



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0146508
(43) 공개일자 2024년10월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 3/36 (2006.01) H01P 1/18 (2006.01)
H01P 5/16 (2006.01) H01Q 1/24 (2006.01)
H01Q 1/38 (2015.01) H01Q 21/06 (2018.01)
H04B 7/06 (2017.01)
- (52) CPC특허분류
H01Q 3/36 (2018.05)
H01P 1/184 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-0058781
- (22) 출원일자 2023년05월04일
심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장
1020230041563 2023년03월29일 대한민국(KR)

- (71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
- (72) 발명자
정주익
경기도 수원시 영통구 삼성로 129
민병욱
서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인주연케이알피

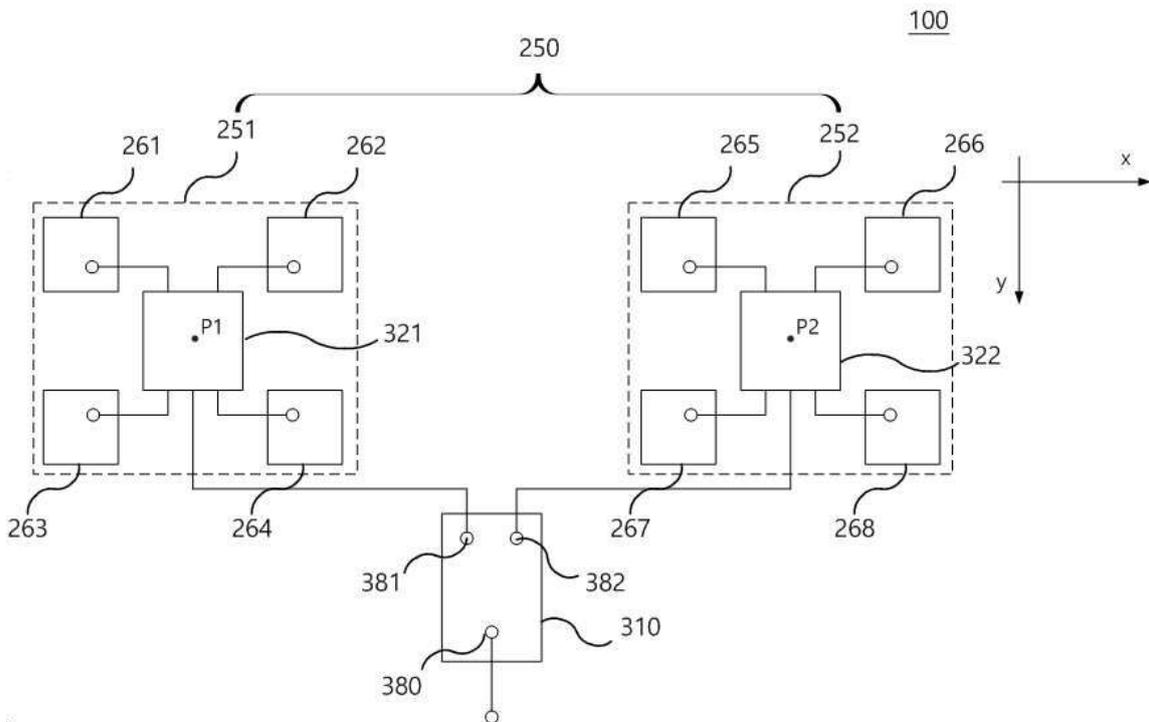
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **빔포밍을 위한 안테나 장치 및 이를 이용한 무선 통신 방법**

(57) 요약

본 발명은 안테나 장치에 대한 것이다. 본 발명의 실시 예에 따른 안테나 장치는, 2X2 배열로 배치되는 복수의 제1 안테나 요소들, 및 2X2 배열로 배치되는 복수의 제2 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이, 복수의 모드로 동작하는 제1 스위칭 회로, 상기 제1 스위칭 회로 및 상기 제1 안테나 요소들과 연결되고, 상기 복수의 모드 (뒷면에 계속)

대표도 - 도2



로 동작하는 제2 스위칭 회로, 상기 제1 스위칭 회로 및 상기 제2 안테나 요소들과 연결되고, 상기 복수의 모드
 로 동작하는 제3 스위칭 회로 및 상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로와 연결
 되는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 기 설정된 복수의 빔 패턴들 중 하나의 빔 패턴에 기반하여, 상기
 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로 중 적어도 일부를 상기 복수의 모드 중 하나의
 모드로 동작하도록 제어하고, 상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로를 포함하는
 전기적 경로를 통해 상기 안테나 어레이로 급전함으로써, 상기 빔 패턴을 갖는 신호를 송신할 수 있다.

(52) CPC특허분류

- H01P 5/16* (2013.01)
- H01Q 1/243* (2013.01)
- H01Q 1/38* (2018.05)
- H01Q 21/061* (2013.01)
- H04B 7/0617* (2013.01)

정찬영

경기도 수원시 영통구 삼성로 129

최병주

경기도 수원시 영통구 삼성로 129

(72) 발명자

이영주

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교

양준혁

경기도 수원시 영통구 삼성로 129

임정현

경기도 수원시 영통구 삼성로 129

명세서

청구범위

청구항 1

안테나 장치에 있어서,

2X2 배열로 배치되는 복수의 제1 안테나 요소들(antenna elements), 및 2X2 배열로 배치되는 복수의 제2 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이;

복수의 모드로 동작하는 제1 스위칭 회로;

상기 제1 스위칭 회로 및 상기 제1 안테나 요소들과 연결되고, 상기 복수의 모드로 동작하는 제2 스위칭 회로;

상기 제1 스위칭 회로 및 상기 제2 안테나 요소들과 연결되고, 상기 복수의 모드로 동작하는 제3 스위칭 회로; 및

상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로와 연결되는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는:

기 설정된 복수의 빔 패턴들 중 하나의 빔 패턴에 기반하여, 상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로 중 적어도 일부를 상기 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작하도록 제어하고,

상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로를 포함하는 전기적 경로를 통해 상기 안테나 어레이로 급전함으로써, 상기 빔 패턴을 갖는 신호를 송신하는, 안테나 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 스위칭 회로와 상기 제1 안테나 요소들 사이, 및 상기 제3 스위칭 회로와 상기 제2 안테나 요소들 사이에 배치되는 복수의 위상 변환기(phase shifters)를 더 포함하고,

상기 프로세서는, 상기 복수의 빔 패턴들 중 상기 빔 패턴에 기반하여, 상기 복수의 위상 변환기 중 적어도 일부를 제어하는, 안테나 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수의 모드는, 입력 단자를 복수의 출력 단자들 중 하나의 단자와 연결하는 스위치 모드 및 상기 입력 단자를 상기 복수의 출력 단자들과 연결하는 분배 모드를 포함하는, 안테나 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 스위칭 회로는 상기 복수의 모드로 동작하는 제1 가변 스위치(reconfigurable switch)를 포함하고,

상기 프로세서는, 상기 제1 안테나 요소들 및 상기 제2 안테나 요소들 중 제1 방향으로 배치된 안테나 요소들이 제1 위상 차를 갖는 신호들을 송신하도록, 상기 제1 가변 스위치를 상기 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작하도록 제어하고, 상기 복수의 위상 변환기 중 적어도 일부를 활성화하는, 안테나 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 스위칭 회로는, 상기 복수의 모드로 동작하는 제2 가변 스위치를 포함하고,

상기 프로세서는, 상기 제1 안테나 요소들 중 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 배치된 안테나 요소들이

제2 위상 차를 갖는 신호들을 송신하도록, 상기 제2 가변 스위치를 상기 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작하도록 제어하고, 상기 복수의 위상 변환기 중 적어도 일부를 활성화하는, 안테나 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제3 스위칭 회로는, 상기 복수의 모드로 동작하는 제3 가변 스위치를 포함하고,

상기 프로세서는, 상기 제2 안테나 요소들 중 상기 제2 방향으로 배치된 안테나 요소들이 상기 제2 위상 차를 갖는 신호를 송신하도록 상기 제3 가변 스위치를 상기 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작시키는, 안테나 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제2 스위칭 회로는 상기 제1 안테나 요소들의 가운데와 대응되는 위치에 배치되고,

상기 제3 스위칭 회로는 상기 제2 안테나 요소들의 가운데와 대응되는 위치에 배치되는, 안테나 장치.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 제2 가변 스위치는, 상기 제1 스위칭 회로와 연결되는 제1 서브 스위치, 상기 복수의 모드로 동작하는 제2 서브 스위치 및 제3 서브 스위치를 더 포함하고,

상기 프로세서는:

상기 제1 서브 스위치를 통해, 상기 제1 스위칭 회로를 상기 제2 서브 스위치 및 상기 제3 서브 스위치 중 하나와 연결하고,

상기 제1 스위칭 회로로부터 출력된 신호가 상기 제1 위상 차 및 상기 제2 위상 차를 갖고 상기 제1 안테나 요소들로 전달되도록, 상기 제2 서브 스위치 또는 상기 제3 서브 스위치를 상기 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작하도록 제어하는, 안테나 장치.

청구항 9

안테나 장치를 포함하는 전자 장치에 있어서,

인쇄 회로 기판(printed circuit board);

상기 인쇄 회로 기판의 제1 면에 배치되는, 안테나 어레이;

상기 인쇄 회로 기판 중 상기 제1 면과 평행한 제2 면에 배치되는, 제1 스위칭 회로, 제2 스위칭 회로 및 제3 스위칭 회로; 및

상기 안테나 어레이가 기 설정된 복수의 빔 패턴 중 하나를 갖는 신호를 송신하도록, 상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로를 제어하는 프로세서를 포함하고,

상기 안테나 어레이는 2X2 배열로 배치되는 복수의 제1 안테나 요소들, 및 2X2 배열로 배치되는 복수의 제2 안테나 요소들을 포함하고,

상기 제1 스위칭 회로는 복수의 모드로 동작하는 제1 가변 스위치를 통해, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로와 연결되고,

상기 제2 스위칭 회로는 상기 제1 면 중 상기 제1 안테나 요소들의 중심 지점을 통해 상기 제1 안테나 요소들과 연결되고,

상기 제3 스위칭 회로는 상기 제1 면 중 상기 제2 안테나 요소들의 중심 지점을 통해 상기 제2 안테나 요소들과 연결되는, 전자 장치.

청구항 10

무선 통신 방법에 있어서,

기 설정된 복수의 빔 패턴 중 하나의 패턴을 선택하는 단계;

상기 선택된 패턴에 기반하여, 제1 스위칭 회로를 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작시키는 단계;

상기 선택된 패턴에 기반하여, 상기 제1 스위칭 회로와 연결되는 제2 스위칭 회로 및 제3 스위칭 회로를 상기 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작시키는 단계; 및

상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로를 포함하는 전기적 경로를 통해 안테나 어레이에 급전함으로써, 상기 선택된 패턴을 갖는 신호를 송신하는 단계를 포함하고,

상기 복수의 모드는, 입력 단자를 복수의 출력 단자 중 하나의 단자와 연결하는 스위치 모드 및 상기 입력 단자를 상기 복수의 출력 단자와 연결하는 분배 모드를 포함하고,

상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로, 및 상기 제3 스위칭 회로 각각은 상기 복수의 모드를 통해 적어도 3가지 이상의 신호 조합을 출력하는, 무선 통신 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 안테나 장치에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 4G(4th-generation) 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 차세대(예: 5th-generation 또는 pre-5G) 통신 시스템의 상용화를 위한 노력이 이루어지고 있다. 또한, 이러한 노력의 일환으로 다양한 신호의 송수신을 위해 복수 개의 안테나를 포함하는 전자 장치들이 제공되고 있다.

[0003] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 고주파(mmWave) 대역(예: 20GHz 내지 약 300GHz)에서의 구현이 고려되고 있다. 고주파 대역에서 전파의 경로 손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO), 안테나 어레이(antenna array), 아날로그 빔 형성(analog beamforming), 및/또는 대규모 안테나(large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.

[0004] 특히, 안테나 어레이의 빔포밍을 위해, 각 안테나와 연결되는 경로 상에 위상 변환기를 배치하여 각 안테나로 전달되는 신호의 위상을 조절하거나, 버틀러 매트릭스를 이용하여 특정 위상 차를 갖는 신호를 각 안테나로 전달하는 방식이 활용되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 가변 스위치를 포함하는 급전 경로를 통해, 다양한 빔 패턴이 구현 가능한 안테나 장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시 예에 따른 안테나 장치는, 2X2 배열로 배치되는 복수의 제1 안테나 요소들(antenna elements), 및 2X2 배열로 배치되는 복수의 제2 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이, 복수의 모드로 동작하는 제1 스위칭 회로, 상기 제1 스위칭 회로 및 상기 제1 안테나 요소들과 연결되고, 상기 복수의 모드로 동작하는 제2 스위칭 회로, 상기 제1 스위칭 회로 및 상기 제2 안테나 요소들과 연결되고, 상기 복수의 모드로 동작하는 제3 스위칭 회로, 및 상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로와 연결되는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 기 설정된 복수의 빔 패턴들 중 하나의 빔 패턴에 기반하여, 상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로 중 적어도 일부를 상기 복수의 모드 중 하나의 모

드로 동작하도록 제어하고, 상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로를 포함하는 전기적 경로를 통해 상기 안테나 어레이로 급전함으로써, 상기 빔 패턴을 갖는 신호를 송신할 수 있다.

[0007] 본 발명의 일 실시 예에 따른 안테나 장치를 포함하는 전자 장치는, 인쇄 회로 기판(printed circuit board), 상기 인쇄 회로 기판의 제1 면에 배치되는, 안테나 어레이, 상기 인쇄 회로 기판 중 상기 제1 면과 평행한 제2 면에 배치되는, 제1 스위칭 회로, 제2 스위칭 회로 및 제3 스위칭 회로 및 상기 안테나 어레이가 기 설정된 복수의 빔 패턴 중 하나를 갖는 신호를 송신하도록, 상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로를 제어하는 프로세서를 포함하고, 상기 안테나 어레이는 2X2 배열로 배치되는 복수의 제1 안테나 요소들, 및 2X2 배열로 배치되는 복수의 제2 안테나 요소들을 포함하고, 상기 제1 스위칭 회로는 복수의 모드로 동작하는 제1 가변 스위치를 통해, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로와 연결되고, 상기 제2 스위칭 회로는 상기 제1 면 중 상기 제1 안테나 요소들의 중심 지점을 통해 상기 제1 안테나 요소들과 연결되고, 상기 제3 스위칭 회로는 상기 제1 면 중 상기 제2 안테나 요소들의 중심 지점을 통해 상기 제2 안테나 요소들과 연결될 수 있다.

