



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0076363
(43) 공개일자 2023년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 21/24 (2018.01) H01Q 1/46 (2006.01)
H01Q 1/48 (2015.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 21/24 (2018.05)
H01Q 1/46 (2018.05)
(21) 출원번호 10-2021-0163203
(22) 출원일자 2021년11월24일
심사청구일자 2021년11월24일

(71) 출원인
홍익대학교 산학협력단
서울특별시 마포구 와우산로 94 (상수동)
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
이정해
서울특별시 용산구 서빙고로 67, 102동 1001호(용산동5가, 파크타워)
이범선
경기도 용인시 기흥구 신촌로47번길 11, 307동 1602호(보정동, 신촌마을 포스홈타운2단지)
이선규
경기도 파주시 청암로 50, 713동 1104호(목동동, 운정 화성파크드림 시그니처)
(74) 대리인
김연권

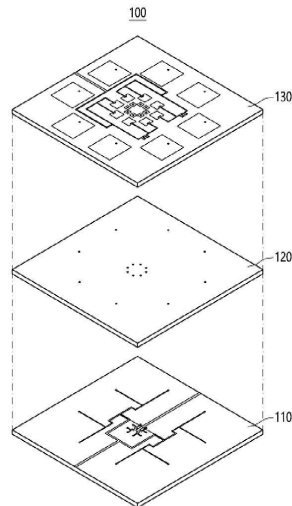
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 다중 대역 안테나 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 다중 대역 안테나 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 다중 대역 안테나는 제1 대역 급전선과 제3 대역 급전선을 구비하는 제1 레이어와, 제1 레이어 상에 형성되고 접지면을 구비하는 제2 레이어 및 제2 레이어 상에 형성되고 제2 대역 급전선과 복수의 원형 배열 소자를 구비하는 제3 레이어를 포함한다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

H01Q 1/48 (2018.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711125809
과제번호	2016-0-00291-006
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	(혁신법)정보통신기술인력양성/대학ICT연구센터육성지원
연구과제명	LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송 기술 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345331400
과제번호	2015R1A6A1A03031833
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	대학중점연구소지원사업
연구과제명	메타물질 융합 핵심요소기술 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	홍익대학교 산학협력단
연구기간	2015.09.01 ~ 2024.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

제1 대역 급전선과 제3 대역 급전선을 구비하는 제1 레이어;

상기 제1 레이어 상에 형성되고, 접지면을 구비하는 제2 레이어 및

상기 제2 레이어 상에 형성되고, 제2 대역 급전선과 복수의 원형 배열 소자를 구비하는 제3 레이어를 포함하는 다중 대역 안테나.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 원형 배열 소자는,

상기 제1 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제1 원형 배열 소자, 상기 제2 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제2 원형 배열 소자 및 상기 제3 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제3 원형 배열 소자를 포함하는

다중 대역 안테나.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수의 제1 원형 배열 소자, 상기 복수의 제2 원형 배열 소자 및 상기 복수의 제3 원형 배열 소자는,

대응되는 대역의 파장을 고려하여 원형 배열의 반지름이 서로 동일한 전기적 길이를 갖도록 배치되는

다중 대역 안테나.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 복수의 제1 원형 배열 소자는,

상기 제3 레이어의 중심점으로부터 제1 길이의 반지름을 갖는 가상의 원의 원주를 따라 원형 배열되고,

상기 복수의 제2 원형 배열 소자는,

상기 중심점으로부터 상기 제1 길이보다 짧은 제2 길이의 반지름을 갖는 가상의 원의 원주를 따라 원형 배열되며,

상기 복수의 제3 원형 배열 소자는,

상기 중심점으로부터 상기 제2 길이보다 짧은 제3 길이의 반지름을 갖는 가상의 원의 원주를 따라 원형 배열되는

다중 대역 안테나.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 복수의 제2 원형 배열 소자는 마이크로스트립 급전 방식에 기초하여 전력을 공급 받고, 상기 복수의 제1 원형 배열 소자 및 상기 복수의 제3 원형 배열 소자는 프로브 급전 방식에 기초하여 전력을 공급 받는

다중 대역 안테나.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 제2 대역 급전선은,

상기 복수의 제2 원형 배열 소자 중 제1 영역에 배치된 패턴에 전력을 공급하는 제1 서브 급전선 및

상기 복수의 제2 원형 배열 소자 중 제2 영역에 배치된 패턴에 전력을 공급하는 제2 서브 급전선을 포함하는

다중 대역 안테나.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 서브 급전선 및 상기 제2 서브 급전선 중 어느 하나는,

위상 반전을 위해 미앤더 패턴이 형성되는

다중 대역 안테나.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 제2 레이어는,

상기 제1 대역 급전선과 상기 복수의 제1 원형 배열 소자 각각에 대응되는 위치와, 상기 제3 대역 급전선과 상기 복수의 제3 원형 배열 소자 각각에 대응되는 위치에 비아 홀(via hole)이 형성되는

다중 대역 안테나.

청구항 9

제2 대역 급전선과 복수의 원형 배열 소자를 구비하는 제3 레이어를 형성하는 단계;

상기 제3 레이어 하부에 접지면을 구비하는 제2 레이어를 형성하는 단계 및

상기 제2 레이어 하부에 제1 대역 급전선과 제3 대역 급전선을 구비하는 제1 레이어를 형성하는 단계

를 포함하는 다중 대역 안테나의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 복수의 원형 배열 소자는,

상기 제1 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제1 원형 배열 소자, 상기 제2 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제2 원형 배열 소자 및 상기 제3 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제3 원형 배열 소자를 포함하는

다중 대역 안테나의 제조방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 복수의 제1 원형 배열 소자, 상기 복수의 제2 원형 배열 소자 및 상기 복수의 제3 원형 배열 소자는,

대응되는 대역의 파장을 고려하여 원형 배열의 반지름이 서로 동일한 전기적 길이를 갖도록 배치되는

다중 대역 안테나의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다중 대역 안테나 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 단일 안테나를 이용하여 다중 대역을 구현하는 기술적 사상에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기존의 안테나는 2 x 2 사각 평면 배열을 채택하여 이득이 낮고, 빔의 분해능이 낮고, null의 수를 최대 3개만 생성 가능한 단점이 있으며, 이에 따라 전자적 빔 제어를 요구하는 레이더 시스템에 응용될 경우 목표물의 탐지 및 추적에 어려움이 있을 것으로 예상된다.

[0003] 이를 M x N 배열로 확장하는 경우를 가정해도 안테나 간 상호 간섭, 모서리 부분에 소자가 존재하여 빔의 축 회전에 있어서 대칭성이 깨지는 문제가 있다.

[0004] 또한, 기존 안테나는 S-대역 및 X-대역의 이중 대역에서만 동작하는 안테나로, 레이더로 사용 시 탐지 및 추적 등에서 제한적인 기능의 수행만 가능하는 한계가 있다.

[0005] 한편, 다중 대역 배열 안테나는 전자적으로 빔조향이 가능하고 하나의 안테나로 다양한 주파수에서 동작이 가능한 장점이 있어 최근 레이더 응용 분야에서 많은 관심을 받고 있다.

[0006] 공통 개구면 안테나는 다중 대역 배열 안테나의 경량화/소형화 구현이 가능하지만, 안테나 소자 간의 간격 최적화, 안테나 간의 상호 간섭, 급전 회로망 설계 등이 모두 고려된 최적의 레이아웃의 설계에 어려움이 있다.

