



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월27일

(11) 등록번호 10-2414218

(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 10-2021-0033752

(22) 출원일자 2021년03월16일

심사청구일자 2021년03월16일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060099061 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 6 항

심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 4 개의 팔을 갖는 시뉴어스 안테나의 초광대역 동작을 위한 급전 구조

(57) 요약

본 실시예들은 동축선 다발 및 수평 배치된 발륜을 통해 전송선을 교차하지 않고 안테나의 높이를 줄이고, 급전 구조에 추가된 매칭 스타브를 이용하여 광대역폭으로 동작 가능한 시뉴어스 안테나를 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01Q 21/24 (2018.05)

(72) 발명자

김성희

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

차승국

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

명세서

청구범위

청구항 1

시뉴어스 안테나에 있어서,

유전체;

상기 유전체에 형성된 방사체; 및

상기 방사체에 연결된 급전 구조를 포함하며,

상기 급전 구조는,

상기 방사체에 연결된 복수의 동축선을 갖는 동축선 다발;

상기 동축선 다발에 연결되며 상기 복수의 동축선이 교차되지 않도록 연결된 결합부; 및

상기 결합부에 연결되어 상기 방사체를 기준으로 수평하게 위치하는 발륜을 포함하며,

상기 방사체는 제1 시뉴어스 팔, 제2 시뉴어스 팔, 제3 시뉴어스 팔, 및 제4 시뉴어스 팔을 포함하고,

상기 동축선 다발은 상기 제1 시뉴어스 팔에 연결된 제1 동축선, 상기 제2 시뉴어스 팔에 연결된 제2 동축선,

상기 제3 시뉴어스 팔에 연결된 제3 동축선, 및 상기 제4 시뉴어스 팔에 연결된 제4 동축선을 포함하고,

상기 결합부는 제1 결합부 및 제2 결합부를 포함하고,

상기 복수의 동축선이 원 회전 방향으로 상기 제1 동축선, 상기 제2 동축선, 상기 제3 동축선, 상기 제4 동축선 순서로 배치될 때, 상기 제1 결합부는 상기 제1 동축선과 상기 제3 동축선을 직선으로 연결하고, 상기 제2 결합부는 상기 제1 동축선 또는 상기 제3 동축선을 우회하여 상기 제2 동축선과 상기 제4 동축선에 연결되며,

상기 제1 결합부는 상기 제1 동축선과 만나는 영역 또는 상기 제3 동축선과 만나는 영역이 상기 방사체에 수평하게 연장된 제1 매칭 스테이블를 포함하는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 발륜은 제1 포트 및 제2 포트를 갖는 2-포트로 동작하며,

