



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월24일  
(11) 등록번호 10-1679281  
(24) 등록일자 2016년11월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01Q 9/04 (2006.01)

(73) 특허권자  
홍익대학교 산학협력단

(52) CPC특허분류  
H01Q 9/0428 (2013.01)  
H01Q 1/38 (2013.01)

(72) 발명자  
추호성

(21) 출원번호 10-2015-0162011

(22) 출원일자 2015년11월18일

심사청구일자 2015년11월18일

변강일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110005917 A

KR101489577 B1

KR101014352 B1

류성준

(74) 대리인  
김영재

전체 청구항 수 : 총 9 항

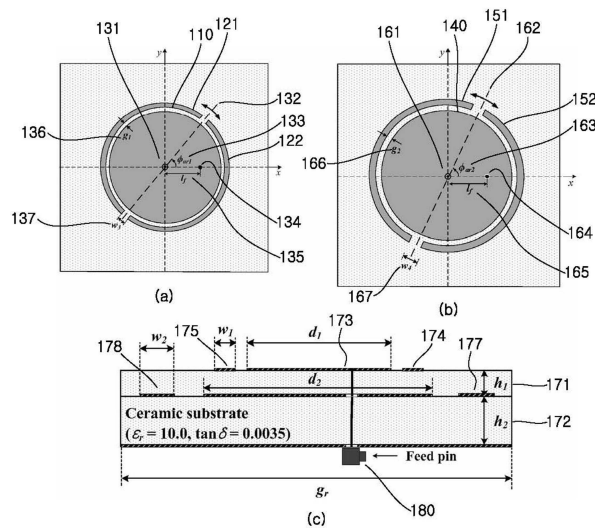
심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 이중 대역 편파조절 패치 안테나

(57) 요약

이중 대역에서 편파 조절이 가능한 마이크로스트립 패치안테나가 개시된다. 개시된 패치 안테나는 L1 대역(1.5754GHz) 및 L2 대역(1.2276GHz)에서 동작하며, 각각의 대역에서 다른 대역과 관계없이 특정한 편파 특성을 가질 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01Q 9/045 (2013.01)

H01Q 9/0464 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 14-BR-SS-01

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 방위사업청

연구사업명 민군겸용기술개발사업

연구과제명 유전/자성 소재와 메타구조/능동정합소자를 이용한 항재밍 GPS 배열안테나 소형화 기술 개

발

기여율 1/2

주관기관 홍익대학교 산학협력단

연구기간 2014.12.18 ~ 2017.12.17

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015031833

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 대학중점연구소지원사업

연구과제명 메타물질 융합 핵심요소기술 연구

기여율 1/2

주관기관 홍익대학교 산학협력단

연구기간 2015.09.01 ~ 2024.08.31

공지예외적용 : 있음

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 원형 패치 안테나와 상기 제1 원형 패치 안테나를 둘러싼 제1 기생 선로를 포함하는 제1 방사 소자;

제2 원형 패치 안테나와 상기 제2 원형 패치 안테나를 둘러싼 제2 기생 선로를 포함하는 제2 방사 소자; 및

상기 제1 방사 소자는 제1 유전체 위에 인쇄되고, 상기 제2 방사 소자는 제2 유전체 위에 인쇄되고, 상기 제1 유전체는 상기 제2 유전체 위에 적층되고,

상기 제1 기생 선로는 상기 제1 원형 패치 안테나의 중심점을 중심으로 점대칭 형상으로 배열된 2개의 원호로 구성되고,

상기 제2 기생 선로는 상기 제2 원형 패치 안테나의 중심점을 중심으로 점대칭 형상으로 배열된 2개의 원호로 구성되고,

상기 제1 기생 선로를 구성하는 2개의 원호간의 간격이 상기 제1 원형 패치 안테나의 중심점과 형성하는 제1 각도 및 상기 제2 기생 선로를 구성하는 2개의 원호간의 간격이 상기 제2 원형 패치 안테나의 중심점과 형성하는 제2 각도에 의하여 편파 특성이 결정되는 패치 안테나.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 각도가 120도로부터 130도 사이의 값인 경우에, 상기 패치 안테나는 L1 주파수 대역에서 원형 편파의 특성을 가지는 패치 안테나.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 각도가 120도이고, 상기 제2 각도가 120도로부터 140도 사이의 값인 경우에, 상기 패치 안테나는 L2 주파수 대역에서 원형 편파의 특성을 가지는 패치 안테나.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 각도가 80도로부터 120도 사이의 값인 경우에, 상기 패치 안테나는 L1 주파수 대역에서 선형 편파의 특성을 가지는 패치 안테나.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 각도가 90도이고, 상기 제2 각도가 80도로부터 130도 사이의 값인 경우에, 상기 패치 안테나는 L2 주파수 대역에서 선형 편파의 특성을 가지는 패치 안테나.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 패치 안테나는 제1 주파수 대역 및 제2 주파수 대역에서 동작하고,

상기 제1 원형 패치 안테나의 직경은 상기 제1 주파수 대역의 중심 주파수에 반비례하고,

상기 제2 원형 패치 안테나의 직경은 상기 제2 주파수 대역의 중심 주파수에 반비례하는 패치 안테나.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 제1 원형 패치 안테나의 직경은 상기 제1 주파수 대역의 중심 주파수에 대응되는 파장의 절반이고,

상기 제2 원형 패치 안테나의 직경은 상기 제2 주파수 대역의 중심 주파수에 대응되는 파장의 절반인 패치 안테나.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 제1 원형 패치 안테나는 상기 제2 원형 패치 안테나를 관통하는 급전선을 이용하여 직접 급전되고,

상기 제2 원형 패치 안테나는 상기 제1 원형 패치 안테나를 이용하여 커플링 급전되는 패치 안테나.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 제1 원형 패치 안테나의 중심점은 상기 제2 원형 패치 안테나의 중심점을 통과하고, 상기 제2 원형 패치 안테나와 직교하는 직선상에 위치하는 패치 안테나.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 하기의 실시예들은 편파를 조절할 수 있는 패치 안테나에 관한 것으로, 구체적으로는 이중 대역에서 편파를 조절할 수 있는 마이크로스트립 패치 안테나에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 다양한 무선 통신분야의 기술이 고도화되고 소형화됨에 따라 제한된 공간에 다양한 시스템을 구현할 수 있도록 안테나의 집적화가 요구되는 추세이다. 안테나 집적화로 인한 공간적 제약을 극복하기 위해 다중대역에서 동작하는 안테나가 일반적으로 사용되고 있으며, 각 주파수 대역별로 안정적인 수신 성능을 도출하기 위해 다양한 편파가 적용되고 있다. 특히 다중경로에 의한 성능열화가 두드러지는 도심환경에서 수신 성능을 추가개선하기 위해 안테나의 편파를 조절하는 연구가 제안되어 진행되고 있다.

