



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월27일

(11) 등록번호 10-2414217

(24) 등록일자 2022년06월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01Q 11/10 (2018.01) H01Q 1/38 (2015.01)

H01Q 21/24 (2018.01)

(52) CPC특허분류

H01Q 11/105 (2013.01)

H01Q 1/38 (2018.05)

(21) 출원번호 10-2021-0033751

(22) 출원일자 2021년03월16일

심사청구일자 2021년03월16일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060099061 A*

KR1020070102369 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

윤영중

서울특별시 서대문구 연세로 50, 제3공학관 C131 (신촌동, 연세대학교)

김동현

서울특별시 서대문구 연세로 50, 제3공학관 C131 (신촌동, 연세대학교)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 낮은 입력 임피던스를 위한 4 개의 팔을 갖는 시뉴어스 안테나

(57) 요약

본 실시예들은 병렬 방사체 구조를 통해 입력 임피던스를 저감시키고, 방사체의 RMWAS(Ratio of the Metal Width and Arm Space)를 조절하여 높은 주파수 대역의 임피던스 리플을 감소시킬 수 있는 시뉴어스 안테나를 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01Q 21/24 (2018.05)

(72) 발명자

김성희

서울특별시 서대문구 연세로 50, 제3공학관 C131(
신촌동, 연세대학교)

박찬영

서울특별시 서대문구 연세로 50, 제3공학관 C131(
신촌동, 연세대학교)

명세서

청구범위

청구항 1

시뉴어스 안테나에 있어서,

비아를 갖는 유전체; 및

상기 유전체에 형성된 방사체를 포함하며,

상기 방사체는 상기 유전체의 일면에 형성된 제1 방사체 및 상기 유전체의 타면에 형성된 제2 방사체를 포함하고, 상기 제1 방사체 및 상기 제2 방사체가 상기 비아를 통해 연결되며,

상기 방사체의 도체 영역에 대한 곡률의 회전각을 도체가 아닌 영역에 대한 곡률의 회전각으로 나눈 값인 RMWAS(Ratio of the Metal Width and Arm Space)를 조절하고,

상기 방사체의 중심 영역의 외부 영역에 관한 제1 RMWAS보다 상기 방사체의 중심 영역에 관한 제2 RMWAS를 높게 설정하고,

상기 방사체의 중심 영역은 첫 번째 셀 영역으로 설정되고,

상기 제2 RMWAS의 제어를 통해 고 주파수 대역에서 임피던스 리플을 감소시키는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 방사체 및 상기 제2 방사체는 4 개의 팔을 갖고, 이중 선형 편파를 송수신하는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 방사체 및 상기 제2 방사체는 거울에 반사된 모양으로 상기 유전체에 병렬로 배치되는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 방사체 및 상기 제2 방사체는 상기 시뉴어스 안테나의 주파수에 독립적이고, 시뉴어스 곡률에 관한 각도 조건으로 정의되는 주파수 특성에 따라 설계되는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 방사체 및 상기 제2 방사체는 병렬 배치 구조를 통해 입력 임피던스를 감소시키는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 방사체에 대해서 전체 영역의 직경 대비 상기 중심 영역의 직경이 작아서 저항성 손실을 개선하는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 중심 영역의 셀에 급전 구조가 연결되는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 유전체는 설정된 기준 유전 상수보다 작은 값을 갖도록 설계되어 고 주파수 대역에서 안테나 이득 손실을 개선하는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 유전체는 단일 기판을 적용하는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명이 속하는 기술 분야는 시뉴어스 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 주파수 독립 안테나 중 가장 많이 사용되는 스파이럴 안테나(spiral antenna)는 이중 선형 편파를 만들 수 없으나, 시뉴어스 안테나(sinuous antenna)는 이중 선형 편파를 만들 수 있다.