[0007] 구체적으로, 안테나 소자 간의 간격이 증가하면 개구면 효율 감소, 그레이팅 로브 (grating lobe) 등의 문제가 발생할 수 있기 때문에 각 대역에서의 파장을 고려하여 물리적 간격을 다르게 설정해야 하며, 각 대역의 안테나가 개구면을 공유하고 있어 상호 간섭 문제로 인한 빔 형성 오차가 발생할 우려가 있다.

[0008] 또한, 이러한 문제를 모두 만족하는 설계를 하더라도 주어진 공간 내에서 모든 대역의 안테나에 원활한 전력 공급을 위한 급전 회로망을 설계해야 하는 문제가 남아있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1611794호, "GPS용 이중대역 메타물질 원형편파 안테나"
(특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2095943호, "공통 개구면을 가지는 이중 광대역 마이크로스트립 패치 안테나"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 각 대역의 파장을 고려하여 각 대역에 대응되는 방사 패치들을 최적의 위치에 원형 배열함으로써, 다중 대역 간의 간섭 효과를 최소화할 수 있는 다중 대역 안테나 및 그 제조방법을 제공하고자 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 제1 대역 및 제3 대역은 수직 편파를 이용하고, 제2 대역은 수평 편파를 이용함으로써, 다중 대역 간의 상호 간섭을 최소화할 수 있는 다중 대역 안테나 및 그 제조방법을 제공하고자 한다.

[0012] 또한, 본 발명은 마이크로스트립 급전 방식 및 프로브 급전 방식이 혼합된 적층 급전 회로망 구조를 설계하여, 각 대역에 대응되는 방사 패치에 최적화된 전력을 공급할 수 있는 다중 대역 안테나 및 그 제조방법을 제공하고자 한다.

[0013] 또한, 본 발명은 적층 구조에 기초하여 방사 패치와 급전부의 설계 공간을 최소화함으로써, 시스템을 경량화할 수 있는 다중 대역 안테나 및 그 제조방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 일실시예에 따른 다중 대역 안테나는 제1 대역 급전선과 제3 대역 급전선을 구비하는 제1 레이어와,

제1 레이어 상에 형성되고 접지면을 구비하는 제2 레이어 및 제2 레이어 상에 형성되고 제2 대역 급전선과 복수의 원형 배열 소자를 구비하는 제3 레이어를 포함할 수 있다.

- [0015] 일측에 따르면, 복수의 원형 배열 소자는 제1 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제1 원형 배열 소자, 제2 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제2 원형 배열 소자 및 제3 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제3 원형 배열 소자를 포함할 수 있다.
- [0016] 일측에 따르면, 복수의 제1 원형 배열 소자, 복수의 제2 원형 배열 소자 및 복수의 제3 원형 배열 소자는 대응되는 대역의 파장을 고려하여 원형 배열의 반지름이 서로 동일한 전기적 길이를 갖도록 배치될 수 있다.
- [0017] 일측에 따르면, 복수의 제1 원형 배열 소자는 제3 레이어의 중심점으로부터 제1 길이의 반지름을 갖는 가상의 원의 원주를 따라 원형 배열되고, 복수의 제2 원형 배열 소자는 중심점으로부터 제1 길이보다 짧은 제2 길이의 반지름을 갖는 가상의 원의 원주를 따라 원형 배열되며, 복수의 제3 원형 배열 소자는 중심점으로부터 제2 길이보다 짧은 제3 길이의 반지름을 갖는 가상의 원의 원주를 따라 원형 배열될 수 있다.
- [0018] 일측에 따르면, 복수의 제2 원형 배열 소자는 마이크로스트립 급전 방식에 기초하여 전력을 공급 받고, 복수의 제1 원형 배열 소자 및 복수의 제3 원형 배열 소자는 프로브 급전 방식에 기초하여 전력을 공급 받을 수 있다.
- [0019] 일측에 따르면, 제2 대역 급전선은 복수의 제2 원형 배열 소자 중 제1 영역에 배치된 패턴에 전력을 공급하는 제1 서브 급전선 및 복수의 제2 원형 배열 소자 중 제2 영역에 배치된 패턴에 전력을 공급하는 제2 서브 급전선을 포함할 수 있다.
- [0020] 일측에 따르면, 제1 서브 급전선 및 제2 서브 급전선 중 어느 하나는 위상 반전을 위해 미앤더 패턴이 형성될 수 있다.
- [0021] 일측에 따르면, 제2 레이어는 제1 대역 급전선과 복수의 제1 원형 배열 소자 각각에 대응되는 위치와, 제3 대역 급전선과 복수의 제3 원형 배열 소자 각각에 대응되는 위치에 비아 홀(via hole)이 형성될 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 제조방법은 제2 대역 급전선과 복수의 원형 배열 소자를 구비하는 제3 레이어를 형성하는 단계와, 제3 레이어 하부에 접지면을 구비하는 제2 레이어를 형성하는 단계 및 제2 레이어 하부에 제1 대역 급전선과 제3 대역 급전선을 구비하는 제1 레이어를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 일측에 따르면, 복수의 원형 배열 소자는 제1 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제1 원형 배열 소자, 제2 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제2 원형 배열 소자 및 제3 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제3 원형 배열 소자를 포함할 수 있다.
- [0024] 일측에 따르면, 복수의 제1 원형 배열 소자, 복수의 제2 원형 배열 소자 및 복수의 제3 원형 배열 소자는 대응되는 대역의 파장을 고려하여 원형 배열의 반지름이 서로 동일한 전기적 길이를 갖도록 배치될 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 일실시예에 따르면, 본 발명은 각 대역의 파장을 고려하여 각 대역에 대응되는 방사 패치들을 최적의 위치에 원형 배열함으로써, 다중 대역 간의 간섭 효과를 최소화할 수 있다.
- [0026] 일실시예에 따르면, 본 발명은 제1 대역 및 제3 대역은 수직 편파를 이용하고, 제2 대역은 수평편파로 직교한 편파를 이용함으로써, 다중 대역 간의 상호 간섭을 최소화할 수 있다.
- [0027] 일실시예에 따르면, 본 발명은 마이크로스트립 급전 방식 및 프로브 급전 방식이 혼합된 적층 급전 회로망 구조를 설계하여, 각 대역에 대응되는 방사 패치에 최적화된 전력을 공급할 수 있다.
- [0028] 일실시예에 따르면, 본 발명은 적층 구조에 기초하여 방사 패치와 급전부의 설계 공간을 최소화함으로써, 시스템을 경량화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1a 내지 도 1d는 일실시예에 따른 다중 대역 안테나를 설명하는 도면이다.
- 도 2는 일실시예에 따른 다중 대역 안테나에 구비된 제2 대역 급전선을 보다 구체적으로 설명하는 도면이다.
- 도 3a 내지 도 3c는 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 실제 제작된 샘플의 이미지 및 안테나 특성 측정 환경을 설명하는 도면이다.

도 4a 내지 도 4b는 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 산란 계수 시뮬레이션 및 측정 결과를 설명하는 도면이다.

도 5a 내지 도 5c는 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 방사패턴 시뮬레이션 및 측정 결과를 설명하는 도면이다.