상기 제1 포트는 상기 제1 결합부에 연결되고, 상기 제2 포트는 상기 제2 결합부에 연결되는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제2 결합부는 상기 제2 동축선과 만나는 영역 및 상기 제4 동축선과 만나는 영역의 폭이 수평하게 확장된 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제2 결합부는 상기 제2 결합부의 양측면에 연결되어 상기 방사체에 수평하게 연장된 제2 매칭 스테르브 및 제3 매칭 스테르브를 포함하는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제2 매칭 스테르브 및 상기 제3 매칭 스테르브는 대칭 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제2 매칭 스테르브 및 상기 제3 매칭 스테르브는 상호 평행하게 배치되는 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 동축선 다발 및 수평 배치된 발륜을 통해 전송선을 교차하지 않고 안테나의 높이를 줄이는 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, 유전체; 상기 유전체에 형성된 방사체; 및 상기 방사체에 연결된 급전 구조를 포함하며, 상기 급전 구조는, 상기 방사체에 연결된 복수의 동축선을 갖는 동축선 다발; 상기 동축선 다발에 연결되며 상기 복수의 동축선이 교차되지 않도록 연결된 결합부; 및 상기 결합부에 연결되어 상기 방사체를 기준으로 수평하게 위치하는 발륜을 포함하는 것을 특징으로 하는 시뉴어스 안테나를 제공한다.
- [0009] 상기 방사체는 제1 시뉴어스 팔, 제2 시뉴어스 팔, 제3 시뉴어스 팔, 및 제4 시뉴어스 팔을 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 동축선 다발은 상기 제1 시뉴어스 팔에 연결된 제1 동축선, 상기 제2 시뉴어스 팔에 연결된 제2 동축선, 상기 제3 시뉴어스 팔에 연결된 제3 동축선, 및 상기 제4 시뉴어스 팔에 연결된 제4 동축선을 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 결합부는 제1 결합부 및 제2 결합부를 포함하며, 상기 복수의 동축선이 원 회전 방향으로 상기 제1 동축선, 상기 제2 동축선, 상기 제3 동축선, 상기 제4 동축선 순서로 배치될 때, 상기 제1 결합부는 상기 제1 동축선과 상기 제3 동축선을 직선으로 연결하고, 상기 제2 결합부는 상기 제1 동축선 또는 상기 제3 동축선을 우회하여 상기 제2 동축선과 상기 제4 동축선에 연결될 수 있다.
- [0012] 상기 발륜은 제1 포트 및 제2 포트를 갖는 2-포트로 동작하며, 상기 제1 포트는 상기 제1 결합부에 연결되고, 상기 제2 포트는 상기 제2 결합부에 연결될 수 있다.
- [0013] 상기 제1 결합부는 상기 제1 동축선과 만나는 영역 또는 상기 제3 동축선과 만나는 영역이 상기 방사체에 수평하게 연장된 제1 매칭 스테르브를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 제2 결합부는 상기 제2 동축선과 만나는 영역 및 상기 제4 동축선과 만나는 영역의 폭이 수평하게 확장된 구조로 형성될 수 있다.
- [0015] 상기 제2 결합부는 상기 제2 결합부의 양측면에 연결되어 상기 방사체에 수평하게 연장된 제2 매칭 스테르브 및 제3 매칭 스테르브를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 제2 매칭 스테르브 및 상기 제3 매칭 스테르브는 대칭 구조로 형성될 수 있다.
- [0017] 상기 제2 매칭 스테르브 및 상기 제3 매칭 스테르브는 상호 평행하게 배치될 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예들에 의하면 동축선 다발 및 수평 배치된 발륜을 통해 전송선을 교차하지 않고 시뉴어스 안테나의 높이를 줄일 수 있는 효과가 있다.
- [0019] 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

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나를 예시한 도면이다.
- 도 2는 기존의 시뉴어스 안테나의 급전 구조를 예시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 동축선 다발을 예시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 급전 구조를 예시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 발륜을 예시한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 급전 구조에 따른 반사손실을 예시한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 매칭 스테르브를 예시한 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 매칭 스테르브에 따른 반사손실을 예시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 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.