[0008] 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 통신 방법은, 기 설정된 복수의 빔 패턴 중 하나의 패턴을 선택하는 단계, 상기 선택된 패턴에 기반하여, 제1 스위칭 회로를 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작시키는 단계, 상기 선택된 패턴에 기반하여, 상기 제1 스위칭 회로와 연결되는 제2 스위칭 회로 및 제3 스위칭 회로를 상기 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작시키는 단계 및 상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로 및 상기 제3 스위칭 회로를 포함하는 전기적 경로를 통해 안테나 어레이에 급전함으로써, 상기 선택된 패턴을 갖는 신호를 송신하는 단계를 포함하고, 상기 복수의 모드는, 입력 단자를 복수의 출력 단자 중 하나의 단자와 연결하는 스위치 모드 및 상기 입력 단자를 상기 복수의 출력 단자와 연결하는 분배 모드를 포함하고, 상기 제1 스위칭 회로, 상기 제2 스위칭 회로, 및 상기 제3 스위칭 회로 각각은 상기 복수의 모드를 통해 적어도 3가지 이상의 신호 조합을 출력할 수 있다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 실시 예에 따른 안테나 장치는, 가변 스위치를 포함하는 급전 경로를 이용하여, 안테나 어레이를 통한 무선 통신의 커버리지를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 안테나 장치의 블록도다.
 도 2는, 도 1의 안테나 장치의 구성을 나타내는 회로도다.
 도 3a는, 도 2의 회로 구성 중 제1 스위칭 회로를 나타내는 회로도다.
 도 3b는, 도 3a의 제1 스위칭 회로에 포함된 제1 가변 스위치를 나타내는 회로도다.
 도 4a는, 도 2의 회로 구성 중 제2 스위칭 회로를 나타내는 회로도다.
 도 4b는, 도 4a의 제2 스위칭 회로에 포함된 제2 가변 스위치를 나타내는 회로도다.
 도 4c는, 도 2의 회로 구성 중 제3 스위칭 회로를 나타내는 회로도다.
 도 5는, 빔 패턴에 따른 안테나 장치의 구성들의 상태를 포함하는 룩업 테이블을 도시한다.
 도 6은, 도 1의 안테나 장치가 지정된 빔 패턴을 갖는 신호를 송신하는 방법의 일 예를 나타내는 흐름도다.
 도 7a는, 본 발명에 따른 안테나 장치가 전자 장치에 배치되어, 복수의 빔 패턴 중 하나를 갖는 신호를 송신하는 구성을 도시한다.
 도 7b는, 도 7a의 복수의 빔 패턴들이 제1 축에 대해 형성되는 형태를 도시한다.
 도 7c는, 도 7a의 복수의 빔 패턴들이 제2 축에 대해 형성되는 형태를 도시한다.
 도 8a는, 도 7a의 복수의 빔 패턴 중 제2 축에 대해 수직으로 형성되는 빔 패턴들을 도시한다.
 도 8b는, 도 7a의 복수의 빔 패턴 중 제2 축에 대해 제1 각도를 갖고 형성되는 빔 패턴들을 도시한다.
 도 8c는, 도 7a의 복수의 빔 패턴 중 제2 축에 대해 제2 각도를 갖고 형성되는 빔 패턴들을 도시한다.

도 8d는, 도 7a의 복수의 빔 패턴 중 제1 축에 대해 제3 각도를 갖고 형성되는 빔 패턴들을 도시한다.

도 9a는, 도 1의 안테나 장치에 포함된 인쇄 회로 기판의 제1 면을 도시한다.

도 9b는, 도 1의 안테나 장치에 포함된 인쇄 회로 기판의 제2 면을 도시한다.

도 9c는, 도 9a의 인쇄 회로 기판을 A-A' 선을 따라 자른 단면을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하에서, 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로, 본 발명의 실시 예들이 명확하고 상세하게 기재될 것이다.
- [0012] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 안테나 장치의 블록도다.
- [0013] 도 1을 참조하면, 일 실시 예에 따른 안테나 장치(100)는 프로세서(120), 프로세서(120)와 연결되는 스위칭 회로(300) 및 안테나(260)를 포함할 수 있다.
- [0014] 프로세서(120)는, 소프트웨어(또는, 프로그램)를 실행하여 프로세서(120)에 연결된 적어도 하나의 구성(예: 하드웨어 또는 소프트웨어 구성요소)를 제어할 수 있고, 다양한 데이터 처리 또는 연산을 수행할 수 있다. 프로세서(120)는 중앙 처리 장치나 마이크로 프로세서 등을 포함할 수 있으며, 안테나 장치(100)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 따라서, 아래에서 안테나 장치(100)에 의해 수행되는 동작은 프로세서(120)의 제어에 의해 수행되는 것으로 이해될 수 있다.
- [0015] 일 실시 예에 따르면, 프로세서(120)는 외부 네트워크와의 무선 통신에 사용될 대역(예: 약 6GHz ~ 약 60GHz)의 통신 채널의 수립, 및 수립된 통신 채널을 통한 5G 네트워크 통신을 지원할 수 있다. 다양한 실시 예들에 따르면, 외부 네트워크는 3GPP에서 정의하는 5G 네트워크일 수 있다.
- [0016] 다른 실시 예에 따르면, 프로세서(120)는 외부 네트워크와의 무선 통신에 사용될 대역 중 다른 지정된 대역(예: 약 6GHz 이하)에 대응하는 통신 채널의 수립, 및 수립된 통신 채널을 통한 5G 네트워크 통신을 지원할 수 있다.
- [0017] 또 다른 실시 예에 따르면, 프로세서(120)는 외부 네트워크와의 무선 통신에 사용될 대역의 통신 채널의 수립, 및 수립된 통신 채널을 통한 레거시 네트워크 통신을 지원할 수 있다. 이 때, 외부 네트워크는 2세대(2G), 3G, 4G, 또는 long term evolution(LTE) 네트워크를 포함하는 레거시 네트워크일 수 있다.
- [0018] 프로세서(120)가 지원하는 네트워크 통신의 종류 및 주파수 대역이 상술한 기재에 한정되는 것은 아니다. 다만, 아래에서는 프로세서(120)가 6GHz 이상의 주파수 대역을 갖는 5G 네트워크 통신을 지원하는 것으로 가정하고 설명한다.
- [0019] 스위칭 회로(300)는 프로세서(120)와 안테나(260)를 전기적으로 연결할 수 있다. 보다 구체적으로, 스위칭 회로(300)는 프로세서(120)로부터 안테나(260)로 형성되는 전기적 경로(또는 급전 경로)를 형성할 수 있다.
- [0020] 일 실시 예에 따르면, 스위칭 회로(300)는 제1 스위칭 회로(310), 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 스위칭 회로(300)는 입력된 신호를 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)로 분배하는 제1 스위칭 회로(310)를 포함할 수 있다. 또한, 스위칭 회로(300)는 제1 스위칭 회로(310)로부터 입력된 신호를 안테나(260)로 전달하는, 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)를 포함할 수 있다.
- [0021] 일 실시 예에 따르면, 안테나(260)는 빔포밍에 사용될 수 있는 복수 개의 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이로 형성될 수 있다. 송신 시에, 프로세서(120)는 스위칭 회로(300)를 이용하여 안테나 요소를 통해 안테나 장치(100)의 외부(예: 5G 네트워크의 베이스 스테이션)로 송신될 5G Above6 RF 신호들의 위상을 제어할 수 있다. 또한, 수신 시에, 프로세서(120)는 스위칭 회로(300)를 이용하여 상기 외부로부터 수신된 5G Above6 RF 신호들의 위상을 동일하거나 실질적으로 동일한 위상으로 변환할 수 있다. 이를 통해, 안테나 장치(100)는 외부 네트워크와 빔포밍을 통한 송신 또는 수신을 할 수 있다.
- [0022] 상술한 바와 같이, 프로세서(120)는 스위칭 회로(300)를 이용하여 안테나(260)와 연결되는 전기적 경로(또는, 급전 경로)를 제어할 수 있다. 이를 통해, 프로세서(120)는 안테나(260)가 지정된 빔 패턴을 갖는 신호를 송신하도록 할 수 있다.
- [0023] 상술한 구성들을 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 안테나(260)에 포함된 복수 개의 안테나 요소들에

각각에 대한 신호의 위상 및 크기를 조절하기 위해 소요되는 비용 및 전력을 감소시킬 수 있다.

- [0024] 도 2는 도 1의 안테나 장치의 구성을 나타내는 회로도다.
- [0025] 도 2를 참조하면, 일 실시 예에 따른 안테나 장치(100)는 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 포함하는 안테나 어레이(250)를 포함할 수 있다.
- [0026] 일 실시 예에 따르면, 안테나 어레이(250)는, 방향성 빔을 형성하도록 배치된 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 포함할 수 있다. 이 때, 안테나 어레이(250)는 도 1의 안테나(260)를 구성하는 것으로 이해될 수 있다.
- [0027] 보다 구체적으로, 안테나 어레이(250)는 2X2 배열로 배치된 복수의 제1 안테나 요소들(251)을 포함할 수 있다. 또한, 안테나 어레이(250)는 2X2 배열로 배치된 복수의 제2 안테나 요소들(252)을 포함할 수 있다. 따라서, 안테나 어레이(250)는 4X2 배열로 배치된 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 포함할 수 있다.
- [0028] 단, 안테나 어레이(250)에 포함된 안테나 요소들의 개수 및 배치가 상술한 예시에 한정되는 것은 아니다.
- [0029] 또한, 안테나 장치(100)는 제1 스위칭 회로(310), 제1 안테나 요소들(251)과 연결된 제2 스위칭 회로(321) 및 제2 안테나 요소들(252)과 연결된 제3 스위칭 회로(322)를 포함할 수 있다. 이 때, 제1 스위칭 회로(310), 제2 스위칭 회로(321), 및 제3 스위칭 회로(322)는 프로세서(120)와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0030] 일 실시 예에 따르면, 제1 스위칭 회로(310)는 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)와 연결될 수 있다.
- [0031] 보다 구체적으로, 제1 스위칭 회로(310)는 각각 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)와 연결되는 복수의 출력 단자들(381, 382)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 스위칭 회로(310)는 제2 스위칭 회로(321)와 연결되는 제1 출력 단자(381) 및 제3 스위칭 회로(322)와 연결되는 제2 출력 단자(382)를 포함할 수 있다.
- [0032] 따라서, 제1 스위칭 회로(310)는 입력 단자(380)를 통해 입력된 신호를 제1 출력 단자(381) 및 제2 출력 단자(382) 중 적어도 일부를 통해 출력할 수 있다.
- [0033] 나아가, 제1 스위칭 회로(310)는 제2 스위칭 회로(321)를 통해 제1 안테나 요소들(251)과 연결될 수 있다. 또한, 제1 스위칭 회로(310)는 제3 스위칭 회로(322)를 통해 제2 안테나 요소들(252)과 연결될 수 있다.
- [0034] 제2 스위칭 회로(321)는 제1 안테나 요소들(261 내지 264)의 중심 지점(또는, 가운데)과 대응되는 위치(예: P1)에 배치될 수 있다. 또한, 제3 스위칭 회로(322)는 제2 안테나 요소들(265 내지 268)의 중심 지점(또는, 가운데)과 대응되는 위치(예: P2)에 배치될 수 있다.
- [0035] 또한, 제2 스위칭 회로(321)는 제1 안테나 요소들(261 내지 264) 각각과 동일한 길이의 경로를 통해 연결될 수 있다. 또한, 제3 스위칭 회로(322)는 제2 안테나 요소들(265 내지 268) 각각과 동일한 길이의 경로를 통해 연결될 수 있다.
- [0036] 이 때, 예를 들어, 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)는 각각 SP4T(single pole 4-throw) 스위치로 이해될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0037] 일 실시 예에 따르면, 프로세서(120)는 제1 스위칭 회로(310), 제2 스위칭 회로(321), 및 제3 스위칭 회로(322)를 포함하는 전기적 경로를 통해 안테나 어레이(250)로 급전(feeding)할 수 있다.
- [0038] 보다 구체적으로, 프로세서(120)는 제1 스위칭 회로(310) 및 제2 스위칭 회로(321)를 포함하는 전기적 경로를 통해 제1 안테나 요소들(251)에 급전할 수 있다. 또한, 프로세서(120)는 제1 스위칭 회로(310) 및 제3 스위칭 회로(322)를 포함하는 전기적 경로를 통해 제2 안테나 요소들(252)에 급전할 수 있다.
- [0039] 상술한 구성을 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 스위칭 회로(321, 322)으로부터 안테나 어레이(251, 252)에 포함된 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)에 대한 급전 경로의 길이를 최소화할 수 있다. 이를 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 급전 경로로 인한 경로 손실을 최소화할 수 있다.
- [0040] 프로세서(120)는 안테나 어레이(250)를 통해 특정 빔 패턴을 갖는 신호를 송신할 수 있다. 보다 구체적으로, 프로세서(120)는 안테나 어레이(250)에 포함된 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)이 서로 일정한 위상 차를 갖는 신호를 출력하도록 제어할 수 있다.
- [0041] 또한, 이를 위해, 프로세서(120)는 제1 스위칭 회로(310), 제2 스위칭 회로(321), 및 제3 스위칭 회로(322) 각각에 포함된 가변 스위치를 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.