도 6은 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 제조방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0031] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0032] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들면 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0033] 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. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들면 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0034] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0035] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0037] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0039] 도 1a 내지 도 1d는 일실시예에 따른 다중 대역 안테나를 설명하는 도면이다.
- [0040] 도 1a 내지 도 1d를 참조하면, 일실시예에 따른 다중 대역 안테나(100)는 각 대역의 파장을 고려하여 각 대역에 대응되는 방사 패치들을 최적의 위치에 원형 배열함으로써, 다중 대역 간의 간섭 효과를 최소화할 수 있다.
- [0041] 또한, 다중 대역 안테나(100)는 제1 대역 및 제3 대역은 수직 편파를 이용하고, 제2 대역은 수평 편파를 이용함으로써, 다중 대역 간의 상호 간섭을 최소화할 수 있다.
- [0042] 또한, 다중 대역 안테나(100)는 마이크로스트립 급전 방식 및 프로브 급전 방식이 혼합된 적층 급전 회로망 구

조를 설계하여, 각 대역에 대응되는 방사 패치에 최적화된 전력을 공급할 수 있다.

- [0043] 또한, 다중 대역 안테나(100)는 적층 구조에 기초하여 방사 패치와 급전부의 설계 공간을 최소화함으로써, 시스템을 경량화할 수 있다.
- [0044] 구체적으로, 다중 대역 안테나(100)는 다기능 레이더 응용을 위한 안테나로, 모서리 소자, 상호 간섭 등의 문제 없이 고이득, 빔의 고분해능, 무선 방해(radio jamming)을 방지하기 위한 생성 null의 수 증가와 같은 장점을 갖도록 안테나가 원형 배열 소자로 설계될 수 있다. 여기서 원형 배열 소자의 수는 기설정된 개수(일례로, 8개)보다 많은 수로 확장하더라도 대칭성이 유지될 수 있다.
- [0045] 또한, 다중 대역 안테나(100)는 복수의 원형 배열 소자에 대해 균일 원형 배열 방법을 적용함에 따른 대칭 구조로 인해 원형 배열 소자 간의 상호 간섭 효과가 상쇄되고, 모서리 부분에 원형 배열 소자 등의 소자가 위치하지 않아 빔 패턴을 대칭적으로 회전시킬 수 있다.
- [0046] 즉, 이하에서는 다중 대역 안테나(100)를 삼중 대역 공통 개구면 안테나로 예시하나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 다중 대역 안테나(100)는 이중 대역으로 축소 또는 사중 대역 및 오중 대역으로 확장될 수 있으며, 필요에 따라 빔 조향 성능, 부엽 준위(side lobe level, SLL)를 조절하기 위해 비균일 배열이 적용될 수도 있다.
- [0047] 일실시예에 따른 다중 대역 안테나(100)는 제1 레이어(110), 제2 레이어(120) 및 제3 레이어(130)의 적층 구조로 형성될 수 있다.
- [0048] 일실시예에 따른 제1 레이어(110)는 제1 대역 급전선(111)과 제3 대역 급전선(112)을 구비할 수 있으며, 제1 대역 급전선(111) 및 제3 대역 급전선(112) 각각은 시스템에 별도로 구비된 전력 공급 수단으로부터 대응되는 전력을 수신하기 위해 제1 대역 포트(113) 및 제3 대역 포트(114)에 연결될 수 있다.
- [0049] 일실시예에 따른 제2 레이어(120)는 제1 레이어(110) 상에 형성되고, 접지면(121)을 구비할 수 있다.
- [0050] 일실시예에 따른 제3 레이어(130)는 제2 레이어(120) 상에 형성되고, 제2 대역 급전선(131)과 복수의 원형 배열 소자(133, 134, 135)를 구비할 수 있다. 또한, 제2 대역 급전선(131)은 전력 공급 수단으로부터 대응되는 전력을 수신하기 위해 제2 대역 포트(132)에 연결될 수 있다.
- [0051] 예를 들면, 제1 대역은 S-대역(S-band)이고, 제2 대역은 C-대역(C-band)이며, 제3 대역은 X-대역(X-band)일 수 있으나 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0052] 일측에 따르면, 복수의 원형 배열 소자(133, 134, 135)는 제1 대역 급전선(111)과 전기적으로 연결되는 복수의 원형 배열 소자(133), 제2 대역 급전선(131)과 전기적으로 연결되는 복수의 제2 원형 배열 소자(134) 및 제3 대역 급전선(112)과 전기적으로 연결되는 복수의 제3 원형 배열 소자(135)를 포함할 수 있다.
- [0053] 예를 들면, 복수의 제1 원형 배열 소자(133), 복수의 제2 원형 배열 소자(134) 및 복수의 제3 원형 배열 소자(135) 각각은 8개의 원형 배열 소자로 구현될 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0054] 일측에 따르면, 한정된 공간에서 세 개의 대역에 원활하게 전력을 공급하기 위해, 복수의 제2 원형 배열 소자(134)는 마이크로스트립 급전 방식에 기초하여 전력을 공급 받고, 복수의 제1 원형 배열 소자(133) 및 복수의 제3 원형 배열 소자(135)는 프로브 급전 방식에 기초하여 전력을 공급 받을 수 있다.
- [0055] 일측에 따르면, 제2 레이어(120)는 제1 대역 급전선(111)과 복수의 제1 방사(133) 패턴 각각에 대응되는 위치와, 제3 대역 급전선(112)과 복수의 제3 원형 배열 소자(135) 각각에 대응되는 위치에 비아 홀(via hole)(122)이 형성될 수 있다.
- [0056] 다시 말해, 복수의 제1 방사(133) 패턴 및 복수의 제3 원형 배열 소자(135) 각각은 비아 홀을 통해 접지면(121)과의 접촉없이 제1 대역 급전선(111) 및 제3 대역 급전선(112)과 전기적으로 연결될 수 있으며, 이를 통해 프로브 급전 방식으로 전력을 공급받을 수 있다.
- [0057] 한편, 제1 대역 급전선(111), 제2 대역 급전선(131) 및 제3 대역 급전선(112) 중 적어도 하나는 전자적 빔조향이 필요한 경우 회로망 중단에 위상천이기(phase shifter)를 삽입하여 위상을 보정할 수 있으며, 중단 임피던스가 50Ω이 되도록 회로에는 1/4파장 변환기가 삽입될 수도 있다.
- [0058] 일측에 따르면, 복수의 제1 원형 배열 소자(133) 및 복수의 제3 원형 배열 소자(135)의 편파는 x축과 평행(즉, 수직 편파)을 이루도록 설계되고, 복수의 제2 원형 배열 소자(134)는 y축과 평행(즉, 수평 편파)을 이루도록 설계되며, 이를 통해 제1 대역 및 제2 대역 간, 그리고 제2 대역 및 제3 대역 간의 상호 간섭이 최소화될 수

있다.

