



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0159708
(43) 공개일자 2022년12월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 21/24 (2018.01) H01P 1/208 (2006.01)
H01P 3/12 (2006.01) H01Q 1/46 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 21/24 (2018.05)
H01P 1/2084 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0067661
(22) 출원일자 2021년05월26일
심사청구일자 2021년05월26일

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
강승택
인천광역시 부평구 부개로 58, 102동 1001호(부개동, 푸른마을삼부한신아파트)
이창형
경상북도 울진군 울진읍 향교로 46-7
(74) 대리인
특허법인충정

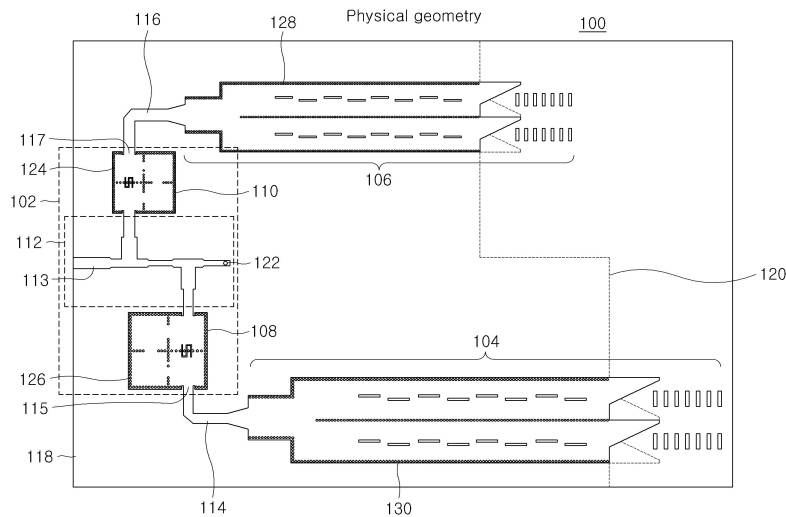
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치는, 기판 직접 도파관 기반(SIW)의 대역통과여파기를 기반으로 설계된 주파수 분배 및 결합기를 이용하여 5세대 이동 통신 밀리미터파 주파수 대역인 28GHz와 38GHz 대역을 분배 및 결합한다. 이를 기판 직접 도파관 기반의 슬롯 배열 안테나(Slot Array Antenna)와 비발디 안테나(Vivaldi Antenna)로 형성된 다중빔 안테나와 결합하여, 다중빔 특성을 갖는 안테나를 제공하며, 이로 인하여 28GHz 및 38GHz 대역에서 하나의 이동 통신사의 주파수 대역에 사용 가능한 1GHz의 대역폭을 만족함과 동시에 9dBi 이상의 수직 방향 및 수평 방향으로의 안테나 이득을 제공한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01P 3/121 (2013.01)

H01Q 1/46 (2018.05)

명세서

청구범위

청구항 1

급전부를 통해 입력된 신호 중 제1 대역의 신호를 제1 출력부를 통해 통과시키기 위한 기판 집적 도파관(SIW: Substrate Integrated Waveguide) 기반의 제1 대역통과여파기 및 상기 급전부를 통해 입력된 신호 중 상기 제1 대역보다 높은 제2 대역의 신호를 제2 출력부를 통해 통과시키기 위한 기판 집적 도파관 기반의 제2 대역통과여파기를 포함하는, 기판 집적 도파관 기반의 주파수 분배 및 결합기;

상기 제1 대역통과여파기에서 출력되는 신호를 수직 방향 및 수평 방향으로 방사하기 위한 기판 집적 도파관 기반의 제1 다중빔 안테나; 및

상기 제2 대역통과여파기에서 출력되는 신호를 수직 방향 및 수평 방향으로 방사하기 위한 기판 집적 도파관 기반의 제2 다중빔 안테나를 포함하고,

상기 제1 대역통과여파기와 상기 제2 대역통과여파기 각각은, 상기 급전부와 신호 결합 세기를 나타내는 결합 계수를 조절하기 위한 제1 슬롯을 포함하는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 대역통과여파기와 상기 제2 대역통과여파기 각각은, 상기 제1 대역통과여파기와 상기 제2 대역통과여파기 각각의 차단 특성을 향상시키기 위한 교차 결합(cross coupling)을 위한 전송 영점부를 포함하는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1 대역통과여파기와 상기 제2 대역통과여파기 각각은, 상기 출력부와 신호 결합 세기를 나타내는 결합 계수를 조절하기 위한 제2 슬롯을 포함하는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 전송 영점부는, "E" 모양의 슬롯을 포함하는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제1 다중빔 안테나는,

상기 제1 대역통과여파기에서 출력되는 신호를 수직 방향으로 방사하기 위한 기판 집적 도파관 기반의 제1 슬롯 배열안테나부; 및

상기 제1 슬롯배열안테나부를 통해 진행하는 신호를 수평 방향으로 방사하기 위한 제1 비발디 안테나부를 포함하고,

상기 제2 다중빔 안테나는,

상기 제2 대역통과여파기에서 출력되는 신호를 수직 방향으로 방사하기 위한 기판 집적 도파관 기반의 제2 슬롯 배열안테나부; 및

상기 제2 슬롯배열안테나부를 통해 진행하는 신호를 수평 방향으로 방사하기 위한 제2 비발디 안테나부를 포함하며,

상기 제1 다중빔 안테나 및 상기 제2 다중빔 안테나 각각은, 상기 슬롯배열안테나부와 상기 비발디 안테나부의 결합 구조로서 다중빔을 형성하는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 제1 슬롯배열안테나부는,

기관 집적 도파관 기반의 제1 전력 분배기; 및

상기 기관 집적 도파관 기반의 제1 전력 분배기에서 분배되는 신호를 각각 수직 방향으로 방사하기 위한 복수의 제1 슬롯배열안테나를 포함하고,

상기 제2 슬롯배열안테나부는,

기관 집적 도파관 기반의 제2 전력 분배기; 및

상기 기관 집적 도파관 기반의 제2 전력 분배기에서 분배되는 신호를 각각 수직 방향으로 방사하기 위한 복수의 제2 슬롯배열안테나를 포함하며,

상기 제1 비발디 안테나부는, 상기 복수의 제1 슬롯배열안테나와 하나의 구조로 배치되는 복수의 제1 비발디 안테나를 포함하며,

상기 제2 비발디 안테나부는, 상기 복수의 제2 슬롯배열안테나와 하나의 구조로 배치되는 복수의 제2 비발디 안테나를 포함하는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

청구항 7

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 급전부는,

입력 포트에 연결된 급전 선로;

상기 급전 선로와 상기 제1 대역통과여파기를 결합하는 제1 분기; 및

상기 급전 선로와 상기 제2 대역통과여파기를 결합하는 제2 분기를 포함하고,

상기 급전 선로의 종단부는 단락핀을 통해 접지부에 단락되는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

청구항 8

청구항 2에 있어서,

상기 제1 대역통과여파기 및 상기 제2 대역통과여파기 각각은, SIW 기반의 제1 공진기, SIW 기반의 제2 공진기, SIW 기반의 제3 공진기 및 SIW 기반의 제4 공진기를 포함하고,

상기 제1 공진기와 상기 제2 공진기, 상기 제2 공진기와 상기 제3 공진기, 및 상기 제3 공진기와 상기 제4 공진기는 서로 아이리스 커플링에 의해 포지티브 커플링되며,

상기 제1 공진기와 상기 제4 공진기는 상기 전송 영점부(transmission zero)에 의해 네거티브 커플링되는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 제1 공진기는,

상기 급전 선로에 연결된 분기에 연결된 직사각형 형상의 제1 금속 패턴; 및

상기 제1 금속 패턴의 4개의 변을 따라 소정 간격을 두고 접지부로 형성되고, 접지부와 상기 제1 금속 패턴을 연결하는 복수의 제1 금속 비아를 포함하며,

상기 제2 공진기와 아이리스 커플링(iris coupling)을 위해, 상기 제2 공진기와 아이리스 커플링되는 상기 제1 공진기의 한 변의 중간 부분에는 상기 제1 금속 비아가 형성되지 않고,

상기 제2 공진기는,

상기 제1 공진기와 아이리스 커플링되는 변에 연결된 직사각형 형상의 제2 금속 패턴; 및

상기 제2 금속 패턴의 4개의 변 중 상기 제1 공진기와 아이리스 커플링되는 변을 제외한 3개의 변을 따라 소정 간격을 두고 접지부로 형성되고, 상기 접지부와 상기 제2 금속 패턴을 연결하는 복수의 제2 금속 비아를 포함하며,

상기 제3 공진기와 아이리스 커플링(iris coupling)을 위해, 상기 제3 공진기와 아이리스 커플링되는 상기 제2 공진기의 한 변의 중간 부분에는 상기 제2 금속 비아가 형성되지 않고,

상기 제3 공진기는,

상기 제2 공진기와 아이리스 커플링되는 변에 연결된 직사각형 형상의 제3 금속 패턴; 및

상기 제3 금속 패턴의 4개의 변 중 상기 제2 공진기와 아이리스 커플링되는 변을 제외한 3개의 변을 따라 소정 간격을 두고 접지부로 형성되고, 상기 접지부와 상기 제3 금속 패턴을 연결하는 복수의 제3 금속 비아를 포함하며,

상기 제4 공진기와 아이리스 커플링(iris coupling)을 위해, 상기 제4 공진기와 아이리스 커플링되는 상기 제3 공진기의 한 변의 중간 부분에는 상기 제3 금속 비아가 형성되지 않고,

상기 제4 공진기는,

상기 제3 공진기와 아이리스 커플링되는 변에 연결된 직사각형 형상의 제4 금속 패턴; 및

상기 제4 금속 패턴의 4개의 변 중 상기 제3 공진기와 아이리스 커플링되는 변 및 상기 제1 공진기와 접하는 변을 제외한 2개의 변을 따라 소정 간격을 두고 접지부로 형성되고, 상기 접지부와 상기 제4 금속 패턴을 연결하는 복수의 제4 금속 비아를 포함하며,

상기 제4 공진기의 신호가 출력되도록 상기 제4 공진기의 한 변의 중간 부분에는 상기 제4 금속 비아가 형성되지 않고, 상기 제4 공진기의 한 변의 중간 부분은 출력부에 연결되며,

상기 제1 공진기와 상기 제4 공진기가 네거티브 커플링되도록, 상기 전송 영점부는, 상기 제1 공진기와 상기 제4 공진기가 접하는 변에 형성된 상기 복수의 제1 금속 비아 사이에 형성된 소정 형태의 슬롯을 포함하는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

청구항 10

청구항 3에 있어서,

상기 제1 슬롯은, 상기 제1 금속 패턴에 소정 길이와 소정 폭을 갖는 "—" 형태로 형성되고,

상기 제2 슬롯은, 상기 제4 금속 패턴에 소정 길이와 소정 폭을 갖는 "—" 형태로 형성되는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 제1 대역은 28GHz 대역을 포함하고, 상기 제2 대역은 38GHz 대역을 포함하는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 제2 대역통과여파기는 상기 제1 대역통과여파기보다 입력 포트에 더 근접하여 배치되는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

청구항 13

청구항 6에 있어서,

상기 복수의 비발디 안테나 각각은,

입력되는 신호를 수평 방향으로 방사하기 위한 방사부; 및

상기 방사부에서 방사되는 신호의 지향성을 향상시키기 위한 유도기를 포함하며,

상기 유도기는, 상기 방사부로부터 소정 거리 이격되어 소정 간격을 두고 상기 방사부 전방으로 배치되며 소정의 길이 및 소정의 폭을 갖는 복수의 금속 패턴을 포함하는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 방사부의 제1 부분은 상기 제1 슬롯배열안테나 및 상기 제2 슬롯배열안테나 각각의 금속 패턴에 결합되고,

상기 방사부의 제2 부분은 상기 접지부에 결합되는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 5세대(5G) 이동 통신용 밀리미터파 대역 도파관 여파기(Filter) 개발 분야, 5G 이동 통신용 밀리미터파 증계기, 밀리미터파 단말기, 밀리미터파 안테나 시스템 분야, 그리고 5G 이동 통신용 밀리미터파 주파수와 동일하거나 가까운 밀리미터파 대역의 위성통신 안테나, 국방 무선통신 안테나, 항공통신 안테나, 자율주행차량 레이다와 안테나 분야, 또한 밀리미터파 안테나와 회로 성능 측정장비 및 측정법 수립 분야에 관한 것으로, 특히 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

5세대 이동 통신에서 원거리를 둔 송신자와 수신자를 잇는 무선통신과 이동 통신 기술은 Sub-6GHz 대역인 3.5GHz 와 28GHz와 같은 고주파 대역을 사용한다. 고주파 신호의 전력은 공간에서 전파할 때, 그 감쇠가 거리 제곱에 비례, 파장 제곱에 반비례하여 매우 큰 손실이 불가피한만큼, 이동 통신 시스템 내에서의 전력 손실을 최소화하여야 한다.

