



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년03월27일  
(11) 등록번호 10-2652348  
(24) 등록일자 2024년03월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04B 7/0408 (2017.01) H04B 7/0404 (2017.01)  
H04B 7/08 (2017.01)  
(52) CPC특허분류  
H04B 7/0408 (2013.01)  
H04B 7/0404 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-7021953  
(22) 출원일자(국제) 2018년01월05일  
심사청구일자 2021년01월05일  
(85) 번역문제출일자 2019년07월25일  
(65) 공개번호 10-2019-0095955  
(43) 공개일자 2019년08월16일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/012637  
(87) 국제공개번호 WO 2018/129355  
국제공개일자 2018년07월12일  
(30) 우선권주장  
62/443,304 2017년01월06일 미국(US)  
62/509,530 2017년05월22일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR100281436 B1\*  
KR1020000064538 A\*  
KR1020130094177 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
스카이워크스 솔루션즈, 인코포레이티드  
미국 92617 캘리포니아주 엘바인 캘리포니아 애비뉴 5260  
(72) 발명자  
브루넬, 도미니크 미셸 이브  
프랑스 75006 파리 뒤펙 땡-땡드헤 데 아흐 60 스카이웍스 세미컨덕터 (세일즈 앤드 알앤디) 내  
도미노, 윌리엄, 제이.  
미국 92887 캘리포니아주 요바 린다 비아 코로나 4740  
(74) 대리인  
양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 20 항

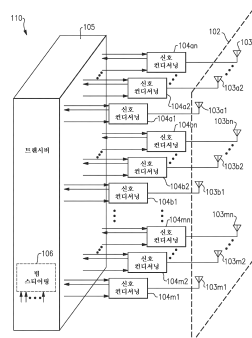
심사관 : 이미현

(54) 발명의 명칭 고조파의 빔형성

(57) 요약

고조파의 빔형성과 관련된 장치 및 방법들이 본원에 제공된다. 특정 구현들에서, 무선 네트워크에서 동작하기 위한 통신 디바이스가 제공된다. 통신 디바이스는, 무선파에 응답하여 복수의 수신 신호들을 생성하는 복수의 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이, 복수의 안테나 요소들과 동작가능하게 연관되고 수신 빔의 빔형성을 제공하도록 복수의 수신 신호들을 컨디셔닝하는 복수의 신호 컨디셔닝 회로들, 및 수신 빔의 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 빔 스티어링을 제공하도록 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 제어하는 빔 제어 회로를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류  
*H04B 7/086* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

셀룰러 네트워크에서 사용하기 위한 무선 주파수 시스템으로서,

무선파에 응답하여 복수의 수신 신호들을 생성하도록 구성된 복수의 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이 - 상기 복수의 안테나 요소들 각각은 상기 복수의 수신 신호들 중 대응하는 수신 신호를 생성하도록 구성됨 -;

상기 복수의 안테나 요소들 중 대응하는 안테나 요소와 각각 동작가능하게 연관된 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 - 상기 복수의 신호 컨디셔닝 회로들은 상기 복수의 수신 신호들을 프로세싱하여 수신 빔을 형성하도록 구성되고, 상기 수신 빔은 기본 주파수를 갖는 기본 빔과 고조파 주파수들을 갖는 하나 이상의 고조파 빔을 포함하고, 상기 고조파 주파수들 각각은 상기 기본 주파수의 정수배임 -; 및

상기 하나 이상의 고조파 빔의 로브의 방향에 기초하여 상기 수신 빔의 빔 스티어링을 제공하도록 상기 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 제어하도록 구성된 빔 제어 회로