- [0059] 일측에 따르면, 복수의 제1 원형 배열 소자(133) 및 복수의 제3 원형 배열 소자(135)의 편파는 y축과 평행(즉, 수평 편파)을 이루도록 설계되고, 복수의 제2 원형 배열 소자(134)는 x축과 평행(즉, 수직 편파)을 이루도록 설계될 수도 있다.
- [0060] 일측에 따르면, 복수의 제1 원형 배열 소자(133), 복수의 제2 원형 배열 소자(134) 및 복수의 제3 원형 배열 소자(135)는 대응되는 대역의 파장을 고려하여 원형 배열의 반지름이 서로 동일한 전기적 길이를 갖도록 배치될 수 있다.
- [0061] 예를 들면, 전기적 길이는 인접한 원형 배열 소자와의 상호 간섭이 최소화되는 간격($=0.8\lambda_0$)을 고려하여 $1.05\lambda_0$ 내지 $1.08\lambda_0$ 로 설계될 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 그레이팅 로브 등의 요인에 따라 결정될 수도 있다.
- [0062] 구체적으로, 복수의 제1 원형 배열 소자(133)은 제3 레이어의 중심점으로부터 제1 길이의 반지름을 갖는 가상의 원의 원주를 따라 원형 배열되고, 복수의 제2 원형 배열 소자(134)은 중심점으로부터 제1 길이보다 짧은 제2 길이의 반지름을 갖는 가상의 원의 원주를 따라 원형 배열되며, 복수의 제3 원형 배열 소자(135)은 중심점으로부터 제2 길이보다 짧은 제3 길이의 반지름을 갖는 가상의 원의 원주를 따라 원형 배열될 수 있다.
- [0063] 다시 말해, 다중 대역 안테나(100)는 원형 배열 소자 간의 최적의 간격을 설정하기 위해 각 대역의 파장을 고려하여 원형 배열의 반지름이 모두 동일한 전기적 길이($1.05\lambda_0$ 내지 $1.08\lambda_0$)를 갖도록 외각으로부터 S-대역 원형 배열 소자(즉, 제1 원형 배열 소자), C-대역 원형 배열 소자(즉, 제2 원형 배열 소자), X-대역 원형 배열 소자(즉, 제3 원형 배열 소자) 순으로 배열하여 공간을 최소화하고 대역 간의 간섭 효과를 최소화할 수 있다.
- [0065] 도 2는 일실시예에 따른 다중 대역 안테나에 구비된 제2 대역 급전선을 보다 구체적으로 설명하는 도면이다.
- [0066] 도 2를 참조하면, 일실시예에 따른 다중 대역 안테나는 한정된 공간에서 세 개의 대역의 안테나 간의 간섭 효과를 최소화하기 위해, 각 대역의 파장을 고려하여 원형 배열의 반지름이 동일한 전기적 길이를 갖도록 제1 원형 배열 소자(즉, S-대역 원형 배열 소자), 제2 원형 배열 소자(즉, C-대역 원형 배열 소자), 제3 원형 배열 소자(즉, X-대역 원형 배열 소자)의 순서대로 최적화 배치될 수 있다.
- [0067] 또한, 다중 대역 안테나는 제1 원형 배열 소자 및 제3 원형 배열 소자는 수직 편파, 제2 원형 배열 소자는 수평 편파를 사용하도록 설계하여 각 대역 간의 상호 간섭을 최소화할 수 있다.
- [0068] 또한, 다중 대역 안테나는 세 개의 대역의 원형 배열 소자에 원할한 전력을 공급하는 동시에 급전 공간을 최소화하기 위한 적층 급전 회로망 구조로써, 안테나 개구면에 해당하는 제3 레이어에 구비된 제2 대역 급전선에 기초하는 마이크로스트립 급전 방식을 통해 제2 원형 배열 소자에 전력을 공급하고, 제1 레이어에 구비된 제1 대역 급전선 및 제3 대역 급전선에 기초하는 프로브 급전 방식을 통해 제1 원형 배열 소자 및 제3 원형 배열 소자에 전력을 공급할 수 있다.
- [0069] 한편, 도 2에 도시된 제2 대역 급전선(200)은 복수의 제2 원형 배열 소자 중 제1 영역(A1)에 배치된 패턴에 전력을 공급하는 제1 서브 급전선(210) 및 복수의 제2 원형 배열 소자 중 제2 영역(A2)에 배치된 패턴에 전력을 공급하는 제2 서브 급전선(220)을 포함할 수 있다.
- [0070] 또한, 제1 서브 급전선(210) 및 제2 서브 급전선(220) 중 어느 하나는 위상 반전을 위해 미앤더 패턴(230)이 형성될 수 있다.
- [0071] 구체적으로, 제1 서브 영역(A1)에 배치된 4개의 제2 원형 배열 소자는 제1 서브 급전선(210)을 통해 좌측에서 전력이 공급되는 반면, 제2 서브 영역(A2)에 배치된 4개의 제2 원형 배열 소자는 우측에서 전력이 공급되어 위상이 180° 반전될 수 있다.
- [0072] 이에, 다중 대역 안테나는 모든 원형 배열 소자를 동위상으로 급전하기 위해 제2 원형 배열 소자 중간에 미앤더 구조를 삽입하여 180° 의 위상을 보상할 수 있다.
- [0074] 도 3a 내지 도 3c는 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 실제 제작된 샘플의 이미지 및 안테나 특성 측정 환경

을 설명하는 도면이다.

- [0075] 도 3a 내지 도 3c를 참조하면, 도면부호 310은 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 제3 레이어의 이미지를 도시하고, 도면부호 320은 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 제1 레이어의 이미지를 도시하며, 도면부호 330은 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 특성을 측정하는 무향실 내부의 이미지를 도시한다.
- [0076] 도면부호 310 내지 330에 따르면, 일실시예에 따른 다중 대역 안테나는 적층 구조이기 때문에 각 층을 안정적으로 결합하기 위한 플라스틱 나사가 사용되었으며, S-대역/C-대역/X-대역의 급전 회로망(즉, 제1 내지 제3 대역 급전선)의 종단에는 안테나 성능을 검증하기 위한 측정 장비(일례로, 벡터 회로망 분석기, 무반사 측정 시스템)와 연결되는 SMA 커넥터가 납땜되어 있다.
- [0077] 예를 들면, 안테나의 산란 계수(S-parameter) 측정은 벡터 회로망 분석기에서 수행되고, 방사패턴 측정은 무반사 측정 시스템에서 수행될 수 있다.
- [0079] 도 4a 내지 도 4b는 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 산란 계수 시뮬레이션 및 측정 결과를 설명하는 도면이다.
- [0080] 도 4a 내지 도 4b를 참조하면, 도면부호 410은 다중 대역 안테나의 제1 대역 포트, 제2 대역 포트 및 제3 대역 포트에 기초한 HFSS 시뮬레이션 및 측정을 통해 도출된 반사 계수(S_{11} , S_{22} , S_{33})의 비교 결과를 도시하고, 도면부호 420은 다중 대역 안테나의 제1 대역 포트, 제2 대역 포트 및 제3 대역 포트에 기초한 HFSS 시뮬레이션 및 측정을 통해 도출된 상호 간섭(S_{12} , S_{13} , S_{21} , S_{23} , S_{31} , S_{32})의 비교 결과를 도시한다.
- [0081] 도면부호 410 내지 420에 따르면, 다중 대역 안테나의 각 포트에서의 반사 계수(S_{11} , S_{22} , S_{33})는 모든 대역에서 -20dB를 만족하여 각 포트에 공급된 전력의 99%가 안테나에 공급되는 것으로 확인되었다.
- [0082] 또한, 각 대역의 안테나(원형 배열 소자) 간의 상호 간섭(S_{12} , S_{13} , S_{21} , S_{23} , S_{31} , S_{32})은 -40dB로 각 포트에 공급된 전력의 0.01% 수준으로 상호 간섭이 나타나서 설계에서 의도한 대로 매우 작은 것으로 확인되었다.
- [0084] 도 5a 내지 도 5c는 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 방사패턴 시뮬레이션 및 측정 결과를 설명하는 도면이다.
- [0085] 도 5a 내지 도 5c를 참조하면, 도면부호 510은 2GHz의 주파수에서 시뮬레이션 및 측정된 다중 대역 안테나의 방사패턴을 도시하고, 도면부호 520은 5.8GHz의 주파수에서 시뮬레이션 및 측정된 다중 대역 안테나의 방사패턴을 도시하며, 도면부호 530은 10.525 GHz에서 시뮬레이션 및 측정된 다중 대역 안테나의 방사패턴을 도시한다.
- [0086] 또한, 도면부호 510 내지 530에 도시된 방사패턴은 S-대역/X-대역은 수직편파, C-대역은 수평편파 조건에서 시뮬레이션된 방사패턴 결과를 도시한다.
- [0087] 도면부호 510 내지 530에 따르면, 시뮬레이션 및 측정에서 방사패턴의 모양은 매우 일치하는 것을 확인할 수 있다.
- [0088] 구체적으로, 시뮬레이션에서 최대 이득은 S-대역에서 14.7dBi, C-대역에서 15.7dBi, X-대역에서 12.9dBi이며, 측정된 최대 이득은 S-대역에서 14.3dBi, C-대역에서 15.3dBi, X-대역에서 12.5dBi로 나타났다.
- [0090] 도 6은 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 제조방법을 설명하는 도면이다.
- [0091] 도 6을 참조하면, 610 단계에서 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 제조방법은 제2 대역 급전선과 복수의 원형 배열 소자를 구비하는 제3 레이어를 형성할 수 있다.
- [0092] 다음으로, 620 단계에서 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 제조방법은 제3 레이어 하부에 접지면을 구비하는 제2 레이어를 형성할 수 있다.
- [0093] 다음으로, 630 단계에서 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 제조방법은 제2 레이어 하부에 제1 대역 급전선과 제3 대역 급전선을 구비하는 제1 레이어를 형성할 수 있다.

