나 패치의 크기와 관계된 P_{H2}를 조절할 경우 나타나는 특성은 이하에서 설명한다.

[0080] 도 13은 도 11에 도시된 이중 대역 안테나에서 제1 주파수 대역에서의 복사 패턴을 비교하는 도면이다. 도 14는 도 11에 도시된 이중 대역 안테나에서 제2 주파수 대역에서의 복사 패턴을 비교하는 도면이다.

[0081] 도 13 및 도 14에서, 점선으로 표시된 패턴은, 앞서 도 8의 케이스3과 동일한 경우(즉, 본 발명의 제2 실시예에 따른 이중 대역 안테나(100)의 상부 1×2 배열 안테나들과 하부 1×2 배열 안테나들 간에 서로 180° 의 위상차로 신호를 인가하는 경우)의 상기 제2 실시예에 따른 이중 대역 안테나(100)의 복사 패턴을 나타낸다.

[0082] 반면, 도 13 및 도 14에서, 실선으로 표시된 패턴은, 본 발명의 제3 실시예에 따른 이중 대역 안테나(200)의 상부 1×2 배열 안테나들(213,214)과 하부 1×2 배열 안테나들(211,212)에 서로 동일한 위상의 신호를 급전하였을 경우의 상기 제3 실시예에 따른 이중 대역 안테나(200)의 복사 패턴을 나타낸다.

[0083] 도 13 및 도 14에 도시된 바와 같이, 상기 이중 대역 안테나(200)는 제1 주파수 대역의 중심 주파수(1,100MHz) 및 제2 주파수 대역의 중심 주파수(2,050MHz)에서 브로드사이드(broadside) 방향으로 지향됨을 알 수 있다. 도 13 및 도 14에서 명확한 바와 같이, 본 발명의 제3 실시예에 따른 이중 대역 안테나(200)는 간단한 구조의 급전부(251~255)를 이용하여, 상기 이중 대역 안테나(200)의 상부 1×2 배열 안테나들(213,214)과 하부 1×2 배열 안테나들(211,212)에 서로 동일한 위상의 신호를 급전하면서도, 우수한 브로드사이드(broadside) 방향의 지향 특성을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

[0084] 도 15는 도 11에 도시된 이중 대역 안테나의 표면 전류 분포의 진폭을 나타낸다. 도 16은 도 11에 도시된 이중 대역 안테나의 표면 전류 분포의 진폭 및 위상을 나타낸다.

[0085] 도 15 및 도 16에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제3 실시예에 이중 대역 안테나(200)에 있어서 상부 1×2 배열과 하부 1×2 배열 간에 동축 선류의 신호선과 접지선이 상호 반대로 연결되어도 상부-하부 배열 안테나의 표면 전류 분포는 유사함을 알 수 있다. 또한, 상부 1×2 배열과 하부 1×2 배열 간에 동축 선류의 신호선과 접지선이 상호 반대로 연결되어도 상부-하부 배열 안테나의 표면 전류 분포의 진폭(amplitude)은 유사함을 알 수 있다. 상부 1×2 배열과 하부 1×2 배열 간에 반대로 급전한 경우, 상부와 하부 간의 프랙탈 패치들(231,232,233,234)에서 전류 분포 방향(진폭 및 위상 포함)이 동일한 방향으로 형성되며, 복사 패턴이 보어사이

트(boresight)에서 최대값을 갖게 된다.

[0086] 도 17은 도 11에 도시된 이중 대역 안테나의 제1 공진 대역의 중심 주파수에서의 복사 패턴을 나타내며, 도 18은 도 11에 도시된 이중 대역 안테나의 제2 공진 대역의 중심 주파수에서의 복사 패턴을 나타낸다.

[0087] 도 17은 본 발명의 제3 실시예에 이중 대역 안테나(200)에 있어서 제1 공진 대역의 중심 주파수(1,100MHz)에서의 복사 패턴에 대한 전산 모의 값(Simulation)과 실제 측정값(Measurement)을 나타내고 있다. 그리고 도 18은 본 발명의 제3 실시예에 이중 대역 안테나(200)에 있어서 제2 공진 대역의 중심 주파수(2,050MHz)에서의 복사 패턴에 대한 전산 모의 값(Simulation)과 실제 측정값(Measurement)을 나타내고 있다.

[0088] 도 17 및 도 18의 복사 패턴을 비교하면, y-z 평면에서 후방 복사 패턴이 비대칭인 것은 배열 안테나가 x-z 평면에 대칭이지만, y-z 평면상에서는 상부 1×2 배열과 하부 1×2 배열 간에 구조가 상이한 것에 기인한다.