[0003] 하지만 대부분의 기존 연구들은 안테나의 사용분야에 맞추어 특정편파를 도출하는 연구에 국한되어 있으므로, 편파 튜닝에 어려움이 있어 수신율이 저하되는 단점이 있다. 편파 튜닝을 적응적으로 수행할 수 있도록 안테나 형상 및 급전 네트워크에 다이오드를 삽입하는 재구성 가능한(reconfigurable) 안테나에 대한 연구 또한 진행되고 있으나, 설계의 복잡도와 추가적인 회로구조로 인한 제작단가가 증가하는 문제점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 하기의 실시예들은 이중 대역에서 마이크로스트립 패치 안테나의 편파를 조절하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0005] 예시적 실시예에 따르면, 제1 원형 패치 안테나와 상기 제1 원형 패치 안테나를 둘러싼 제1 기생 선로를 포함하는 제1 방사 소자, 제2 원형 패치 안테나와 상기 제2 원형 패치 안테나를 둘러싼 제2 기생 선로를 포함하는 제2 방사 소자 및 상기 제1 방사 소자는 제1 유전체 위에 인쇄되고, 상기 제2 방사 소자는 제2 유전체 위에 인쇄되고, 상기 제1 유전체는 상기 제2 유전체 위에 적층되는 패치 안테나가 제공된다.

[0006] 여기서, 상기 제1 기생 선로는 상기 제1 원형 패치 안테나의 중심점을 중심으로 점대칭 형상으로 배열된 2개의 원호로 구성되고, 상기 제2 기생 선로는 상기 제2 원형 패치 안테나의 중심점을 중심으로 점대칭 형상으로 배열된 2개의 원호로 구성될 수 있다.

- [0007] 그리고, 상기 제1 기생 선로를 구성하는 2개의 원호간의 간격이 상기 제1 원형 패치 안테나의 중심점과 형성하는 제1 각도 및 상기 제2 기생 선로를 구성하는 2개의 원호간의 간격이 상기 제2 원형 패치 안테나의 중심점과 형성하는 제2 각도에 의하여 상기 패치 안테나의 편파 특성이 결정될 수 있다.
- [0008] 또한, 상기 패치 안테나는 제1 주파수 대역 및 제2 주파수 대역에서 동작하고, 상기 제1 원형 패치 안테나의 직경은 상기 제1 주파수 대역의 중심 주파수에 반비례하고, 상기 제2 원형 패치 안테나의 직경은 상기 제2 주파수 대역의 중심 주파수에 반비례할 수 있다.
- [0009] 여기서, 상기 제1 원형 패치 안테나의 직경은 상기 제1 주파수 대역의 중심 주파수에 대응되는 파장의 절반이고, 상기 제2 원형 패치 안테나의 직경은 상기 제2 주파수 대역의 중심 주파수에 대응되는 파장의 절반일 수 있다.
- [0010] 그리고, 상기 제1 원형 패치 안테나는 상기 제2 원형 패치 안테나를 관통하는 급전선을 이용하여 직접 급전되고, 상기 제2 원형 패치 안테나는 상기 제1 원형 패치 안테나를 이용하여 커플링 급전될 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 제1 원형 패치 안테나의 중심점은 상기 제2 원형 패치 안테나의 중심점을 통과하고, 상기 제2 원형 패치 안테나와 직교하는 직선상에 위치할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0012] 하기의 실시예들에 따르면, 이중 대역에서 마이크로스트립 패치 안테나의 편파를 조절할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0013] 도 1은 예시적 실시예에 따른, 이중 대역에서 편파 조절이 가능한 마이크로스트립 패치 안테나의 구조를 도시한 도면이다.
- 도 2는 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 제1 주파수 대역에서의 축비 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 제2 주파수 대역에서의 축비 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 반사계수를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 전면 방향 이득 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 6은 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 안테나 축비 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 7은 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나가 원형편파로 동작하는 경우 2D 방사패턴을 나타낸 도면이다.
- 도 8은 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나가 선형편파로 동작하는 경우 2D 방사패턴을 나타낸 도면이다.
- 도 9는 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 마그네틱 필드 분포를 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0014] 이하, 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0015] 도 1은 예시적 실시예에 따른, 이중 대역에서 편파 조절이 가능한 마이크로스트립 패치 안테나의 구조를 도시한 도면이다. 도 1의 (a)는 마이크로스트립 패치 안테나에 포함된 제1 방사 소자를 위에서 바라본 것이고, 도 1의 (b)는 마이크로스트립 패치 안테나에 포함된 제2 방사 소자를 위에서 바라본 것이다. 도 1의 (c)는 두 개의 방사 소자가 적층된 마이크로스트립 패치 안테나를 측면에서 바라본 것이다.
- [0016] 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나는 이중 대역 특성을 도출하기 위하여 두 개의 방사 소자(도 1의 (a), (b)에 각각 도시)가 적층된 구조를 가진다. 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 제1 방사 소자(도 1의 (a)에 도시)는 제1 원형 패치 안테나(110), 제1 원형 패치 안테나를 둘러싼 제1 기생 선로(121, 122)를 포함한다. 제2 방사 소자(도 1의 (b)에 도시)는 제2 원형 패치 안테나(140) 및 제2 원형 패치 안테나(140)를 둘러싼 제2 기생 선로(151, 152)를 포함한다.