[0004] 시뉴어스 안테나가 이중 선형 편파를 방사하기 위해서 일반적인 2 개의 팔을 갖는 구조(2-arm)가 아닌 4 개의 팔을 갖는 구조(4-arm) 설계가 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) US 4,658,262 (1987.04.14.)
(특허문헌 0002) KR 10-1083050 (2011.11.07.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 실시예들은 시뉴어스 안테나에서 병렬 방사체 구조를 통해 입력 임피던스를 저감시키고, 방사체의 RMWAS(Ratio of the Metal Width and Arm Space)를 조절하여 높은 주파수 대역의 임피던스 리플을 감소시키는 데 발명의 주된 목적이 있다.
- [0007] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 실시예의 일 측면에 의하면, 시뉴어스 안테나에 있어서, 비아를 갖는 유전체, 및 상기 유전체에 형성된 방사체를 포함하며, 상기 방사체는 상기 유전체의 일면에 형성된 제1 방사체 및 상기 유전체의 타면에 형성된 제2 방사체를 포함하고, 상기 제1 방사체 및 상기 제2 방사체가 상기 비아를 통해 연결된 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나를 제공한다.
- [0009] 상기 제1 방사체 및 상기 제2 방사체는 4 개의 팔을 갖고, 이중 선형 편파를 송수신할 수 있다.
- [0010] 상기 제1 방사체 및 상기 제2 방사체는 거울에 반사된 모양으로 상기 유전체에 병렬로 배치될 수 있다.
- [0011] 상기 제1 방사체 및 상기 제2 방사체는 상기 시뉴어스 안테나의 주파수에 독립적이고, 시뉴어스 곡물에 관한 각도 조건으로 정의되는 주파수 특성에 따라 설계될 수 있다.
- [0012] 상기 제1 방사체 및 상기 제2 방사체는 병렬 배치 구조를 통해 입력 임피던스를 감소시킬 수 있다.
- [0013] 상기 방사체의 도체 영역에 대한 곡물의 회전각을 도체가 아닌 영역에 대한 곡물의 회전각으로 나눈 값인 RMWAS(Ratio of the Metal Width and Arm Space)를 조절할 수 있다.
- [0014] 상기 방사체의 중심 영역의 외부 영역에 관한 제1 RMWAS보다 상기 방사체의 중심 영역에 관한 제2 RMWAS를 높게 설정할 수 있다.
- [0015] 상기 방사체의 중심 영역은 첫 번째 셀 영역으로 설정될 수 있다.
- [0016] 상기 제2 RMWAS의 제어를 통해 고 주파수 대역에서 임피던스 리플을 감소시킬 수 있다.
- [0017] 상기 방사체에 대해서 전체 영역의 직경 대비 상기 중심 영역의 직경이 작아서 저항성 손실을 개선할 수 있다.
- [0018] 상기 중심 영역의 셀에 급전 구조가 연결될 수 있다.
- [0019] 상기 유전체는 설정된 기준 유전 상수보다 작은 값을 갖도록 설계되어 고 주파수 대역에서 안테나 이득 손실을 개선할 수 있다.
- [0020] 상기 유전체는 단일 기판을 적용할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예들에 의하면 병렬 방사체 구조를 통해 입력 임피던스를 저감시키고, 방사체의 RMWAS(Ratio of the Metal Width and Arm Space)를 조절하여 높은 주파수 대역의 임피던스 리플을 감소시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0022] 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급된다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나를 예시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 시뉴어스 곡물 설계 파라미터를 예시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 병렬 방사체를 예시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 병렬 방사체를 갖는 시뉴어스 안테나에 대한 입력 임피던스를 예시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 RMWAS(Ratio of the Metal Width and Arm Space) 조절