- [0042] 보다 구체적으로, 프로세서(120)는 제1 스위칭 회로(310)에 포함된 가변 스위치를 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작시킬 수 있다. 이를 통해, 프로세서(120)는 제1 스위칭 회로(310)를 통해 출력되는 신호들의 위상을 제어할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(120)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268) 중 제1 방향(예: x 방향)으로 배치된 요소들이 제1 위상 차를 갖는 신호들을 송신하도록, 제1 스위칭 회로(310)에 포함된 가변 스위치를 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작시킬 수 있다.
- [0043] 또한, 프로세서(120)는 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)에 포함된 가변 스위치를 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작시킬 수 있다. 이를 통해, 프로세서(120)는 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)를 통해 출력되는 신호의 위상을 제어할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(120)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268) 중 제2 방향(예: y 방향)으로 배치된 요소들이 제2 위상 차를 갖는 신호들을 송신하도록, 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)에 포함된 가변 스위치를 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작시킬 수 있다.
- [0044] 상술한 바와 같이, 프로세서(120)는 각 스위칭 회로(310, 321, 322)에 포함된 가변 스위치를 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작하도록 제어할 수 있다. 이를 통해, 프로세서(120)는 안테나 어레이(250)에 포함된 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 통해 복수의 빔 패턴들 중 하나를 갖는 신호를 송신할 수 있다.
- [0045] 따라서, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 각각 복수의 모드로 동작하는 스위칭 회로(310, 321, 322)를 이용하여, 안테나 어레이(250)를 통해 구현 가능한 빔 패턴의 개수를 증가시킬 수 있다.
- [0046] 또한, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 안테나 어레이(250)를 통한 무선 통신의 커버리지를 증가시킬 수 있다.
- [0047] 도 3a는, 도 2의 회로 구성 중 제1 스위칭 회로를 나타내는 회로도다. 도 3b는, 도 3a의 제1 스위칭 회로에 포함된 제1 가변 스위치를 나타내는 회로도다.
- [0048] 도 3a를 참조하면, 일 실시 예에 따른 제1 스위칭 회로(310)는 복수의 모드로 동작하는 제1 가변 스위치(410), 제1 가변 스위치(410)의 출력단(412, 413)과 연결되는 발룬(balun)(421, 422), 제1 커플러(430) 및 양방향 증폭기(441, 442)를 포함할 수 있다.
- [0049] 일 실시 예에 따르면, 제1 가변 스위치(410)는 복수의 모드로 동작하여 제1 스위칭 회로(310)의 입력 단자(380)로부터 입력단(411)으로 입력된 신호를 제1 출력단(412) 및 제2 출력단(413) 중 적어도 일부로 전송할 수 있다.
- [0050] 예를 들어, 제1 가변 스위치(410)는 스위치 모드(switch mode)로 동작하여 입력단(411)에 입력된 신호를 제1 출력단(412) 및 제2 출력단(413) 중 하나로 전송할 수 있다. 또한, 제1 가변 스위치(410)는 분배 모드(divider mode)로 동작하여 입력단(411)에 입력된 신호를 제1 출력단(412) 및 제2 출력단(413)으로 전송할 수 있다.
- [0051] 보다 구체적으로 도 3b를 참조하면, 제1 가변 스위치(410)는 입력단(411)으로부터 제1 출력단(412)으로 연결되는 제1 경로(391)를 포함할 수 있다. 또한, 제1 가변 스위치(410)는 입력단(411)으로부터 제2 출력단(413)으로 연결되는 제2 경로(392)를 포함할 수 있다.
- [0052] 또한, 제1 가변 스위치(410)는 제1 경로(391) 및 제2 경로(392)와 연결되는 복수의 트랜지스터, 저항 및 캐패시터를 포함할 수 있다.
- [0053] 일 실시 예에 따르면, 프로세서(120)는 제1 가변 스위치(410)의 제1 경로(391) 또는 제2 경로(392) 중 하나의 경로와 연결된 트랜지스터들을 개방(open)하고, 다른 경로와 연결된 트랜지스터들을 단락(short)시킬 수 있다. 이를 통해, 제1 가변 스위치(410)는 입력된 신호를 제1 경로(391) 또는 제2 경로(392) 중 하나의 경로로 신호를 전송하는 스위치 모드로 동작할 수 있다.
- [0054] 다른 실시 예에 따르면, 프로세서(120)는 각각 제1 경로(391) 및 제2 경로(392)와 연결된 복수의 트랜지스터들을 단락시킬 수 있다. 또한, 프로세서(120)는 제1 경로(391) 및 제2 경로(392)와 연결된 분배 트랜지스터(351)를 활성화(또는, 온(on))할 수 있다. 이를 통해, 제1 가변 스위치(410)는 입력된 신호를 제1 경로(391) 및 제2 경로(392)로 분배하여 전송하는 분배 모드로 동작할 수 있다. 이 때, 예를 들어, 제1 가변 스위치(410)는 윌킨슨 전력 분배기(Wilkinson power divider)로 이해될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0055] 도 3a를 참조하면, 제1 스위칭 회로(310)는 제1 가변 스위치(410)의 출력단(412, 413)과 연결되는 발룬(421, 422)을 포함할 수 있다. 이 때, 제1 출력단(412)과 연결되는 제1 발룬(421)과 제2 출력단(413)과 연결되는 제2 발룬(422)은 서로 반대 방향으로 형성될 수 있다.

- [0056] 따라서, 제1 가변 스위치(410)의 제1 출력단(412)과 제2 출력단(413)을 통해 동일한 위상을 갖는 신호들이 출력되는 경우, 제1 발룬(421)과 제2 발룬(422)을 통해 180도의 위상 차를 갖는 신호들이 출력될 수 있다.
- [0057] 또한, 제1 스위칭 회로(310)는 발룬(421, 422)을 통해 제1 가변 스위치(410)와 연결되는 제1 커플러(430) 및 제1 커플러(430)와 연결되는 양방향 증폭기(441, 442)를 포함할 수 있다. 이 때, 제1 커플러(430)로부터 출력된 신호는 양방향 증폭기(441, 442)를 통해 제1 출력 단자(381) 및 제2 출력 단자(382)로 전달될 수 있다.
- [0058] 일 실시 예에 따르면, 제1 커플러(430)는 제1 발룬(421) 및 제2 발룬(422) 중 하나로부터 신호를 수신하는 경우, 수신한 신호 및 수신한 신호와 90도의 위상 차를 갖는 신호를 출력할 수 있다. 예를 들어, 제1 스위칭 회로(310)는 제1 출력 단자(381)를 통해 0도의 위상을 갖는 신호를 출력하고, 제2 출력 단자(382)를 통해 -90도의 위상을 갖는 신호를 출력할 수 있다. 다른 예를 들어, 제1 스위칭 회로(310)는 제1 출력 단자(381)를 통해 -90도의 위상을 갖는 신호를 출력하고, 제2 출력 단자(382)를 통해 0도의 위상을 갖는 신호를 출력할 수 있다.
- [0059] 다른 실시 예에 따르면, 제1 커플러(430)는 제1 발룬(421) 및 제2 발룬(422)으로부터 신호를 수신하는 경우, 서로 180도의 위상 차를 갖는 신호들을 출력할 수 있다. 예를 들어, 제1 스위칭 회로(310)는 제1 출력 단자(381)를 통해 0도의 위상을 갖는 신호를 출력하고, 제2 출력 단자(382)를 통해 -180도의 위상을 갖는 신호를 출력할 수 있다.
- [0060] 따라서, 제1 스위칭 회로(310)는 제1 출력 단자(381)와 제2 출력 단자(382)를 통해 서로 90도의 위상 차를 갖는 신호 또는 서로 180도의 위상 차를 갖는 신호를 출력할 수 있다.
- [0061] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 복수의 모드로 동작하는 제1 가변 스위치(410)를 통해 입력 신호로부터 기 설정된 위상 차를 갖는 복수의 출력 신호들을 출력할 수 있다. 이를 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 특정 위상의 신호로부터 적어도 3가지 이상의 신호 조합을 출력할 수 있다.
- [0062] 따라서, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 안테나 어레이(250)를 통해 구현 가능한 빔 패턴의 수를 증가시킬 수 있다. 또한, 안테나 장치(100)는 안테나 어레이(250)를 통해 형성되는 빔포밍을 통한 통신의 커버리지를 향상시킬 수 있다.
- [0063] 도 4a는, 도 2의 회로 구성 중 제2 스위칭 회로를 나타내는 회로도다. 도 4b는, 도 4a의 제2 스위칭 회로에 포함된 제2 가변 스위치를 나타내는 회로도다. 도 4c는, 도 2의 회로 구성 중 제3 스위칭 회로를 나타내는 회로도다.
- [0064] 도 4a를 참조하면, 일 실시 예에 따른 제2 스위칭 회로(321)는 적어도 하나의 가변 스위치(502, 503) 및 복수의 제2 커플러들(471 내지 474)을 통해 각각 제1 안테나 요소들(261 내지 264)과 연결될 수 있다. 또한, 안테나 장치(100)는 제2 스위칭 회로(321)와 제1 안테나 요소들(261 내지 264) 사이에 배치되는 복수의 위상 변환기(phase shifter)(491 내지 494)를 더 포함할 수 있다. 이 때, 제2 스위칭 회로(321)는 2-D 버틀러 매트릭스(2-dimensional butler matrix)로 명명될 수 있다.
- [0065] 일 실시 예에 따르면, 제2 스위칭 회로(321)는 제1 스위칭 회로(310)와 연결되는 제1 서브 스위치(501), 제1 서브 스위치(501)와 연결되는 제2 서브 스위치(502) 및 제3 서브 스위치(503)를 포함할 수 있다.
- [0066] 프로세서(120)는 제1 스위칭 회로(310)의 제1 출력 단자(381)로부터 출력된 신호를 제1 서브 스위치(501)를 통해 제2 서브 스위치(502) 또는 제3 서브 스위치(503)로 전달할 수 있다.
- [0067] 이 때, 예를 들어, 제1 서브 스위치(501)는 SPDT(single pole double throw) 스위치로 참조될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 제2 서브 스위치(502) 및 제3 서브 스위치(503)는 복수의 모드로 동작 가능한 가변 스위치(reconfigurable switch)로 참조될 수 있다.
- [0068] 제1 출력 단자(381)로부터 출력된 신호가 제1 서브 스위치(501)를 통해 제2 서브 스위치(502)로 전달된 경우, 프로세서(120)는 제2 서브 스위치(502)를 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0069] 예를 들어, 프로세서(120)는 제2 서브 스위치(502)가 입력된 신호를 복수의 출력 단자들 중 하나의 단자로 출력하는 스위치 모드로 동작하도록 제어할 수 있다. 이 때, 프로세서(120)는 지정된 빔 패턴에 기반하여, 입력된 신호를 제2 서브 스위치(502)의 복수의 출력 단자들 중 하나의 출력 단자로 출력할 수 있다.
- [0070] 다른 예를 들어, 프로세서(120)는 제2 서브 스위치(502)가 입력된 신호를 복수의 출력 단자들로 분배하여 출력하는 분배 모드로 동작하도록 제어할 수 있다. 이 때, 복수의 출력 단자들을 통해 출력되는 신호들은 동일한 위

상을 가질 수 있다.

- [0071] 도 4b를 함께 참조하면, 일 실시 예에 따른 제2 서브 스위치(502)는, 입력단(611)으로부터 제1 출력단(612)으로 연결되는 제1 경로(691) 및 제2 출력단(613)으로 연결되는 제2 경로(692)를 포함할 수 있다.
- [0072] 또한, 제2 서브 스위치(502)는 제1 경로(691) 및 제2 경로(692)와 연결되는 복수의 트랜지스터, 저항 및 캐패시터를 포함할 수 있다.
- [0073] 일 실시 예에 따르면, 프로세서(120)는 제2 서브 스위치(502)의 제1 경로(691) 또는 제2 경로(692) 중 하나의 경로와 연결된 트랜지스터들을 개방(open)하고, 다른 경로와 연결된 트랜지스터들을 단락(short)시킬 수 있다. 이를 통해, 제2 서브 스위치(502)는 입력된 신호를 제1 경로(691) 또는 제2 경로(692) 중 하나의 경로를 통해 전송하는 스위치 모드로 동작할 수 있다.
- [0074] 다른 실시 예에 따르면, 프로세서(120)는 각각 제1 경로(691) 및 제2 경로(692)와 연결된 복수의 트랜지스터들을 단락(short)시킬 수 있다. 또한, 프로세서(120)는 제1 경로(691) 및 제2 경로(692)와 연결된 분배 트랜지스터(651)를 활성화(또는, 온(on))할 수 있다. 이를 통해, 제2 서브 스위치(502)는 입력된 신호를 제1 경로(691) 및 제2 경로(692)로 분배하여 전송하는 분배 모드로 동작할 수 있다. 이 때, 예를 들어, 제2 서브 스위치(502)는 윌킨슨 전력 분배기(Wilkinson power divider)로 이해될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0075] 나아가, 일 실시 예에 따른 제2 서브 스위치(502)는 제1 경로(691) 및 제2 경로(692)와 연결되는 적어도 하나의 매칭 소자(670)를 더 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 제2 서브 스위치(502)는 제2-1 커플러(471)로부터 복수의 출력단들(612, 613)이 동일한 임피던스(impedance)를 갖는 것으로 인식되도록, 제1 경로(691) 및 제2 경로(692)와 연결되는 복수의 매칭 소자(670)를 더 포함할 수 있다.
- [0076] 이를 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 스위치(예: 제2 서브 스위치(502))와 커플러(예: 제2-1 커플러(471))의 사이에서 발생하는 신호의 반사로 인한 반사 손실(reflection loss)을 최소화할 수 있다.
- [0077] 일 실시 예에 따르면, 제1 서브 스위치(501)를 통해 제2 서브 스위치(502)로 신호가 전달된 경우, 프로세서(120)는 제1 서브 스위치(501)로부터 전달된 신호를 제2 서브 스위치(502)를 통해 제2-1 커플러(471)로 전달할 수 있다.
- [0078] 나아가, 제2-1 커플러(471)는 제2 서브 스위치(502)로부터 전달된 신호를 지정된 위상 차를 갖는 복수의 신호들로 출력할 수 있다. 예를 들어, 제2 서브 스위치(502)가 스위치 모드로 동작하는 경우, 제2-1 커플러(471)는 제2 서브 스위치(502)로부터 수신한 신호 및 수신한 신호와 특정 위상 차(예: 90도)를 갖는 신호를 출력할 수 있다.
- [0079] 다른 예를 들어, 제2 서브 스위치(502)가 분배 모드로 동작하는 경우, 제2-1 커플러(471)는 제2 서브 스위치(502)로부터 수신한 신호들을 출력할 수 있다. 이 때, 제2-1 커플러(471)로부터 출력되는 신호들은 동일한 위상을 가질 수 있다.
- [0080] 나아가, 제2-2 커플러(472) 및 제2-4 커플러(474)는 제2-1 커플러(471)로부터 수신한 신호 및 수신한 신호와 특정 위상 차(예: 90도)를 갖는 신호를 출력할 수 있다.
- [0081] 예를 들어, 제2-2 커플러(472)는 제2-1 커플러(471)로부터 수신한 신호를 제1-1 안테나 요소(261)로 전달할 수 있다. 또한, 제2-2 커플러(472)는 제2-1 커플러(471)로부터 수신한 신호와 90도의 위상 차를 갖는 신호를 제1-2 안테나 요소(262)로 전달할 수 있다.
- [0082] 또한, 제2-4 커플러(474)는 제2-1 커플러(471)로부터 수신한 신호를 제1-3 안테나 요소(263)로 전달할 수 있다. 또한, 제2-4 커플러(474)는 제2-1 커플러(471)로부터 수신한 신호와 90도의 위상 차를 갖는 신호를 제1-4 안테나 요소(264)로 전달할 수 있다.
- [0083] 다른 실시 예에 따라, 제1 서브 스위치(501)를 통해 제3 서브 스위치(503)로 신호가 전달된 경우, 프로세서(120)는 제3 서브 스위치(503)를 통해 제1 서브 스위치(501)로부터 전달된 신호를 제2-3 커플러(473)로 전달할 수 있다.
- [0084] 프로세서(120)는 제3 서브 스위치(503)는 입력된 신호를 복수의 출력 단자들 중 하나의 단자로 출력하는 스위치 모드 또는 복수의 출력 단자들로 분배하여 출력하는 분배 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0085] 단, 제3 서브 스위치(503)의 구성은 상술한 제2 서브 스위치(502)의 구성과 실질적으로 동일한 것으로 이해될

수 있다. 또한, 프로세서(120)가 제3 서브 스위치(503)를 제어하는 동작은, 전술한 바와 같이 프로세서(120)가 제2 서브 스위치(502)를 제어하는 동작과 동일한 것으로 이해될 수 있다.