[0089] 도 19는 도 11에 도시된 이중 대역 안테나의 이득을 나타낸다.

[0090] 도 19의 그래프에서 가로축은 GHz 단위의 주파수(Frequency)를 나타내며 세로축은 dBi단위의 안테나 이득(Gain)을 나타낸다. 도 19의 (a)는 본 발명의 제3 실시예에 이중 대역 안테나(200)의 1차 주파수 대역에서의 안테나 이득을 나타내며, 도 16의 (b)는 상기 이중 대역 안테나(200)의 2차 주파수 대역에서의 안테나 이득을 나타낸다. 도 19을 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 이중 대역 안테나(200)는 1차 주파수 대역에서 9.06~12.44 dBi의 이득을 나타내며, 2차 주파수 대역에서는 11.76~14.84 dBi의 이득을 나타낸다.

[0091] 이와 같이, 본 발명의 제3 실시예에 따른 이중 대역 안테나(200)는 복수의 변형된 시어핀스키 프랙탈 구조의 다이폴 안테나를 위상 반전된 거울 대칭형으로 배열함으로써 이용함으로써, 우수한 지향성 복사 패턴을 제공하면서도 소형으로 제작할 수 있고, 또한 간단한 구조의 corporate 급전회로를 이용하여 상용 통신 주파수 대역(GSM, CDMA, PCS, IMT-2000, WCDMA)를 모두 수용하는 이중 대역(855MHz~1,380 MHz, 1,700MHz~2,330MHz)을 제공할 수 있는 이점이 있다. 반전력 빔 폭은 1,110MHz에서 x-z평면에서 57° 와 y-z평면에서 46° 이고, 2,050MHz에서 x-z평면에서 43° 와 y-z평면에서 28° 이다.

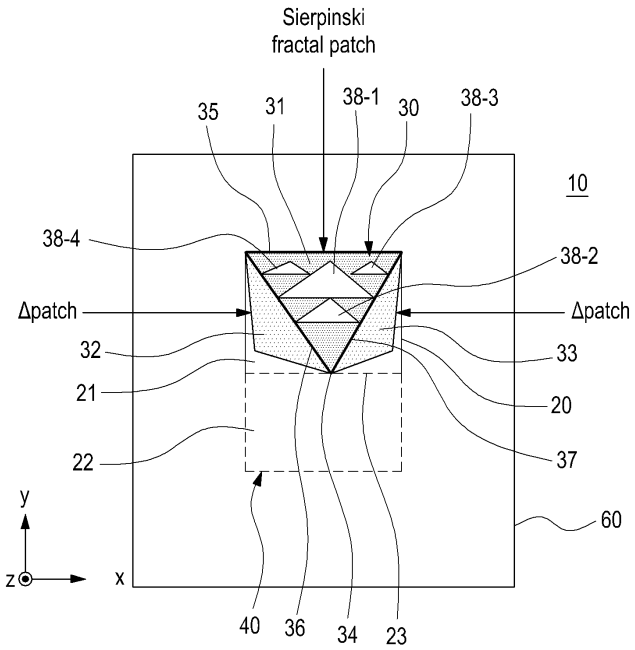
부호의 설명

[0092]

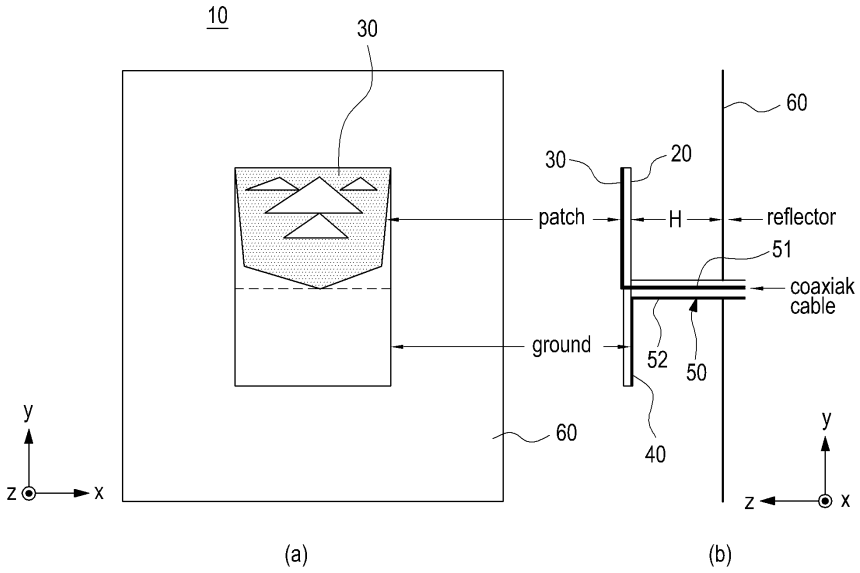
10: 안테나	20: 기판
23: 중심선	30: 안테나 패치
31: 중앙 패치	32: 제1 보조패치
33: 제2 보조패치	34: 중앙패치 꼭지점
35: 중앙패치 밑변	36: 중앙패치 좌측변
37: 중앙패치 우측변	38-1~38-4: 슬롯
40: 접지부	50: 급전부
51: 신호선	52: 접지선
60: 반사판	