을 예시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 RMWAS 조절된 시뉴어스 안테나에 대한 입력 임피던스를 예시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나에 대한 안테나 패턴을 예시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나에 대한 정재파비 및 실현이득을 예시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능에 대하여 이 분야의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하고, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다.
- [0025] 시뉴어스 안테나는 주파수 독립(frequency independent) 안테나의 한 종류에 해당하며, UWB(Ultra Wide Band), 방향탐지, 레이더 등 여러가지 분야에서 사용된다.
- [0026] 시뉴어스 안테나는 이중 선형 편파를 만들 수 있고, 이중 선형 편파를 위해서는 4 개의 팔을 갖는 구조(4-arm) 설계가 필요하다.
- [0027] 자기상보(self-complementary) 구조의 2 개의 팔을 갖는 구조(2-arm) 시뉴어스 안테나는 188 Ω 의 입력 임피던스를 가진다. 일반적으로 이러한 구조의 방사체에 급전을 위해 불균형 신호(unbalanced signal)를 균형 신호(balanced signal)로 변환하고, 50 Ω 의 입력단의 임피던스를 안테나의 입력 임피던스에 맞게 변환할 수 있는 발룬(balun)이 필요하다.
- [0028] 4 개의 팔을 갖는 구조(4-arm) 시뉴어스 안테나는 188 Ω 이 아닌 267 Ω 이 된다. 발룬의 최소 길이는 임피던스의 변환치가 클수록 길어진다. 발룬의 길이가 증가할수록 높은 주파수 대역에서 유전손실(dielectric loss) 및 도체손실(conductive loss)로 인해 높은 주파수대역에서 동작하기 불리하다. 즉, 안테나 이득 손실에 영향을 준다. 따라서 4 개의 팔을 갖는 구조의 시뉴어스 안테나는 낮은 입력 임피던스를 가질수록 높은 주파수대역에서 안테나 이득 손실이 적다.
- [0029] 본 명세서에서는 4 개의 팔을 갖는 구조의 시뉴어스 안테나의 입력 임피던스 저감 방법을 제공한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나를 예시한 도면이다.
- [0031] 시뉴어스 안테나(1)는 비아를 갖는 유전체(10), 및 유전체(10)에 형성된 방사체(20)를 포함한다.
- [0032] 유전체(10)는 단일 기판을 적용할 수 있다. 유전체(10)는 설정된 기준 유전 상수보다 작은 값을 갖도록 설계되어 고 주파수 대역에서 안테나 이득 손실을 개선할 수 있다.
- [0033] 방사체(20)는 유전체(10)의 일면에 형성된 제1 방사체(21) 및 유전체(10)의 타면에 형성된 제2 방사체(22)를 포함한다. 제1 방사체(21) 및 제2 방사체(22)가 비아를 통해 연결된다. 제1 방사체(21) 및 제2 방사체(22)는 4 개의 팔을 갖고, 이중 선형 편파를 송수신할 수 있다. 제1 방사체(21) 및 제2 방사체(22)는 거울에 반사된 모양으로 유전체의 일면과 타면에 각각 병렬로 배치될 수 있다.
- [0034] 시뉴어스 안테나(1)는 방사체에 대해서 전체 영역의 직경 대비 중심 영역의 직경이 작아서 저항성 손실을 개선할 수 있다. 방사체의 중심 영역의 셀에 급전 구조(30)가 연결될 수 있다.
- [0035] 제1 방사체(21) 및 제2 방사체(22)는 시뉴어스 안테나의 주파수에 독립적이고, 시뉴어스 곡률에 관한 각도 조건으로 정의되는 주파수 특성에 따라 설계될 수 있다.
- [0036] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 시뉴어스 곡률 설계 파라미터를 예시한 도면이다.
- [0037] 시뉴어스 안테나를 설계하는 다양한 곡률이 있으며, 특허문헌 1에서 Duhamel의 시뉴어스 곡률은 수학적 식 1과 같이 표현된다.

수학식 1

$$\phi = (-1)^p \cdot \sin \left[\pi \cdot \frac{\ln(r/R_p)}{\ln \tau} \right] \pm \delta$$

[0038]

[0039]

Φ 는 시뉴어스 곡률이고, r 은 원형 영역의 반경이고, Φ 와 r 은 극 좌표로 표현되고, R_p 는 p 번째 셀의 내측 반경($p = 1, 2, \dots, P$)이고, τ 는 팽창률이고, $R_{p+1} = \tau R_p$ 이고, α 는 각 폭이고, δ 는 회전각을 의미한다.

[0040]

시뉴어스 곡률(Φ)은 반경의 로그에 대한 사인 곡선으로 표현된다. 전체 곡선에 포함된 셀은 반경의 사인 곡선 함수 또는 다른 진동 함수로 정의될 수 있다. 하나의 셀은 출발 지점부터 중간 지점까지의 제1 곡선, 중간 지점부터 도착 지점까지의 제2 곡선을 포함할 수 있다. 제1 곡선과 제2 곡선이 왕복하는 각을 각 폭(α)으로 볼 수 있다. 팔에 포함된 셀은 도체로 구현되므로 선이 확장된 일종의 두께를 갖는다. 셀의 외각 방향으로 돌출된 각을 회전각(δ)으로 볼 수 있다. 셀은 팔의 중심선에서 각 폭과 회전각을 합친 각($\alpha + \delta$)만큼 돌출하게 된다. 팔은 구현된 원형 영역에 맞춰 왜곡되고 구부러진 지그재그 형상과 유사하다.