- [0086] 따라서, 제3 서브 스위치(503)의 구성 및 프로세서(120)가 제3 서브 스위치(503)를 제어하는 동작에 대하여 중복되는 설명은 생략한다.
- [0087] 제3 서브 스위치(503)가 스위치 모드로 동작하는 경우, 제2-3 커플러(473)는 제3 서브 스위치(503)로부터 수신한 신호 및 수신한 신호와 특정 위상 차(예: 90도)를 갖는 신호를 출력할 수 있다. 또한, 제3 서브 스위치(503)가 분배 모드로 동작하는 경우, 제2-3 커플러(473)는 제3 서브 스위치(503)로부터 동일한 위상을 갖는 신호들을 입력 받아, 동일한 위상을 갖도록 출력할 수 있다.
- [0088] 나아가, 제1 서브 스위치(501)로부터 전달된 신호는 제2-3 커플러(473), 제2-2 커플러(472) 및 제2-4 커플러(474)를 통해, 제1 안테나 요소들(261 내지 264)로 전달될 수 있다.
- [0089] 일 실시 예에 따르면, 프로세서(120)는 제1 안테나 요소들(261 내지 264)로 전달되는 신호들이 특정한 빔 패턴에 따른 위상 차를 갖도록 복수의 위상 변환기(491 내지 494) 중 적어도 일부를 동작시킬 수 있다.
- [0090] 프로세서(120)는 제1-1 안테나 요소(261) 및 제1-2 안테나 요소(262)로 전달되는 신호가 특정한 빔 패턴에 따른 위상 차를 갖도록 제1 위상 변환기(CH1)(491) 및 제2 위상 변환기(CH2)(492) 중 적어도 일부를 제어할 수 있다.
- [0091] 예를 들어, 프로세서(120)는 제2-2 커플러(472)로부터 출력된 신호들이 90도의 위상 차를 갖는 경우, 제1 위상 변환기(491)를 활성화할 수 있다. 이를 통해, 프로세서(120)는 제1-1 안테나 요소(261) 및 제1-2 안테나 요소(262)로 전달되는 신호가 45도의 위상 차를 갖도록, 제1-1 안테나 요소(261)로 전달되는 신호의 위상을 45도만큼 변경할 수 있다.
- [0092] 또한, 프로세서(120)는 제1-3 안테나 요소(263) 및 제1-4 안테나 요소(264)로 전달되는 신호가 특정한 빔 패턴에 따른 위상 차를 갖도록 제3 위상 변환기(CH3)(493) 및 제4 위상 변환기(CH4)(494) 중 적어도 일부를 제어할 수 있다.
- [0093] 예를 들어, 프로세서(120)는 제2-4 커플러(474)로부터 출력된 신호들이 90도의 위상 차를 갖는 경우, 제3 위상 변환기(493)를 활성화할 수 있다. 이를 통해, 프로세서(120)는 제1-3 안테나 요소(263) 및 제1-4 안테나 요소(264)로 전달되는 신호가 45도의 위상 차를 갖도록, 제1-3 안테나 요소(263)로 전달되는 신호의 위상을 45도만큼 변경할 수 있다.
- [0094] 도 4c를 참조하면, 일 실시 예에 따른 제3 스위칭 회로(322)는 제1 스위칭 회로(310)와 연결되는 제4 서브 스위치(504), 제4 서브 스위치(504)와 연결되는 제5 서브 스위치(505) 및 제6 서브 스위치(506)를 포함할 수 있다. 이 때, 제3 스위칭 회로(322)는 2-D 버틀러 매트릭스(2-dimensional butler matrix)로 명명될 수 있다.
- [0095] 프로세서(120)는 제4 서브 스위치(504)를 통해 제1 스위칭 회로(310)의 제2 출력 단자(382)로부터 수신된 신호를 제5 서브 스위치(505) 또는 제6 서브 스위치(506)로 전달할 수 있다.
- [0096] 이 때, 예를 들어, 제4 서브 스위치(504)는 SPDT(single pole double throw) 스위치로 참조될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0097] 프로세서(120)는 제4 서브 스위치(504)로부터 신호를 수신한 제5 서브 스위치(505) 또는 제6 서브 스위치(506)를 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0098] 이 때, 제5 서브 스위치(505) 및 제6 서브 스위치(506)는 각각 복수의 모드로 동작 가능한 가변 스위치로 참조될 수 있다. 보다 구체적으로, 제5 서브 스위치(505) 및 제6 서브 스위치(506)는 각각 입력된 신호를 복수의 출력 단자들 중 하나의 단자로 출력하는 스위치 모드 또는 복수의 출력 단자들로 분배하여 출력하는 분배 모드로 동작하는 가변 스위치로 참조될 수 있다.
- [0099] 제5 서브 스위치(505) 및 제6 서브 스위치(506)의 구성은 도 4b에서 상술한 제2 서브 스위치(502)의 구성과 실질적으로 동일한 것으로 이해될 수 있다. 또한, 프로세서(120)가 제5 서브 스위치(505) 또는 제6 서브 스위치(506)를 제어하는 동작은, 전술한 바와 같이 프로세서(120)가 제2 서브 스위치(502)를 제어하는 동작과 동일한 것으로 이해될 수 있다.
- [0100] 따라서, 제5 서브 스위치(505) 및 제6 서브 스위치(506)의 구성 및 프로세서(120)가 제5 서브 스위치(505) 또는 제6 서브 스위치(506)를 제어하는 동작에 대하여 중복되는 설명은 생략한다.

- [0101] 나아가, 프로세서(120)는 복수의 제3 커플러들(475 내지 478) 및 복수의 위상 변환기(495 내지 498)을 통해 지정된 위상 차를 갖는 신호들을 제2 안테나 요소들(265 내지 268)로 전달할 수 있다.
- [0102] 상술한 바와 같이, 프로세서(120)는 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)에 포함된 가변 스위치(503, 504, 505, 506) 및 복수의 커플러(471 내지 478)를 이용하여 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)로 전달되는 신호들 간의 위상 차를 제어할 수 있다. 또한, 프로세서(120)는 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)과 연결된 복수의 위상 변환기(491 내지 498)을 이용하여, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)로 전달되는 신호들 간의 위상 차를 제어할 수 있다.
- [0103] 이를 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 안테나 어레이(250)를 통해 구현 가능한 빔 패턴의 수를 증가시킬 수 있다. 또한, 안테나 장치(100)는 안테나 어레이(250)를 통해 형성되는 빔포밍을 통한 통신의 커버리지를 향상시킬 수 있다.
- [0104] 도 5는, 빔 패턴에 따른 안테나 장치의 구성들의 상태를 포함하는 룩업 테이블을 도시한다.
- [0105] 도 5를 참조하면, 일 실시 예에 따른 안테나 장치(100)는 복수의 빔 패턴들을 포함하는 룩업 테이블(500)을 저장하는 메모리를 더 포함할 수 있다.
- [0106] 일 실시 예에 따른 룩업 테이블(500)은 복수의 빔 패턴들 각각에 따른 제1 스위칭 회로(310), 제2 스위칭 회로(321), 제3 스위칭 회로(322) 및 복수의 위상 변환기(471 내지 478)의 상태를 포함할 수 있다.
- [0107] 또한, 룩업 테이블(500)에 포함된 빔 패턴은 각각의 축(axis)에 대해 복수의 안테나 요소들로 전달되는 신호들의 위상 차, 빔의 방향 및 기울기를 나타내는 복수의 성분들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 빔의 빔 패턴이 “1R+2D”의 성분을 갖는 경우, 제1 빔은 x축에 대해 45도의 위상 차를 갖는 신호들을 통해 양의 방향으로 형성될 수 있다. 또한, 상술한 제1 빔은 y축에 대해 90도의 위상 차를 갖는 신호들을 통해 음의 방향으로 형성될 수 있다.
- [0108] 프로세서(120)는, 룩업 테이블(500)에 기 저장된 복수의 빔 패턴들 중 하나에 기반하여, 제1 스위칭 회로(310), 제2 스위칭 회로(321), 제3 스위칭 회로(322), 및 복수의 위상 변환기(471 내지 478) 중 적어도 일부를 제어할 수 있다.
- [0109] 보다 구체적으로, 예를 들어, 빔 패턴이 “1R”의 성분을 갖는 경우 안테나 장치(100)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 통해 x축에 대한 양(positive)의 방향으로 45도의 위상 차를 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 또한, 빔 패턴이 “3L”의 성분을 갖는 경우 안테나 장치(100)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 통해 x축에 대한 음(negative)의 방향으로 135도의 위상 차를 갖는 신호들을 송신할 수 있다.
- [0110] 이를 위해, 프로세서(120)는 제1 스위칭 회로(310), 및 복수의 위상 변환기(471 내지 478) 중 적어도 일부를 제어할 수 있다. 보다 구체적으로, 프로세서(120)는 제1 가변 스위치(410)의 입력단(411)이 제1 출력단(412)과 연결되는 스위치 모드로 동작하도록 제어할 수 있다. 또한 프로세서(120)는 제1 위상 변환기(CH1)(491) 및 제3 위상 변환기(CH3)(493)를 활성화할 수 있다.
- [0111] 또한, 빔 패턴이 “2U”의 성분을 갖는 경우 안테나 장치(100)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 통해 y축에 대한 양(positive)의 방향으로 90도의 위상 차를 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 이를 위해, 프로세서(120)는 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)를 제어할 수 있다. 보다 구체적으로, 프로세서(120)는 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)가 스위치 모드로 동작하도록 제어할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(120)는 제2 스위칭 회로(321)가, 제2 서브 스위치(502)의 입력단(611)이 제1 출력단(612)과 연결되는, 스위치 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0112] 다른 예를 들어, 빔 패턴이 “1L”의 성분을 갖는 경우 안테나 장치(100)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 통해 x축에 대한 음(negative)의 방향으로 45도의 위상 차를 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 또한, 빔 패턴이 “3R”의 성분을 갖는 경우 안테나 장치(100)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 통해 x축에 대한 양의 방향으로 135도의 위상 차를 갖는 신호들을 송신할 수 있다.
- [0113] 이를 위해, 프로세서(120)는 제1 스위칭 회로(310), 및 복수의 위상 변환기(471 내지 478) 중 적어도 일부를 제어할 수 있다. 보다 구체적으로, 프로세서(120)는 제1 가변 스위치(410)의 입력단(411)이 제2 출력단(413)과 연결되는 스위치 모드로 동작하도록 제어할 수 있다. 또한 프로세서(120)는 제2 위상 변환기(CH2)(492) 및 제4 위상 변환기(CH4)(494)를 활성화할 수 있다.

- [0114] 또한, 빔 패턴이 “2D”의 성분을 갖는 경우 안테나 장치(100)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 통해 y축에 대한 음(negative)의 방향으로 90도의 위상 차를 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 이를 위해, 프로세서(120)는 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)가 스위치 모드로 동작하도록 제어할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(120)는 제2 스위칭 회로(321)가, 제2 서브 스위치(502)의 입력단(611)이 제2 출력단(613)과 연결되는, 스위치 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0115] 또 다른 예를 들어, 빔 패턴이 “2R” 또는 “2L”의 성분을 갖는 경우 안테나 장치(100)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 통해 x축에 대해 45도의 위상 차를 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 이를 위해, 프로세서(120)는 제1 스위칭 회로(310)가 분배 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0116] 또한, 빔 패턴이 “M”의 성분을 갖는 경우 안테나 장치(100)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 통해 y축에 대해 동일한 위상을 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 이를 통해, 안테나 장치(100)는 y축에 수직인 방향으로 빔을 형성할 수 있다. 이를 위해, 프로세서(120)는 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)가 분배 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0117] 즉, 프로세서(120)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268) 중 제1 방향(예: +x 방향)으로 배치된 요소들이 제1 위상 차(예: 45도, 90도 또는 135도)를 갖는 신호들을 송신하도록, 제1 스위칭 회로(310)에 포함된 제1 가변 스위치(410) 및 복수의 위상 변환기(471 내지 478) 중 적어도 일부를 제어할 수 있다.
- [0118] 또한, 프로세서(120)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268) 중 제2 방향(예: +y 방향)으로 배치된 요소들이 제2 위상 차(예: 0도, 45도, 또는 90도)를 갖는 신호들을 송신하도록, 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)에 포함된 가변 스위치(503, 504, 505, 506)를 제어할 수 있다.
- [0119] 다만, 룩업 테이블(500)을 통해 저장된 복수의 빔 패턴들에 따른 안테나 장치(100)의 구성들의 상태는 상술한 예시에 한정되는 것은 아니며, 빔 패턴의 성분에 따른 빔을 형성하기 위한 다양한 상태로 참조될 수 있다.
- [0120] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 복수의 모드로 동작 가능한 복수의 스위칭 회로(310, 321, 322) 및 복수의 위상 변환기(471 내지 478)를 통해, 기 설정된 복수의 빔 패턴들 중 하나의 패턴에 따른 빔을 형성할 수 있다.
- [0121] 이러한 구성을 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 통해 구현 가능한 빔 패턴의 개수를 증가시킬 수 있다. 나아가, 안테나 장치(100)는 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 통해 형성되는 빔을 통한 무선 통신의 커버리지를 증가시킬 수 있다.
- [0122] 도 6은, 도 1의 안테나 장치가 지정된 빔 패턴을 갖는 신호를 송신하는 방법의 일 예를 나타내는 흐름도다.
- [0123] 도 6을 참조하면, 일 실시 예에 따른 프로세서(120)는 기 설정된 복수의 빔 패턴들 중 하나의 패턴을 갖는 신호를 송신할 수 있다.
- [0124] 보다 구체적으로, 프로세서(120)는 제1 스위칭 회로(310), 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)를 통해 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)(또는, 안테나 어레이(250))에 급전할 수 있다. 이를 통해, 프로세서(120)는 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 통해 특정 빔 패턴을 갖는 신호를 송신할 수 있다.
- [0125] 먼저, S10 단계에서, 프로세서(120)는 기 설정된 복수의 빔 패턴들 중 하나의 패턴을 선택할 수 있다. 예를 들어, 도 5를 함께 참조하면, 프로세서(120)는 룩업 테이블(500)에 저장된 복수의 빔 패턴들 중 하나의 빔 패턴을 선택할 수 있다.
- [0126] 프로세서(120)는 안테나 장치(100)의 상태 또는 외부 네트워크와의 통신 상태에 따라 복수의 빔 패턴들 중 하나의 패턴을 선택할 수 있다.
- [0127] 예를 들어, 프로세서(120)는 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)을 통해 기지국으로부터 수신한 신호(예: RRC 메시지(radio resource control message))에 근거하여, 복수의 빔 패턴들 중 하나의 패턴을 선택할 수 있다.
- [0128] 다른 예를 들어, 프로세서(120)는 기 설정된 소프트웨어(또는, 프로그램)에 따른 제어에 기반하여, 복수의 빔 패턴들 중 하나의 빔 패턴을 선택할 수 있다. 이 때, 상술한 소프트웨어는, 안테나 장치(100)의 상태에 따라 설정된 빔 패턴을 포함할 수 있다.
- [0129] 또 다른 예를 들어, 프로세서(120)는 전기적으로 연결된 소자(예: 보조 프로세서 또는 어플리케이션 프로세서)로부터 수신된 입력에 근거하여, 복수의 빔 패턴들 중 하나의 빔 패턴을 선택할 수 있다.