- [0094] 예를 들면, 제1 레이어 및 제3 레이어는 기판을 포함할 수 있고, 보다 구체적으로 기판은 Taconic 사의 TLY-5 기판($\epsilon_r=2.2$, $\tan \delta=0.0009$)일 수 있으며, 각 레이어의 크기는 275mm x 275mm이고, 사용된 기판의 두께는 1개에 1.6mm를 가지며, 다중 대역 안테나의 두께는 3.2mm로 설계될 수 있다.
- [0095] 일측에 따르면, 복수의 원형 배열 소자는 제1 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제1 원형 배열 소자, 제2 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제2 원형 배열 소자 및 제3 대역 급전선과 전기적으로 연결되는 복수의 제3 원형 배열 소자를 포함할 수 있다.
- [0096] 일측에 따르면, 복수의 제2 원형 배열 소자는 마이크로스트립 급전 방식에 기초하여 전력을 공급 받고, 복수의 제1 원형 배열 소자 및 복수의 제3 원형 배열 소자는 프로브 급전 방식에 기초하여 전력을 공급 받을 수 있다.
- [0097] 이를 위해, 620 단계에서 일실시예에 따른 다중 대역 안테나의 제조방법은 제1 대역 급전선과 복수의 제1 원형 배열 소자 각각에 대응되는 제2 레이어의 위치와, 제3 대역 급전선과 복수의 제3 원형 배열 소자 각각에 대응되는 제2 레이어의 위치에 비아 홀을 형성할 수 있다.
- [0098] 일측에 따르면, 복수의 제1 원형 배열 소자 및 복수의 제3 원형 배열 소자의 편파는 x축과 평행(즉, 수직 편파)을 이루도록 설계되고, 복수의 제2 원형 배열 소자는 y축과 평행(즉, 수평 편파)을 이루도록 설계되며, 이를 통해 제1 대역 및 제2 대역간, 그리고 제2 대역 및 제3 대역 간의 상호 간섭이 최소화될 수 있다.
- [0099] 일측에 따르면, 복수의 제1 원형 배열 소자 및 복수의 제3 원형 배열 소자의 편파는 y축과 평행(즉, 수평 편파)을 이루도록 설계되고, 복수의 제2 원형 배열 소자는 x축과 평행(즉, 수직 편파)을 이루도록 설계될 수도 있다.
- [0100] 일측에 따르면, 복수의 제1 원형 배열 소자, 복수의 제2 원형 배열 소자 및 복수의 제3 원형 배열 소자는 대응되는 대역의 파장을 고려하여 원형 배열의 반지름이 서로 동일한 전기적 길이를 갖도록 배치될 수 있다.
- [0101] 예를 들면, 전기적 길이는 인접한 원형 배열 소자와의 상호 간섭이 최소화되는 간격($=0.8\lambda_0$)을 고려하여 $1.05\lambda_0$ 내지 $1.08\lambda_0$ 로 설계될 수 있으나, 이에 한정되지 않고 그레이팅 로브 등의 요인에 따라 결정될 수도 있다.
- [0102] 구체적으로, 복수의 제1 원형 배열 소자는 제3 레이어의 중심점으로부터 제1 길이의 반지름을 갖는 가상의 원의 원주를 따라 원형 배열되고, 복수의 제2 원형 배열 소자는 중심점으로부터 제1 길이보다 짧은 제2 길이의 반지름을 갖는 가상의 원의 원주를 따라 원형 배열되며, 복수의 제3 원형 배열 소자는 중심점으로부터 제2 길이보다 짧은 제3 길이의 반지름을 갖는 가상의 원의 원주를 따라 원형 배열될 수 있다.
- [0104] 결국, 본 발명을 이용하면, 각 대역의 파장을 고려하여 각 대역에 대응되는 방사 패치들을 최적의 위치에 원형 배열함으로써, 다중 대역 간의 간섭 효과를 최소화할 수 있다.
- [0105] 또한, 본 발명을 이용하면, 제1 대역 및 제3 대역은 수직 편파를 이용하고, 제2 대역은 수평편파를 이용함으로써, 다중 대역 간의 상호 간섭을 최소화할 수 있다.
- [0106] 또한, 본 발명을 이용하면, 마이크로스트립 급전 방식 및 프로브 급전 방식이 혼합된 적층 급전 회로망 구조를 설계하여, 각 대역에 대응되는 방사 패치에 최적화된 전력을 공급할 수 있다.
- [0107] 또한, 본 발명을 이용하면, 적층 구조에 기초하여 방사 패치와 급전부의 설계 공간을 최소화함으로써, 시스템을 경량화할 수 있다.
- [0109] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들면, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 장치, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0110] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