를 포함하는, 무선 주파수 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 빔 제어 회로는 상기 하나 이상의 고조파 빔의 로브의 방향에 기초하여 상기 기본 빔의 로브를 디튜닝하도록 추가로 구성되는, 무선 주파수 시스템.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 하나 이상의 고조파 빔의 로브는 상기 기본 빔의 로브와 실질적으로 동일한 방향으로 지향되고 상기 기본 빔의 로브보다 좁은 빔 폭을 갖는 고조파 로브를 포함하는, 무선 주파수 시스템.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 빔 제어 회로는 상기 기본 빔의 로브의 빔 폭 내부지만 상기 하나 이상의 고조파 빔의 로브의 빔 폭 외부로 상기 수신 빔을 스티어링하도록 추가로 구성되는, 무선 주파수 시스템.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 빔 제어 회로는 상기 수신 빔의 각도를 정기적으로 조절하도록 동작가능한, 무선 주파수 시스템.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 중 적어도 하나는 고조파 전력 레벨을 검출하도록 구성된 고조파 전력 검출기를 포함하고, 상기 빔 제어 회로는 상기 고조파 전력 레벨에 기초하여 빔 스티어링을 제공하도록 추가로 구성되는, 무선 주파수 시스템.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 수신 빔의 고조파 전력 레벨을 검출하도록 구성된 고조파 전력 검출기를 더 포함하고, 상기 빔 제어 회로

는 상기 고조파 전력 레벨에 기초하여 빔 스티어링을 제공하도록 추가로 구성되는, 무선 주파수 시스템.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 각각은 상기 빔 제어 회로에 의해 제어되는 가변 위상 시프터를 포함하는, 무선 주파수 시스템.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 복수의 안테나 요소들은 복수의 패치 안테나 요소들, 복수의 다이폴 안테나 요소들, 복수의 세라믹 공진기들, 복수의 스탬핑된(stamped) 금속 안테나들, 또는 복수의 레이저 다이렉트 구조 안테나들(laser direct structuring antennas) 중 적어도 하나를 포함하는, 무선 주파수 시스템.

#### 청구항 10

셀룰러 네트워크에서 사용하기 위한 사용자 장비에서의 구현을 위한 모듈로서,

라미네이트된 기판;

상기 라미네이트된 기판 상에 형성되고 무선파에 응답하여 복수의 수신 신호들을 생성하도록 구성된 복수의 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이 - 상기 복수의 안테나 요소들 각각은 상기 복수의 수신 신호들 중 대응하는 수신 신호를 생성하도록 구성됨 -; 및

상기 라미네이트된 기판에 부착된 반도체 다이 - 상기 반도체 다이는 상기 복수의 안테나 요소들 중 대응하는 안테나 요소와 각각 동작가능하게 연관된 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 포함하고, 상기 복수의 신호 컨디셔닝 회로들은 상기 복수의 수신 신호들을 프로세싱하여 수신 빔을 형성하도록 구성되고, 상기 수신 빔은 기본 주파수를 갖는 기본 빔 및 고조파 주파수들을 갖는 하나 이상의 고조파 빔을 포함하고, 상기 고조파 주파수들 각각은 상기 기본 주파수의 정수배이고, 상기 반도체 다이는 상기 하나 이상의 고조파 빔의 로브의 방향에 기초하여 상기 수신 빔의 빔 스티어링을 제공하도록 상기 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 제어하도록 구성된 빔 제어 회로를 더 포함함 -

를 포함하는, 모듈.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 빔 제어 회로는 상기 하나 이상의 고조파 빔의 로브의 방향에 기초하여 상기 기본 빔의 로브를 디튜닝하도록 추가로 구성되는, 모듈.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 하나 이상의 고조파 빔의 로브는 상기 기본 빔의 로브와 실질적으로 동일한 방향으로 지향되고 상기 기본 빔의 로브보다 좁은 빔 폭을 갖는 고조파 로브를 포함하는, 모듈.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 빔 제어 회로는 상기 기본 빔의 로브의 빔 폭 내부지만 상기 하나 이상의 고조파 빔의 로브의 빔 폭 외부로 상기 수신 빔을 스티어링하도록 추가로 구성되는, 모듈.