- [0022] 안테나의 입력 임피던스, 방사패턴, 편파, 이득 등의 안테나 특성이 넓은 주파수 범위에서 거의 일정한 주파수 독립 안테나 (Frequency Independent Antenna)는 UWB (Ultra Wide Band), 방향탐지 등 여러가지 응용분야에서 사용된다. 주파수 독립 안테나는 40:1 이상의 비대역폭(fractional bandwidth)을 가질 수 있다.
- [0023] 주파수 독립 안테나 중 가장 최근에 개발된 시뉴어스 안테나는 이중 선형 편파를 가질 수 있다.
- [0024] 주파수에 무관한 특성을 위해서는 자기상보(self-complementary) 구조가 필요하다. 자기상보 2 개의 팔을 가진 주파수 독립 안테나들의 경우 이론적으로 188 Ω 의 입력 임피던스를 가진다.
- [0025] 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 발룬이 필요하다.
- [0026] 일반적으로 주파수 독립 방사체들은 급전을 위해 수직으로 발룬(balun)을 연결한다. 이러한 방식은 안테나 높이가 곧 발룬의 길이가 되므로, 안테나 크기가 커지게 된다. 방사체가 4 개의 팔을 갖는 구조로 형성되 2-포트가 필요하므로, 필연적인 전송선로의 교차점을 만들어 커플링을 발생시키게 된다. 이는 포트 간 격리도에 문제를 야기시킨다.
- [0027] 높은 주파수 대역에서 동작하기 위해서는 일반적으로 방사체의 최소 반지름이 작아야 한다. 최소 반지름이 작을 수록 포트의 전송선로 간에 커플링이 발생해 포트 간 격리도에 문제를 야기한다.
- [0028] 본 실시예는 동축선 다발과 발룬을 이용한 구조를 통해 낮은 안테나 높이를 형성하고, 동축선 다발과 발룬의 연결부에 매칭 스타브(matching stub)를 추가해 20 GHz까지 동작할 수 있는 급전 구조를 제시한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나를 예시한 도면이다.
- [0030] 시뉴어스 안테나(1)는 유전체(10), 유전체(20)에 형성된 방사체(20), 및 방사체(20)에 연결된 급전 구조(30)를 포함한다.
- [0031] 방사체(20)는 4 개의 팔을 갖는 구조로 형성되며, 제1 시뉴어스 팔, 제2 시뉴어스 팔, 제3 시뉴어스 팔, 및 제4 시뉴어스 팔을 포함할 수 있다.
- [0032] 급전 구조(30)는 방사체에 연결된 복수의 동축선을 갖는 동축선 다발(31), 동축선 다발(31)에 연결되며 복수의 동축선이 교차되지 않도록 연결된 결합부(32), 및 결합부(32)에 연결되어 방사체를 기준으로 수평하게 위치하는 발룬을 포함한다.
- [0033] 시뉴어스 안테나를 설계하는 다양한 곡률이 있다. 시뉴어스 곡률은 반경의 로그에 대한 사인 곡선으로 표현될 수 있다. 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 폭으로 볼 수 있다. 팔에 포함된 셀은 도체로 구현되므로 선이 확장된 일종의 두께를 갖는다. 셀의 외각 방향으로 돌출된 각을 회전각으로 볼 수 있다. 셀은 팔의 중심선에서 각 폭과 회전각을 합친 각만큼 돌출하게 된다. 팔은 구획된 원형 영역에 맞춰 왜곡되고 구부러진 지그재그 형상과 유사하다.
- [0034] 도 2는 기존의 시뉴어스 안테나의 급전 구조를 예시한 도면이다. 도 2의 (a)는 시뉴어스 안테나 급전부이고, 도 2의 (b)는 2-포트 발룬이고, 도 2의 (c)는 연결 방식을 예시한 도면이다.
- [0035] 이중 선형 편파를 만들기 위해서는 4 개의 팔을 갖는 방사체 구조의 설계가 필요하고 이러한 구조는 높은 입력 임피던스를 가져 입력 임피던스 변환을 위한 발룬이 필요할 뿐만 아니라 급전 구조의 크기가 커지는 주 요인이 된다.
- [0036] 이중 선형 편파 동작을 위해서는 시뉴어스 안테나의 4 개의 팔은 서로 대칭하는 팔끼리 쌍을 이뤄 급전된다. 이러한 4 개의 팔을 갖는 안테나 구조는 2-포트 발룬을 통한 급전 구조가 연결되면 수직 형태로 급전되므로, 안테나 높이를 증가시키고 필연적인 전송선의 교차를 만들게 된다.
- [0037] 높은 주파수에서 동작하는 상황에서 매우 높은 커플링을 만들어 포트 간 격리도 특성이 낮아지게 된다. 높은 주파수에서 동작할수록 안테나 cross-polarization gain의 발생을 방지하기 위해서는 R_0 가 매우 작아야 한다. R_0 가 작을수록 2-포트 발룬의 포트 간 간격이 줄어들어 커플링이 발생한다. 방사체-발룬 연결시 필연적인 교차점으로 커플링이 발생한다.