- [0017] 제1 방사 소자(173, 174, 175)는 제1 유전체(171) 위에 인쇄되고, 제2 방사 소자(176, 178, 179)는 제2 유전체 위에 인쇄된다. 일측에 따르면, 제1 유전체(171)는 제2 유전체(172) 위에 적층될 수 있다. 여기서, 제1 유전체(171) 및 제2 유전체(172)는 고 유전율의 세라믹( $CER\ 10: \epsilon_r : 10.0, \tan\delta:0.0035$ )일 수 있다.
- [0019] 일측에 따르면, 제1 원형 패치 안테나(110)를 둘러싼 제1 기생 선로(121, 122)는 제1 원형 패치 안테나(110)의 중심점(131)을 중심으로 점대칭 형상으로 배열된 2개의 원호(121, 122)로 구성된다. 2개의 원호(121, 122)들은 미리 결정된 거리(136)를 두고 원형 패치 안테나(110)와 이격되어 위치한다. 2개의 원호(121, 122)들은 제1 원형 패치 안테나(110)와 상호 커플링되어 동작한다.
- [0020] 또한, 제2 원형 패치 안테나(140)를 둘러싼 제2 기생 선로(151, 152)는 제2 원형 패치 안테나(140)의 중심점(161)을 중심으로 점대칭 형상으로 배열된 2개의 원호(151, 152)로 구성된다. 2개의 원호(151, 152)들은 미리 결정된 거리(166)를 두고 원형 패치 안테나(110)와 이격되어 위치한다. 2개의 원호(151, 152)들은 제2 원형 패치 안테나(140)와 상호 커플링되어 동작한다.
- [0022] 일측에 따르면, 도 1에 도시된 마이크로스트립 패치안테나는 제1 주파수 대역 및 제2 주파수 대역에서 동작할 수 있다. 여기서, 제1 주파수 대역은 L1 대역(1.5754GHz)일 수 있고, 제2 주파수 대역은 L2 대역(1.2276GHz)일 수 있다.
- [0023] 여기서, 제1 원형 패치 안테나(110)의 직경은 제1 주파수 대역의 중심 주파수에 반비례하여 결정되고, 제2 원형 패치 안테나(140)의 직경은 제2 주파수 대역의 중심 주파수에 반비례하여 결정될 수 있다.
- [0024] 구체적으로는, 제1 원형 패치 안테나(110)의 직경은 제1 주파수 대역의 중심 주파수(제1 주파수 대역이 L1 대역인 경우 1.5754GHz)에 대응되는 파장의 절반 길이이고, 제2 원형 패치 안테나(140)의 직경은 제2 주파수 대역의 중심 주파수(제2 주파수 대역이 L2 대역인 경우 1.2276GHz)에 대응되는 파장의 절반 길이일 수 있다.
- [0026] 일측에 따르면, 제1 원형 패치 안테나(110)의 중심점(131)은 제2 원형 패치 안테나(140)의 중심점(161)을 통과하여 제2 원형 패치 안테나(140)와 직교하는 직선상에 위치할 수 있다.
- [0028] 일측에 따르면, 제1 원형 패치 안테나(140, 173)는 제2 원형 패치 안테나(140)의 상단에 위치할 수 있다. 이 경우, 제1 원형 패치 안테나(110, 173)에 전력을 공급하는 급전선은 제2 원형 패치 안테나(140)를 관통하여 제1 원형 패치 안테나(110, 173)에 연결되어 제1 원형 패치 안테나(110)는 급전선을 이용하여 직접 급전된다. 도 1의 (a)에 급전선이 제1 원형 패치 안테나(110)와 연결되는 급전 위치(134) 및 제1 원형 패치 안테나(110)의 중심점(131)으로부터 급전 위치(134)까지의 거리(135)를 도시하였다.
- [0029] 제2 원형 패치 안테나(140, 176)는 제1 원형 패치 안테나(110, 173)와는 물리적으로 이격되고, 전기적으로 결합하여 커플링 급전될 수 있다. 제2 원형 패치 안테나(140, 176)는 제1 원형 패치 안테나(110, 173)에 전력을 공급하는 급전선과는 물리적으로 이격될 수 있으며, 이 경우, 제2 원형 패치 안테나(140, 176)는 급전선의 직경보다 더 큰 홀(hole, 164)을 구비하고, 급전선은 제2 원형 패치 안테나(140, 176)에 구비된 홀(164)을 관통하여 제1 원형 패치 안테나(110, 173)에 연결될 수 있다. 도 1의 (b)에 홀(164) 및 제2 원형 패치 안테나(140, 176)의 중심점(161)으로부터 홀(164)까지의 거리(165)를 도시하였다.
- [0031] 일측에 따르면, 제1 방사 소자는 제1 유전체(171)위에 인쇄되므로, 제1 방사 소자와 제2 방사 소자는 제1 유전체(171)의 두께만큼 이격될 수 있다. 이 경우 제1 유전체(171)의 두께에 따라서 제1 방사 소자와 제2 방사 소자 간의 커플링 세기가 결정될 수 있다.
- [0033] 일측에 따르면, 제1 기생 선로(121, 122)는 미리 결정된 간격(132, 137)을 두고 서로 이격되어 위치할 수 있다. 이 경우, 2개의 원호(121, 122)간의 간격(132, 137)이 제1 원형 패치 안테나(110)의 중심점(131)과 형성하는 제1 각도( $\Phi_{ar1}$ , 133)에 의해 패치 안테나의 편파 특성이 결정된다.
- [0034] 또한, 제2 기생 선로(151, 152)는 미리 결정된 간격(162, 167)을 두고 서로 이격되어 위치할 수 있다. 이 경우에, 2개의 원호(151, 152)간의 간격(162, 167)이 제2 원형 패치 안테나(140)의 중심점(161)과 형성하는 제2 각도( $\Phi_{ar2}$ , 163)에 의해 패치 안테나의 편파 특성이 결정된다.
- [0036] L1 주파수 대역과 L2 주파수 대역에서 사용할 수 있는 마이크로스트립 패치 안테나의 예시적인 설계 변수는 아래의 표와 같이 정리할 수 있다.

[0038] [표 1]

$d_1$	$d_2$	$W_1$	$W_2$	$W_3$	$W_4$
35.6 mm	39.2 mm	1.3 mm	1.7 mm	1.9 mm	2.6 mm
$g_1$	$g_2$	$g_r$	$l_f$	$h_1$	$h_2$
2.5 mm	1.9 mm	60 mm	9.6 mm	3.14 mm	4.71 mm

[0040]

[0042] 여기서,  $d_1$  은 제1 원형 패치 안테나(110, 173)의 직경이고,  $d_2$  는 제2 원형 패치 안테나(140, 176)의 직경이다.  $W_1$  는 제1 기생 선로(121, 122)를 구성하는 2개의 원호(121, 122)의 두께이고,  $W_2$  는 제2 기생 선로(161, 162)를 구성하는 2개의 원호(161, 162)의 두께이다.  $W_3$  는 제1 기생 선로(121, 122)를 구성하는 2개의 원호(121, 122) 사이의 간격(137)이고,  $W_4$  제2 기생 선로(161, 162)를 구성하는 2개의 원호(161, 162) 사이의 간격(167)이다.