[0003]

5G 이동 통신의 등장으로, 기존에 사용하는 주파수 대역에서 많은 변화들이 생겨났다. 5G 이동 통신용 Sub-6GHz 대역과 밀리미터파(mm-Wave) 대역이 대표적으로 5G 이동 통신에 사용되는 주파수 대역으로 나뉘진다. 이 중에서도 밀리미터파(mm-Wave) 대역은 28GHz 대역과 38GHz 대역이 사용되는데, 이 두 주파수 대역은 기존에 사용되던 주파수 대역과 비교하였을 때, 높은 주파수 대역이기 때문에 손실에 대한 부분과 감쇠에 대한 부분을 고려하여 RF 부품들이 설계되어야 하기 때문에, 설계가 비교적 까다롭다.

[0004]

또한, 28GHz 대역과 38GHz 대역에서 동시에 동작하는 안테나가 요구되는데, 두 주파수 대역에서 간섭이 적고 각각의 주파수 대역에 최적화된 배열 안테나의 간격 및 특성을 유지하기 위해서는 주파수 분배 및 결합기가 결합된 안테나가 요구된다.

[0005]

밀리미터파(mm-Wave) 대역에서는 공간에서의 손실이 매우 크기 때문에, 단위 안테나를 배열화하여 고이득 안테나로 설계하는 것이 일반적이다. 이렇게 설계된 고이득 안테나의 라인-오브-사이트(Line-of-sight)를 유지하기

위한 기술로 빔-포밍, 빔-스티어링, 멀티-빔 안테나 기술 등이 요구된다.

- [0006] 또한, 수 GHz 대역에서 무선 통신 회로들은 일반적으로 손실이 발생하는 마이크로스트립 라인 형태로 만들어지는데 저가로 대량 생산에 용이하여 지금까지 통용되어 왔다. 그러나, 5G와 같이 주파수가 밀리미터파 대역에 들어오면서 마이크로스트립 라인 회로에서는 손실이 급증하여 가격 경쟁력의 논리는 힘을 잃게 된다.
- [0007] 통신 품질을 높이고 대용량 데이터 전송에 대한 요구를 만족시키며 경제적 이윤을 추구하는 상황이라서, 개방형(방사공간에 노출된)인 적층 기판(Printed Circuit Board) 대신, 금속 벽으로 갇힌 구조이며 적층 기판 공정을 사용할 수 있는 기판 집적 도파관(SIW: Substrate Integrated Waveguide)에 기반하는 손실이 거의 없는 회로들이나 안테나가 필요하다.
- [0008] 5G 뿐만 아니라, 밀리미터파 신호를 송수신하는 Ka 대역 위성통신, 항공통신, 국방 무선통신, 차량충돌 방지용 레이더의 RF단에서는 도파관 회로와 부품들이 주류를 이룬다.
- [0009] 따라서, 기판 집적 도파관을 기반으로 한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치가 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) KR 10-1430994 B1

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 5G 밀리미터파 대역에서 기판 집적 도파관(SIW)을 기본 골격으로 하고, 5G 이동 통신 28GHz 및 38GHz 대역의 이중 대역 신호를 송수신할 수 있으며 다중빔 기능을 수행하는, 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치는,
- [0013] 급전부를 통해 입력된 신호 중 제1 대역의 신호를 제1 출력부를 통해 통과시키기 위한 기판 집적 도파관(SIW: Substrate Integrated Waveguide) 기반의 제1 대역통과여파기 및 상기 급전부를 통해 입력된 신호 중 상기 제1 대역보다 높은 제2 대역의 신호를 제2 출력부를 통해 통과시키기 위한 기판 집적 도파관 기반의 제2 대역통과여파기를 포함하는, 기판 집적 도파관 기반의 주파수 분배 및 결합기;
- [0014] 상기 제1 대역통과여파기에서 출력되는 신호를 수직 방향 및 수평 방향으로 방사하기 위한 기판 집적 도파관 기반의 제1 다중빔 안테나; 및
- [0015] 상기 제2 대역통과여파기에서 출력되는 신호를 수직 방향 및 수평 방향으로 방사하기 위한 기판 집적 도파관 기반의 제2 다중빔 안테나를 포함하고,
- [0016] 상기 제1 대역통과여파기와 상기 제2 대역통과여파기 각각은, 상기 급전부와 신호 결합 세기를 나타내는 결합 계수를 조절하기 위한 제1 슬롯을 포함한다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 있어서, 상기 제1 대역통과여파기와 상기 제2 대역통과여파기 각각은, 상기 제1 대역통과여파기와 상기 제2 대역통과여파기 각각의 차단 특성을 향상시키기 위한 교차 결합(cross coupling)을 위한 전송 영점부를 포함할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 있어서, 상기 제1 대역통과여파기와 상기 제2 대역통과여파기 각각은, 상기 출력부와 신호 결합 세기를 나타내는 결합 계수를 조절하기 위한 제2 슬롯을 포함할 수 있다.

- [0019] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 있어서, 상기 전송 영점부는, "5" 모양의 슬롯을 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 있어서, 상기 제1 다중빔 안테나는,
- [0021] 상기 제1 대역통과여파기에서 출력되는 신호를 수직 방향으로 방사하기 위한 기관 집적 도파관 기반의 제1 슬롯 배열안테나부; 및
- [0022] 상기 제1 슬롯배열안테나부를 통해 진행하는 신호를 수평 방향으로 방사하기 위한 제1 비발디 안테나부를 포함하고,
- [0023] 상기 제2 다중빔 안테나는,
- [0024] 상기 제2 대역통과여파기에서 출력되는 신호를 수직 방향으로 방사하기 위한 기관 집적 도파관 기반의 제2 슬롯 배열안테나부; 및
- [0025] 상기 제2 슬롯배열안테나부를 통해 진행하는 신호를 수평 방향으로 방사하기 위한 제2 비발디 안테나부를 포함하며,
- [0026] 상기 제1 다중빔 안테나 및 상기 제2 다중빔 안테나 각각은, 상기 슬롯배열안테나부와 상기 비발디 안테나부의 결합 구조로서 다중빔을 형성할 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 있어서, 상기 제1 슬롯배열안테나부는,
- [0028] 기관 집적 도파관 기반의 제1 전력 분배기; 및
- [0029] 상기 기관 집적 도파관 기반의 제1 전력 분배기에서 분배되는 신호를 각각 수직 방향으로 방사하기 위한 복수의 제1 슬롯배열안테나를 포함하고,
- [0030] 상기 제2 슬롯배열안테나부는,
- [0031] 기관 집적 도파관 기반의 제2 전력 분배기; 및
- [0032] 상기 기관 집적 도파관 기반의 제2 전력 분배기에서 분배되는 신호를 각각 수직 방향으로 방사하기 위한 복수의 제2 슬롯배열안테나를 포함하며,
- [0033] 상기 제1 비발디 안테나부는, 상기 복수의 제1 슬롯배열안테나와 하나의 구조로 배치되는 복수의 제1 비발디 안테나를 포함하며,
- [0034] 상기 제2 비발디 안테나부는, 상기 복수의 제2 슬롯배열안테나와 하나의 구조로 배치되는 복수의 제2 비발디 안테나를 포함할 수 있다.
- [0035] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 있어서, 상기 급전부는,
- [0036] 입력 포트에 연결된 급전 선로;
- [0037] 상기 급전 선로와 상기 제1 대역통과여파기를 결합하는 제1 분기; 및
- [0038] 상기 급전 선로와 상기 제2 대역통과여파기를 결합하는 제2 분기를 포함하고,
- [0039] 상기 급전 선로의 종단부는 단락핀을 통해 접지부에 단락될 수 있다.
- [0040] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 있어서, 상기 제1 대역통과여파기 및 상기 제2 대역통과여파기 각각은, SIW 기반의 제1 공진기, SIW 기반의 제2 공진기, SIW 기반의 제3 공진기 및 SIW 기반의 제4 공진기를 포함하고,
- [0041] 상기 제1 공진기와 상기 제2 공진기, 상기 제2 공진기와 상기 제3 공진기, 및 상기 제3 공진기와 상기 제4 공진기는 서로 아이리스 커플링에 의해 포지티브 커플링되며,
- [0042] 상기 제1 공진기와 상기 제4 공진기는 상기 전송 영점부(transmission zero)에 의해 네거티브 커플링될 수

있다.

- [0043] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 있어서, 상기 제1 공진기는,
- [0044] 상기 급전 선로에 연결된 분기에 연결된 직사각형 형상의 제1 금속 패턴; 및
- [0045] 상기 제1 금속 패턴의 4개의 변을 따라 소정 간격을 두고 접지부로 형성되고, 접지부와 상기 제1 금속 패턴을 연결하는 복수의 제1 금속 비아를 포함하며,
- [0046] 상기 제2 공진기와의 아이리스 커플링(iris coupling)을 위해, 상기 제2 공진기와 아이리스 커플링되는 상기 제1 공진기의 한 변의 중간 부분에는 상기 제1 금속 비아가 형성되지 않고,
- [0047] 상기 제2 공진기는,
- [0048] 상기 제1 공진기와 아이리스 커플링되는 변에 연결된 직사각형 형상의 제2 금속 패턴; 및
- [0049] 상기 제2 금속 패턴의 4개의 변 중 상기 제1 공진기와 아이리스 커플링되는 변을 제외한 3개의 변을 따라 소정 간격을 두고 접지부로 형성되고, 상기 접지부와 상기 제2 금속 패턴을 연결하는 복수의 제2 금속 비아를 포함하며,
- [0050] 상기 제3 공진기와의 아이리스 커플링(iris coupling)을 위해, 상기 제3 공진기와 아이리스 커플링되는 상기 제2 공진기의 한 변의 중간 부분에는 상기 제2 금속 비아가 형성되지 않고,
- [0051] 상기 제3 공진기는,
- [0052] 상기 제2 공진기와 아이리스 커플링되는 변에 연결된 직사각형 형상의 제3 금속 패턴; 및
- [0053] 상기 제3 금속 패턴의 4개의 변 중 상기 제2 공진기와 아이리스 커플링되는 변을 제외한 3개의 변을 따라 소정 간격을 두고 접지부로 형성되고, 상기 접지부와 상기 제3 금속 패턴을 연결하는 복수의 제3 금속 비아를 포함하며,
- [0054] 상기 제4 공진기와의 아이리스 커플링(iris coupling)을 위해, 상기 제4 공진기와 아이리스 커플링되는 상기 제3 공진기의 한 변의 중간 부분에는 상기 제3 금속 비아가 형성되지 않고,
- [0055] 상기 제4 공진기는,
- [0056] 상기 제3 공진기와 아이리스 커플링되는 변에 연결된 직사각형 형상의 제4 금속 패턴; 및
- [0057] 상기 제4 금속 패턴의 4개의 변 중 상기 제3 공진기와 아이리스 커플링되는 변 및 상기 제1 공진기와 접하는 변을 제외한 2개의 변을 따라 소정 간격을 두고 접지부로 형성되고, 상기 접지부와 상기 제4 금속 패턴을 연결하는 복수의 제4 금속 비아를 포함하며,
- [0058] 상기 제4 공진기의 신호가 출력되도록 상기 제4 공진기의 한 변의 중간 부분에는 상기 제4 금속 비아가 형성되지 않고, 상기 제4 공진기의 한 변의 중간 부분은 출력부에 연결되며,
- [0059] 상기 제1 공진기와 상기 제4 공진기가 네거티브 커플링되도록, 상기 전송 영점부는, 상기 제1 공진기와 상기 제4 공진기가 접하는 변에 형성된 상기 복수의 제1 금속 비아 사이에 형성된 소정 형태의 슬롯을 포함할 수 있다.
- [0060] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 있어서, 상기 제1 슬롯은, 상기 제1 금속 패턴에 소정 길이와 소정 폭을 갖는 "—" 형태로 형성되고,
- [0061] 상기 제2 슬롯은, 상기 제4 금속 패턴에 소정 길이와 소정 폭을 갖는 "—" 형태로 형성될 수 있다.
- [0062] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 있어서, 상기 제1 대역은 28GHz 대역을 포함하고, 상기 제2 대역은 38GHz 대역을 포함할 수 있다.
- [0063] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 있어서, 상기 제2 대역통과여파기는 상기 제1 대역통과여파기보다 입력 포트에 더 근접하여 배치될 수 있다.
- [0064] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중

대역 다중빔 안테나 장치에 있어서, 상기 복수의 비발디 안테나 각각은,

[0065] 입력되는 신호를 수평 방향으로 방사하기 위한 방사부; 및

[0066] 상기 방사부에서 방사되는 신호의 지향성을 향상시키기 위한 유도기를 포함하며,

[0067] 상기 유도기는, 상기 방사부로부터 소정 거리 이격되어 소정 간격을 두고 상기 방사부 전방으로 배치되며 소정의 길이 및 소정의 폭을 가질 수 있다.