도면

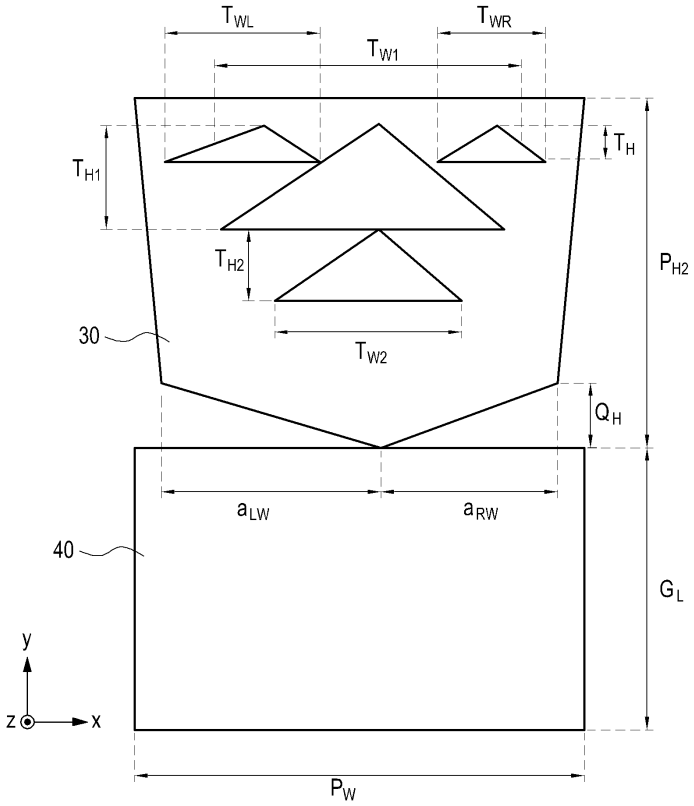
도면1


Sierpinski
fractal patch
35
31
38-1
30
38-3
10
38-4
38-2
Δpatch
Δpatch
32
33
21
20
22
37
60
y
z
x
40
36
34
23

도면2


10
30
60
30
20
patch
H
reflector
51
coaxiak
cable
ground
52
50
60
40
y
z
x
y
z
x
(a)
(b)