[0041]

파라미터를 예시적으로 적용한 값을 표 1에 기재하였고, 표 1의 수치는 예시일 뿐이며, 설계에 따라 다양한 수치가 적용될 수 있다.

표 1

Parameter	Description	Value
P	The number of cells	12
τ	Expansion rate	1.36
α	Angular width	$\pi/4$
δ	Rotation angle	$\pi/8$
N	The number of arms	4
D	Diameter of antenna	292.27 (mm)

[0042]

[0043]

제1 방사체 및 제2 방사체는 중심의 도체 홀(비아)을 통해 연결된 병렬 배치 구조를 통해 입력 임피던스를 감소시킬 수 있다.

[0044]

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 병렬 방사체를 예시한 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 병렬 방사체를 갖는 시뉴어스 안테나에 대한 입력 임피던스를 예시한 도면이다.

[0045]

병렬 방사체 구조는 유전체 기판 위와 아래에 동일한 시뉴어스 도체가 배치된다. 유전체 중심의 도체 홀(비아)을 통해 복수의 시뉴어스 도체가 연결된다. 복수의 시뉴어스 도체는 제1 방사체와 제2 방사체를 의미한다.

[0046]

안테나의 주파수에 무관함(frequency independent) 및 각도 조건(angle condition)으로 정의되는 특성을 이용해 방사체를 병렬 구조로 변경하면, 도 4에 도시된 바와 같이 평균 입력 임피던스가 약 140 Ω 으로 낮아지는 것을 확인할 수 있다.

[0047]

높은 주파수 대역에서 임피던스 리플(ripple) 커질 수 있다. 높은 주파수로 갈수록 능동 영역(active region)이 중심에 몰리고 파장이 짧아지기 때문에 비-자기상보의 효과가 커지기 때문이다.

[0048]

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 RMWAS(Ratio of the Metal Width and Arm Space) 조절을 예시한 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 RMWAS 조절된 시뉴어스 안테나에 대한 입력 임피던스

를 예시한 도면이다.

- [0049] 도 5를 참조하면, 병렬 방사체 구조에서 높은 주파수 대역의 임피던스 리플을 줄이기 위하여 RMWAS(Ratio of the Metal Width and Arm Space)를 조절한 구조를 확인할 수 있다.
- [0050] 방사체의 급전부에서 전류가 가장 강하게 나타나기 때문에 입력 임피던스가 가장 민감하고, 방사체의 RMWAS를 높이면 평균 입력 임피던스가 낮아진다.
- [0051] 방사체의 도체 영역에 대한 곡률의 회전각(201)을 도체가 아닌 영역에 대한 곡률의 회전각(202)으로 나눈 값인 RMWAS(Ratio of the Metal Width and Arm Space)를 조절할 수 있다.

수학식 2

$$RMWAS = \frac{\delta_{width}}{\delta_{space}}, (\delta_{width} = \delta, \delta_{space} = \frac{\pi}{4} - \delta)$$