[0068] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 있어서, 상기 방사부의 제1 부분은 상기 제1 슬롯배열안테나 및 상기 제2 슬롯배열 안테나 각각의 금속 패턴에 결합되고,

[0069] 상기 방사부의 제2 부분은 상기 접지부에 결합될 수 있다.

발명의 효과

[0070] 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 의하면, 5G 이동 통신 밀리미터파 대역에서 28GHz 및 38GHz 대역을 나눠주어 각 주파수 격리도를 향상시킬 수 있고 동시에 하나의 구조에서 수직 및 수평 방향의 다중빔 특성을 만들어 내어 5G 이동 통신 시스템의 성능 및 효율을 향상시킬 수 있다.

[0071] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 의하면, 기판 직접 도파관 기반(SIW)의 대역통과여파기를 기반으로 설계된 주파수 분배 및 결합기를 이용하여 5세대 이동 통신 밀리미터파 주파수 대역인 28GHz와 38GHz 대역을 분배 및 결합한다.

[0072] 이를 기판 집적 도파관 기반의 슬롯 배열 안테나(Slot Array Antenna)와 비발디 안테나(Vivaldi Antenna)로 형성된 다중빔 안테나와 결합하여, 다중빔 특성을 갖는 안테나를 제공하며, 이로 인하여 28GHz 및 38GHz 대역에서 하나의 이동 통신사의 주파수 대역에 사용 가능한 1GHz의 대역폭을 만족함과 동시에 9dBi 이상의 수직 방향 및 수평 방향으로의 안테나 이득을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0073] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치를 도시한 도면.

도 2a는 도 1에 도시된 대역통과여파기를 설명하기 위한 개념도.

도 2b는 도 1에 도시된 대역통과여파기의 구성을 도시한 도면.

도 3a 및 도 3b는 제1 대역통과여파기의 결과를 도시한 도면.

도 4a 및 도 4b는 제1 대역통과여파기의 제작된 구조 및 실측 결과를 도시한 도면.

도 4c 및 도 4d는 제2 대역통과여파기의 제작된 구조 및 실측 결과를 도시한 도면.

도 5a는 도 1에 도시된 주파수 분배 및 결합기를 설명하기 위한 개념도.

도 5b는 도 1에 도시된 주파수 분배 및 결합기의 구성을 도시한 도면.

도 6a 및 도 6b는 주파수 분배 및 결합기의 제작된 구조를 도시한 도면.

도 6c는 제작된 주파수 분배 및 결합기의 실측 결과를 도시한 도면.

도 7은 도 1에 도시된 다중 빔 안테나를 설명하기 위한 개념도.

도 8a는 28GHz 다중빔 안테나인 제1 다중빔 안테나의 구성을 도시한 도면.

도 8b 내지 도 8d는 도 8a에 도시된 제1 다중빔 안테나의 전자기 모의시험 결과를 도시한 도면.

도 9a는 38GHz 다중빔 안테나인 제2 다중빔 안테나의 구성을 도시한 도면.

도 9b 내지 도 9d는 도 9a에 도시된 제2 다중빔 안테나의 전자기 모의시험 결과를 도시한 도면.

도 10a 내지 도 10c는 제1 다중빔 안테나의 제작된 모습 및 실측 결과를 도시한 도면.

도 11a 내지 도 11c는 제2 다중빔 안테나의 제작된 모습 및 실측 결과를 도시한 도면.

도 12a 내지 도 12c는 본 발명의 일 실시예에 의한 이중 대역 다중빔 안테나의 모의시험 결과를 도시한 도면.

도 13a 내지 도 13d는 본 발명의 일 실시예에 의한 이중 대역 다중빔 안테나의 제작된 모습 및 실측 결과를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0074] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다. 이에 앞서 본 명세서 및 청구항에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0075] 또한, 본 명세서에 개시된 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0076] 본 발명에서는 기판 집적 도파관을 기반으로 한 주파수 분배 및 결합기와 다중빔(Multi-beam) 안테나를 포함하는 이중 대역 안테나 장치를 제안한다.
- [0077] 제안하는 주파수 분배 및 결합기는 5세대 이동 통신 고주파 대역인 28GHz 및 38GHz 대역의 주파수를 분배 및 결합시키기 위해 각각의 대역통과여파기가 공통 선로와 결합되어 있으며, 이와 결합하기 위한 안테나로는, 28GHz와 38GHz에서 각각 동작가능한 다중빔 특성을 만들어 내기 위해, 기판 집적 도파관을 활용한 슬롯 배열 안테나인 슬롯 배열 안테나 및 비발디 안테나가 하나의 몸체에서 결합된 다중빔 안테나가 다중빔 특성을 만들어 낸다. 최종적인 구조로 주파수 분배 및 결합기와 결합된 다중빔 안테나를 통해 이중 대역(Dual-Band) 다중빔 안테나가 5G 밀리미터파 대역(mm-Wave band)에서 동작한다.
- [0078] 가장 먼저 이중 대역으로 동작하기 위해 각 동작 주파수를 구분해 주는 주파수 분배 및 결합기가 요구된다. 이를 설계하기 위한 구성 요소로서 대역통과여파기(Bandpass Filter)가 선행되어야 한다. 본 발명에서의 대역통과여파기는 기판 집적 도파관(SIW) 구조 기반의 4개의 공진기(Resonator)로 구성되어 있으며, 4개의 공진기는 복수의 금속 비아(Metallic Via)로 형성된 금속 벽을 통해 각 공진기 간의 결합 계수(Coupling Coefficient)를 조절하여 주파수 응답을 만족시키도록 구성된다. 또한, 차단 특성을 좋게 하기 위하여 전송 영점(Transmission Zero)을 위한 교차 결합(Cross Coupling)을 슬롯(Slot)으로 만들어 내는 것이 중요한 발명이다.
- [0079] 언급된 방식과 같이 28GHz와 38GHz에서 동작하는 대역통과여파기를 설계한 뒤, 이를 공통 선로로 결합하여 주파수 분배 및 결합기로 확장시킨다. 주파수 분배 및 결합기로 확장시키기 위해서는 입력 단자(Input Port)와 높은 주파수 대역의 대역통과여파기와 간격과 높은 주파수 대역통과여파기와 낮은 주파수 대역통과여파기 간의 간격이 주된 조율(Tuning) 요소이며, 낮은 주파수 대역통과여파기와 단락핀(Shorting-Pin) 간의 거리 또한 중요한 요소이다.
- [0080] 다음으로, 각 주파수 대역 별 다중빔 안테나를 형성하기 위하여 SIW 기반의 슬롯 배열 안테나(Slot Array Antenna)와 비발디 안테나(Vivaldi Antenna)가 결합된다. 슬롯 배열 안테나는 SIW 기반의 2-분기 전력 분배기를 기반으로 2-by-8 슬롯을 구비한 배열 안테나로 구성되어 있다.
- [0081] 슬롯 배열 안테나는 기판에 대하여 수직(Vertical) 방향으로 신호를 방사하기 위한 요소이며, 일반적인 SIW 슬롯 배열 안테나와 달리, 수평(Horizontal) 방향으로 방사하기 위한 구조를 형성하기 위하여 슬롯 배열 안테나의 종단 지점에 비발디 안테나를 설계하여 다중빔 안테나를 설계하였다. 이렇게 설계된 다중빔 안테나 또한 중요한 발명이다.
- [0082] 최종적으로 앞서 설계된 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나가 결합되어, 28GHz 대역에서는 28GHz의 대역통과여파기가 동작하는 경로로 전자파가 진행하여 대역통과여파기와 결합된 28GHz 다중빔 안테나로 인해 28GHz 대역의 신호가 수직 및 수평 방향으로 방사되며, 38GHz 대역에서는 38GHz의 대역통과여파기가 동작하는 경로로 전

자파가 진행하여 대역통과여파기와 결합된 38GHz 다중빔 안테나로 인해 38GHz 대역의 신호가 수직 및 수평 방향으로 방사된다.

[0083] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치에 대해 설명하기로 한다.

[0084] 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치는 5G 밀리미터파 대역(28GHz 및 38GHz)에서 동작하는 이중 대역 및 다중빔 특성을 가진 안테나 구조를 제공한다.

[0085] 기존의 마이크로스트립 형태의 대역통과여파기 및 주파수 분배 및 결합기는 낮은 품질 계수(Quality Factor)를 가지기 때문에 높은 주파수 대역에 적용하기가 어렵다. 이러한 이유로 도파관(Waveguide) 형태로 대부분의 대역 통과여파기 및 주파수 분배 및 결합기를 설계하는데, 이는 전반적으로 구조가 매우 커진다는 단점이 있다.

[0086] 본 발명은 기존의 마이크로스트립 기반에서 주로 사용되는 에지 결합 여파기(Edge Coupled Filter)나 링 공진기(Ring Resonator) 기반의 여파기는 높은 삽입손실 특성을 가지기 때문에 이를 극복하기 위하여 기판 집적 도파관(SIW: Substrate Integrated Waveguide) 방식을 적용하여 상대적으로 높은 품질 계수(Quality Factor)를 가지는 대역통과여파기와 기판 집적 도파관(SIW: Substrate Integrated Waveguide)의 특성을 활용하여 공진 및 진행파(Traveling Wave), 즉, 위 두 가지 방식을 활용한 다중빔 안테나를 제안하여 5G 이동 통신 시스템의 효율을 증가시키는 방식을 제안한다.

[0087] 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치(100)는, 급전 선로(113)를 포함하는 급전부(112)를 통해 입력된 신호 중 제 1 밀리미터파 대역인 28GHz 대역의 신호를 출력부(115)를 통해 통과시키기 위한 기판 집적 도파관(SIW: Substrate Integrated Waveguide) 기반의 제1 대역통과여파기(108)와, 상기 급전부(112)를 통해 입력된 신호 중 상기 제1 밀리미터파 대역보다 높은 제2 밀리미터파 대역인 38 GHz의 신호를 출력부(117)를 통해 통과시키기 위한 기판 집적 도파관 기반의 제2 대역통과여파기(110)를 포함하는 기판 집적 도파관 기반의 주파수 분배 및 결합기(102), 상기 제1 대역통과여파기(108)에서 출력되는 신호를 수직 방향 및 수평 방향으로 방사하기 위한 기판 집적 도파관 기반의 제1 다중빔 안테나(104), 및 상기 제2 대역통과여파기(110)에서 출력되는 신호를 수직 방향 및 수평 방향으로 방사하기 위한 기판 집적 도파관 기반의 제2 다중빔 안테나(106)를 포함한다.

[0088] 상기 제1 대역통과여파기(108)와 상기 제2 대역통과여파기(110) 각각은, 상기 급전부(112)와의 신호 결합 세기를 나타내는 결합 계수를 조절하기 위한 제1 슬롯(도 2b의 216)을 포함하며, 상기 제1 대역통과여파기(108)와 상기 제2 대역통과여파기(110) 각각은, 상기 출력부(도 1의 115, 117, 도 2b의 214)와의 신호 결합 세기를 나타내는 결합 계수를 조절하기 위한 제2 슬롯(도 2의 218)을 포함한다.

[0089] 참조번호 114는 제1 대역통과여파기(108)와 제1 다중빔 안테나(104)를 연결하는 제1 연결부를 나타내고, 참조번호 116은 제2 대역통과여파기(110)와 제2 다중빔 안테나(106)를 연결하는 제2 연결부를 나타낸다.

[0091] 주파수 분배 및 결합기

[0092] 제1 대역통과여파기(108)와 제2 대역통과여파기(110)를 설명하기 위한 도 2a에 도시된 대역통과여파기의 개념도를 참조하면, 제1 공진기(1)와 제2 공진기(2), 제2 공진기(2)와 제3 공진기(3), 및 제3 공진기(3)와 제4 공진기(4)는, 아이리스(iris)(도 2b의 212_1, 212_2, 212_3)를 통한 아이리스 커플링에 의해 서로 포지티브 커플링되고, 제1 공진기(1)와 제4 공진기(4)는 전송 영점부(transmission zero)(도 2b의 208)에 의해 네거티브 커플링됨으로써, 원하는 대역의 신호를 통과시키는 대역통과여파기로 동작한다.

[0093] 도 2b는 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치(100)의 제1 대역통과여파기(108)와 제2 대역통과여파기(110)의 상세 구조를 도시한 도면이다.