[0043]  $g_1$  은 제1 원형 패치 안테나(110, 173)와 2개의 원호(121, 122) 사이의 간격(136)이고,  $g_2$  는 제2 원형 패치 안테나(140, 176)와 2개의 원호(161, 162) 사이의 간격(166)이다.

[0044]  $g_r$  은 제1 유전체(171) 및 제2 유전체(172)의 길이를 나타내고,  $l_f$  는 제1 원형 패치 안테나(110)의 중심점(131)으로부터 급전 위치(134)까지의 거리를 나타낸다.  $h_1$  은 제1 유전체(171)의 두께를 나타내고,  $h_2$  은 제2 유전체(172)의 두께를 나타낸다.

[0047] 이하 도 2 내지 도 3에서는 표 1에 도시된 예시적인 설계 변수에 따른 마이크로스트립 패치 안테나가 제1 각도  $\Phi_{ar1}$  및 제2 각도  $\Phi_{ar2}$  의 변화에 따라서 다양한 편파 특성을 가질 수 있음을 설명한다.

[0049] 도 2는 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 제1 주파수 대역에서의 축비 특성을 나타낸 도면이다. 일측에 따르면, 제1 주파수 대역은 L1 대역으로서, 중심 주파수가 1.5754GHz일 수 있다.

[0050] x축은 2개의 원호(121, 122)간의 간격(132, 137)이 제1 원형 패치 안테나(110)의 중심점(131)과 형성하는 제1 각도( $\Phi_{ar1}$ , 133)를 나타내고, y축은 2개의 원호(151, 152)간의 간격(162, 167)이 제2 원형 패치 안테나(140)의 중심점(161)과 형성하는 제2 각도( $\Phi_{ar2}$ , 163)를 나타낸다. z축은 도 1에 도시된 마이크로스트립 패치 안테나가 형성하는 편파의 축비를 나타낸 것이다.

[0051] 축비의 값이 '+1'인 경우에는 마이크로스트립 패치 안테나는 우현편파의 특성을 나타내고, 축비의 값이 '-1'인 경우에는 좌현편파의 특성을 나타낸다. 또한, 축비의 값이 '0'인 경우에는 선형 편파 특성을 나타낸다.

[0052] 도 2를 참고하면, 마이크로스트립 패치안테나가 제1 주파수 대역에서 원형 편파의 특성을 가지기 위해서는 제1 각도  $\Phi_{ar1}$  가 120도로부터 130도 사이에 존재해야 함을 알 수 있다.

[0053] 또한, 마이크로스트립 패치안테나가 제1 주파수 대역에서 선형 편파의 특성을 가지기 위해서는 제1 각도  $\Phi_{ar1}$  가 80도로부터 120도 사이에 존재해야 함을 알 수 있다.

[0055] 도 3은 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 제2 주파수 대역에서의 축비 특성을 나타낸 도면이다. 일측에 따르면, 제2 주파수 대역은 L2 대역으로서, 중심 주파수가 1.2276GHz일 수 있다.

[0056] 도 3을 참고하면, 마이크로스트립 패치안테나가 제2 주파수 대역에서 원형 편파의 특성을 가지기 위해서는 제1 각도  $\Phi_{ar1}$  가 120도로 고정되고, 제2 각도  $\Phi_{ar2}$  가 120도로부터 140도 사이의 값을 가져야 함을 확인할 수 있다.

- [0057] 또한, 마이크로스트립 패치안테나가 제2 주파수 대역에서 선형 편파의 특성을 가지기 위해서는 제1 각도  $\Phi_{ar1}$  가 90도로 고정되고, 제2 각도  $\Phi_{ar2}$  가 80도로부터 130도 사이의 값을 가져야 함을 확인할 수 있다.
- [0059] 도 2 내지 도 3을 참조하면, 도 1에 도시된 마이크로스트립 패치 안테나가 이중 대역에서 우현편파, 좌편편파, 선형 편파 및 타원 편파의 특성을 모두 가질 수 있도록 제1 각도  $\Phi_{ar1}$  와 제2 각도  $\Phi_{ar2}$ 의 변화에 따라 축비 값이 '-1'로부터 '+1'까지로 변경될 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0061] 도 4는 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 반사계수를 나타낸 도면이다. 도 4에서 실선은 표 1에 따라서 제작된 마이크로스트립 패치 안테나를 실측하여 측정된 값이고, 점선은 시뮬레이션된 값을 나타낸다. 여기서, 제1 각도  $\Phi_{ar1}$  의 값은 120도 이고, 제2 각도  $\Phi_{ar2}$  의 값은 140도 이다.
- [0062] 반사계수의 측정값은 1.555GHz에서 -12.8dB이고, 1.215GHz 에서 -7.7dB 이며, 시뮬레이션 값은 1.575GHz에서 -12.8dB이고, 1.23GHz 에서 -19dB를 가진다.
- [0063] 시뮬레이션 값과 측정값을 비교하면, 표 1에 따라서 제작된 마이크로스트립 패치 안테나는 시뮬레이션 값에 근접하는 반사계수를 보이고 있음을 알 수 있다.
- [0065] 도 5는 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 전면 방향 이득 특성을 나타낸 도면이다. 도 5에서 실선은 표 1에 따라서 제작된 마이크로스트립 패치 안테나를 실측하여 측정된 값이고, 점선은 시뮬레이션된 값을 나타낸다.
- [0066] 도 5에서 '+' 표시로 나타난 RHC 이득값은 전파무반사실에서 측정한 값이며, 실선으로 표시된 RHC 이득값은 일반적인 환경에서 측정된 값이다. 전면 방향 이득의 측정값은 1.545 GHz에서 4.2 dBic, 1.215 GHz에서 5.8 dBic 를 가지며, 교차 편파 레벨 (cross polarization level)은 -19 dB (1.545 GHz)와 -25 dB (1.215 GHz)를 보여준다.
- [0068] 도 6은 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 안테나 축비 특성을 나타낸 도면이다. 도 6에서 '+' 표시는 표 1에 따라서 제작된 마이크로스트립 패치 안테나를 실측하여 측정된 값이고, 점선은 시뮬레이션된 값을 나타낸다.
- [0069] 마이크로스트립 패치 안테나의 축비의 최소값은 1.545 GHz에서 1.9 dB, 1.215 GHz에서 0.7 dB를 보이며, 시뮬레이션 값은 1.6 dB (1.574 GHz), 1.2 dB (1.224 GHz)이다. 시뮬레이션 값과 측정값을 비교하면, 표 1에 따라서 제작된 마이크로스트립 패치 안테나는 시뮬레이션 값에 근접하는 축비값을 보이고 있음을 알 수 있다.
- [0071] 도 7은 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나가 원형편파로 동작하는 경우 2D 방사패턴을 나타낸 도면이다. 도 7에서 실선은 표 1에 따라서 제작된 마이크로스트립 패치 안테나를 실측하여 측정된 값이고, 점선은 시뮬레이션된 값을 나타낸다.
- [0072] 도 7의 (a)는 1.575GHz에서 원형 편파의 특성을 가지는 마이크로스트립 패치 안테나의 z-x 평면에서의 2D 방사 패턴을 도시한 것이고, 도 7의 (b)는 z-y 평면에서의 2D 방사 패턴을 도시한 것이다.
- [0073] 또한, 도 7의 (c) 및 (d)는 1.227GHz에서 원형 편파의 특성을 가지는 마이크로스트립 패치 안테나의 z-x 평면에서의 2D 방사 패턴 및 z-y 평면에서의 2D 방사 패턴을 도시한 것이다.
- [0074] 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나는 1.575 GHz에서 교차 편파 레벨이 -13.1 dB 이상이며, 1.227 GHz에서 -19.9 dB 이상의 성능을 가짐을 확인하였다. 또한, 상반구에서 교차 편파 레벨의 평균값은 각 대역에서 -18.7 dB와 -23.2 dB 임을 보여준다. 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 1.575 GHz의 반전력빔폭은 z-x 평면에서 108도, z-y 평면에서 118도 임을 확인하였으며, 1.227 GHz에서 반전력빔폭은 z-x 평면에서 115도, z-y 평면에서 112도 이다.
- [0076] 도 8은 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나가 선형편파로 동작하는 경우 2D 방사패턴을 나타낸 도면이다. 도 8에서 실선은 표 1에 따라서 제작된 마이크로스트립 패치 안테나를 실측하여 측정된 값이고, 점선은 시뮬레이션된 값을 나타낸다.
- [0077] 도 8의 (a)는 1.575GHz에서 선형 편파의 특성을 가지는 마이크로스트립 패치 안테나의 z-x 평면에서의 2D 방사