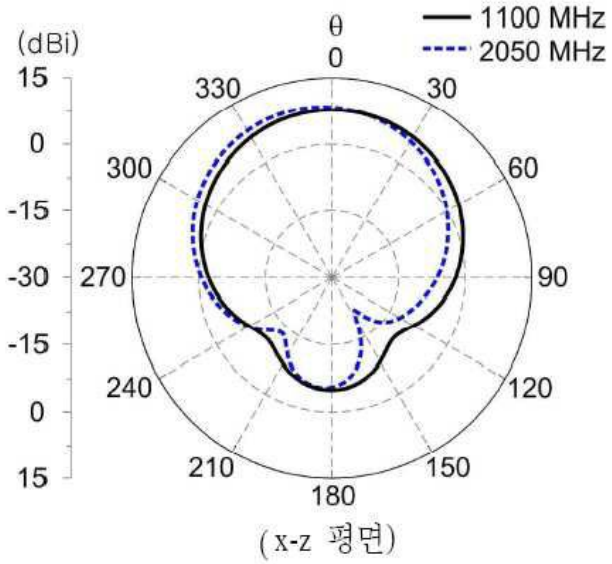
도면3



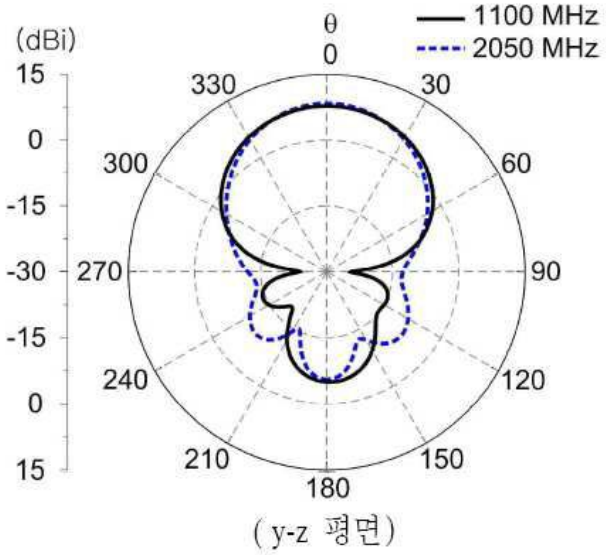
도면4

설계 변수	길이(mm)	설계 변수	길이(mm)
P_W	65.0	T_{W2}	28.0
P_{H2}	48.5	T_{H2}	10.5
a_{LW}	28.0	T_{WR}	23.7
a_{RW}	35.0	T_{WL}	17.4
a_H	10.0	T_H	5.2
G_L	44.0	A_X	101.6
H	48.0	A_Y	130.0
T_{W1}	42.7	R_X	280.0
T_{H1}	15.8	R_Y	300.0

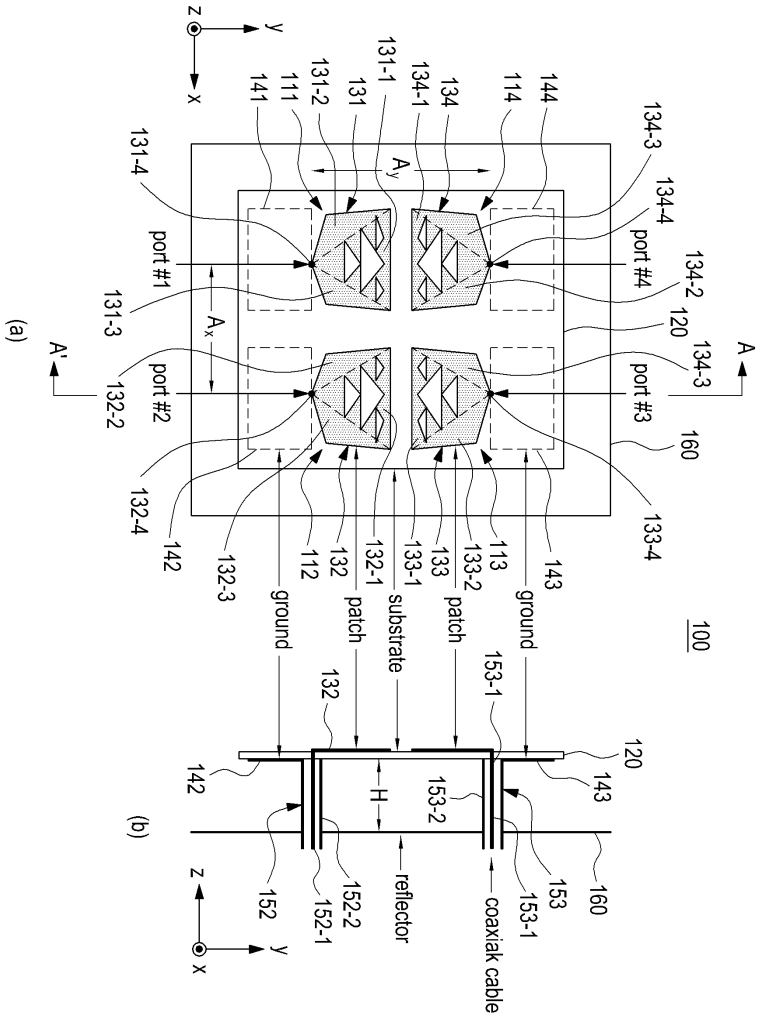
도면5


(dBi)
15
0
-15
-30
-15
0
15
θ
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
1100 MHz
2050 MHz
(x-z 평면)

도면6


(dBi)
15
0
-15
-30
-15
0
15
θ
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
1100 MHz
2050 MHz
(y-z 평면)