- [0130] 단, 프로세서(120)가 복수의 빔 패턴들 중 하나의 빔 패턴을 선택하는 동작은 상술한 예시에 한정되는 것은 아니다.
- [0131] S20 단계에서, 프로세서(120)는 선택된 빔 패턴에 근거하여 제1 스위칭 회로(310)를 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작하도록 제어할 수 있다. 보다 구체적으로, 프로세서(120)는 선택된 빔 패턴에 근거하여, 제1 스위칭 회로(310)에 포함된 제1 가변 스위치(410)를 스위치 모드 또는 분배 모드 중 하나의 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0132] 예를 들어, 선택된 빔 패턴이 “1R” 또는 “3L” 성분을 갖는 경우, 프로세서(120)는 제1 가변 스위치(410)가 스위치 모드로 동작하도록 제어할 수 있다. 이 때, 프로세서(120)는 제1 가변 스위치(410)의 입력단(411)이 제1 출력단(412)과 연결되도록 제어할 수 있다.
- [0133] 다른 예를 들어, 선택된 빔 패턴이 “2L” 성분을 갖는 경우, 프로세서(120)는 제1 가변 스위치(410)가 분배 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0134] S30 단계에서, 프로세서(120)는 선택된 빔 패턴에 근거하여 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)를 복수의 모드 중 하나의 모드로 동작하도록 제어할 수 있다. 보다 구체적으로, 프로세서(120)는 선택된 빔 패턴에 근거하여, 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)에 포함된 가변 스위치(502, 503, 505, 506) 중 적어도 일부를 스위치 모드 또는 분배 모드 중 하나의 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0135] 예를 들어, 선택된 빔 패턴이 “2U” 또는 “2D” 성분을 갖는 경우, 프로세서(120)는 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)에 포함된 가변 스위치가 스위치 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0136] 다른 예를 들어, 선택된 빔 패턴이 “M”, “1U” 또는 “1D” 성분을 갖는 경우, 프로세서(120)는 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)에 포함된 가변 스위치가 분배 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0137] 나아가, 프로세서(120)는 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)와 안테나 어레이(250) 사이에 배치되는 복수의 위상 변환기 중 적어도 일부를 동작시킬 수 있다. 이를 통해, 프로세서(120)는 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)로 전달되는 신호들 간의 위상 차를 제어할 수 있다.
- [0138] S40 단계에서, 프로세서(120)는 제1 스위칭 회로(310), 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)를 포함하는 전기적 경로를 통해 안테나 어레이(250)에 급전할 수 있다. 이를 통해, 안테나 장치(100)는 선택된 빔 패턴을 갖는 신호를 송신할 수 있다.
- [0139] 이 때, 안테나 어레이(250)에 포함된 복수의 안테나 요소들(261 내지 268) 각각에 대한 전기적 경로는 동일한 전기적 길이를 가질 수 있다.
- [0140] 상술한 바와 같이, 프로세서(120)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268) 중 제1 방향으로 배치된 요소들이 제1 위상 차를 갖는 신호들을 송신하도록, 제1 스위칭 회로(310)에 포함된 가변 스위치를 제어할 수 있다.
- [0141] 또한, 프로세서(120)는, 복수의 안테나 요소들(261 내지 268) 중 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 배치된 요소들이 제2 위상 차를 갖는 신호들을 송신하도록, 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)에 포함된 가변 스위치를 제어할 수 있다.
- [0142] 상술한 구성을 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 복수의 모드로 동작하는 스위칭 회로를 이용하여, 복수의 빔 패턴 중 선택된 빔 패턴을 갖는 신호를 송신할 수 있다.
- [0143] 따라서, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는, 안테나 어레이(250)를 통해 구현 가능한 빔 패턴의 수를 증가시킬 수 있다. 또한, 안테나 장치(100)는 안테나 어레이(250)를 통해 형성되는 빔포밍을 통한 무선 통신의 커버리지를 향상시킬 수 있다.
- [0144] 도 7a는, 본 발명에 따른 안테나 장치가 전자 장치에 배치되어, 복수의 빔 패턴 중 하나를 갖는 신호를 송신하는 구성을 도시한다. 도 7b는, 도 7a의 복수의 빔 패턴들이 제1 축에 대해 형성되는 형태를 도시한다. 도 7c는, 도 7a의 복수의 빔 패턴들이 제2 축에 대해 형성되는 형태를 도시한다.
- [0145] 도 7a를 참조하면, 일 실시 예에 따른 전자 장치(10)는, 전자 장치(10)의 후면(11)을 향해 배치되는 제1 안테나 장치(101) 및 전자 장치(10)의 측면(12)을 향해 배치되는 제2 안테나 장치(102)를 포함할 수 있다.
- [0146] 보다 구체적으로, 전자 장치(10)는 전자 장치(10)의 내부에서 복수의 안테나 요소들(701)이 전자 장치(10)의 후면(11)을 향하도록 배치되는 제1 안테나 장치(101)를 포함할 수 있다. 또한, 전자 장치(10)는 전자 장치(10)의

내부에서 복수의 안테나 요소들(702)이 전자 장치(10)의 측면(12)을 향하도록 배치되는 제2 안테나 장치(102)를 포함할 수 있다.

- [0147] 이 때, 제1 안테나 장치(101)와 제2 안테나 장치(102)는 실질적으로 동일한 구성을 갖는 것으로 이해될 수 있다.
- [0148] 제1 안테나 장치(101)는 전자 장치(10)의 내부로부터 후면(11)을 향하는 방향(예: +z 방향)으로 적어도 하나의 빔을 형성할 수 있다. 보다 구체적으로, 전자 장치(10)의 후면(11)을 향해 배치되는 제1 안테나 장치(101)는 서로 다른 빔 패턴을 갖는 복수의 빔들(700) 중 적어도 하나를 형성할 수 있다.
- [0149] 또한, 제2 안테나 장치(102)는 전자 장치(10)의 내부로부터 측면(12)을 향하는 방향(예: -y 방향)으로 적어도 하나의 빔을 형성할 수 있다.
- [0150] 도 7b를 참조하면, 일 실시 예에 따른 제1 안테나 장치(101)는 제1 축(예: x축)에 대해 일정한 각도를 가지는 복수의 빔을 형성할 수 있다.
- [0151] 예를 들어, 제1 안테나 장치(101)는 복수의 안테나 요소들(701)을 통해 x축에 대해 양의 방향으로 45도의 위상 차를 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 이를 통해, 제1 안테나 장치(101)는 x축에 대해 “1R”의 성분을 갖는 빔을 형성할 수 있다.
- [0152] 다른 예를 들어, 제1 안테나 장치(101)는 복수의 안테나 요소들(701)을 통해 x축에 대해 음의 방향으로 90도의 위상 차를 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 이를 통해, 제1 안테나 장치(101)는 x축에 대해 “2L”의 성분을 갖는 빔을 형성할 수 있다.
- [0153] 또 다른 예를 들어, 제1 안테나 장치(101)는 복수의 안테나 요소들(701)을 통해 x축에 대해 음의 방향으로 135도의 위상 차를 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 이를 통해, 제1 안테나 장치(101)는 x축에 대해 “3L”의 성분을 갖는 빔을 형성할 수 있다.
- [0154] 도 7c를 참조하면, 일 실시 예에 따른 제1 안테나 장치(101)는 제2 축(예: y 축)에 대해 일정한 각도를 가지는 복수의 빔을 형성할 수 있다.
- [0155] 예를 들어, 제1 안테나 장치(101)는 복수의 안테나 요소들(702)을 통해 y축에 대해 양의 방향으로 45도의 위상 차를 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 이를 통해, 제1 안테나 장치(101)는 y축에 대해 “1U”의 성분을 갖는 빔을 형성할 수 있다.
- [0156] 다른 예를 들어, 제1 안테나 장치(101)는 복수의 안테나 요소들(702)을 통해 y축에 대해 음의 방향으로 90도의 위상 차를 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 이를 통해, 제1 안테나 장치(101)는 y축에 대해 “2D”의 성분을 갖는 빔을 형성할 수 있다.
- [0157] 또 다른 예를 들어, 제1 안테나 장치(101)는 복수의 안테나 요소들(702)을 통해 y축에 대해 동일한 위상을 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 이를 통해, 제1 안테나 장치(101)는 y축에 대해 “M”의 성분을 갖는 빔을 형성할 수 있다.
- [0158] 상술한 구성을 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(101, 102)는, 적어도 22가지 이상의 서로 다른 빔 패턴을 갖는 복수의 빔들 중 적어도 하나의 빔을 형성할 수 있다. 이를 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(101, 102)는 빔포밍을 통한 무선 통신의 커버리지를 증가시킬 수 있다.
- [0159] 도 8a는, 도 7a의 복수의 빔 패턴 중 제2 축에 대해 수직으로 형성되는 빔 패턴들을 도시한다. 도 8b는, 도 7a의 복수의 빔 패턴 중 제2 축에 대해 제1 각도를 갖고 형성되는 빔 패턴들을 도시한다. 도 8c는, 도 7a의 복수의 빔 패턴 중 제2 축에 대해 제2 각도를 갖고 형성되는 빔 패턴들을 도시한다. 도 8d는, 도 7a의 복수의 빔 패턴 중 제1 축에 대해 제3 각도를 갖고 형성되는 빔 패턴들을 도시한다.
- [0160] 도 8a를 참조하면, 일 실시 예에 따른 안테나 장치(101, 102)는 제2 축(예: y축)에 대해 수직인 복수의 빔을 형성할 수 있다. 예를 들어, 안테나 장치(101, 102)는 복수의 안테나 요소들(701, 702)을 통해, x축에 대해 지정된 위상 차(예: 45도, 90도, 135도)를 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 이를 통해, 안테나 장치(101, 102)는 y축에 대해 수직하고, x축에 대해 지정된 각도를 갖는 복수의 빔을 형성할 수 있다.
- [0161] 도 8b를 참조하면, 일 실시 예에 따른 안테나 장치(101, 102)는 제2 축(예: y축)에 대해 제1 각도를 갖는 복수의 빔을 형성할 수 있다. 예를 들어, 안테나 장치(101, 102)는 복수의 안테나 요소들(701, 702)을 통해, y축에

대해 45도의 위상 차를 갖고, x축에 대해 지정된 위상 차(예: 90도)를 갖는 신호들을 송신할 수 있다 이를 통해, 안테나 장치(101, 102)는 y축에 대해 “1U” 성분을 갖고, x축에 대해 지정된 각도를 갖는 복수의 빔을 형성할 수 있다.