- [0038] 본 실시예에서는 이러한 문제를 완화하기 위해 동축선 다발(coaxial bundle) 및 방사체와 수평한 2-포트 발룬을 이용해 기존보다 안테나 높이를 줄이고 전송선의 교차를 피하는 구조를 제공한다. 동축선 다발 및 2-포트 발룬의 연결시 발생하는 리액턴스(reactance)를 완화해 20 GHz까지 동작이 가능하도록 하는 병렬 스텔브 구조를 포함한다.
- [0039] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 동축선 다발을 예시한 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 급전 구조를 예시한 도면이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 발룬을 예시한 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 급전 구조에 따른 반사손실을 예시한 도면이다.
- [0040] 동축선 다발(31)은 제1 시뉴어스 팔에 연결된 제1 동축선(301), 제2 시뉴어스 팔에 연결된 제2 동축선(302), 제3 시뉴어스 팔에 연결된 제3 동축선(303), 및 제4 시뉴어스 팔에 연결된 제4 동축선(304)을 포함할 수 있다.
- [0041] 결합부(32)는 제1 결합부(310) 및 제2 결합부(320)를 포함하며, 복수의 동축선이 원 회전 방향으로 제1 동축선(301), 제2 동축선(302), 제3 동축선(303), 제4 동축선(304) 순서로 배치될 때, 제1 결합부(310)는 제1 동축선(301)과 제3 동축선(303)을 직선으로 연결하고, 제2 결합부(320)는 제1 동축선(301) 또는 제3 동축선(303)을 우회하여 제2 동축선(302)과 제4 동축선(304)에 연결될 수 있다.
- [0042] 발룬(33)은 테이퍼 발룬(tapered balun)이 적용될 수 있다. 발룬(33)은 제1 포트 및 제2 포트를 갖는 2-포트로 동작하며, 제1 포트는 제1 결합부에 연결되고, 제2 포트는 제2 결합부에 연결될 수 있다.
- [0043] 방사체-동축선 다발-발룬 순으로 결합되고, 반사손실(return loss) -10 dB 기준에서 제1 포트와 제2 포트는 8 GHz 이하에서 동작한다. 결합부에서 내부 컨덕터와 발룬이 전송선을 벗어나면서 리액턴스가 발생하기 때문이다.
- [0044] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 매칭 스텔브를 예시한 도면이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 시뉴어스 안테나의 매칭 스텔브에 따른 반사손실을 예시한 도면이다.
- [0045] 급전 구조는 리액턴스 저감을 위한 매칭 스텔브(matching stub)를 포함한다.
- [0046] 제1 포트는 기존에 비해 전송선을 유지해 리액턴스를 저감한다.
- [0047] 제1 결합부(310)는 제1 동축선(301)과 만나는 영역 또는 제3 동축선(303)과 만나는 영역이 방사체에 수평하게 연장된 제1 매칭 스텔브(341)를 포함할 수 있다.
- [0048] 제2 포트는 기존에 비해 병렬로 매칭 스텔브를 추가해 리액턴스를 저감한다.
- [0049] 제2 결합부(320)는 제2 동축선(302)과 만나는 영역 및 제4 동축선(304)과 만나는 영역의 폭이 수평하게 확장된 구조로 형성될 수 있다.
- [0050] 제2 결합부(320)는 제2 결합부(320)의 양측면에 연결되어 방사체에 수평하게 연장된 제2 매칭 스텔브(342) 및 제3 매칭 스텔브(343)를 포함할 수 있다.
- [0051] 제2 매칭 스텔브(342) 및 제3 매칭 스텔브(343)는 대칭 구조로 형성될 수 있다. 제2 매칭 스텔브(342) 및 제3 매칭 스텔브(343)는 상호 평행하게 배치될 수 있다.
- [0052] 높은 주파수 대역으로 갈수록 더 큰 리액턴스 저감이 가능하다. 2-포트 모두 20 GHz까지 동작 가능하다(발룬 대역폭: 0.5 GHz~).
- [0053] 본 실시예에 따른 시뉴어스 안테나는 동축선 다발과 발룬의 연결로 기존의 수직으로 발룬을 연결하는 구조보다 안테나 크기를 작게 설계할 수 있다. 복수의 매칭 스텔브를 통해 매우 넓은 주파수(~20 GHz) 동작이 가능하다. 급전 구조의 높이는 안테나의 애플리케이션에 영향이 크므로 적용 측면에 있어 유리하다.
- [0054] 따라서, 기존의 일반적인 4 개의 팔을 갖는 시뉴어스 안테나의 급전 구조에 비해 성능, 크기 측면에서 매우 유리하며, 매우 넓은 대역폭을 갖는 UWB(Ultra Wide Band) 애플리케이션에 적용되기 유리할 것으로 기대된다.
- [0055] 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.