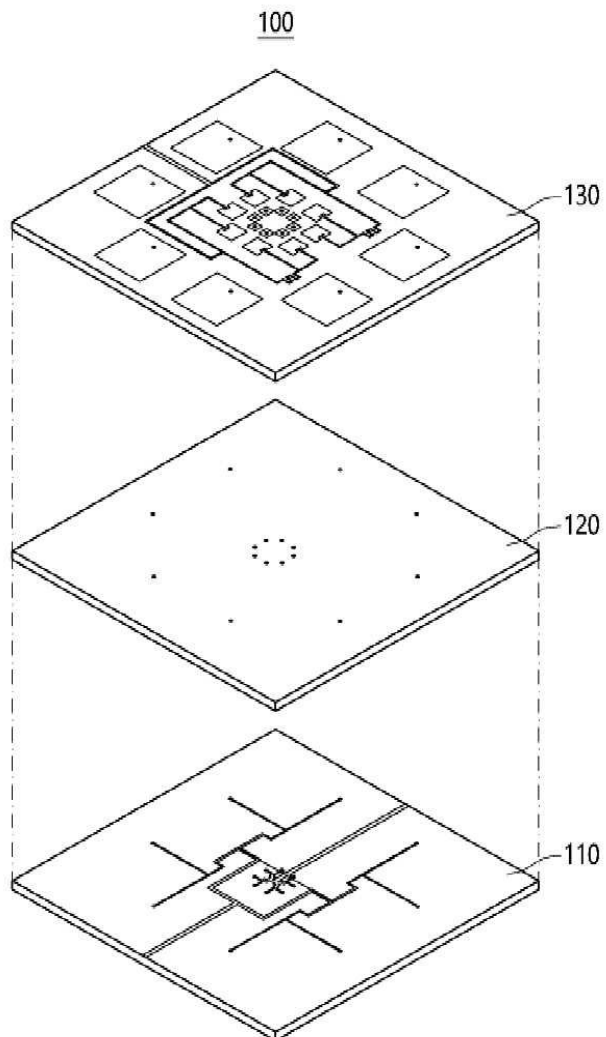
부호의 설명

[0111]

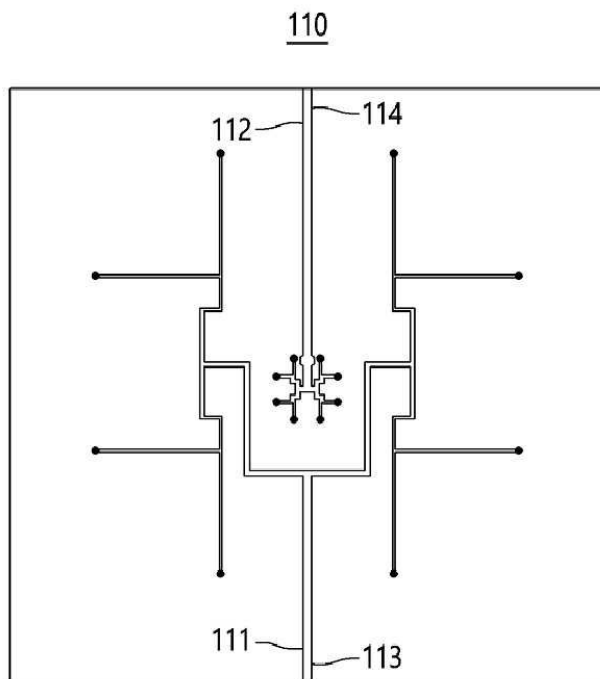
100: 다중 대역 안테나 110: 제1 레이어
 111: 제1 대역 급전선 112: 제3 대역 급전선
 113: 제1 대역 포트 114: 제3 대역 포트
 120: 제2 레이어 121: 접지면
 122: 비아 홀 130: 제3 레이어
 131: 제2 대역 급전선 132: 제2 대역 포트
 133: 제1 원형 배열 소자 134: 제2 원형 배열 소자
 135: 제3 원형 배열 소자