패턴을 도시한 것이고, 도 8의 (b)는 z-y 평면에서의 2D 방사 패턴을 도시한 것이다.

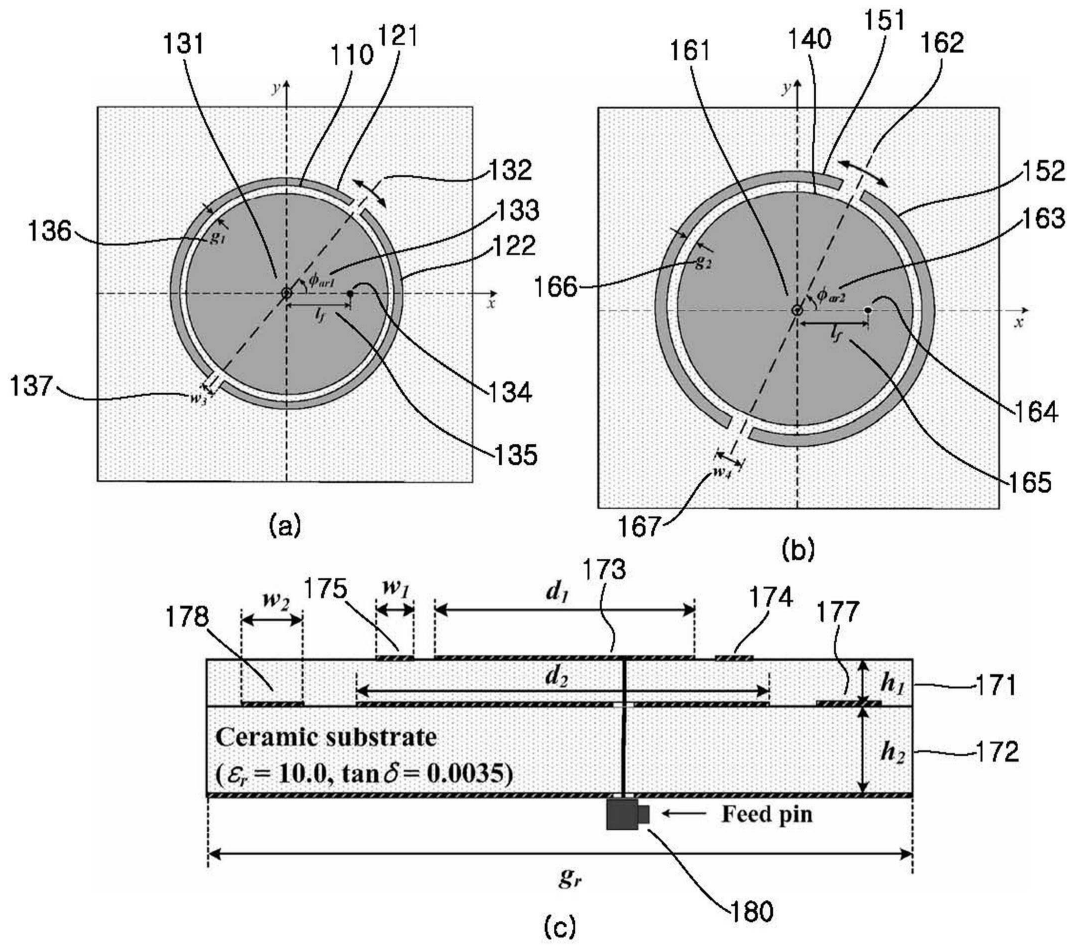
- [0078] 또한, 도 8의 (c) 및 (d)는 1.227GHz에서 선형 편파의 특성을 가지는 마이크로스트립 패치 안테나의 z-x 평면에서의 2D 방사 패턴 및 z-y 평면에서의 2D 방사 패턴을 도시한 것이다.
- [0079] 도 8을 참고하면, 우현편파와 좌현편파 이득값의 차이가 0.87 dB (1.575 GHz), 0.62 dB (1.227 GHz) 이다. 따라서, 제작된 마이크로스트립 패치 안테나가 선형편파 특성을 지님을 알 수 있다. 또한 제작된 마이크로스트립 패치 안테나의 1.575 GHz에서 각 평면의 반전력빔폭은 100도와 105도이며, 1.227 GHz에서 115도와 110도로 나타났다.
- [0081] 도 7 내지 도 8에 도시된 실측치 및 시뮬레이션 값을 참고하면, 예시적 실시예에 따른 안테나는 기생 선로(121, 122, 151, 152) 사이의 간격(132, 137, 162, 167)이 원형 패치 안테나(110, 140)의 중심점과 형성하는 각도(133, 163)에 따라 이중 대역에서 전면 방향 이득 및 반전력빔폭과 같은 안테나 특성을 왜곡하지 않고, 안테나의 편파특성만이 변경되는 것을 확인할 수 있다.
- [0083] 도 9는 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 마그네틱 필드 분포를 도시한 도면이다.
- [0084] 마그네틱 필드를 계산하기 위해 y축과 z축에서 0.5 mm 간격으로 각각 121개 포인트를 관찰하였으며, 도 9에서는 안테나를 측면에서 관찰한 마그네틱 필드분포를 도시하였다.
- [0085] 도 9의 (a)는 1.575 GHz 에서의 마그네틱 필드 분포를 도시한 도면이고, 도 9의 (b)는 1.227 GHz 에서의 마그네틱 필드 분포를 도시한 도면이다.
- [0086] 도 9의 (a)를 참고하면, 1.575 GHz에서 마그네틱 필드 분포가 상부패치와 하부패치 사이에 밀집되어있는 것을 확인할 수 있으며, 이때 필드세기의 평균값은 11.8 A/m이다.
- [0087] 또한 도 9의 (b)를 참고하면, 1.227 GHz 에서서는 필드분포가 하부패치와 그라운드 사이에 밀집되며, 이때의 필드 세기는 14.4 A/m이다.
- [0088] 도 9를 참고하면, 예시적 실시예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나는 기생 선로(121, 122, 151, 152) 사이의 간격(132, 137, 162, 167)이 원형 패치 안테나(110, 140)의 중심점과 형성하는 각도(133, 163)를 변경하여 이중 대역에서 자유롭게 편파 특성을 제어할 수 있음을 알 수 있다.
- [0089]
- [0090] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0091] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