[0094] 제1 대역통과여파기(108)와 제2 대역통과여파기(110)는 각 부분의 치수만 서로 상이할 뿐, 그 구조는 동일하므로, 도 2b에 도시된 기판 집적 도파관 기반의 대역통과여파기(200)는, 제1 대역통과여파기(108)와 제2 대역통과여파기(110) 각각에 적용될 수 있다.

[0095] 도 2b를 참조하면, 기판 집적 도파관(SIW: Substrate Integrated Waveguide) 기반의 대역통과여파기(200)는,

유전체(202), 교차결합용 슬롯으로 형성된 전송 영점부(208), 급전 선로에 연결된 분기(204), 분기(204)와 제1 공진기(206_1)의 결합 슬롯인 제1 슬롯(216), 기관 집적 도파관 기반의 제1 내지 제4 공진기(206_1 내지 206_4), 복수의 제1 내지 제4 금속 비아(210_1 내지 210_4), 및 제4 공진기(206_4)와 출력부(214) 간의 신호 결합 세기를 나타내는 결합 계수를 조절하기 위한 제2 슬롯(218)을 포함한다.

- [0096] 상기 전송 영점부(208), 상기 분기(204), 상기 제1 슬롯(216), 상기 제1 내지 제4 공진기(206_1 내지 206_4), 및 상기 제2 슬롯(218)은, 상기 유전체(202) 상에 형성된다.
- [0097] 상기 복수의 제1 내지 제4 금속 비아(210_1 내지 210_4)는 금속 비아 벽을 형성하기 위하여, 상기 유전체(202)의 상부면에서 하부면을 관통하여 형성되며, 상기 복수의 제1 내지 제4 금속 비아(210_1 내지 210_4)의 상부면은 유전체(202)의 상부면에 형성된 제1 내지 제4 금속 패턴(MP1 내지 MP4)에 연결되어 있고, 상기 복수의 제1 내지 제4 금속 비아(210_1 내지 210_4)의 하부면은 유전체(202)의 하부면에 형성된 접지부(미도시)에 연결되어 있다.
- [0098] 도 2b에 도시된 바와 같이, 상기 전송 영점부(208)는, 27GHz와 29GHz 부근의 차단 특성(28GHz 대역의 대역통과여파기인 경우) 또는 37GHz와 39GHz 부근의 차단 특성(38GHz 대역의 대역통과여파기인 경우)을 향상시키기 위하여, 제1 공진기(206_1)와 제4 공진기(206_4) 간의 교차 결합을 위한 '5' 모양의 슬롯으로 형성된다.
- [0099] 본 발명의 기관 집적 도파관(SIW) 기반의 대역통과여파기(200)는 기관 집적도파관 기반의 4개의 공진기(206_1 내지 206_4)를 아이리스(212_1 내지 212_3)를 통해 결합하여 적절한 결합계수(Coupling Coefficient)를 만족시키고, 동시에 급전 선로에 연결된 분기(204)와 제1 공진기(206_1)에 의한 결합 계수(Coupling Coefficient)를 만족시키도록 형성된다. 추가적으로 차단 특성을 향상시키기 위한 구조로 교차 결합용 슬롯인 전송 영점부(208)가 결합된 구조이다. 접지부(미도시)는 대역통과여파기(200) 하부의 유전체(202)의 하부면에 판상으로 형성된다.
- [0100] 상기 기관 집적 도파관(SIW) 기반의 대역통과여파기(200)의 설계 방식을 통해 각 목표 주파수 대역인 28GHz 및 38GHz 대역을 만족하는 공진기(206_1 내지 206_4)를 기반으로 하여 대역통과여파기를 형성한다. 상기 형성된 각 주파수 대역 별 대역통과여파기는 주파수 분배 및 결합기(도 1의 102, 도 5b의 500)를 위한 구성으로 활용된다.
- [0101] 상기 제1 공진기(206_1)는, 상기 분기(204)에 연결된 직사각형 형상의 제1 금속 패턴(MP1) 및 상기 제1 금속 패턴(MP1)의 4개의 변을 따라 소정 간격을 두고 일렬로 형성되고, 접지부(미도시)와 상기 제1 금속 패턴(MP1)을 연결하는 복수의 제1 금속 비아(210_1)를 포함한다.
- [0102] 상기 제2 공진기(206_2)와의 아이리스 커플링(iris coupling)을 위해, 상기 제2 공진기(206_2)와 아이리스 커플링되는 상기 제1 공진기(206_1)의 한 변의 중간 부분에는 상기 제1 금속 비아(210_1)가 형성되지 않고, 제1 아이리스(212_1)가 형성되어 있다.
- [0103] 상기 제2 공진기(206_2)는, 상기 제1 공진기(206_1)와 아이리스 커플링되는 변에 연결된 직사각형 형상의 제2 금속 패턴(MP2) 및 상기 제2 금속 패턴(MP2)의 4개의 변 중 상기 제1 공진기(206_1)와 아이리스 커플링되는 변을 제외한 3개의 변을 따라 소정 간격을 두고 일렬로 형성되고, 상기 접지부와 상기 제2 금속 패턴(MP2)을 연결하는 복수의 제2 금속 비아(210_2)를 포함한다.
- [0104] 상기 제3 공진기(206_3)와의 아이리스 커플링(iris coupling)을 위해, 상기 제3 공진기(206_3)와 아이리스 커플링되는 상기 제2 공진기(206_2)의 한 변의 중간 부분에는 상기 제2 금속 비아(210_2)가 형성되지 않고, 제2 아이리스(212_2)가 형성되어 있다.
- [0105] 상기 제3 공진기(206_3)는, 상기 제2 공진기(206_2)와 아이리스 커플링되는 변에 연결된 직사각형 형상의 제3 금속 패턴(MP3) 및 상기 제3 금속 패턴(MP3)의 4개의 변 중 상기 제2 공진기(206_2)와 아이리스 커플링되는 변을 제외한 3개의 변을 따라 소정 간격을 두고 일렬로 형성되고, 상기 접지부와 상기 제3 금속 패턴(MP3)을 연결하는 복수의 제3 금속 비아(210_3)를 포함한다.
- [0106] 상기 제4 공진기(206_4)와의 아이리스 커플링(iris coupling)을 위해, 상기 제4 공진기(206_4)와 아이리스 커플링되는 상기 제3 공진기(206_3)의 한 변의 중간 부분에는 상기 제3 금속 비아(210_3)가 형성되지 않고, 제3 아이리스(212_3)가 형성되어 있다.
- [0107] 상기 제4 공진기(206_4)는, 상기 제3 공진기(206_3)와 아이리스 커플링되는 변에 연결된 직사각형 형상의 제4 금속 패턴(MP4) 및 상기 제4 금속 패턴(MP4)의 4개의 변 중 상기 제3 공진기(206_3)와 아이리스 커플링되는 변

및 상기 제1 공진기(206_1)와 접하는 변을 제외한 2개의 변을 따라 소정 간격을 두고 일렬로 형성되고, 상기 접지부와 상기 제4 금속 패턴(MP4)을 연결하는 복수의 제4 금속 비아(210_4)를 포함한다.

- [0108] 상기 제4 공진기(206_4)의 신호가 출력되도록 상기 제4 공진기(206_4)의 한 변의 중간 부분에는 상기 제4 금속 비아(210_4)가 형성되지 않고, 상기 제4 공진기(206_4)의 한 변의 중간 부분은 출력부(214)에 연결된다.
- [0109] 상기 제1 공진기(206_1)와 상기 제4 공진기(206_4)가 네거티브 커플링되도록, 상기 전송 영점부(208)는, 상기 제1 공진기(206_1)와 상기 제4 공진기(206_4)가 접하는 변에 형성된 상기 복수의 제1 금속 비아(210_1) 사이에 형성된 "S" 형태의 슬롯을 포함한다.
- [0110] 상기 제1 슬롯(216)은 상기 제1 금속 패턴(MP1)에 소정 길이와 소정 폭을 갖는 "—" 형태로 형성되고, 상기 제2 슬롯(218)은 상기 제4 금속 패턴(MP4)에 소정 길이와 소정 폭을 갖는 "—" 형태로 형성된다.
- [0111] 도 3a 및 도 3b는 28GHz 대역의 신호를 통과시키는 제1 대역통과여파기(108)의 결과를 도시한 도면이다. 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 기관 집적 도파관 기반의 제1 대역통과여파기(108)는 주파수 응답 및 차단 특성이 우수한 것을 확인할 수 있다.
- [0112] 도 4a 및 도 4b는 제1 대역통과여파기(108)의 제작된 구조 및 실측 결과를 도시한 도면이고, 도 4c 및 도 4d는 제2 대역통과여파기(110)의 제작된 구조 및 실측 결과를 도시한 도면이다.
- [0113] 도 4b 및 도 4d에 도시된 바와 같이, 기관 집적 도파관 기반의 제1 대역통과여파기(108) 및 제2 대역통과여파기(110)의 주파수 응답 및 차단 특성은 우수한 것을 확인할 수 있다.
- [0114] 도 5a는 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치의 기관 집적 도파관 기반의 주파수 분배 및 결합기(102)를 설명하기 위한 개념도이다.
- [0115] 도 5a를 참조하면, 주파수 분배 결합기(500)는 제1 대역통과여파기(502)를 통해 28GHz 대역의 신호를 통과시키고, 제2 대역통과여파기(504)를 통해 38GHz 대역의 신호를 통과시킨다.
- [0116] 도 5b는 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치의 기관 집적 도파관(SIW) 기반의 주파수 분배 및 결합기(500)의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0117] 도 5b를 참조하면, 기관 집적 도파관(SIW) 기반의 주파수 분배 및 결합기(500)는, 유전체(516), 급전부(506), 기관 집적 도파관 기반의 제1 대역통과여파기(502), 기관 집적 도파관 기반의 제2 대역통과여파기(504), 및 유전체(516)의 하부면에 형성된 접지부에 연결된 단락핀(514)을 포함한다.
- [0118] 상기 급전부(506)는, 급전 선로(508), 급전 선로(508)와 제2 대역통과여파기(502) 사이의 선로인 제1 분기(510) 및 급전 선로(508)와 제2 대역통과여파기(504) 사이의 선로인 제2 분기(512)를 포함하고, 상기 급전 선로(508)의 종단부는 단락핀(514)을 통해 접지부에 단락된다.
- [0119] 제1 대역통과여파기(502) 및 제2 대역통과여파기(504)의 구조는 도 2b에 도시된 대역통과여파기의 구조와 동일하다.
- [0120] 도 5b에 도시된 기관 집적 도파관(SIW) 기반의 주파수 분배 및 결합기(500)를 참조하면, 하나의 공통 유전체(516)를 기반으로, 공통된 급전 선로(508), 급전 선로(508)와 제1 대역통과여파기(502) 사이의 선로인 제1 분기(510), 급전 선로(508)와 제2 대역통과여파기(504) 사이의 선로인 제2 분기(512) 및 단락핀(514)이, 제1 대역통과여파기(502)와 제2 대역통과여파기(504)에 연결되어 있는 구조이다.
- [0121] 설계된 도 5b의 기관 집적 도파관(SIW) 기반의 주파수 분배 및 결합기(500)의 주파수 응답을 만족시키기 위해서는, 급전 선로(508)의 시작되는 부분에서 제2 대역통과여파기(504)가 연결되는 지점의 선로의 길이와 폭(임피던스)의 최적화 작업이 완료되어야 한다.
- [0122] 상기 최적화 작업이 완료되면, 제1 대역통과여파기(502)가 결합되었을 때의 주파수 응답을 고려하여 제2 대역통과여파기(504)와 제1 대역통과여파기(502) 사이의 선로와 단락핀(514)의 위치를 선로의 길이와 폭(임피던스)을 조절하여 원하는 주파수 응답을 얻기 위한 조정(Tuning) 작업이 요구된다.
- [0123] 도 6a 및 도 6b는 주파수 분배 및 결합기의 제작된 구조를 도시한 도면이고, 도 6c는 제작된 주파수 분배 및 결

합기의 실측 결과를 도시한 도면이다.