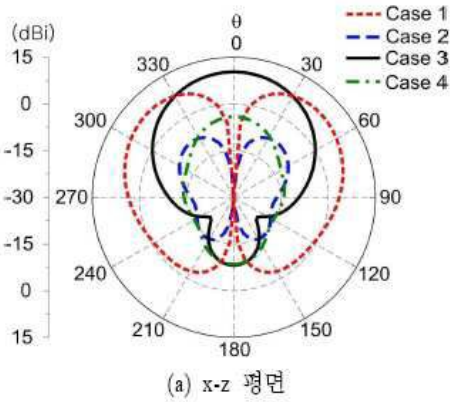
도면7



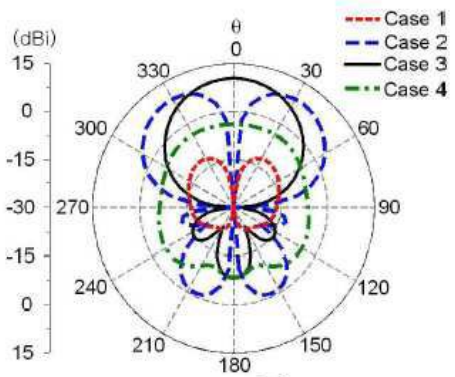
도면8

	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4
Port #1	0°	0°	0°	0°
Port #2	0°	180°	0°	180°
Port #3	0°	180°	180°	0°
Port #4	0°	0°	180°	180°