**부호의 설명**

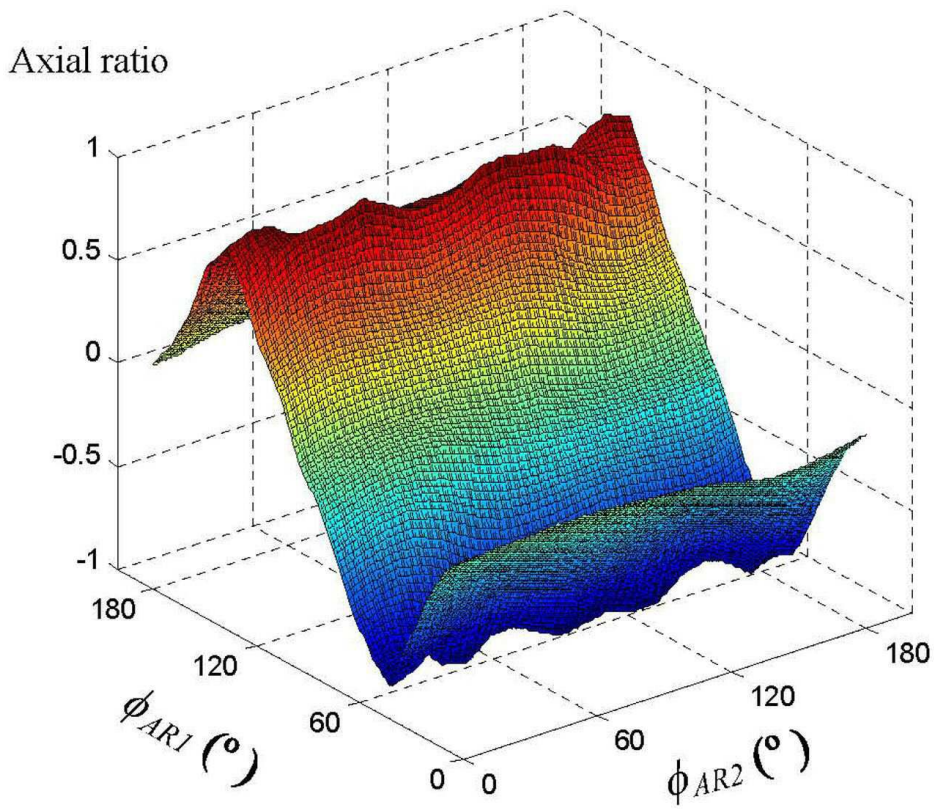
- [0092] 171: 제1 유전체
- 173, 174, 175: 제1 방사 소자
- 176, 178, 179: 제2 방사 소자