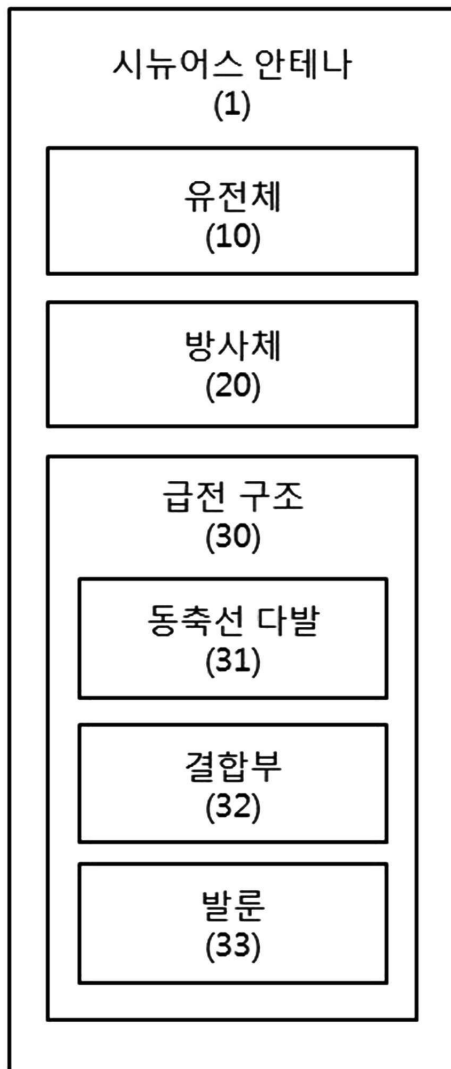
부호의 설명

[0056]