도면9

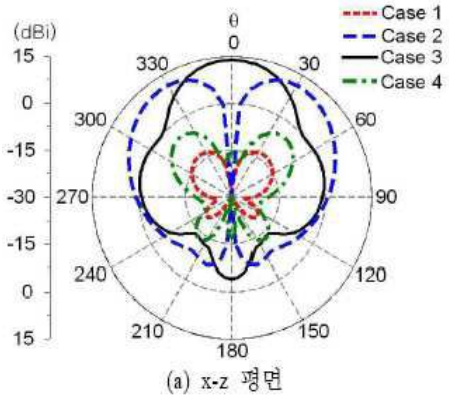


(a) x-z 평면

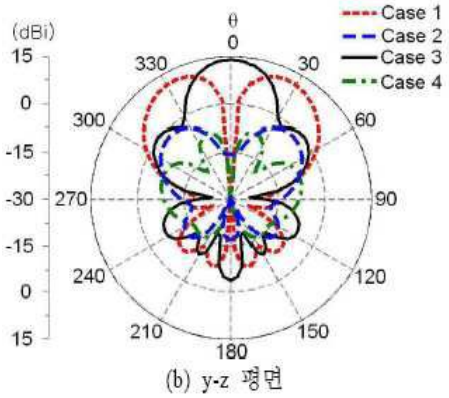


(b) y-z 평면

도면10

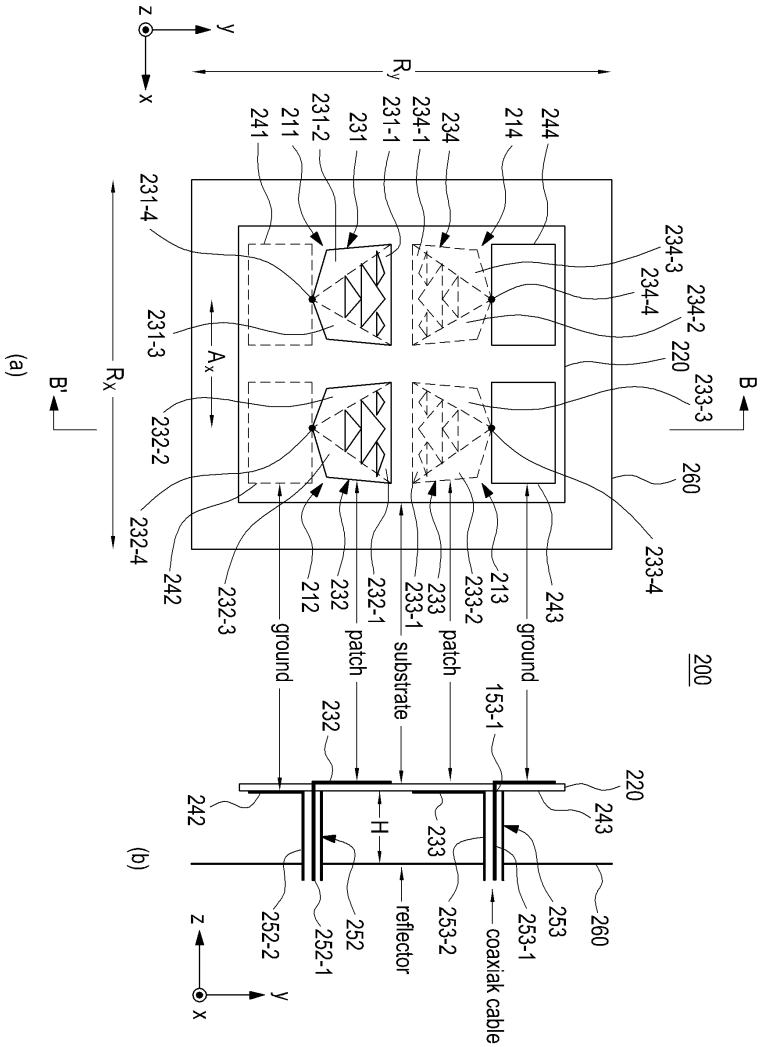


(a) x-z 평면

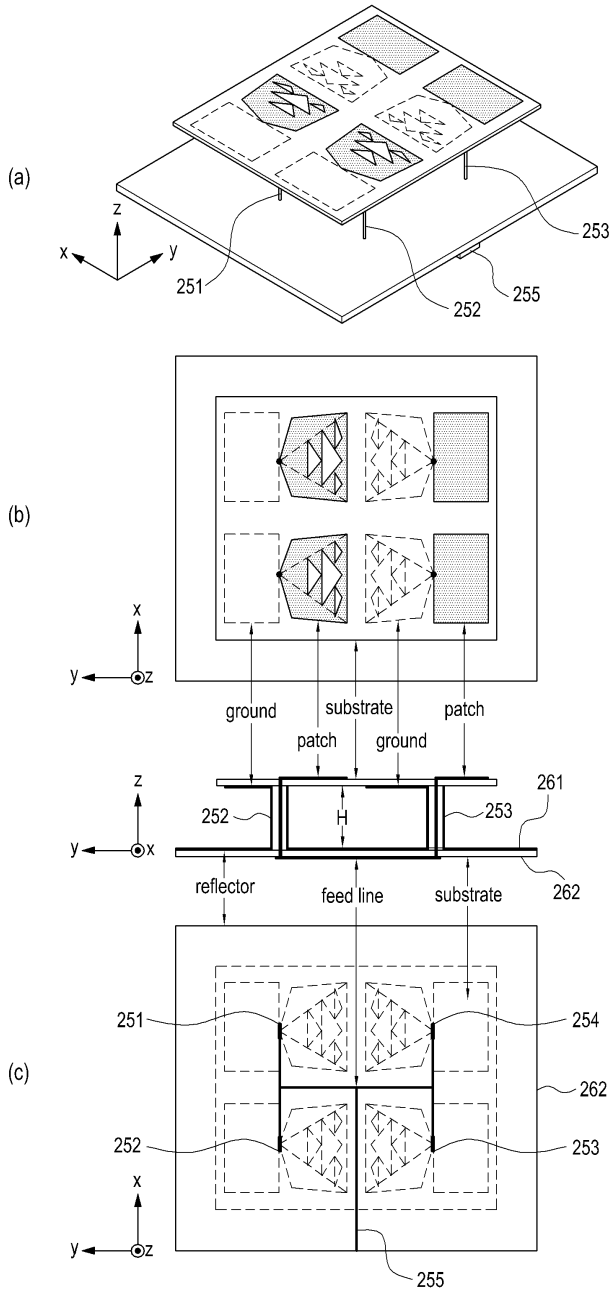


(b) y-z 평면

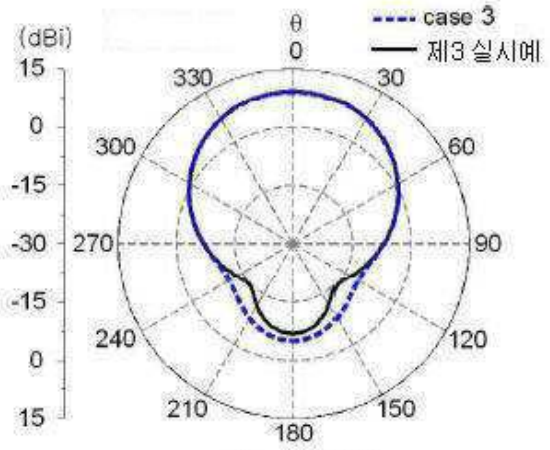
도면11


(a)
(b)
200
ground
patch
substrate
reflector
coaxiak cable
Ry
Rx
Ax
H
B
B'
x
y
z
241
211
231-2
231
231-1
234-1
234
214
244
231-4
231-3
232-2
232-4
242
232-3
212
232
232-1
233-1
233
233-2
213
243
234-3
234-4
234-2
220
233-3
260
233-4
153-1
252-2
252-1
252
253-2
253-1
253