- [0052]
- [0053] 방사체의 중심 영역의 외부 영역에 관한 제1 RMWAS(210)보다 방사체의 중심 영역에 관한 제2 RMWAS(220)를 높게 설정할 수 있다. 방사체의 중심 영역은 첫 번째 셀 영역으로 설정될 수 있다. 제2 RMWAS의 제어를 통해 고 주파수 대역에서 임피던스 리플을 감소시킬 수 있다.
- [0054] 방사체 중심부의 RMWAS를 부분적으로 조절해 높은 주파수 대역에서 임피던스 리플을 줄일 수 있다. 도 6에 도시된 바와 같이 평균 입력 임피던스가 약 110 Ω으로 낮아지고 높은 주파수대역의 리플이 줄어든 것을 확인할 수 있다.
- [0055] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나에 대한 안테나 패턴을 예시한 도면이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나에 대한 정재파비 및 실현이득을 예시한 도면이다.
- [0056] 급전에 테이퍼 발룬(tapered balun, 50 Ω to 110 Ω)을 적용할 수 있다.
- [0057] 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이 시뉴어스 안테나로서 정상 동작하는 것을 확인할 수 있다.
- [0058] 본 실시예에 따른 시뉴어스 안테나는 기존의 4 개의 팔을 갖는 구조의 시뉴어스 안테나에 비해 성능, 제작, 가격 면에서 매우 유리하다.
- [0059] 낮은 유전상수를 갖는 기판(TLY-5) 위에 설계해 높은 주파수 대역에서 안테나 이득 손실을 감소시킬 수 있다. 단일 기판만을 사용해 제작이 용이하다. RMWAS 수치를 높지 않게 설정하고 전체 직경에 비해 조절된 부분의 직경이 매우 작아 저항성 손실을 개선할 수 있다.
- [0060] 4 개의 팔을 갖는 구조에서 병렬 구조의 문제인 구조 변형에 대한 민감성(고주파대역의 임피던스 리플)이 작다. 4 개의 팔을 갖는 구조의 입력 임피던스를 안테나 특성의 열화없이 효과적으로 줄여 급전 구조의 크기 문제를 보완할 수 있다. 급전 구조의 크기에 따른 성능 손실이 줄어든다. 급전 구조의 크기는 안테나의 전체 크기에 직결되므로 제작 측면에 있어 유리하다.
- [0061] 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- [0062] 1: 시뉴어스 안테나
10: 유전체
20: 방사체
21: 제1 방사체
22: 제2 방사체