- [0162] 도 8c를 참조하면, 일 실시 예에 따른 안테나 장치(101, 102)는 제2 축(예: y축)에 대해 제2 각도를 갖는 복수의 빔을 형성할 수 있다. 예를 들어, 안테나 장치(101, 102)는 복수의 안테나 요소들(701, 702)을 통해, y축에 대해 90도의 위상 차를 갖고, x축에 대해 지정된 위상 차(예: 45도, 90도, 135도)를 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 이를 통해, 안테나 장치(101, 102)는 y축에 대해 “2U” 성분을 갖고, x축에 대해 지정된 각도를 갖는 복수의 빔을 형성할 수 있다.
- [0163] 도 8d를 참조하면, 일 실시 예에 따른 안테나 장치(101, 102)는 제1 축(예: x축)에 대해 제3 각도를 갖는 복수의 빔을 형성할 수 있다. 예를 들어, 안테나 장치(101, 102)는 복수의 안테나 요소들(701, 702)을 통해, x축에 대해 90도의 위상 차를 갖고, y축에 대해 지정된 위상 차(예: 0도, 45도, 90도)를 갖는 신호들을 송신할 수 있다. 이를 통해, 안테나 장치(101, 102)는 x축에 대해 “2R” 성분을 갖고, y축에 대해 지정된 각도를 갖는 복수의 빔을 형성할 수 있다.
- [0164] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 안테나 장치(101, 102)는 복수의 안테나 요소들과 연결되는 복수의 스위칭 회로를 이용하여, 서로 다른 패턴을 갖는 복수의 빔들 중 적어도 일부를 형성할 수 있다. 예를 들어, 안테나 장치(101, 102)는 복수의 안테나 요소들(701, 702)과 연결되는 복수의 스위칭 회로를 이용하여, 서로 다른 패턴을 갖는 적어도 22가지 이상의 빔을 형성할 수 있다.
- [0165] 이를 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(101, 102)는 복수의 안테나 요소들을 통해 구현 가능한 빔 패턴의 개수를 증가시킬 수 있다. 나아가, 안테나 장치(100)는 복수의 안테나 요소들을 통해 형성되는 빔을 통한 무선 통신의 커버리지를 증가시킬 수 있다.
- [0166] 도 9a는, 도 1의 안테나 장치에 포함된 인쇄 회로 기판의 제1 면을 도시한다. 도 9b는, 도 1의 안테나 장치에 포함된 인쇄 회로 기판의 제2 면을 도시한다. 도 9c는, 도 9a의 인쇄 회로 기판을 A-A' 선을 따라 자른 단면을 도시한다.
- [0167] 도 9a 내지 도 9c를 함께 참조하면, 일 실시 예에서, 안테나 장치(100)는 인쇄 회로 기판(20), 제1 안테나 요소들(251), 제2 안테나 요소들(252), 제1 스위칭 회로(310), 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)를 포함할 수 있다. 단, 안테나 장치(100)의 구성 중 전술한 구성과 동일하거나 실질적으로 동일한 구성은 동일한 참조 번호를 사용하였으며, 중복되는 설명은 생략한다.
- [0168] 인쇄 회로 기판(20)은 복수의 도전성 레이어들, 및 상기 도전성 레이어들과 교번하여 적층된 복수의 비도전성 레이어들을 포함할 수 있다. 인쇄 회로 기판(20)은, 상기 도전성 레이어에 형성된 배선들 및 도전성 비아들(371, 372)을 이용하여 인쇄 회로 기판(20) 및/또는 외부에 배치된 다양한 전자 부품들 간 전기적 연결을 제공할 수 있다.
- [0169] 도 9a를 참조하면, 안테나 어레이(251, 252)에 포함된 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)은, 인쇄 회로 기판(20)의 제1 면(21)에 형성될 수 있다.
- [0170] 다른 실시 예에 따르면, 안테나 어레이(250)는 인쇄 회로 기판(20)의 내부에 형성될 수 있다. 또한, 안테나 어레이(250)는, 동일 또는 상이한 형상 또는 종류의 복수의 안테나 어레이들(예: 다이폴 안테나 어레이, 및/또는 패치 안테나 어레이)로 이해될 수 있다. 단, 본 발명에 따른 안테나 어레이(250)는 패치 안테나 어레이로 설명한다.
- [0171] 이 때, 안테나 어레이(251, 252)에 포함된 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)은 4X2의 배열로 배치될 수 있다. 보다 구체적으로, 안테나 어레이(251, 252)는 2X2로 배치되는 복수의 제1 안테나 요소들(261 내지 264) 및 2X2로 배치되는 복수의 제2 안테나 요소들(265 내지 268)을 포함할 수 있다.
- [0172] 도 9b를 참조하면, 제1 스위칭 회로(310), 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)는 인쇄 회로 기판(20) 중 제1 면(21)과 평행한 제2 면(22)에 배치될 수 있다.
- [0173] 이 때, 제1 스위칭 회로(310)는 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)와 연결될 수 있다. 예를 들어, 제1 스위칭 회로(310)는 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)와 동일한 전기적 길이를 갖고 연결될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0174] 또한, 제1 스위칭 회로(310), 제2 스위칭 회로(321) 및 제3 스위칭 회로(322)는 인쇄 회로 기판(20)을 통해 프로세서(120)와 연결될 수 있다.
- [0175] 도 9a 및 도 9b를 함께 참조하면, 제2 스위칭 회로(321)는 제1 안테나 요소들(261 내지 264)의 중심 지점(또는, 가운데)(P1')과 대응되는 위치(예: P1)에 배치될 수 있다. 보다 구체적으로, 제2 스위칭 회로(321)는 인쇄 회로 기판(20)의 제2 면(22)에서 제1 안테나 요소들(261 내지 264)의 중심 지점(P1')과 대응되는 위치(예: P1)에 배치될 수 있다.
- [0176] 또한, 제3 스위칭 회로(322)는 제2 안테나 요소들(265 내지 268)의 중심 지점(또는, 가운데)(P2')과 대응되는 위치(예: P2)에 배치될 수 있다. 보다 구체적으로, 제3 스위칭 회로(322)는 인쇄 회로 기판(20)의 제2 면(22)에서 제2 안테나 요소들(265 내지 268)의 중심 지점(P2')과 대응되는 위치(예: P2)에 배치될 수 있다.
- [0177] 도 9a 및 도 9c를 함께 참조하면, 제2 스위칭 회로(321)는 제1 도전성 비아(371)를 통해 제1 안테나 요소들(251)과 연결될 수 있다. 또한, 제3 스위칭 회로(322)는 제2 도전성 비아(372)를 통해 제2 안테나 요소들(252)과 연결될 수 있다.
- [0178] 이 때, 제1 도전성 비아(371) 및 제2 도전성 비아(372)는 인쇄 회로 기판(20)을 관통하여 형성될 수 있다.
- [0179] 일 실시 예에 따르면, 제2 스위칭 회로(321)는 제1 안테나 요소들(251)의 중심 지점(P1')과 연결될 수 있다. 또한, 제3 스위칭 회로(322)는 제2 안테나 요소들(252)의 중심 지점(P2')과 연결될 수 있다.
- [0180] 보다 구체적으로, 제2 스위칭 회로(321)는 제1 안테나 요소들(261 내지 264)의 중심 지점(P1')과 연결된 제1 도전성 비아(371)를 통해 제1 안테나 요소들(251)과 연결될 수 있다. 또한, 제3 스위칭 회로(322)는 제2 안테나 요소들(265 내지 268)의 중심 지점(P2')과 연결된 제2 도전성 비아(372)를 통해 제2 안테나 요소들(252)과 연결될 수 있다.
- [0181] 상술한 구성을 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 전원(예: PMIC(power management integrated circuit))으로부터 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)에 대하여 동일한 길이의 급전 경로를 확보할 수 있다. 이를 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 급전 경로 조절을 위한 공정상 소요를 최소화할 수 있다.
- [0182] 또한, 상술한 구성을 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 스위칭 회로(321, 322)으로부터 안테나 어레이(251, 252)에 포함된 복수의 안테나 요소들(261 내지 268)에 대한 급전 경로의 길이를 최소화할 수 있다. 이를 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 급전 경로로 인한 경로 손실을 최소화할 수 있다.
- [0183] 이상에서 설명된 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 안테나 장치(100)는 복수의 모드로 동작하는 가변 스위치를 이용하여 복수의 안테나 요소들로 구현 가능한 빔 패턴의 개수를 증가시킬 수 있다. 이를 통해, 안테나 장치(100)는 복수의 안테나 요소들을 이용한 빔포밍을 통한 무선 통신의 커버리지를 증가시킬 수 있다.
- [0184] 또한, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 복수의 안테나 요소들의 가운데 배치된 스위칭 회로를 이용하여, 복수의 안테나 요소들에 대한 급전 경로를 최소화할 수 있다. 이를 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 급전 경로로 인한 경로 손실을 최소화할 수 있다.
- [0185] 또한, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 복수의 안테나 요소들의 가운데 배치된 스위칭 회로를 이용하여, 복수의 안테나 요소들에 대한 급전 경로를 동일하게 확보할 수 있다. 이를 통해, 본 발명에 따른 안테나 장치(100)는 급전 경로를 형성하기 위한 공정상의 비용을 최소화할 수 있다.
- [0186] 상술한 실시 예들 이외에도, 단순하게 설계 변경되거나 용이하게 변경할 수 있는 실시 예들도 본 발명에 포함될 것이다. 또한, 본 발명은 실시 예들을 이용하여 용이하게 변형하여 실시할 수 있는 기술들도 포함될 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 상술한 실시 예들에 국한되어 정해져서는 안되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 발명의 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

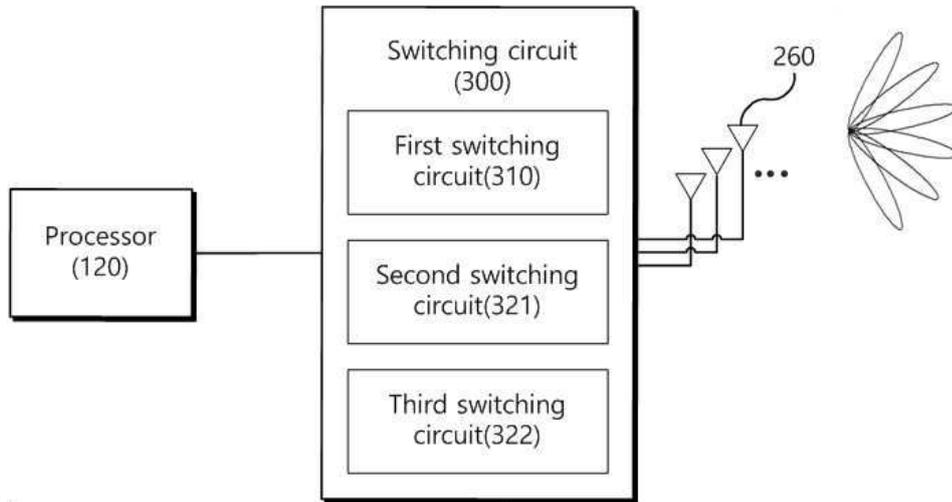
- [0187] 10: 전자 장치
- 20: 인쇄 회로 기판
- 100: 안테나 장치
- 101: 제1 안테나 장치

- 102: 제2 안테나 장치
- 120: 프로세서
- 250: 안테나 어레이
- 251: 제1 안테나 요소들
- 252: 제2 안테나 요소들
- 261 내지 268: 복수의 안테나 요소들
- 300: 스위칭 회로
- 310: 제1 스위칭 회로
- 321: 제2 스위칭 회로
- 322: 제3 스위칭 회로
- 371: 제1 도전성 비아
- 372: 제2 도전성 비아
- 411: 제1 가변 스위치
- 421, 422: 발륜
- 430: 제1 커플러
- 471 내지 478: 복수의 커플러
- 491 내지 498: 복수의 위상 변환기
- 500: 룩업 테이블
- 501: 제1 서브 스위치
- 502; 제2 서브 스위치
- 503; 제3 서브 스위치
- 504: 제4 서브 스위치
- 505; 제5 서브 스위치
- 506; 제6 서브 스위치
- 670: 매칭 소자