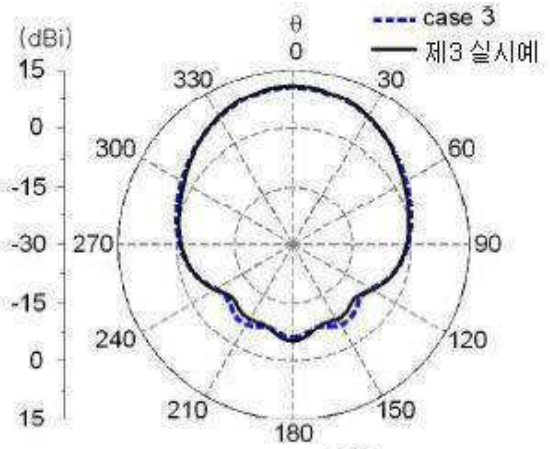
도면12


(a)
z
x
y
251
252
253
255
(b)
x
y
z
ground
substrate
patch
patch
ground
z
y
x
252
H
253
261
262
reflector
feed line
substrate
(c)
251
254
262
252
253
x
y
z
255

도면13

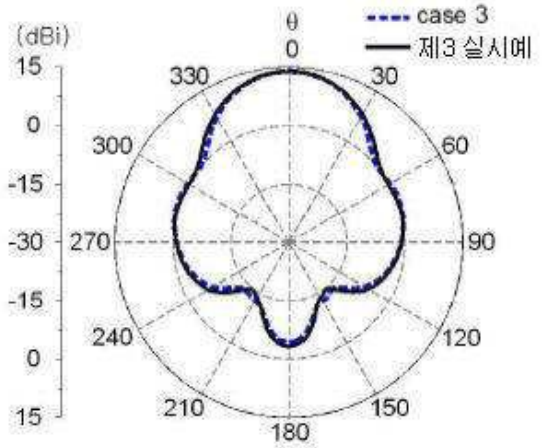


(a) x-z 평면

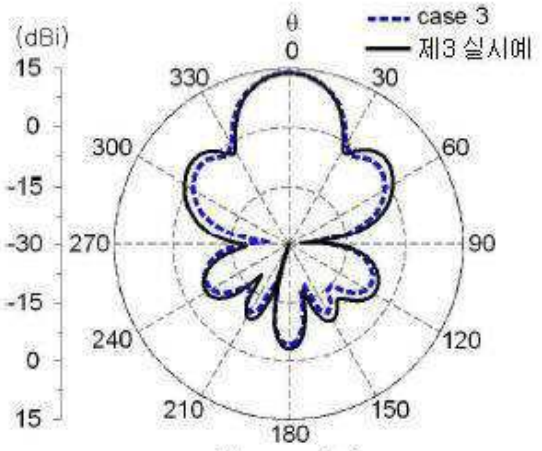


(b) y-z 평면

도면14

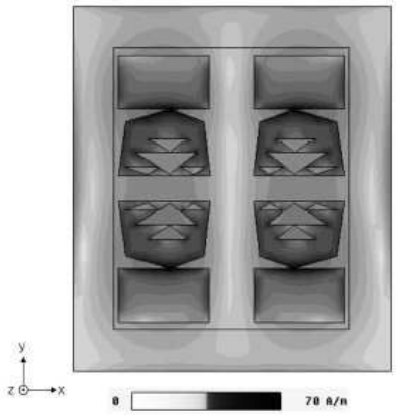


(a) x-z 평면

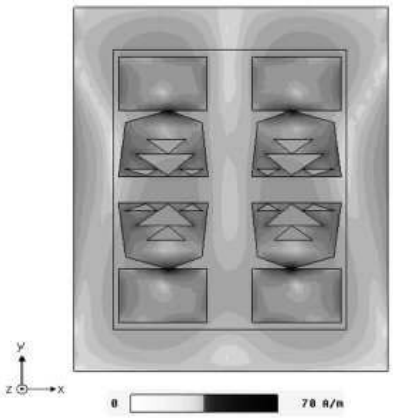