[0125] **다중빔 안테나**

- [0126] 도 7은 도 1에 도시된 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치(100)의 제1 다중빔 안테나(104) 및 제2 다중빔 안테나(106)를 설명하기 위한 개념도이다.
- [0127] 도 7에 도시된 다중빔 안테나(704)는, 슬롯 배열 안테나(700)와 비발디 안테나(702)를 결합하여 구성된다.
- [0128] 참조번호 700으로 표시된 슬롯 배열 안테나는 복수의 슬롯(710)이 상부에 형성된 도파관 기반의 슬롯 배열 안테나이지만, 본 발명의 일 실시예에서는 소형화를 위하여, 도파관 대신에 기관 집적 도파관 기반의 슬롯 배열 안테나(706)를 비발디 안테나(708)와 결합하여 다중빔 안테나(704)를 구성한다.
- [0129] 참조번호 712는 유전체이고, 참조번호 714는 금속 패턴이며, 참조번호 716은 급전 선로이다.
- [0130] 도 7에 도시된 바와 같이, 슬롯 배열 안테나(706)는 수직 방향으로 신호를 방사하고, 비발디 안테나(708)는 수평 방향으로 신호를 방사한다.
- [0131] 도 8a는 28GHz 대역의 신호를 수직 방향 및 수평 방향으로 방사하는 제1 다중빔 안테나(800)의 구성을 도시한 도면이다.
- [0132] 도 8a를 참조하면, 기관 집적 도파관 기반의 제1 다중빔 안테나(800)는, 기관 집적 도파관 기반의 슬롯 배열 안테나부(802) 및 비발디 안테나부(804)를 포함한다.
- [0133] 기관 집적 도파관 기반의 슬롯 배열 안테나부(802)는, 유전체(806), 입력되는 신호를 2개로 분배하기 위한 전력 분배기(810), 전력 분배기(810)에 의해 분배되는 신호를 수직 방향으로 방사하기 위한 복수의 슬롯(808), 복수의 금속 비아로 형성된 금속 비아 벽(812), 금속 패턴(814) 및 접지부(816)를 포함한다.
- [0134] 상기 전력 분배기(810), 복수의 슬롯(808) 및 금속 패턴(814)은 상기 유전체(806) 상부면에 형성되고, 상기 접지부(816)는 상기 유전체(806)의 하부면에 형성된다.
- [0135] 상기 금속 비아 벽(812)을 형성하는 복수의 금속 비아는 유전체(806)를 관통하여 금속 패턴(814)을 접지부(816)에 연결한다.
- [0136] 상기 비발디 안테나부(804)는, 입력되는 신호를 수평 방향으로 방사하기 위한 방사부(818_1, 818_2) 및 상기 방사부(818_1, 818_2)에서 방사되는 신호의 지향성을 향상시키기 위한 유도기(820)를 포함한다.
- [0137] 상기 유도기(820)는, 상기 방사부(818_1)로부터 소정 거리 이격되어 소정 간격을 두고 상기 방사부(818_1) 전방으로 배치되며 소정의 길이 및 소정의 폭을 갖는 복수의 금속 패턴을 포함한다.
- [0138] 상기 방사부(818_1)는 금속 패턴(814)에 결합되어 있고, 상기 방사부(818_2)는 접지부(816)에 결합되어 있다.
- [0139] 도 8b 내지 도 8d는 도 8a에 도시된 기관 집적 도파관 기반의 제1 다중빔 안테나(800)의 전자기 모의시험 결과를 나타낸 것이다.
- [0140] 기관 집적 도파관 기반의 제1 다중빔 안테나(800)는, 유전체(806) 상에 도파관 특성을 만들어 내기 위한 금속 비아 벽(812)과 금속 패턴(814)이 형성되어 있으며, 지향성을 향상시키기 위해 전력 분배기(810)를 사용하여 분기점을 만들어 다중분기화한 후, 금속 패턴(814)의 윗면에 복수의 슬롯(808)을 형성하여 수직 방향의 방사 패턴을 만들어 낸다.
- [0141] 또한, 전자파 진행 방향으로 마지막 부분에 형성되어 있는 비발디 안테나부(804)를 통해 수평 방향의 방사 패턴 특성을 얻을 수 있으며, 지향성 향상을 위한 구조로 유도기(820)가 포함되어 있다.
- [0142] 상기 내용과 같이 구조를 설계한 뒤, 수직 방향과 수평 방향으로 진행하는 전자기파의 비율을 조정하여 수직 방향 및 수평 방향의 안테나 이득을 조절할 수 있다.
- [0143] 도 9a는 38GHz 대역의 신호를 수직 방향 및 수평 방향으로 방사하는 제2 다중빔 안테나(900)의 구성을 도시한 도면이다.
- [0144] 도 9a에 도시된 제2 다중빔 안테나(900)는, 각 부분의 치수만 상이할 뿐, 도 8a에 도시된 제1 다중빔 안테나

(800)와 그 구성이 동일하므로, 이에 대한 설명은 생략하기로 한다.

[0145] 도 9b 내지 도 9d는 도 9a에 도시된 기관 집적 도파관 기반의 제2 다중빔 안테나(900)의 전자기 모의시험 결과를 나타낸 것이다.

[0146] 도 10a 내지 도 10c는 제1 다중빔 안테나(800)의 제작된 모습 및 실측 결과를 도시한 도면이고, 도 11a 내지 도 11c는 제2 다중빔 안테나(900)의 제작된 모습 및 실측 결과를 도시한 도면이다.

[0148] 이중 대역 다중빔 안테나 장치

[0149] 다시, 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치(100)는, 급전부(112), 기관 집적 도파관 기반의 제1 대역통과여파기(108) 및 기관 집적 도파관 기반의 제2 대역통과여파기(110)를 포함하는 주파수 분배 및 결합기(102), 상기 제1 대역통과여파기(108)에서 출력되는 신호를 수직 방향 및 수평 방향으로 방사하기 위한 기관 집적 도파관 기반의 제1 다중빔 안테나(104), 상기 제2 대역통과여파기(110)에서 출력되는 신호를 수직 방향 및 수평 방향으로 방사하기 위한 기관 집적 도파관 기반의 제2 다중빔 안테나(106), 상기 제1 대역통과여파기(108)와 상기 제1 다중빔 안테나(104)를 연결하는 제1 연결부(114), 상기 제2 대역통과여파기(110)와 상기 제2 다중빔 안테나(106)를 연결하는 제2 연결부(116), 유전체(118), 및 접지부(120)를 포함한다.

[0150] 상기 급전부(112), 상기 기관 집적 도파관 기반의 제1 대역통과여파기(108), 상기 기관 집적 도파관 기반의 제2 대역통과여파기(110), 상기 기관 집적 도파관 기반의 제1 다중빔 안테나(104), 상기 기관 집적 도파관 기반의 제2 다중빔 안테나(106), 상기 제1 연결부(114), 상기 제2 연결부(116)는 상기 유전체(118)의 상부면에 형성되고, 상기 접지부(120)는 상기 유전체(118)의 하부면에 형성된다.

[0151] 단락핀(122) 및 복수의 금속 비아(124, 126, 128, 130)는 유전체(118)를 관통하여 접지부(120)에 연결된다.

[0152] 본 발명의 최종화된 구조로서 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치(100)는, 도 5b에 도시된 기관 집적 도파관 기반의 주파수 분배 및 결합기(500)를 도 8a에 도시된 기관 집적 도파관 기반의 제1 다중빔 안테나(800)와 도 9a에 도시된 기관 집적 도파관 기반의 제2 다중빔 안테나(900)와 결합한 구조이다.

[0153] 주파수 분배 및 결합기(102)를 제1 다중빔 안테나(104)와 제2 다중빔 안테나(106)와 결합하기 위하여, 상기 제1 대역통과여파기(108)와 상기 제1 다중빔 안테나(104)를 연결하는 제1 연결부(114) 그리고 상기 제2 대역통과여파기(110)와 상기 제2 다중빔 안테나(106)를 연결하는 제2 연결부(116)는, 대역통과여파기와 다중빔 안테나의 임피던스가 정합될 수 있도록 설계되어야 한다.

[0154] 상기 작업이 완료되면, 도 12a 및 도 12b에 도시된 바와 같이, 각 동작 주파수에 맞는 경로로 전기장 분포가 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0155] 즉, 도 12a에 도시된 바와 같이 28GHz 대역의 신호는 기관 집적 도파관 기반의 제1 대역통과여파기(108)를 통과하여 제1 다중빔 안테나(104)를 통해 수직방향 및 수평 방향으로 방사된다.

[0156] 또한, 도 12b에 도시된 바와 같이 38GHz 대역의 신호는 기관 집적 도파관 기반의 제2 대역통과여파기(110)를 통과하여 제2 다중빔 안테나(106)를 통해 수직 방향 및 수평 방향으로 방사된다.

[0157] 이를 통해, 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치(100)는, 도 12c에 도시된 바와 같이, 각 주파수 대역 별 격리도 특성이 매우 우수하다는 것을 알 수 있으며, 각 주파수 대역 별로 경로가 나뉘지기 때문에 하나의 입력 단자(Input Port)를 통해 이중 대역에서 동작하며 다중빔을 형성할 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

[0158] 도 13a 내지 도 13d는 본 발명의 일 실시예에 의한 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치의 제작된 모습 및 실측 결과를 도시한 도면이다.

[0159] 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명에 따른 구성요소를 치환, 변형 및 변경할 수 있다는 것이 명백할 것이다.

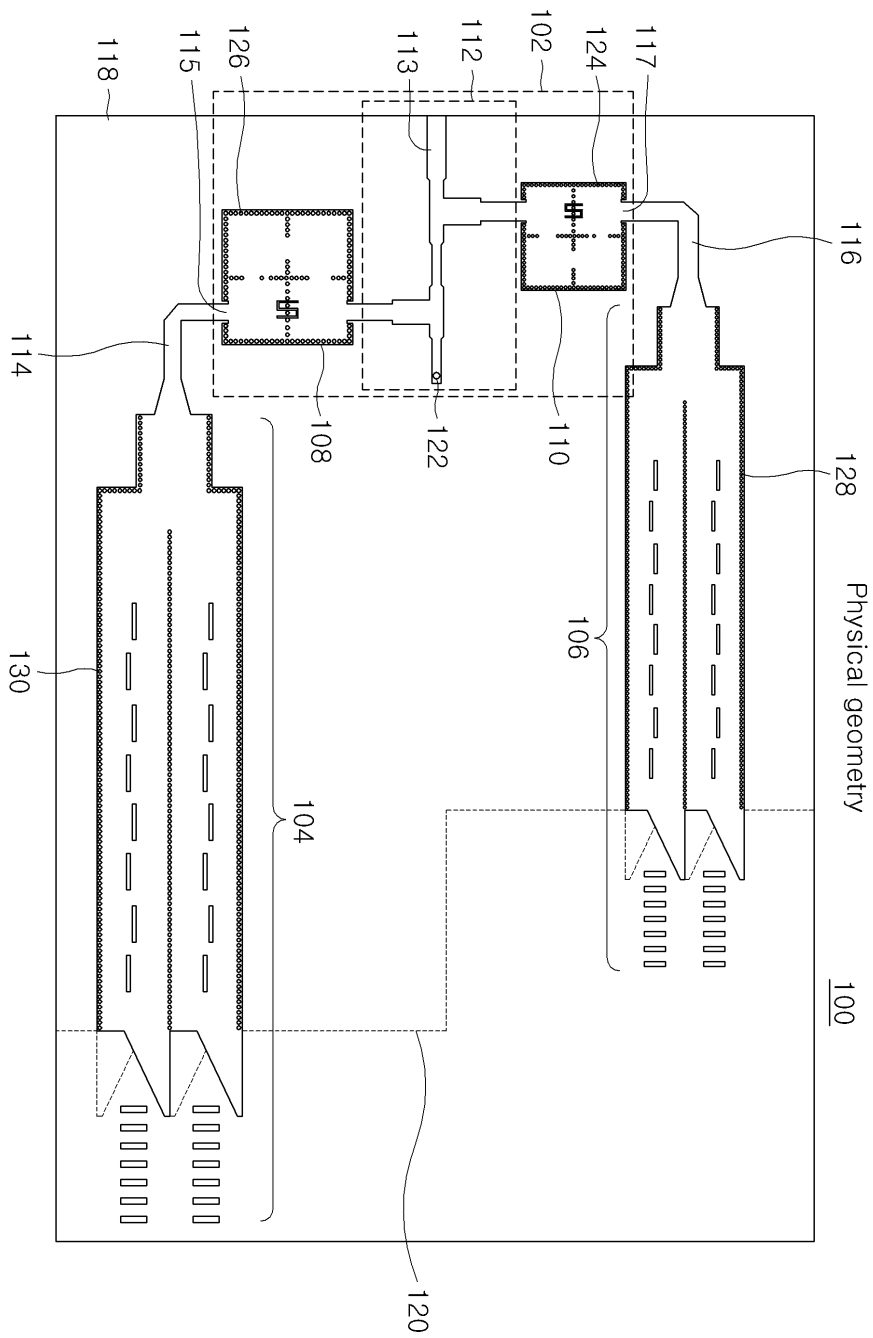
부호의 설명

[0160]