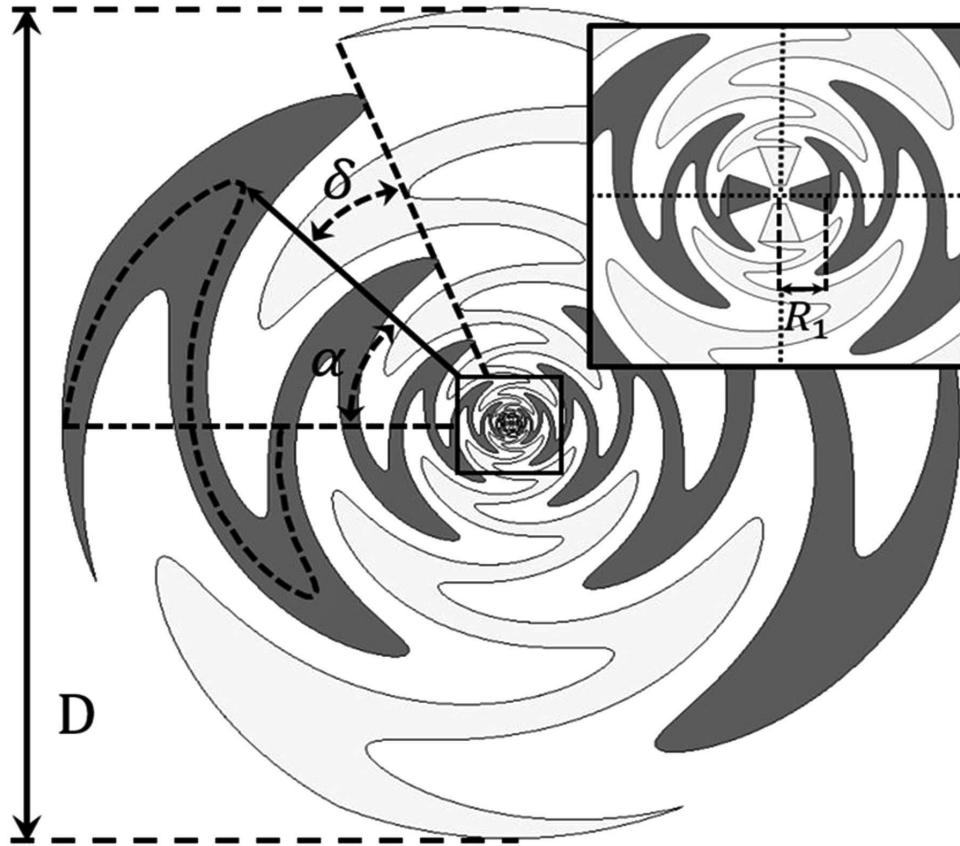
30: 급전 구조

도면

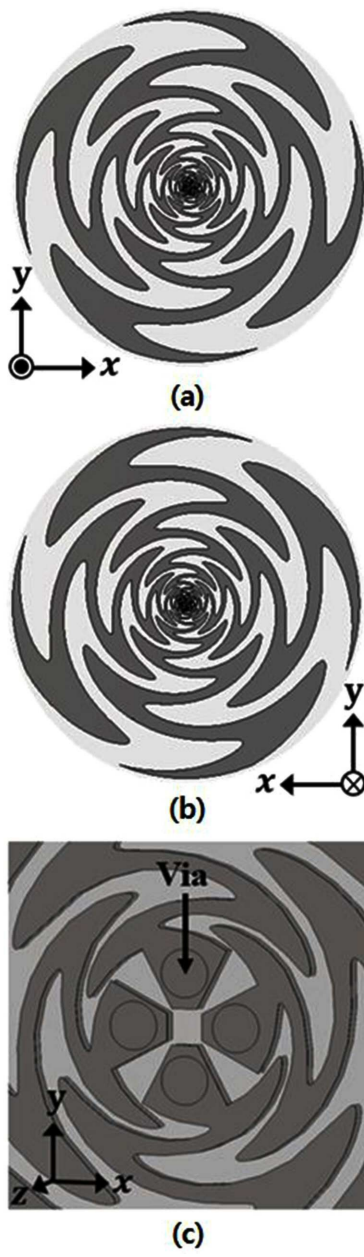
도면1