도면

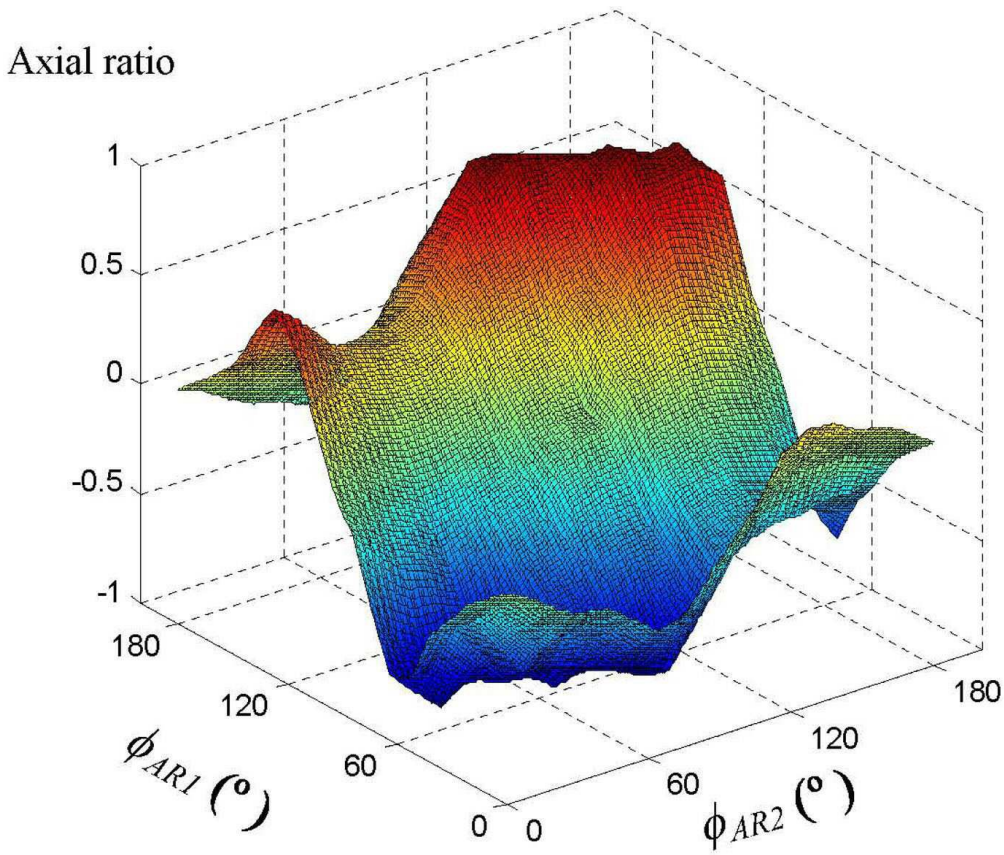
도면1



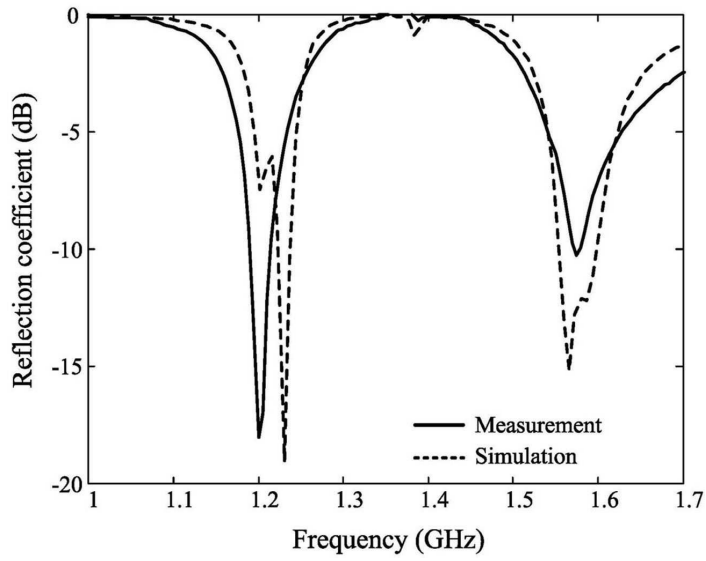
도면2



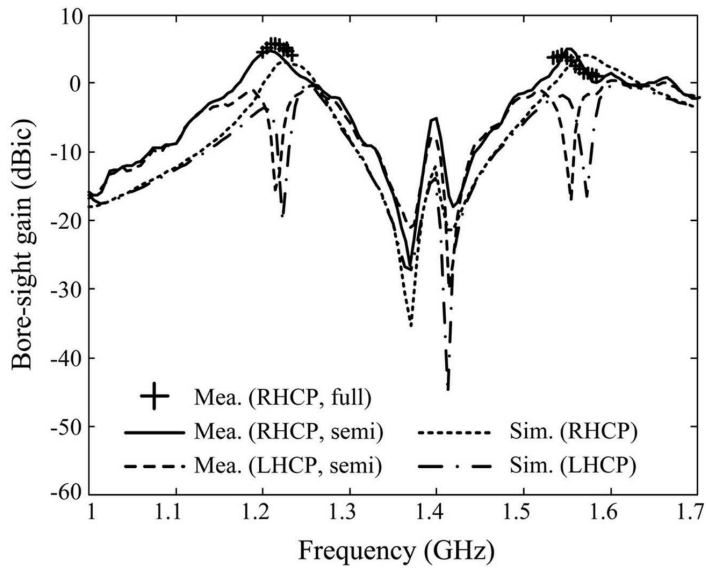
도면3