도면

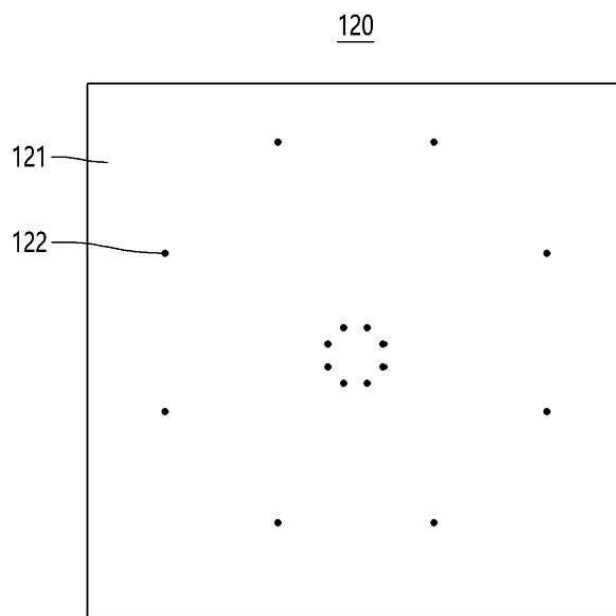
도면1a



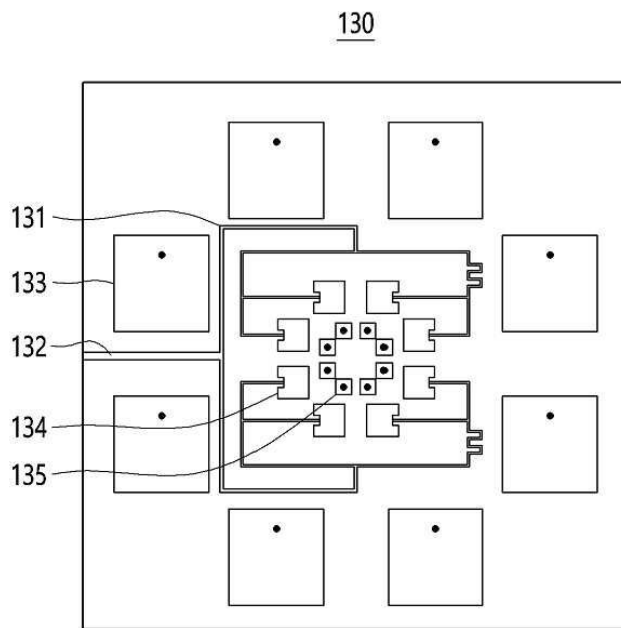
도면1b



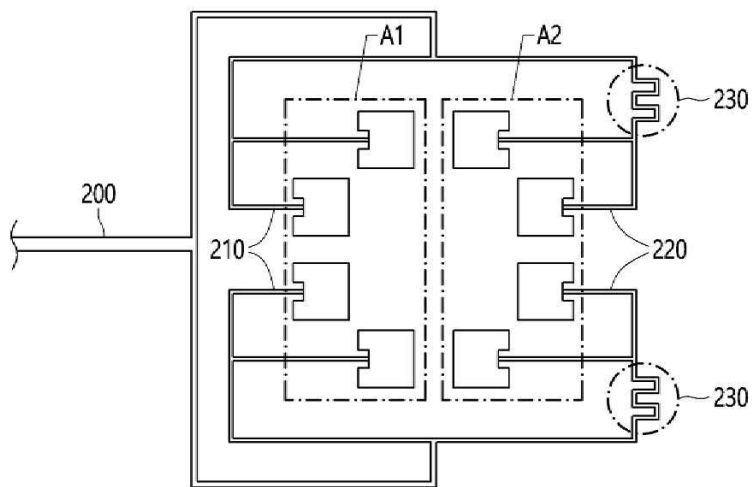
도면1c



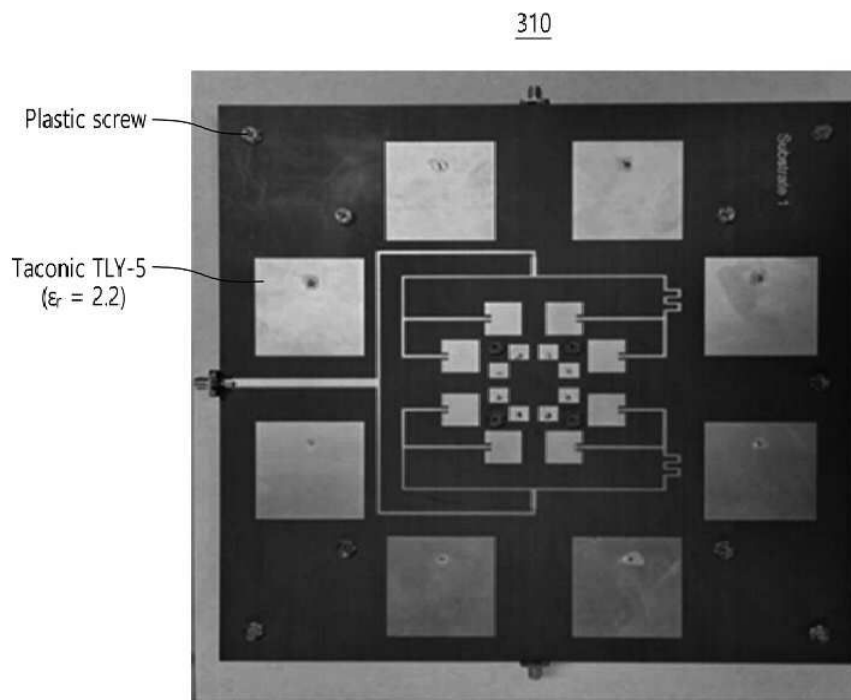
도면1d



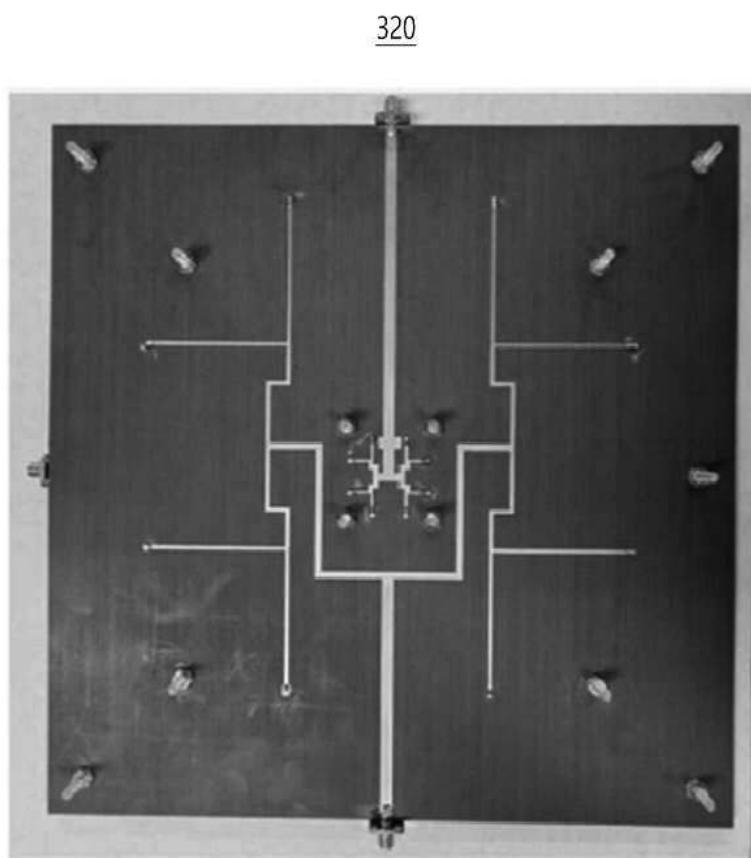
도면2



도면3a

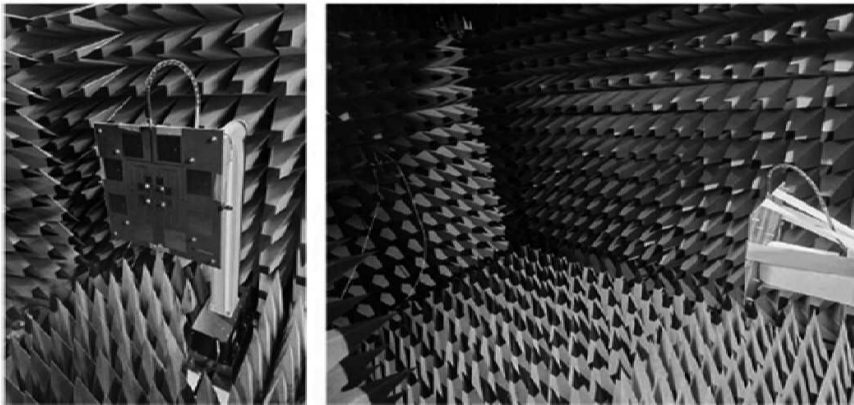