도면

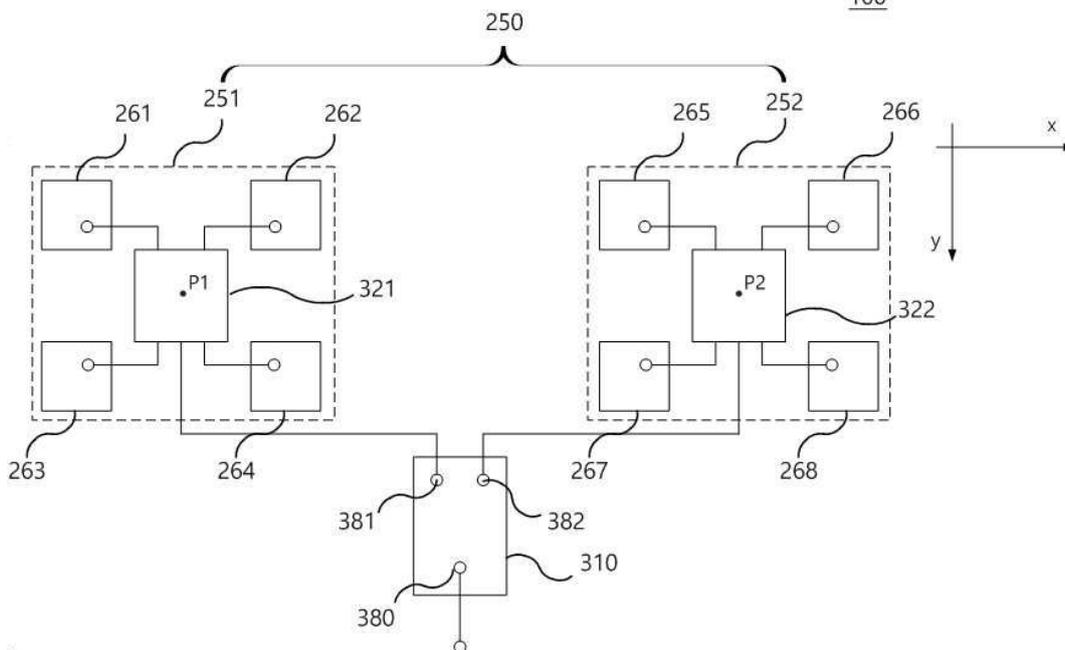
도면1

100

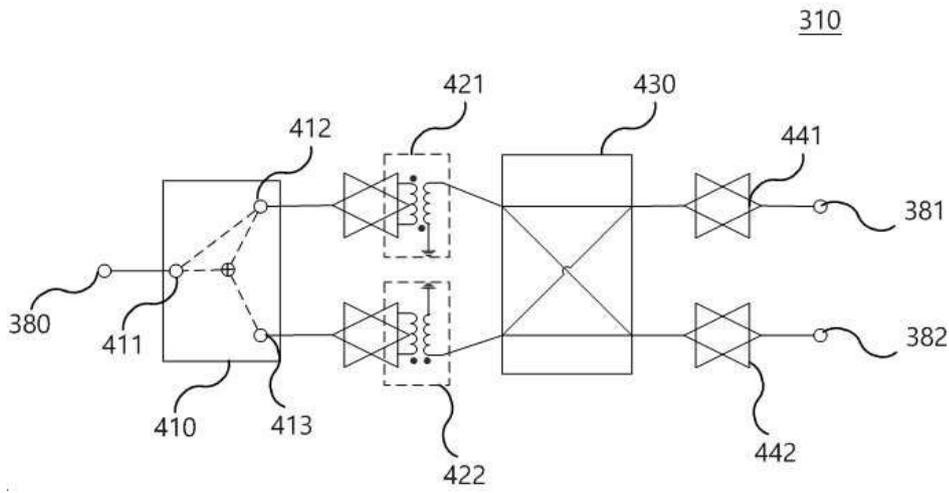


도면2

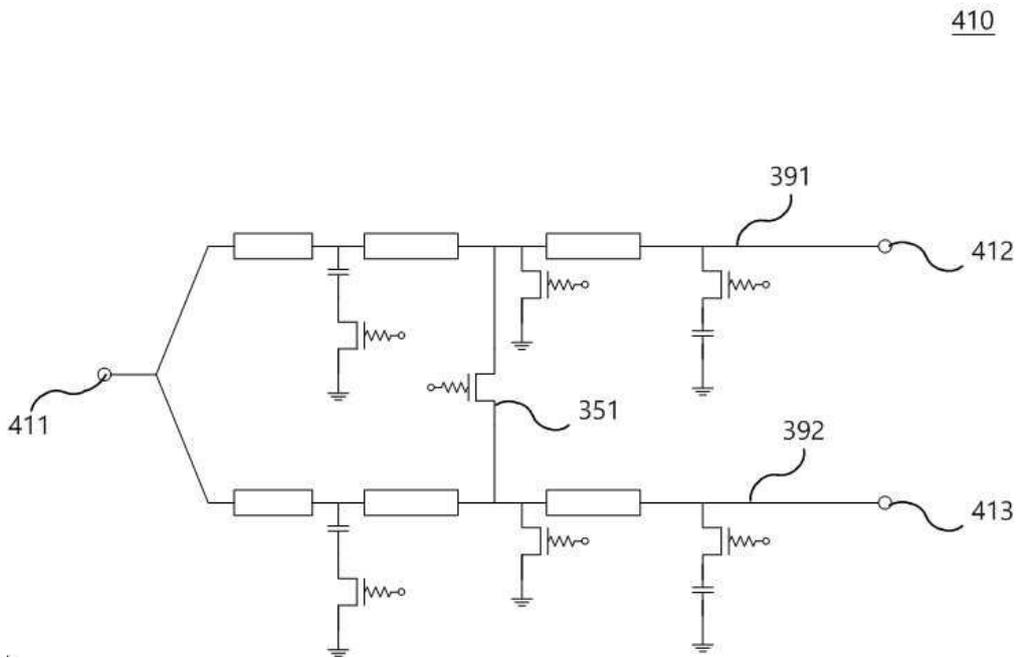
100



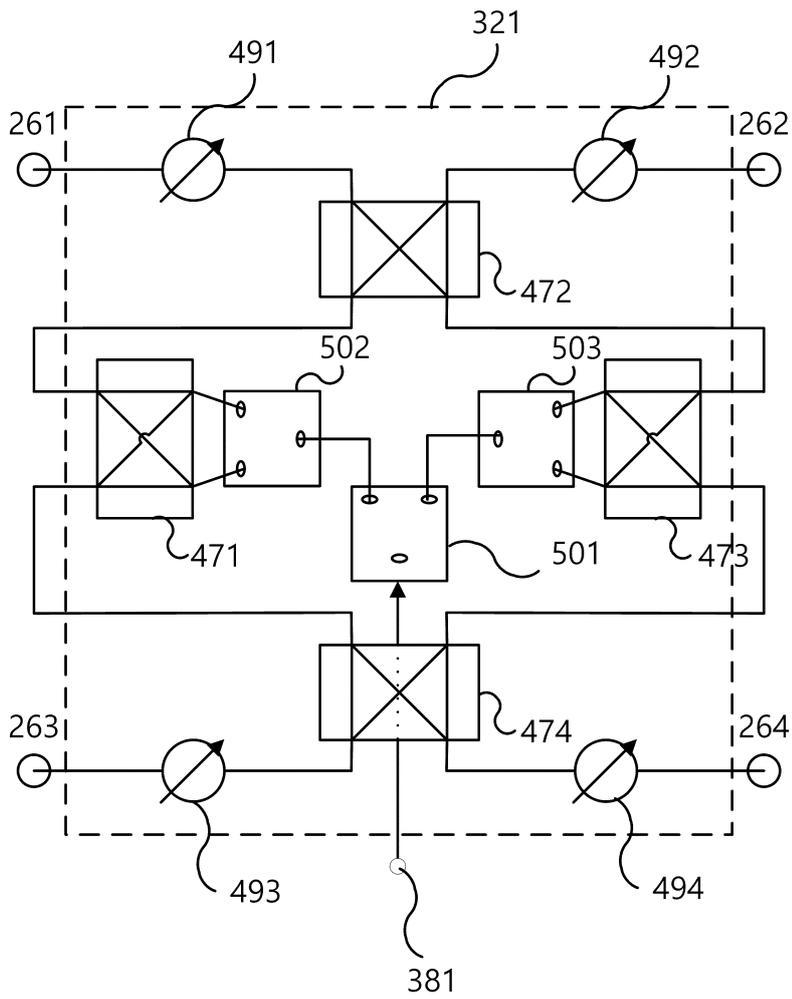
도면3a



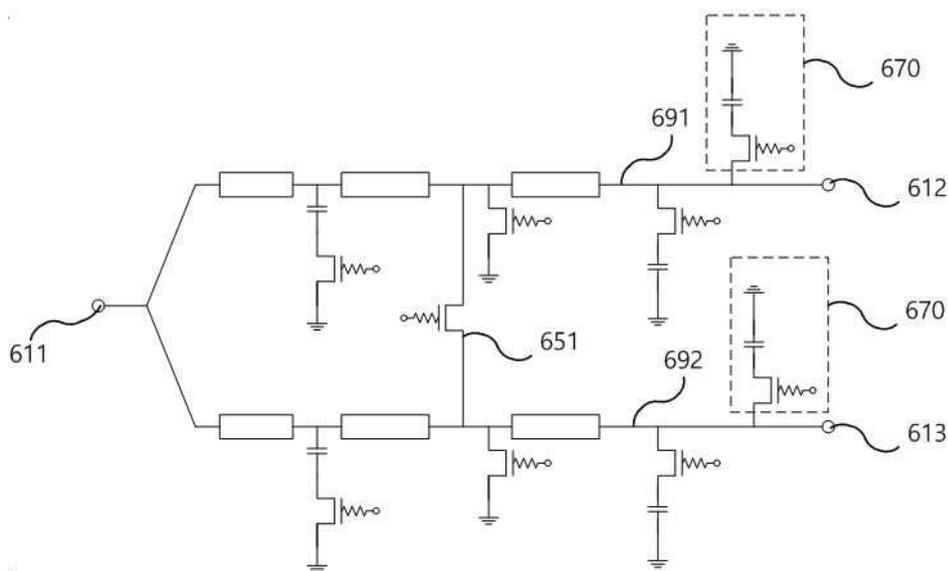
도면3b



도면4a

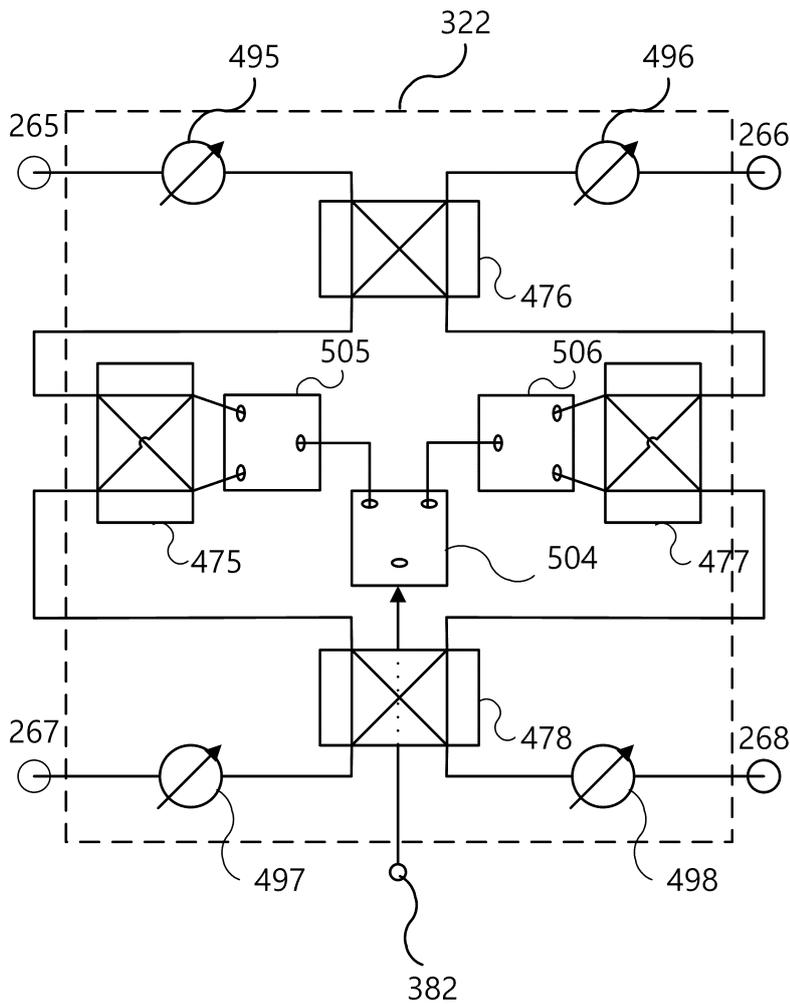


도면4b



502

도면4c

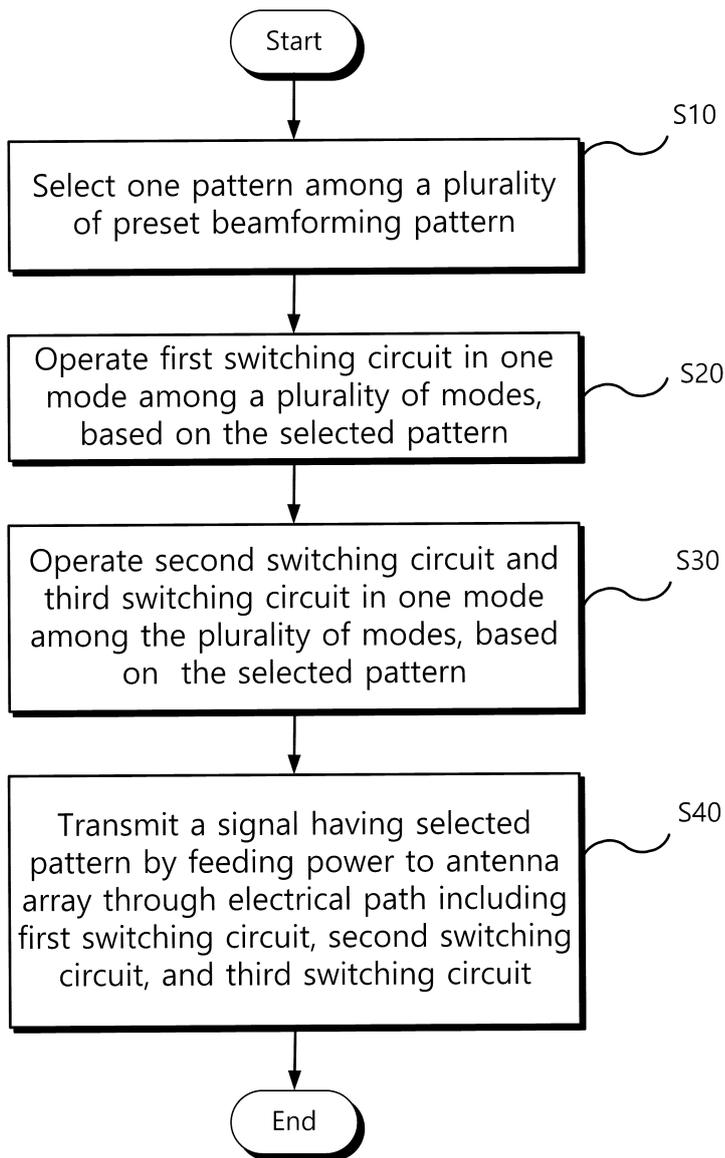


도면5

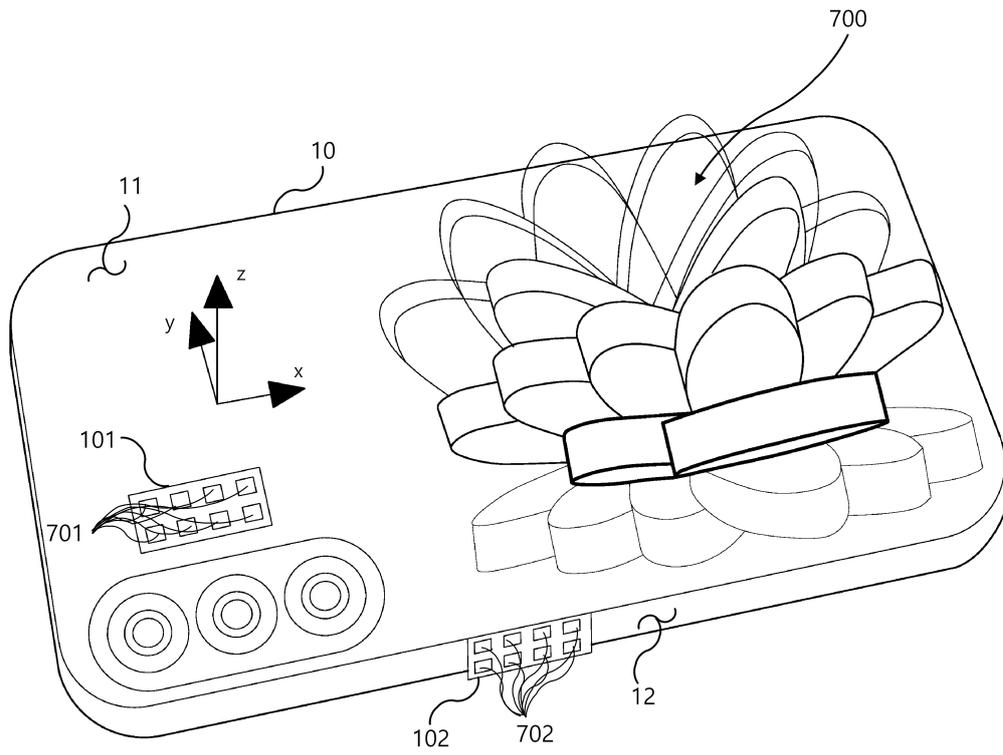
500

First switching circuit state	Second switching circuit(third switching circuit) state	Phase shifter state	Beam pattern
3L/1R	R(L)-U	CH1, CH3	1R(3L)+2U
	R(L)-D	CH1, CH3	1R(3L)+2D
	R(L)-UD	CH1, CH3	1R(3L)+M
1L/3R	R(L)-U	CH2, CH4	3R(1L)+2U
	R(L)-D	CH2, CH4	3R(1L)+2D
	R(L)-UD	CH2, CH4	3R(1L)+M
2L/2R	R(L)-U	-	2R(2L)+2U
	R(L)-D	-	2R(2L)+2D
	R(L)-UD	-/CH1, CH3/CH2, CH4	2R(2L)+M/1U/1D