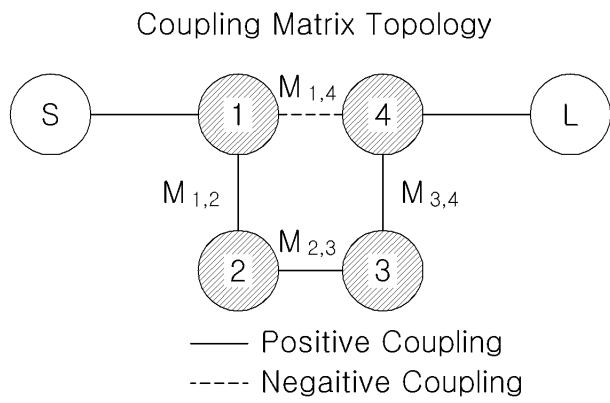
100 : 5세대 이동 통신용 주파수 분배 및 결합기와 다중빔 안테나를 포함하는 이중 대역 다중빔 안테나 장치
 102 : 기관 집적 도파관 기반 주파수 분배 및 결합기
 104 : 기관 집적 도파관 기반의 제1 다중빔 안테나
 106 : 기관 집적 도파관 기반의 제2 다중빔 안테나
 108 : 제1 대역통과여파기 110 : 제2 대역통과여파기
 112 : 급전부 113 : 급전 선로
 114 : 제1 연결부 115, 117 : 출력부
 116 : 제2 연결부 118 : 유전체
 120 : 접지부 122 : 단락핀
 124, 126, 128, 130 : 복수의 금속 비아
 200 : 기관 집적 도파관 기반의 대역통과여파기
 202 : 유전체 204 : 분기
 206_1 내지 206_4 : 제1 내지 제4 공진기
 208 : 전송 영점부
 210_1 내지 210_4 : 복수의 제1 내지 제4 금속 비아
 212_1 내지 212_3 : 제1 내지 제3 아이리스
 214 : 출력부 216 : 제1 슬롯
 218 : 제2 슬롯 500 : 주파수 분배 및 결합기
 502 : 제1 대역통과여파기 504 : 제2 대역통과여파기
 506 : 급전부 508 : 급전 선로
 510 : 제1 분기 512 : 제2 분기
 700 : 도파관 기반의 슬롯 배열 안테나 702, 708 : 비발디 안테나
 704 : 다중빔 안테나
 706 : 기관 집적 도파관 기반의 슬롯 배열 안테나
 710 : 슬롯 712 : 유전체
 714 : 금속 패턴 716 : 급전 선로
 800 : 제1 다중빔 안테나
 802 : 기관 집적 도파관 기반의 슬롯 배열 안테나부
 804 : 비발디 안테나부 806 : 유전체
 808 : 슬롯 810 : 전력 분배기
 812 : 금속 비아 벽 814 : 금속 패턴
 816 : 접지부 818 : 방사부
 820 : 유도기 900 : 제2 다중빔 안테나