도면3b



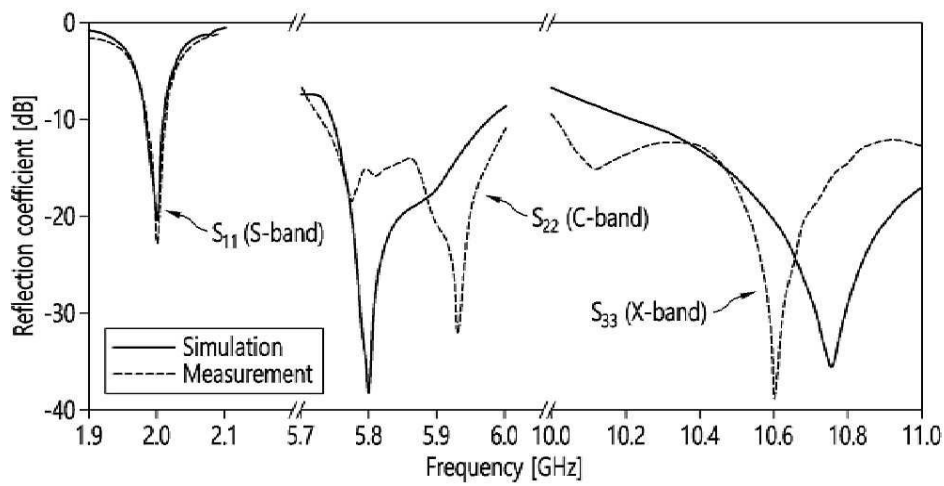
도면3c

330



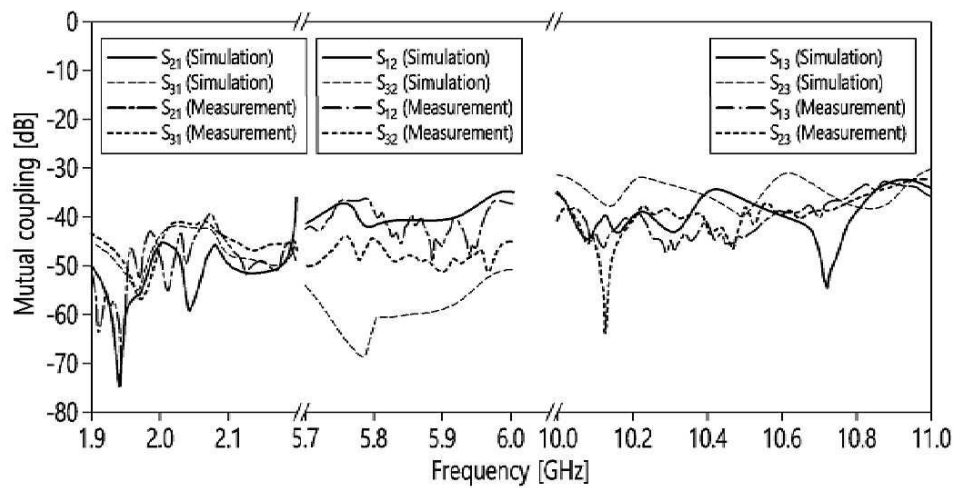
도면4a

410

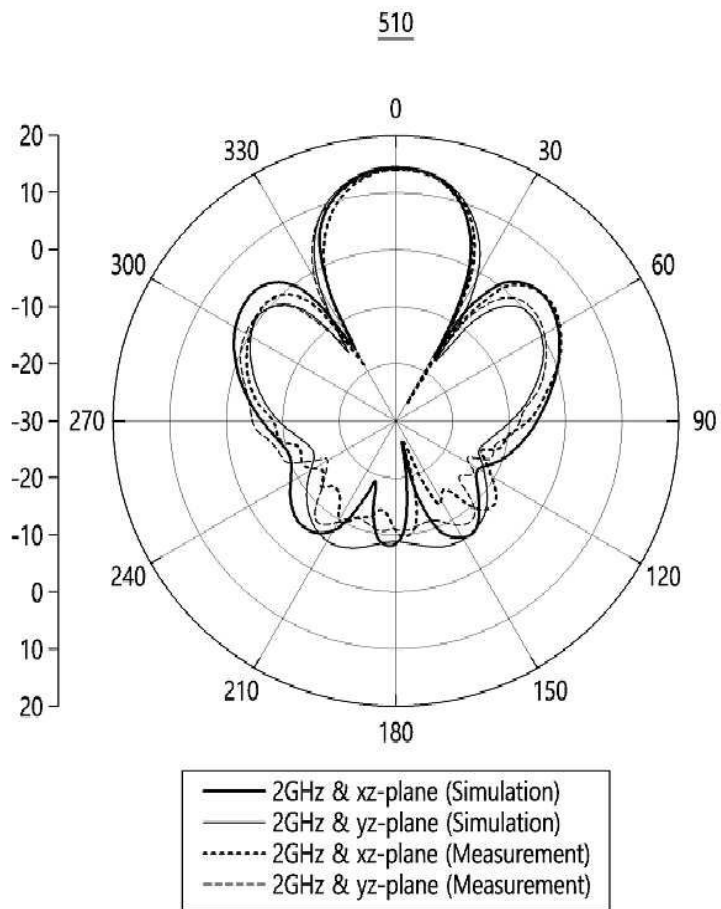


도면4b

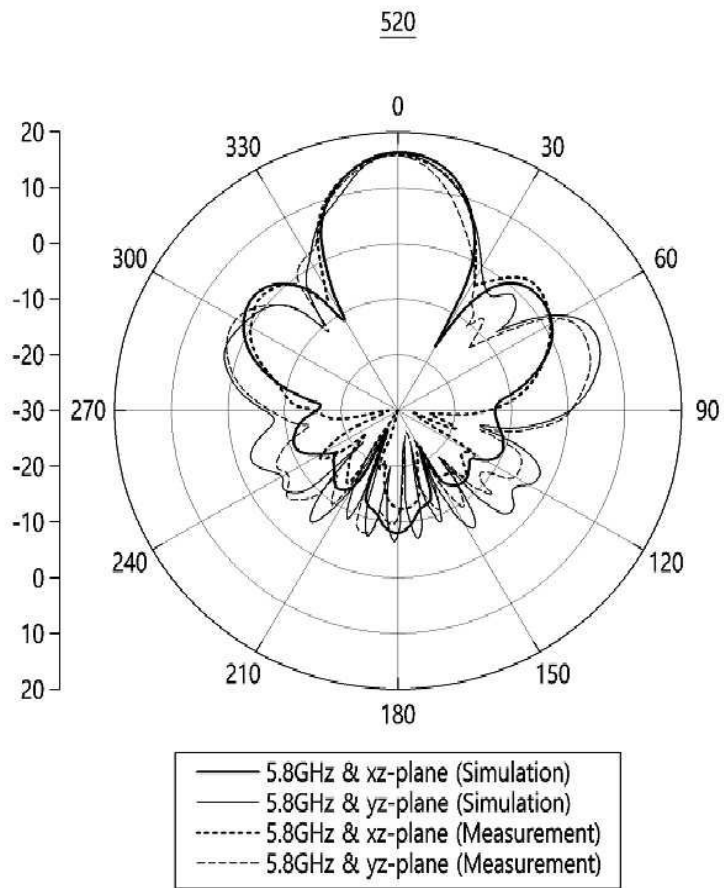
420



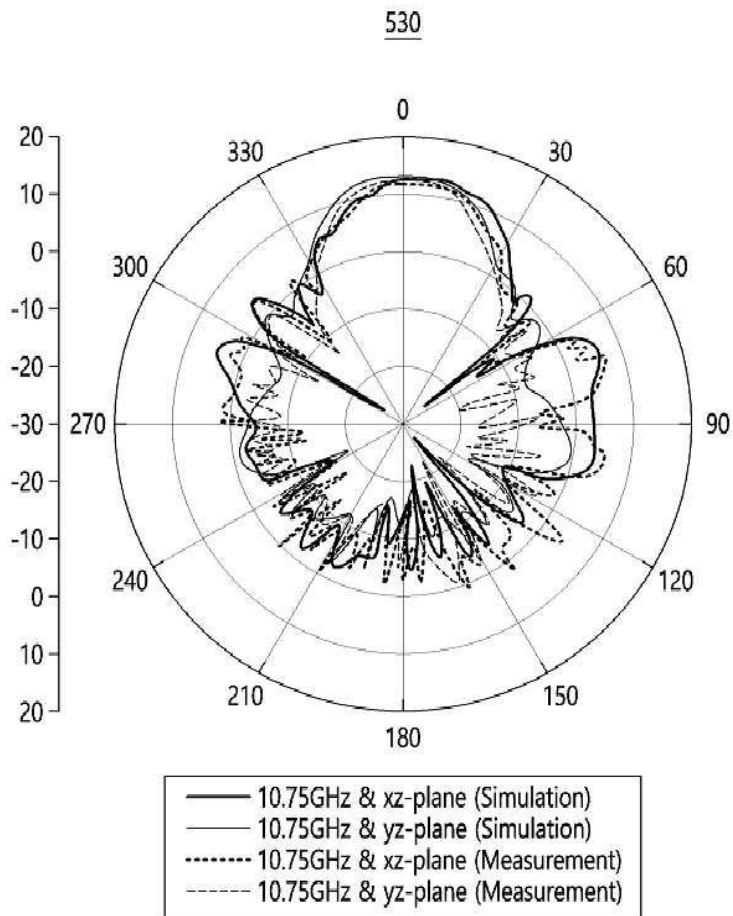
도면5a



도면5b



도면5c



도면6