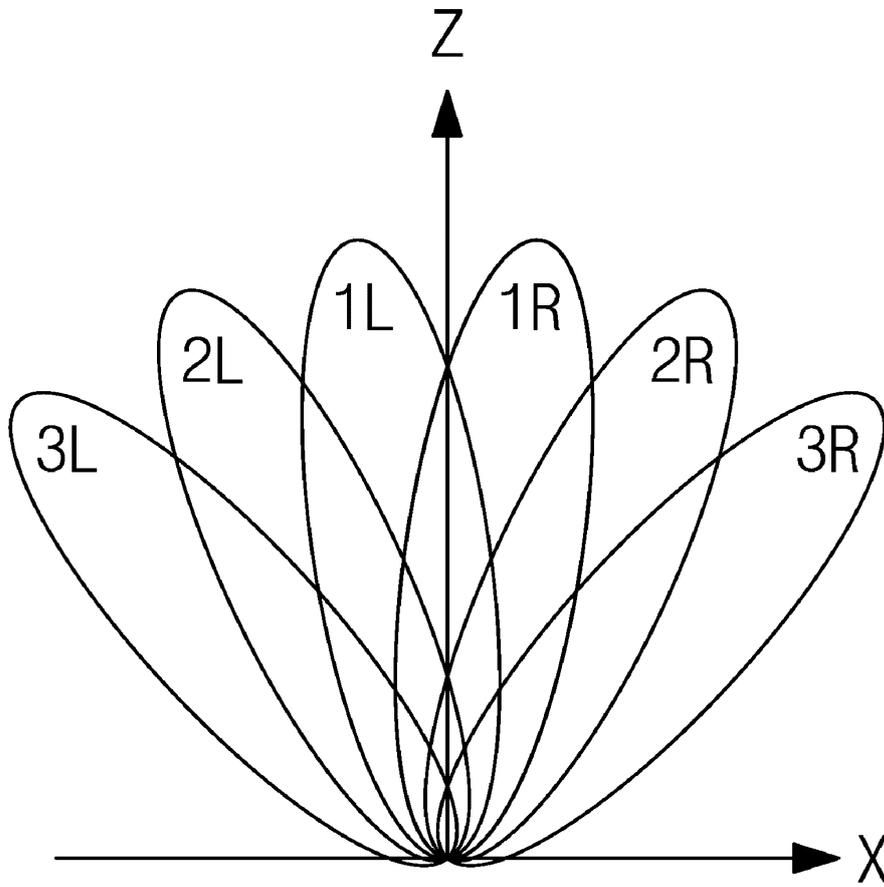
도면6



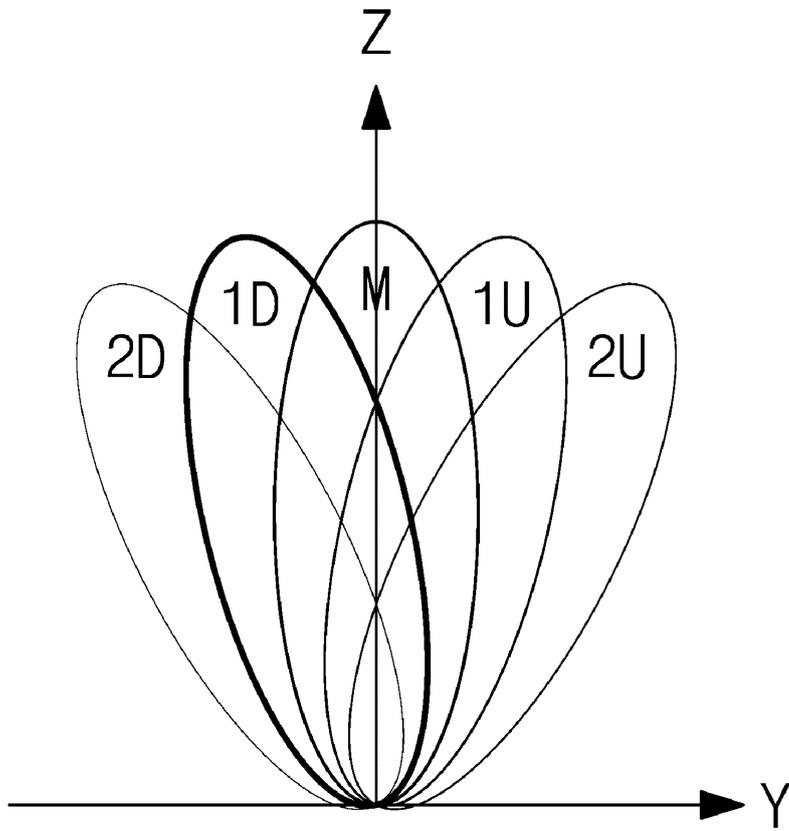
도면7a



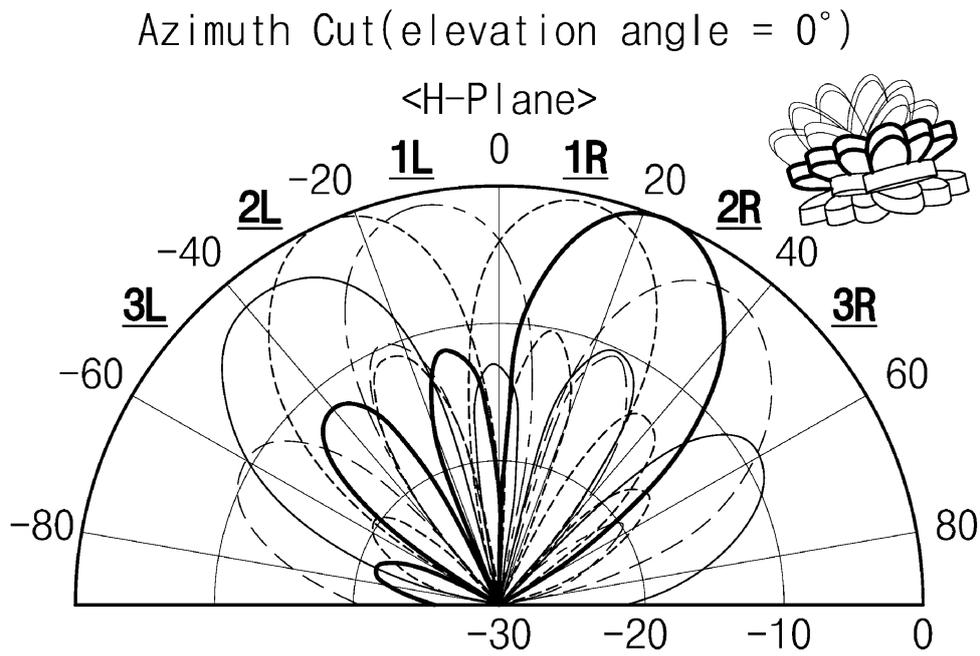
도면7b



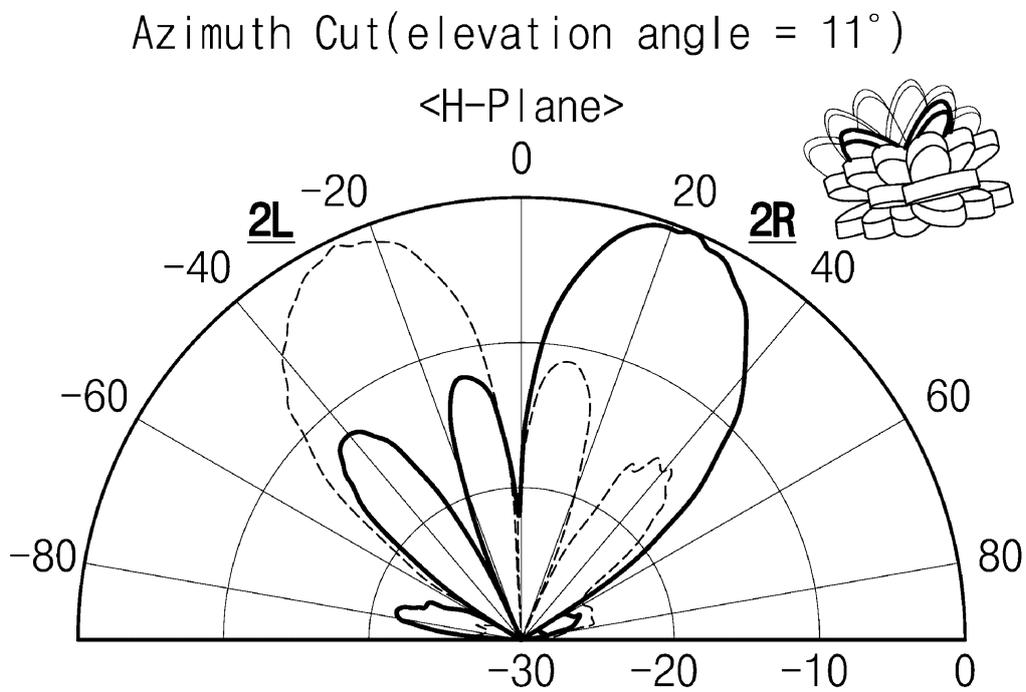
도면7c



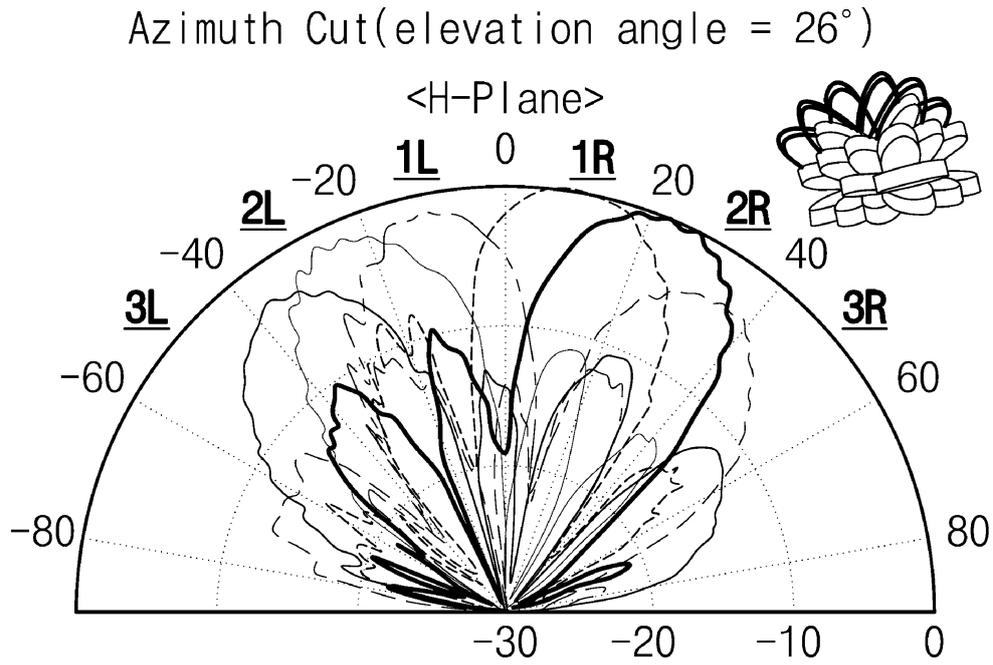
도면8a



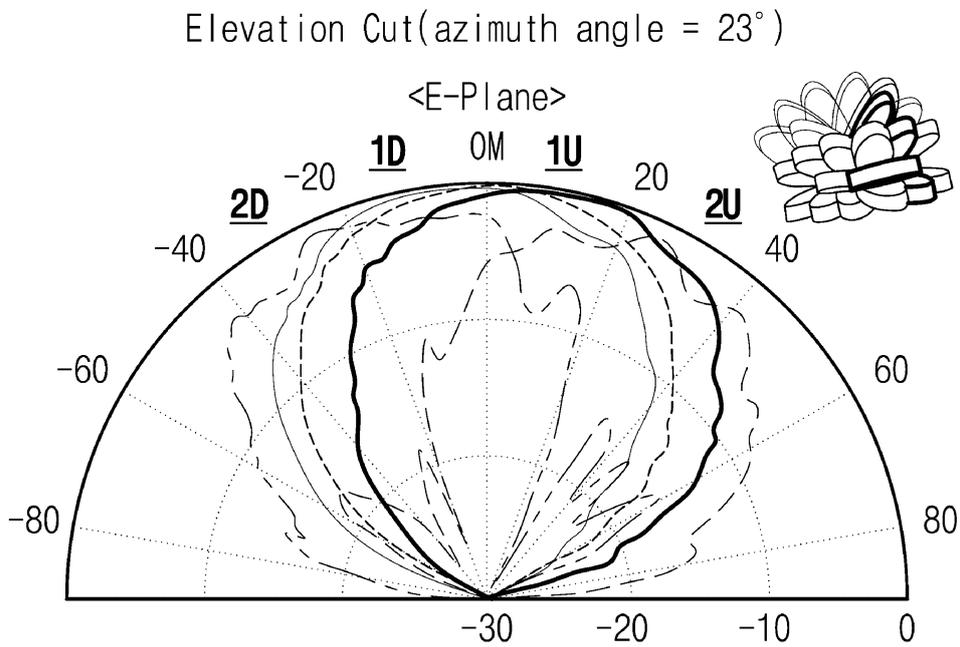
도면8b



도면8c

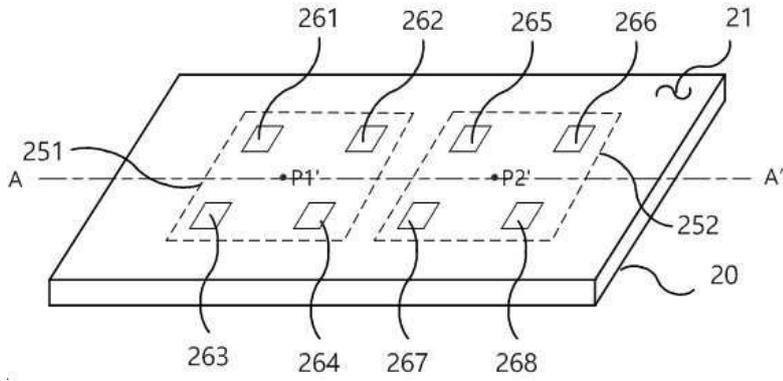


도면8d



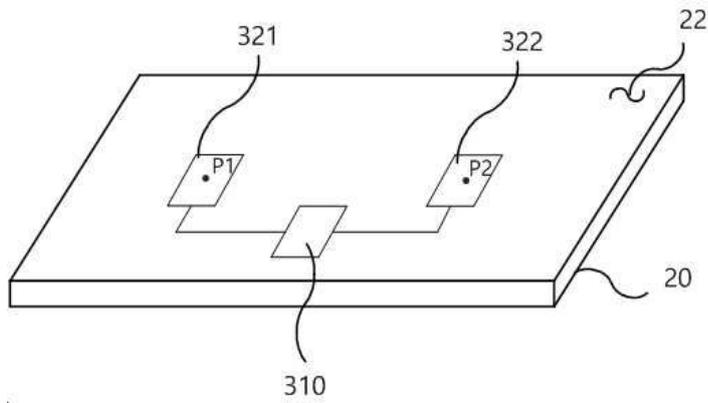
도면9a

100



도면9b

100



도면9c

A-A'