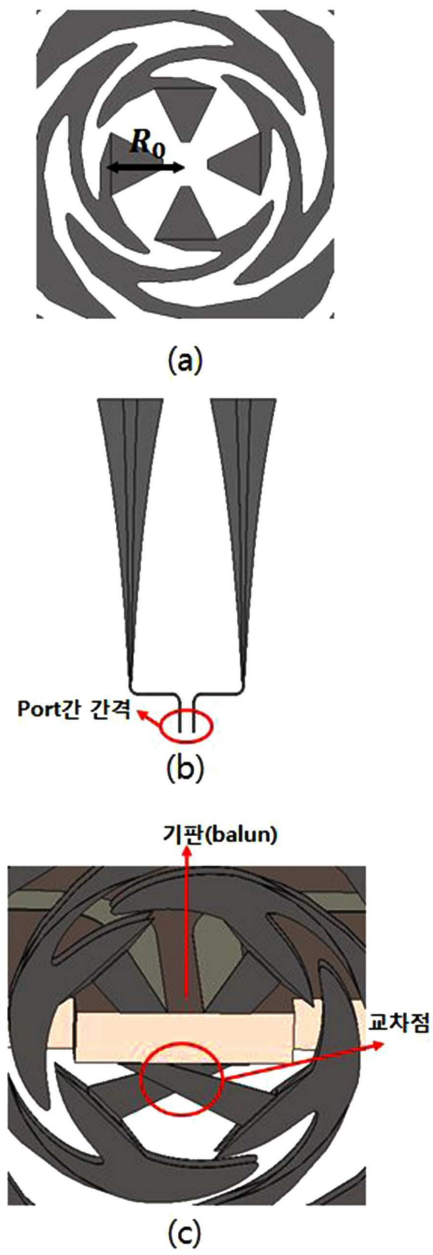
- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1: 시뉴어스 안테나 | 10: 유전체 |
| 20: 방사체 | 30: 급전 구조 |
| 31: 동축선 다발 | 32: 결합부 |
| 33: 발룬 | 301: 제1 동축선 |
| 302: 제2 동축선 | 303: 제3 동축선 |
| 304: 제4 동축선 | 310: 제1 결합부 |
| 320: 제2 결합부 | 341: 제1 매칭 스테르브 |
| 342: 제2 매칭 스테르브 | 343: 제3 매칭 스테르브 |