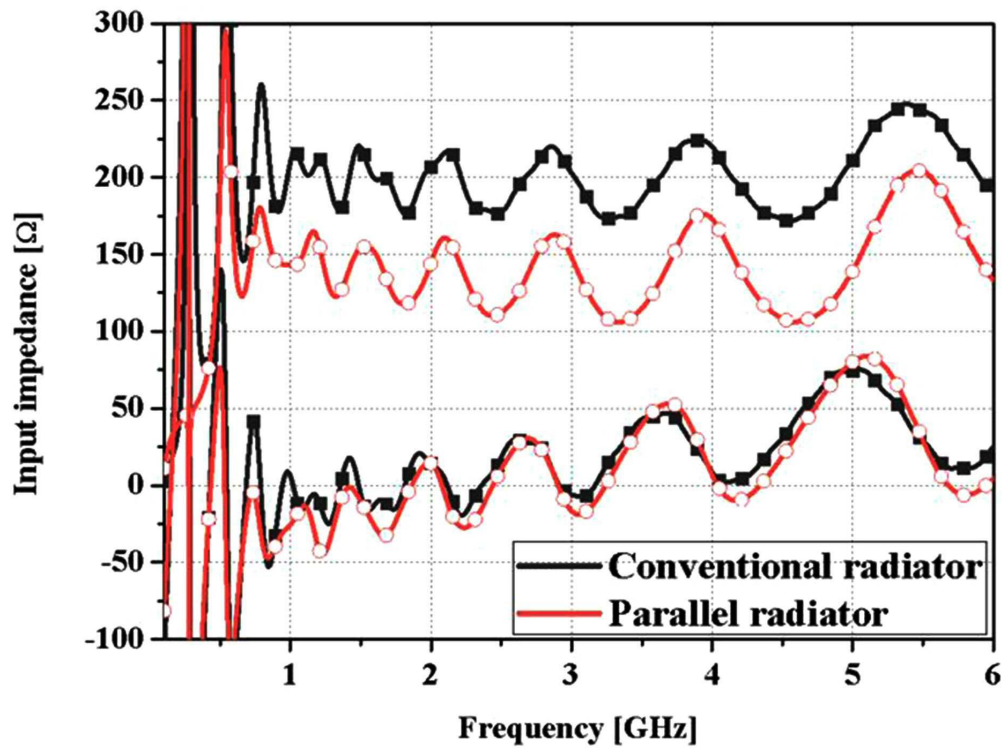
도면2



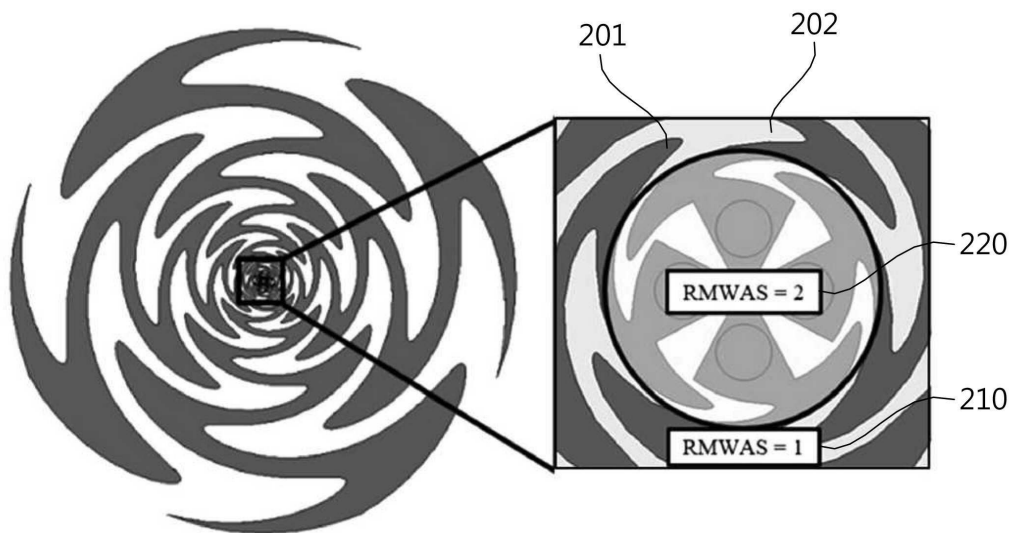
도면3