도면

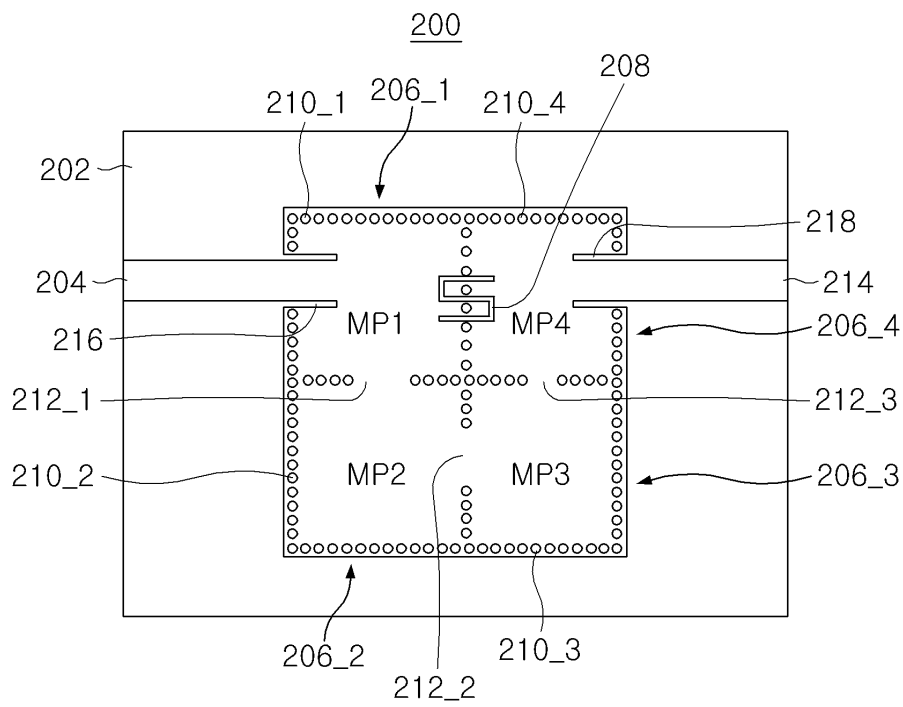
도면1



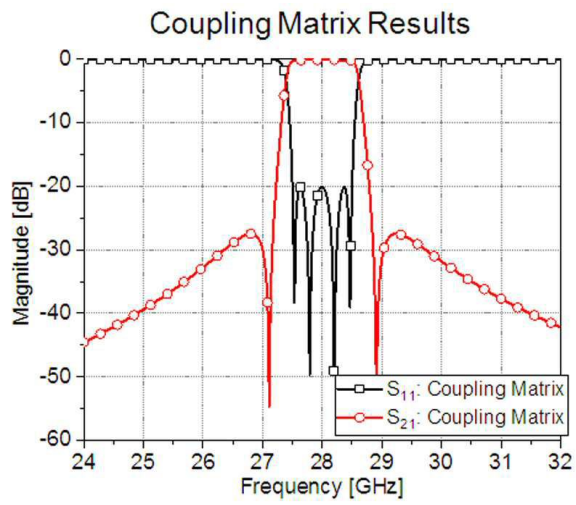
도면2a



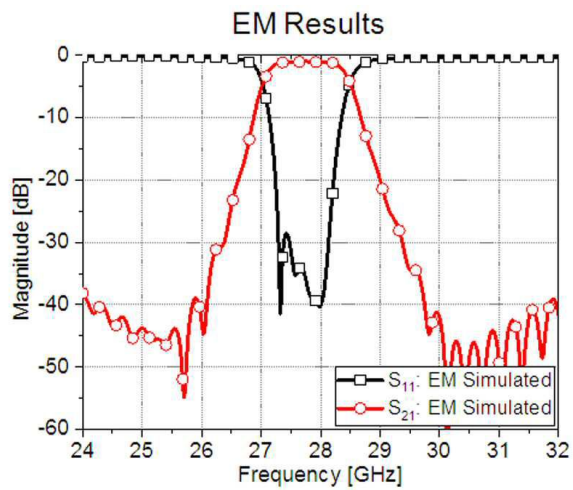
도면2b



도면3a

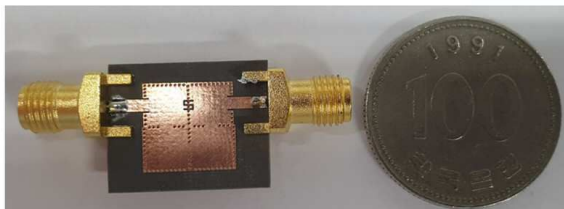


도면3b

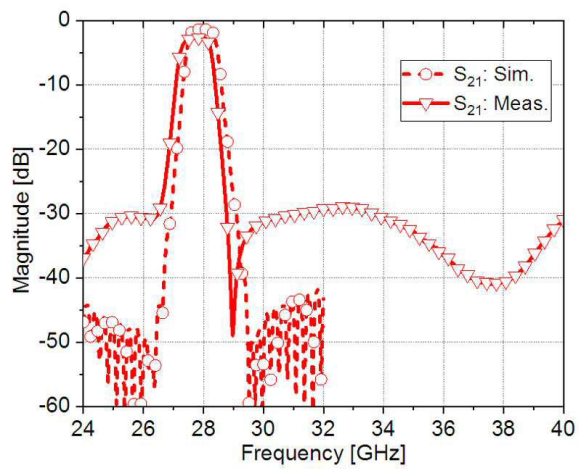


도면4a

28 GHz Bandpass Filter

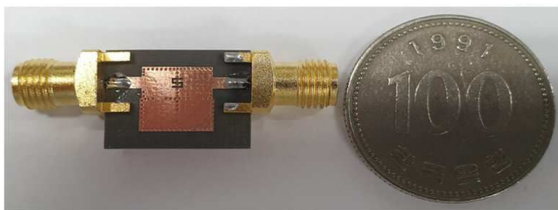


도면4b

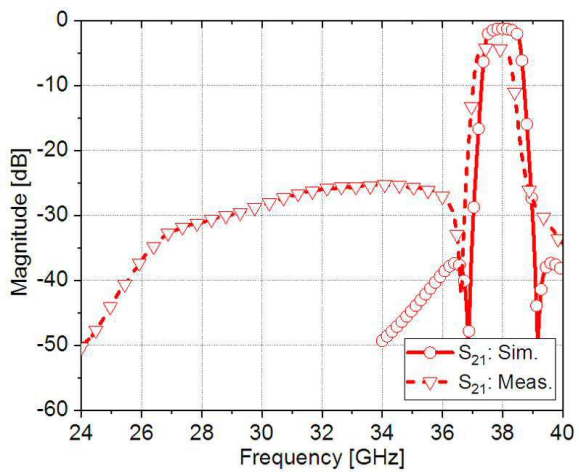


도면4c

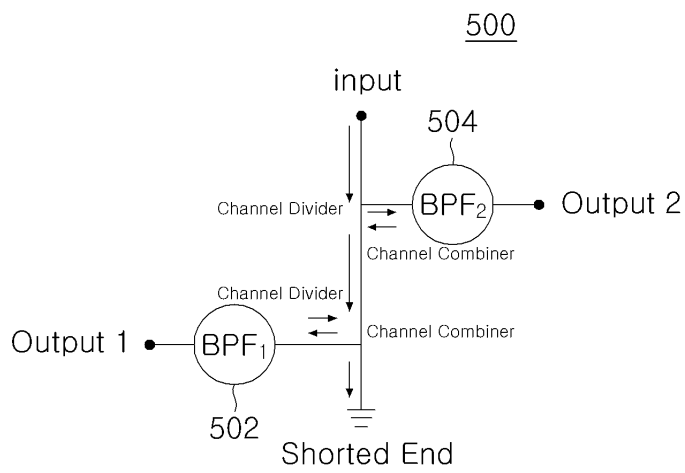
38 GHz Bandpass Filter



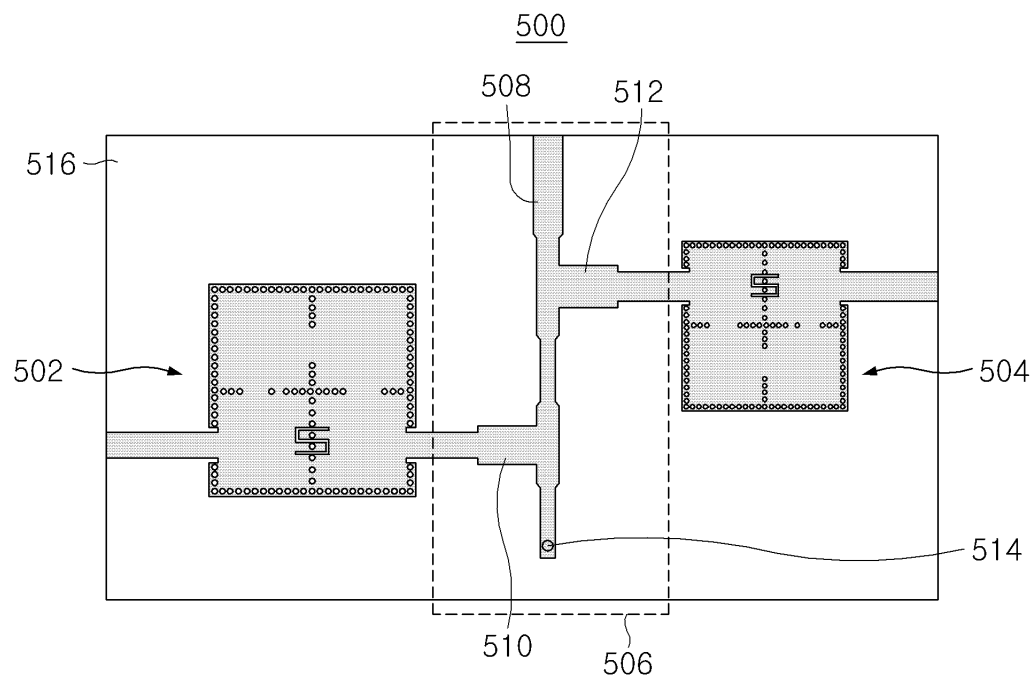
도면4d



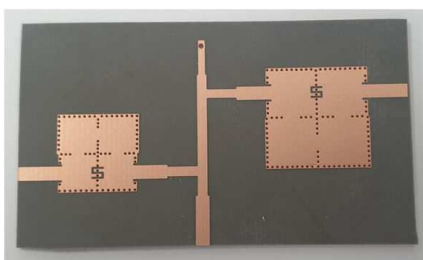
도면5a



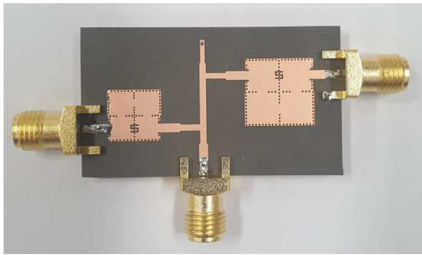
도면5b



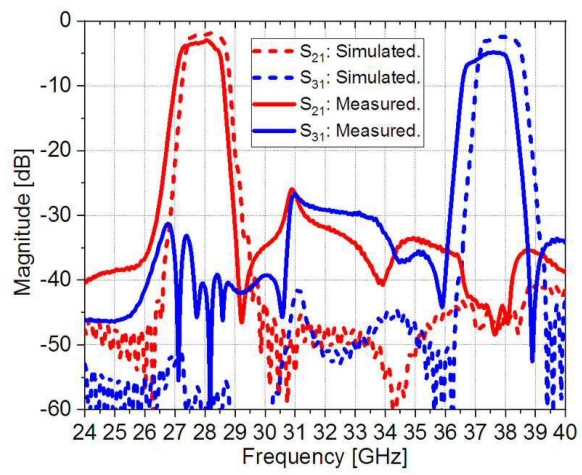
도면6a



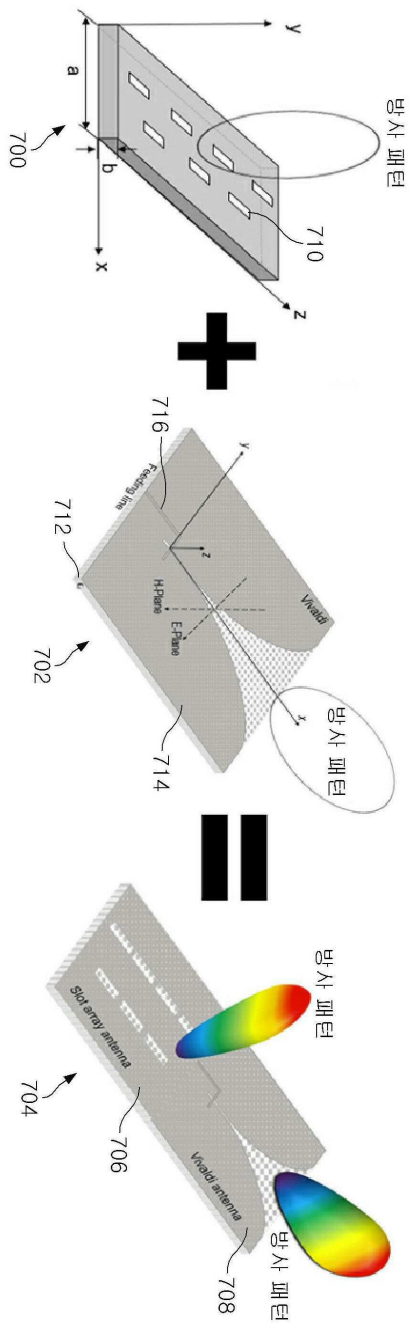
도면6b



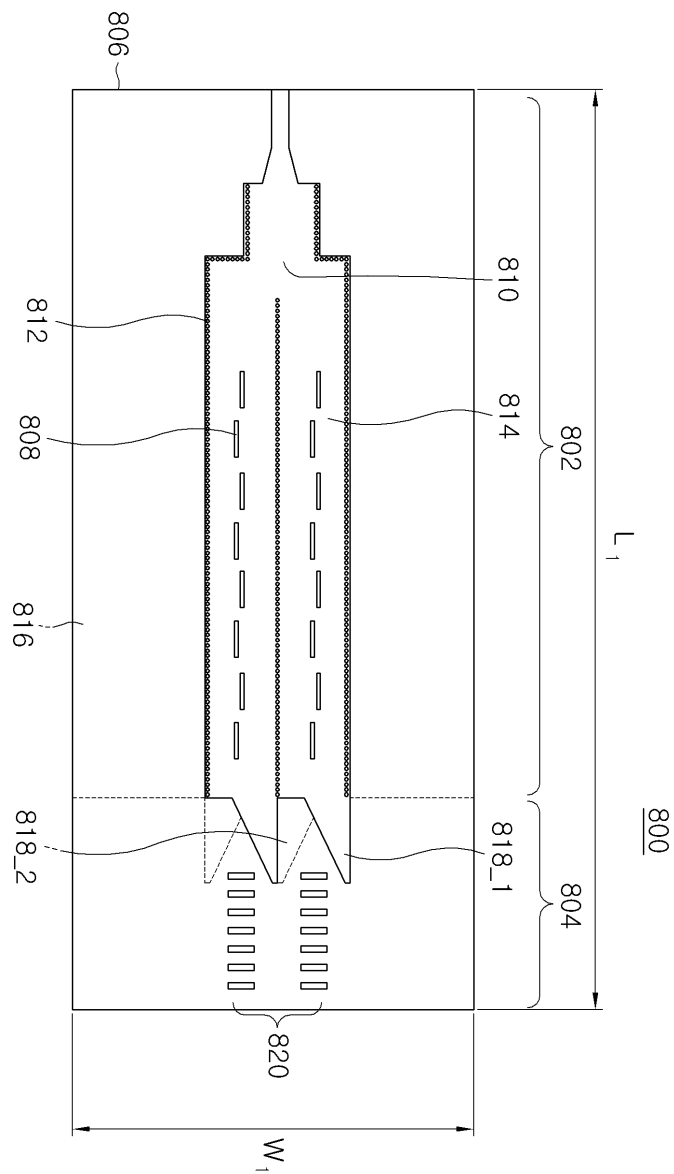
도면6c



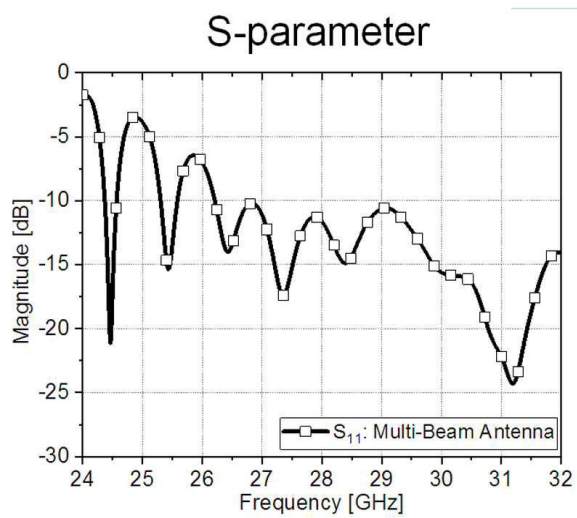
도면7



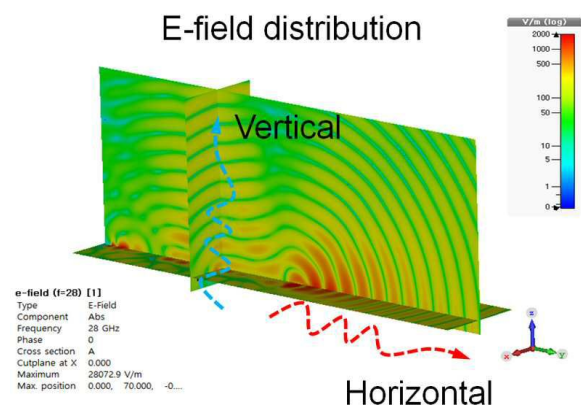
도면8a



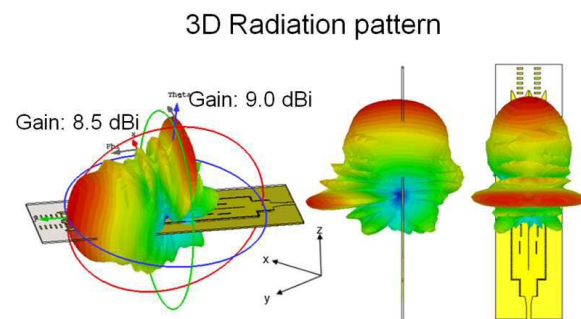
도면8b



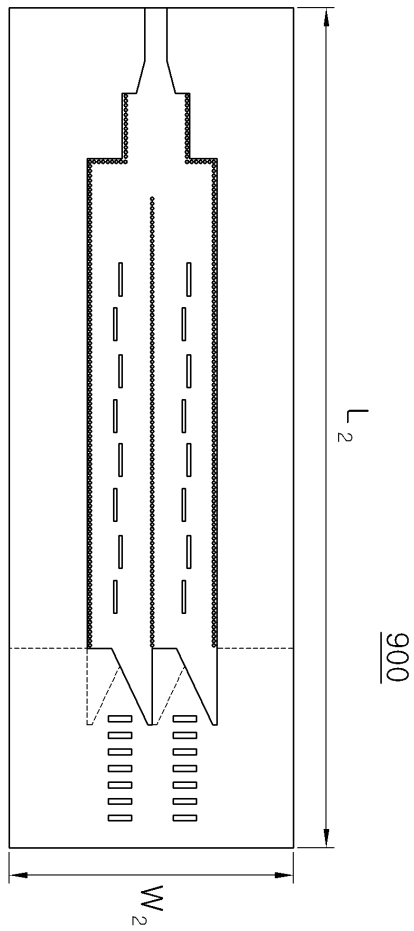
도면8c



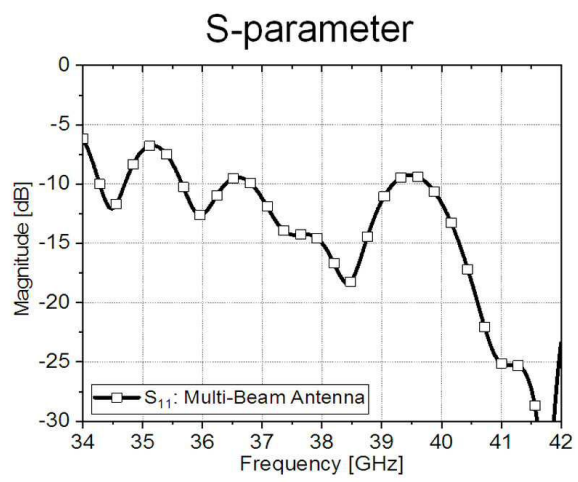
도면8d



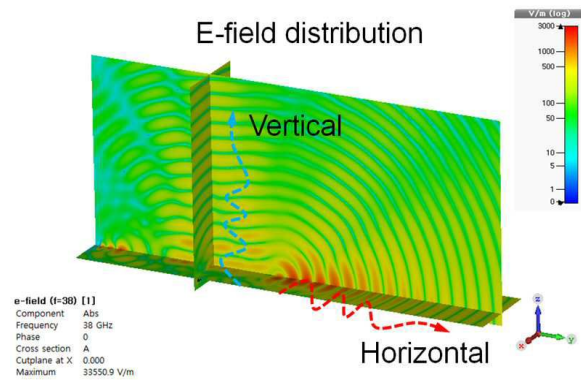
도면9a