(b) y-z 평면

도면15

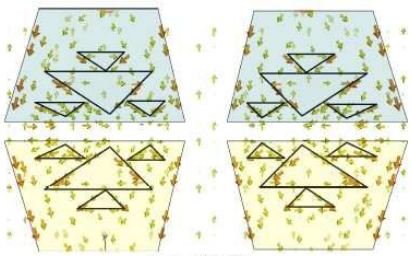


(a) 1,100 MHz

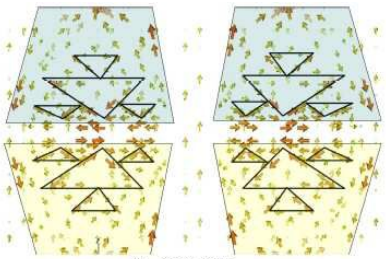


(b) 2,050 MHz

도면16

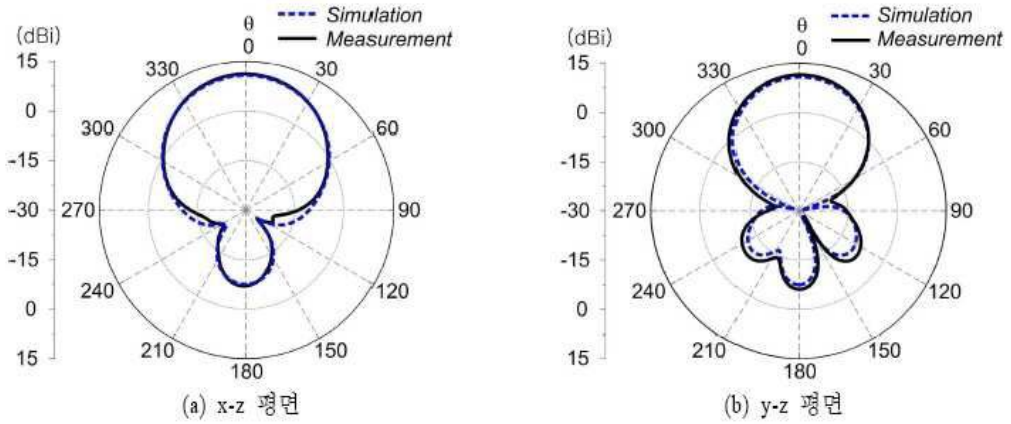


(a) 1,100 MHz



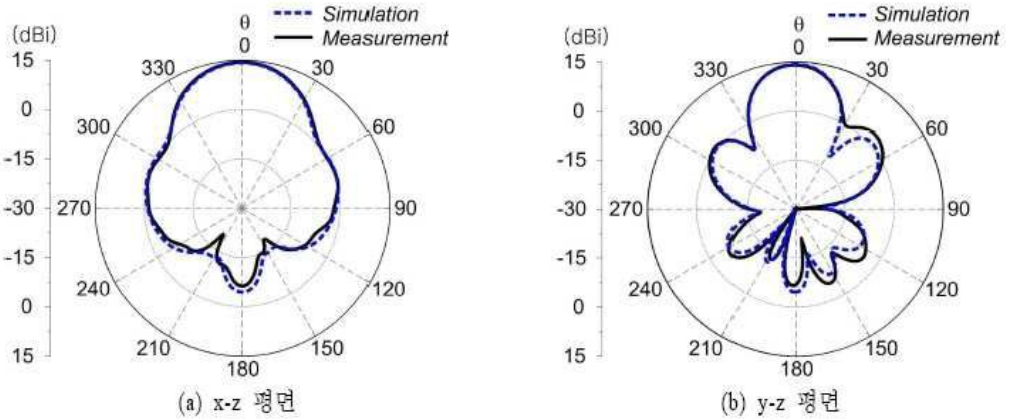
(b) 2,050 MHz

도면17



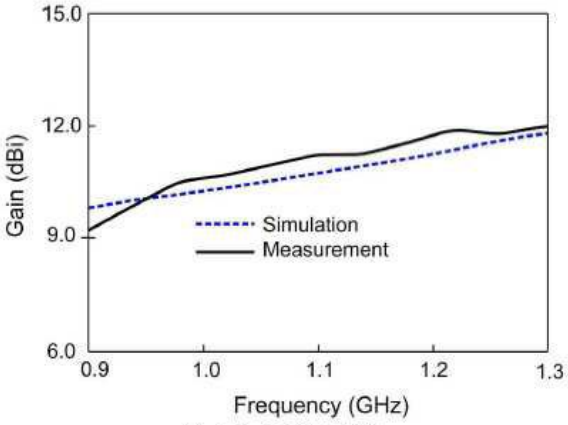
(a) x-z 평면 (b) y-z 평면

도면18

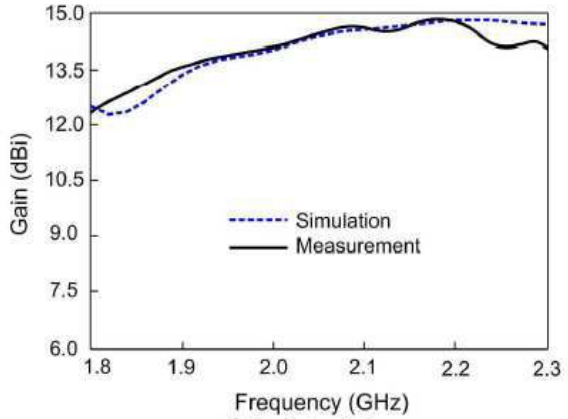


(a) x-z 평면 (b) y-z 평면

도면19



(a) 1차 주파수 대역



(b) 2차 주파수 대역