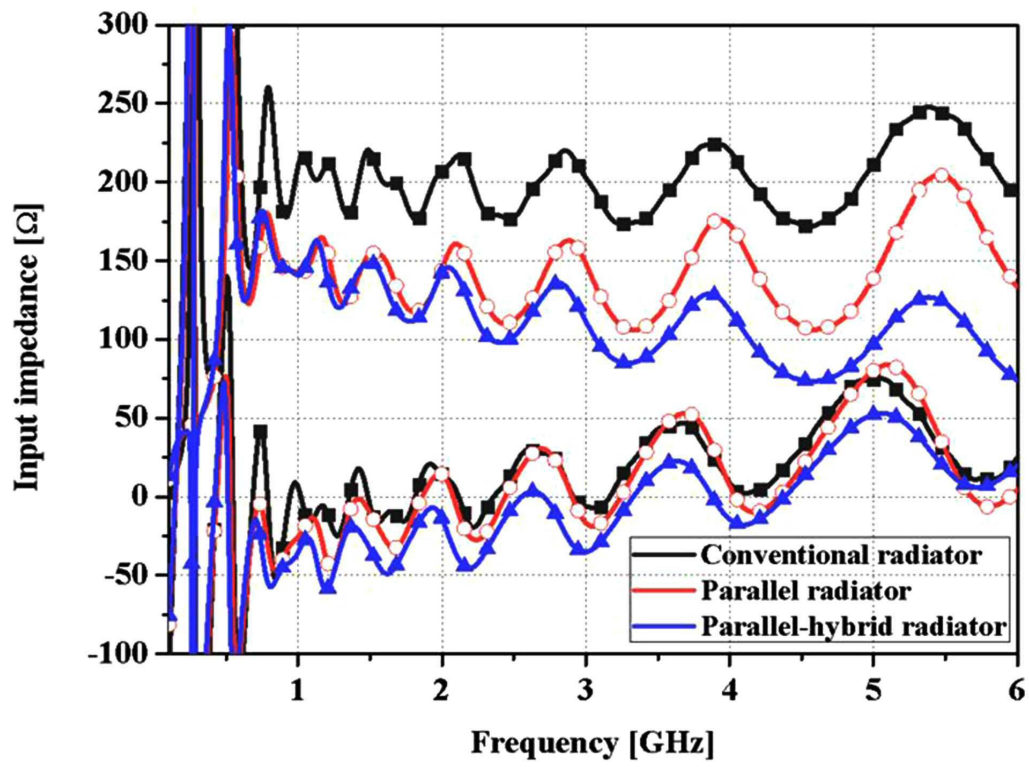
도면4



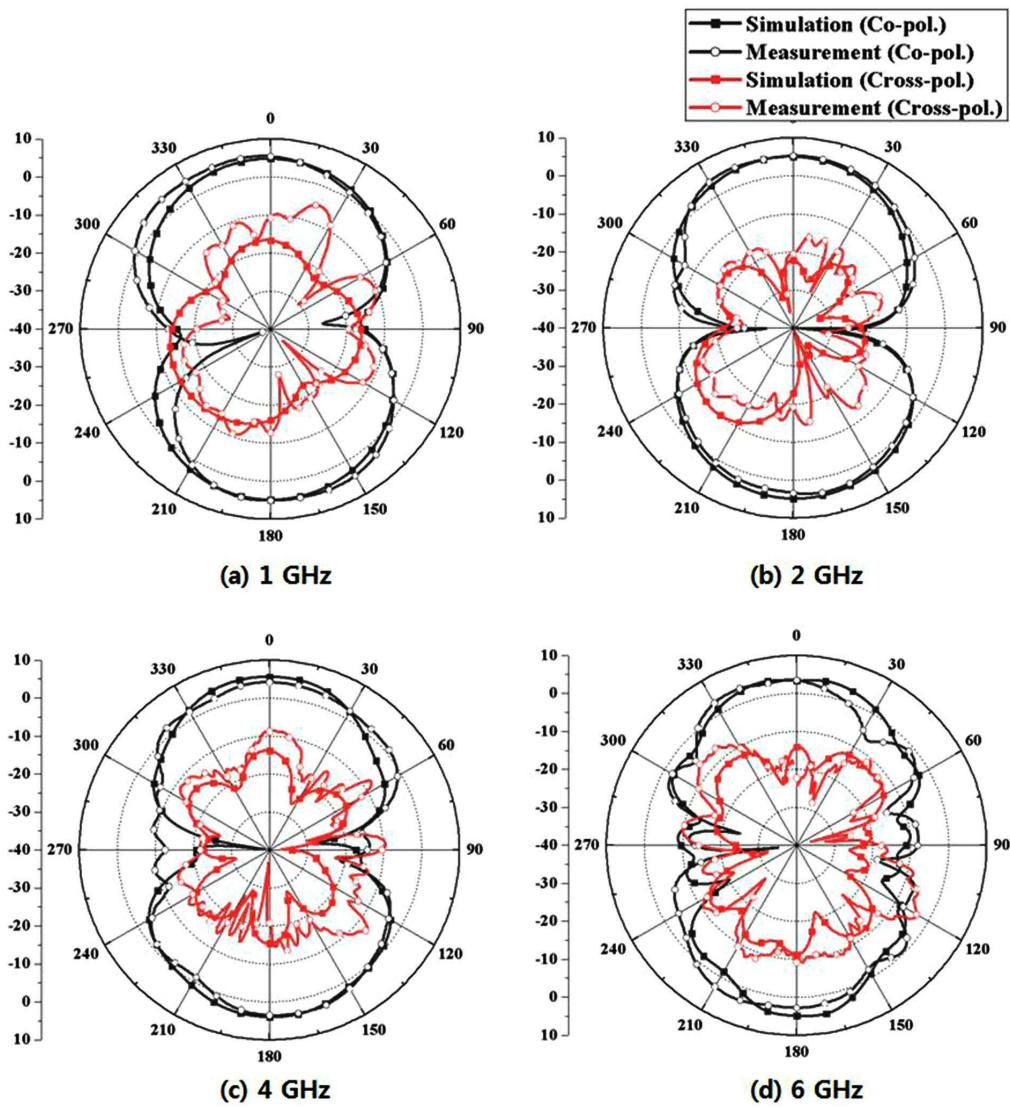
도면5



도면6



도면7



도면8