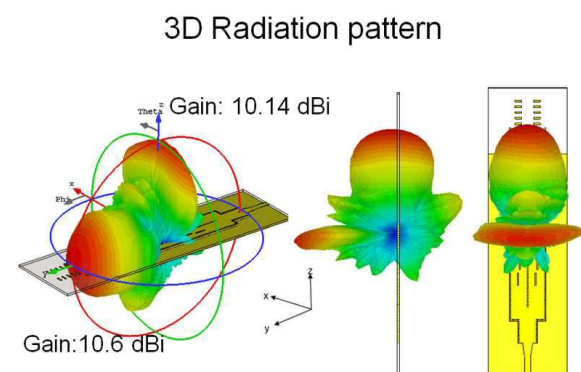
도면9b



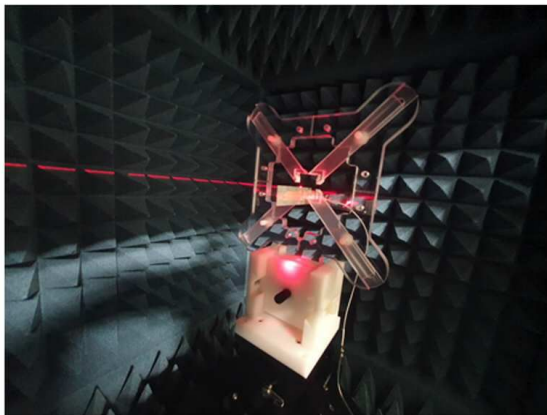
도면9c



도면9d

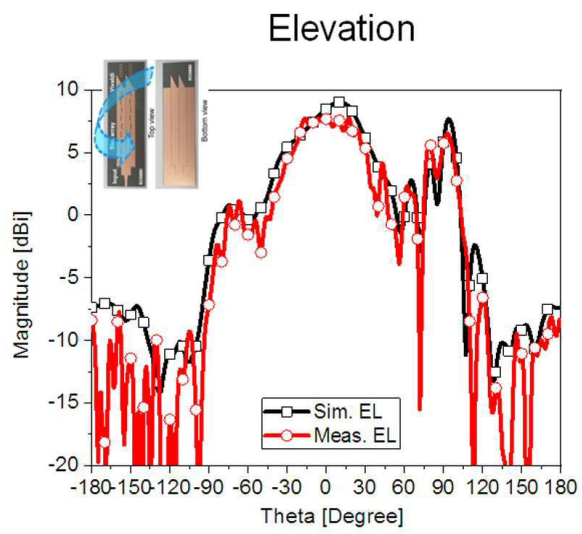


도면10a

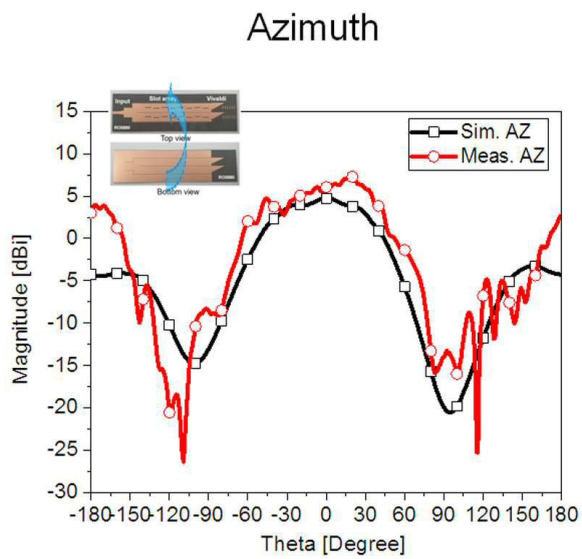


AUT in
Anechoic chamber

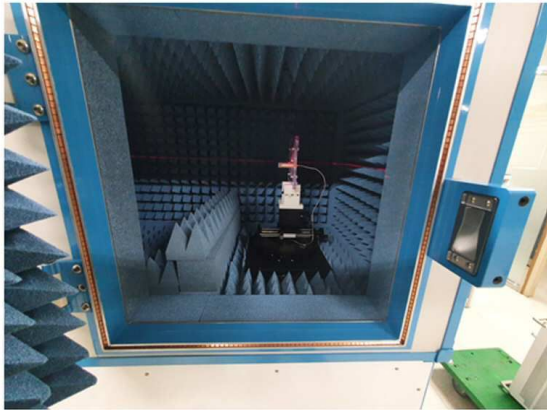
도면10b



도면10c

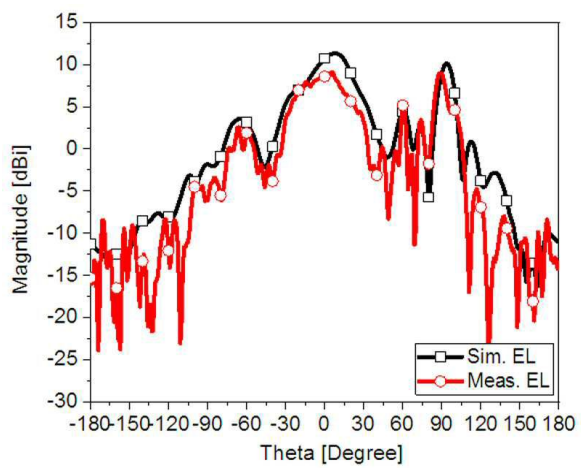


도면11a

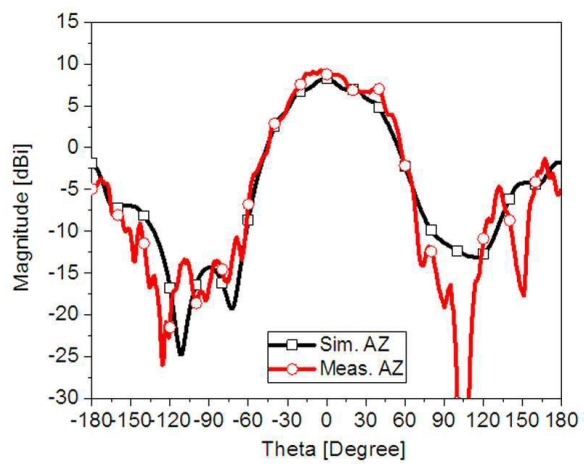


Anechoic chamber

도면11b



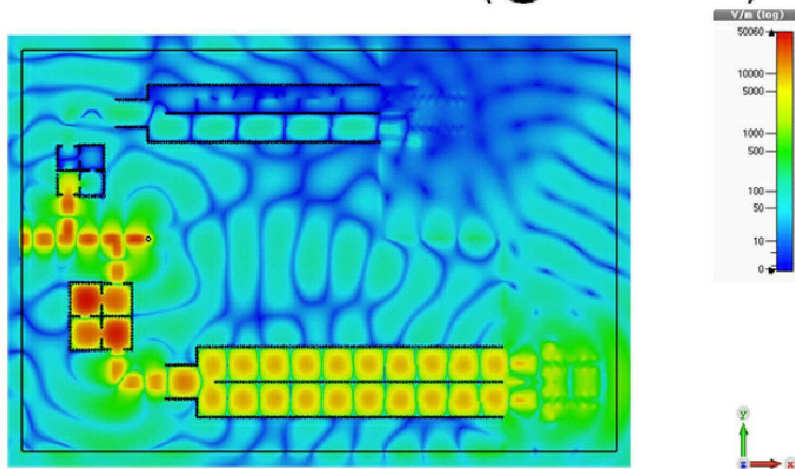
도면11c



도면12a

E-field distribution (@ 28 GHz)

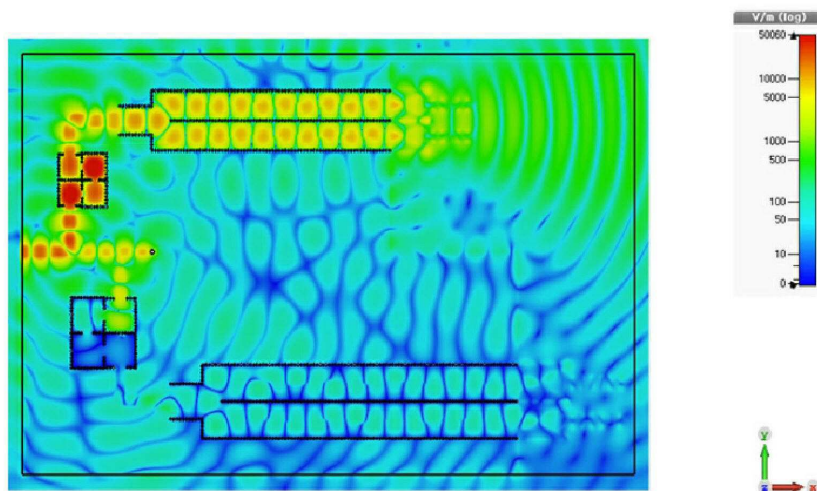
e-field (f=28) [1]
 Component Abs
 Frequency 28 GHz
 Phase 0
 Cross section A
 Cutplane at Z -0.250
 Maximum 50059.7 V/m



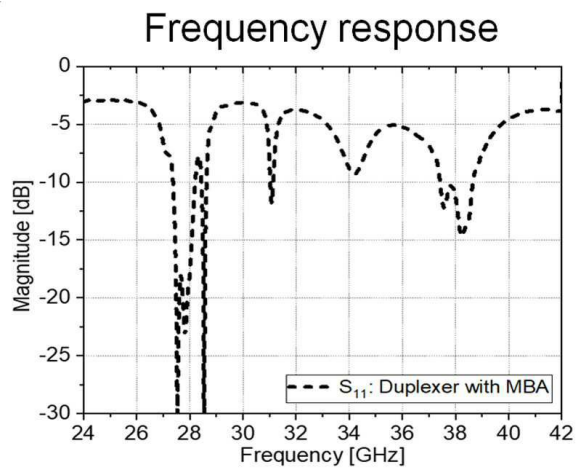
도면12b

E-field distribution (@ 38 GHz)

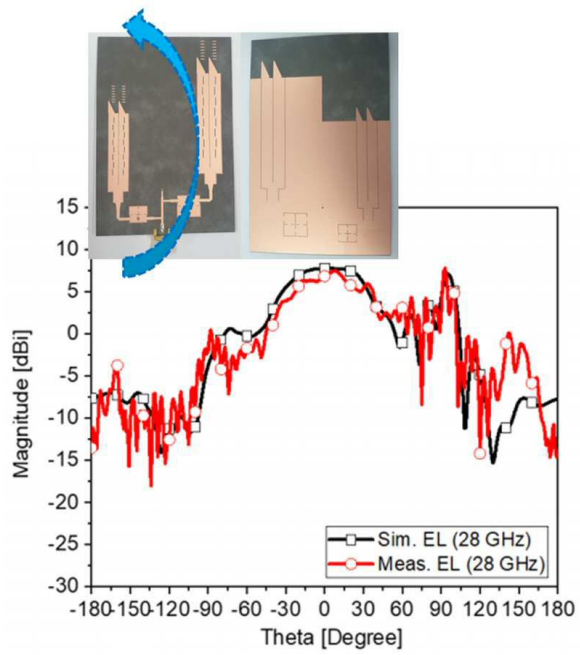
e-field (f=38) [1]
 Component Abs
 Frequency 38 GHz
 Phase 0
 Cross section A
 Cutplane at Z -0.250
 Maximum 81556.9 V/m



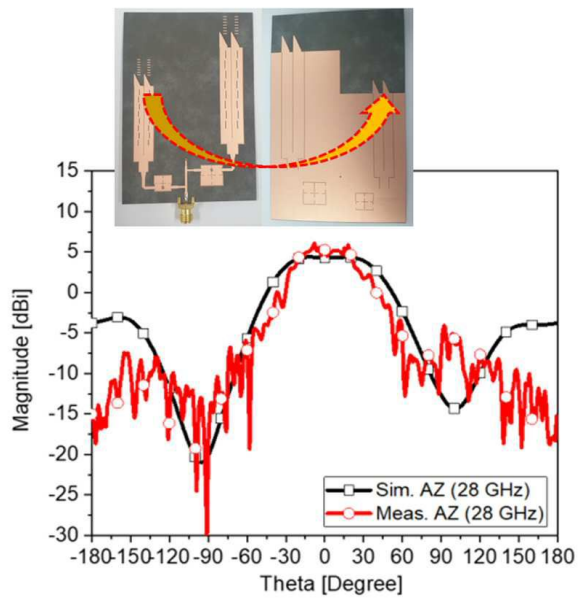
도면12c



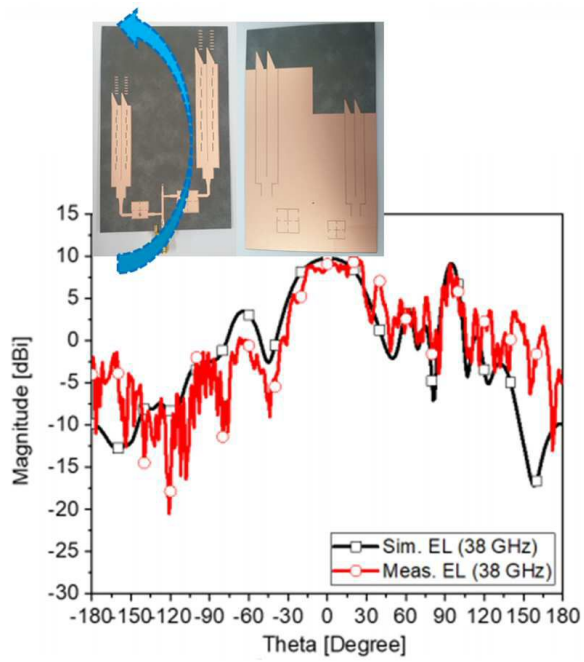
도면13a



도면13b



도면13c



도면13d