도면

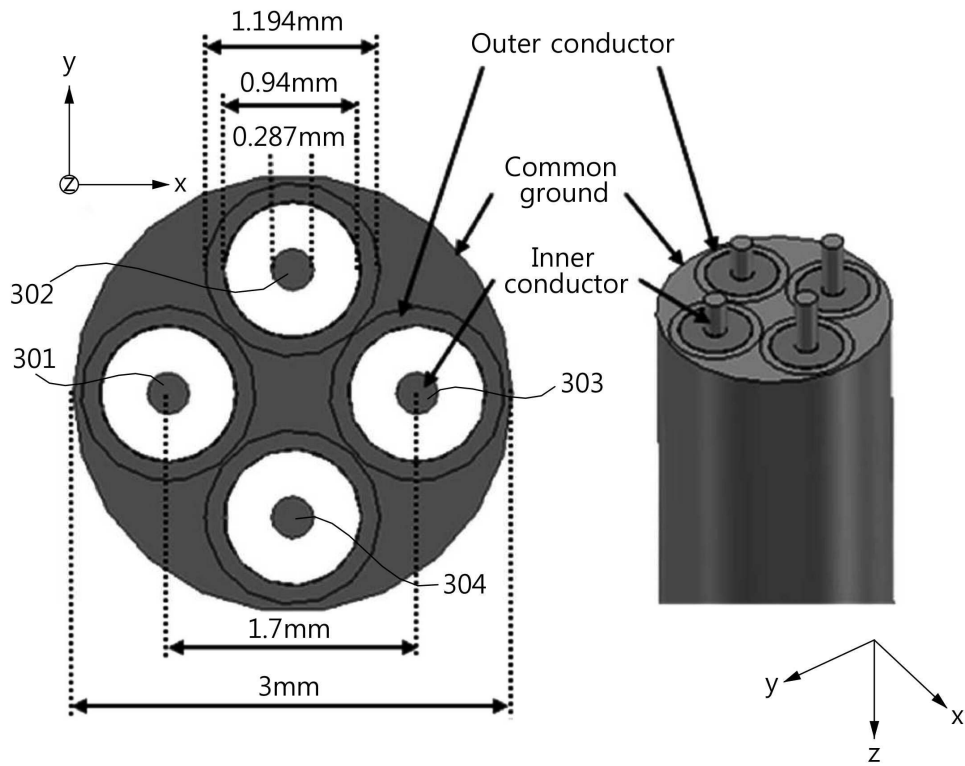
도면1



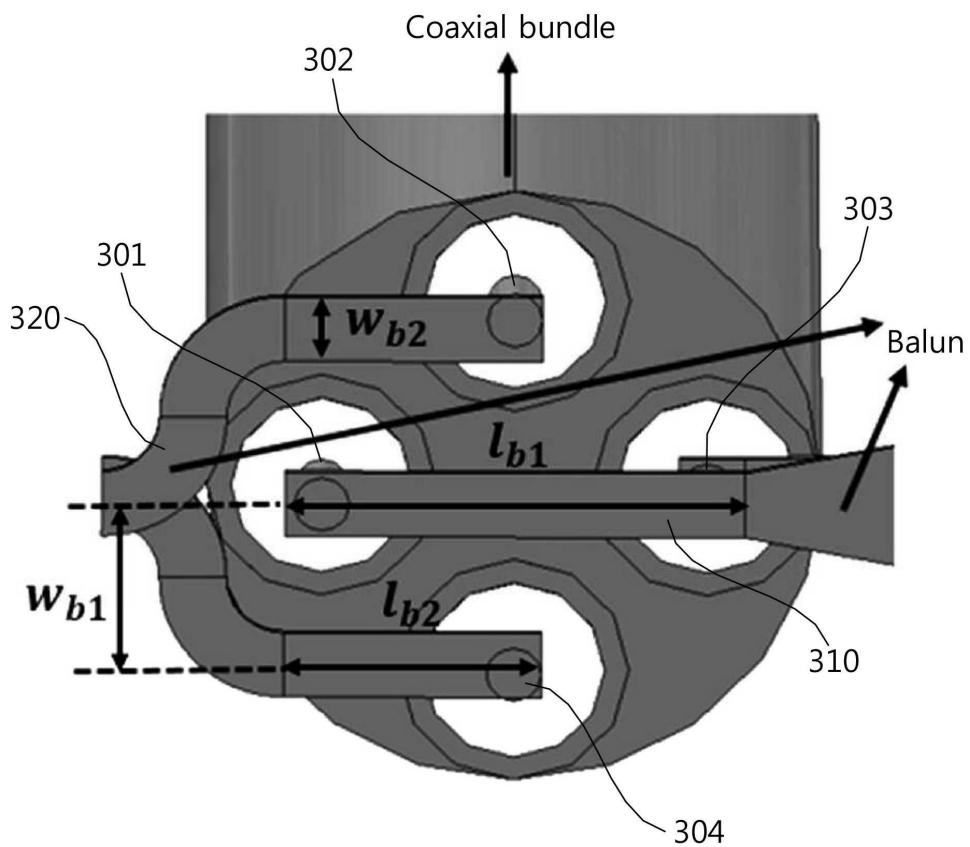
도면2



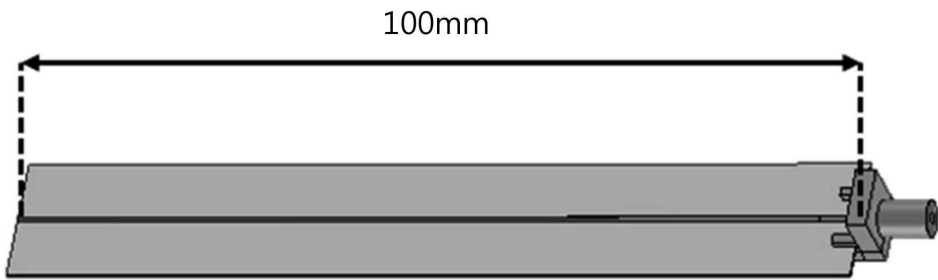