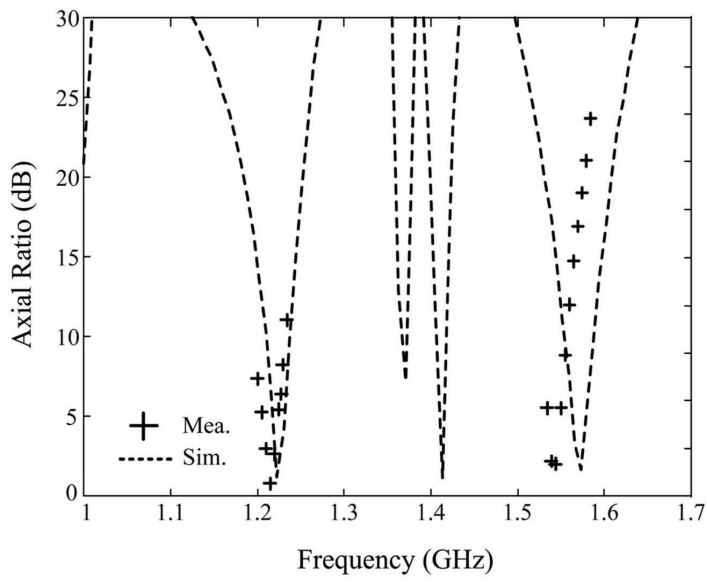
도면4



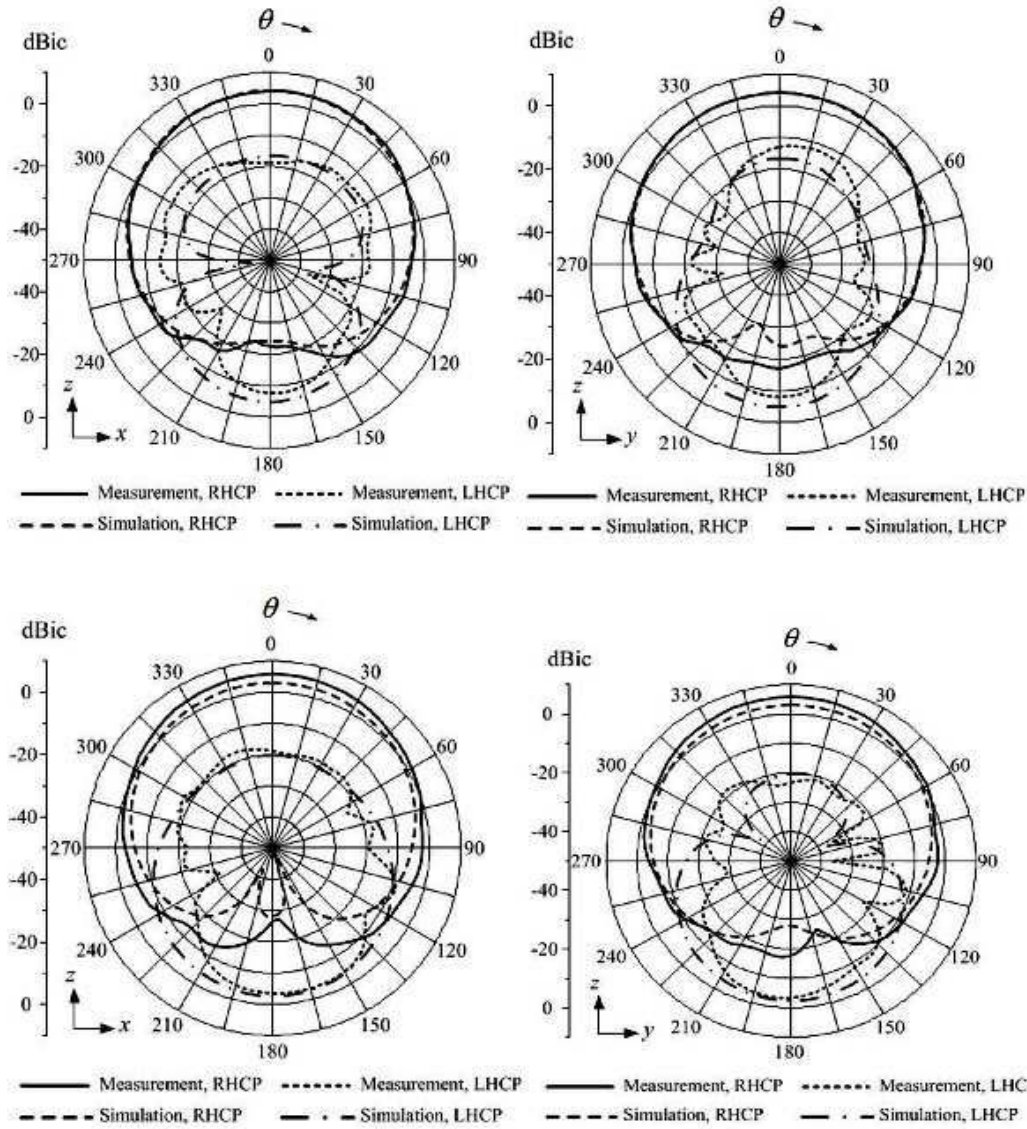
도면5



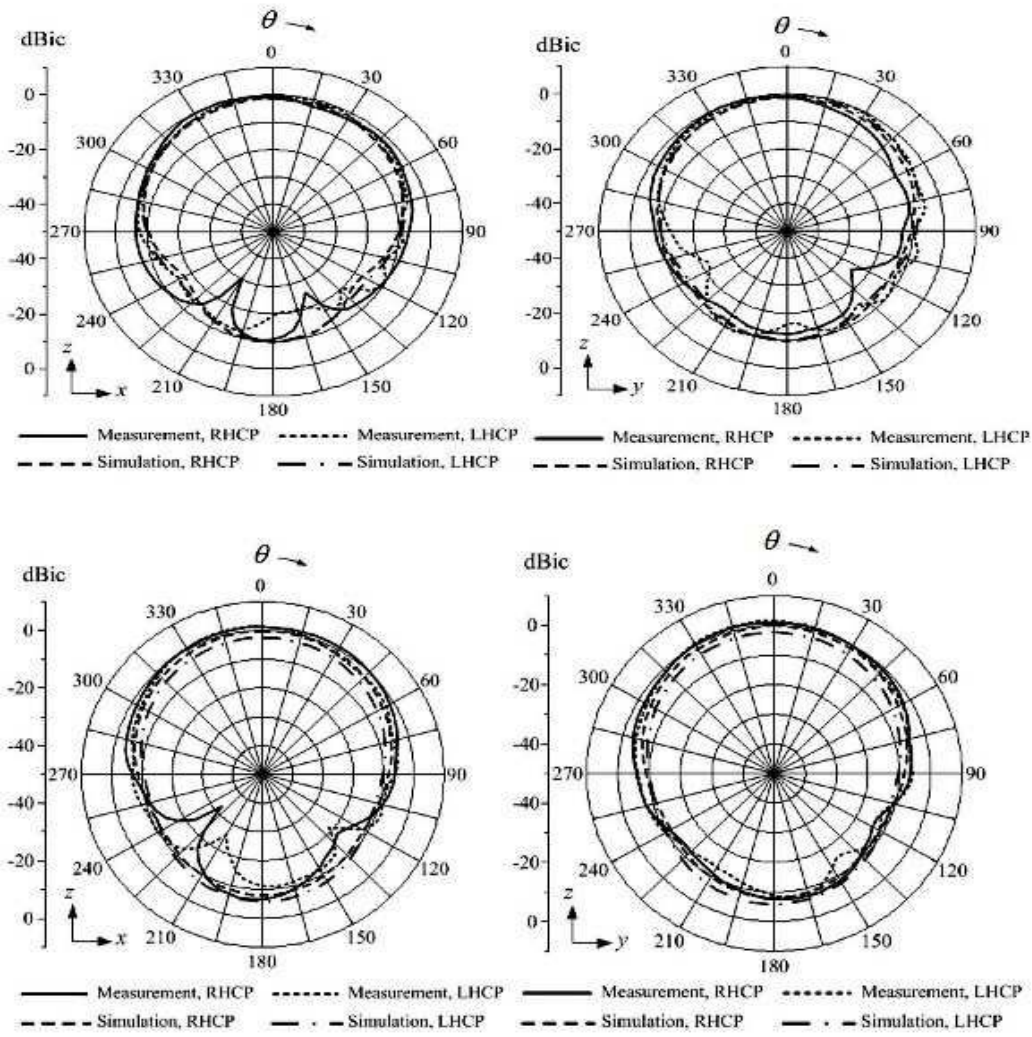
도면6



도면7



도면8



도면9