도면3



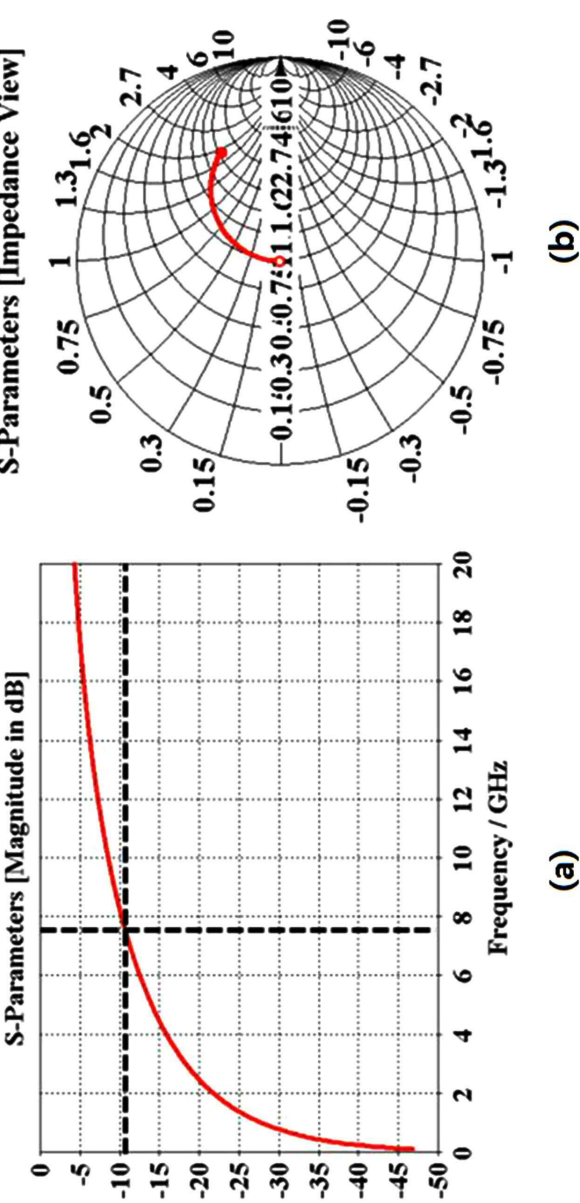
도면4



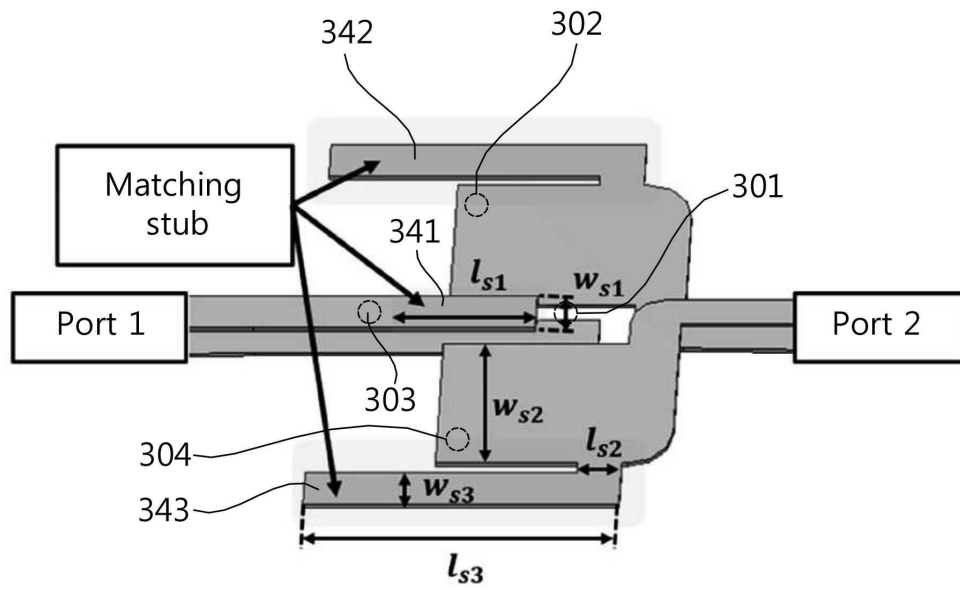
도면5



도면6



도면7



도면8