#### 청구항 14

제10항에 있어서,

상기 빔 제어 회로는 상기 수신 빔의 각도를 정기적으로 조절하도록 동작가능한, 모듈.

#### 청구항 15

제10항에 있어서,

상기 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 중 적어도 하나는 고조파 전력 레벨을 검출하도록 구성된 고조파 전력 검출기를 포함하고, 상기 빔 제어 회로는 상기 고조파 전력 레벨에 기초하여 빔 스티어링을 제공하도록 추가로 구성되는, 모듈.

#### 청구항 16

제10항에 있어서,

상기 수신 빔의 고조파 전력 레벨을 검출하도록 구성된 고조파 전력 검출기를 더 포함하고, 상기 빔 제어 회로는 상기 고조파 전력 레벨에 기초하여 빔 스티어링을 제공하도록 추가로 구성되는, 모듈.

#### 청구항 17

제10항에 있어서,

상기 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 각각은 상기 빔 제어 회로에 의해 제어되는 가변 위상 시프터를 포함하는, 모듈.

#### 청구항 18

무선 주파수 시스템에서의 빔 제어 방법으로서,

안테나 어레이의 복수의 안테나 요소들 상에서 복수의 수신 신호들을 수신하는 단계 - 상기 복수의 수신 신호들 각각은 상기 복수의 안테나 요소들 중 대응하는 안테나 요소에 의해 수신됨 -;

상기 복수의 안테나 요소들 중 대응하는 안테나 요소와 각각 동작가능하게 연관되는 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 사용하여 상기 복수의 수신 신호들을 컨디셔닝하는 단계;

상기 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 사용하여 상기 복수의 수신 신호들을 프로세싱함으로써 수신 빔을 생성하는 단계 - 상기 수신 빔은 기본 주파수를 갖는 기본 빔과 고조파 주파수들을 갖는 하나 이상의 고조파 빔을 포함하고, 상기 고조파 주파수들 각각은 상기 기본 주파수의 정수배임 -; 및

상기 하나 이상의 고조파 빔의 로브의 방향에 기초하여 선택된 방향으로 상기 수신 빔을 스티어링하는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 19

제18항에 있어서,

상기 하나 이상의 고조파 빔의 로브의 방향에 기초하여 상기 기본 빔의 로브를 디튜닝하는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 20

제19항에 있어서,

상기 기본 빔의 로브의 빔 폭 내부지만 상기 하나 이상의 고조파 빔의 로브 각각의 빔 폭 외부로 상기 수신 빔을 스티어링하는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 21

삭제

#### 청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

## 청구항 39

삭제

## 청구항 40

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 전자 시스템들, 특히 무선 주파수(RF) 전자기기들에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 무선 주파수(RF) 통신 시스템은 트랜시버, 프런트 엔드, 및 신호들을 무선으로 송신 및/또는 수신하기 위한 하나 이상의 안테나를 포함할 수 있다. 프런트 엔드는 안테나(들)를 통해 수신된 비교적 약한 신호들을 증폭하기 위한 저잡음 증폭기(들), 및 안테나(들)를 통한 송신을 위해 신호들을 부스팅하기 위한 전력 증폭기(들)를 포함할 수 있다.

[0003] RF 통신 시스템들의 예들은 모바일 폰들, 태블릿들, 기지국들, 네트워크 액세스 포인트들, 고객 태내 장비(CPE), 랩탑들 및 웨어러블 전자기기들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다.

### 발명의 내용

[0004] 특정 실시예들에서, 본 개시내용은 셀룰러 네트워크에서 사용하기 위한 무선 주파수 시스템에 관한 것이다. 무선 주파수 시스템은, 무선파에 응답하여 복수의 수신 신호들을 생성하도록 구성된 복수의 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이 - 복수의 안테나 요소들 각각은 복수의 수신 신호들 중 대응하는 수신 신호를 생성하도록 구성됨 -, 복수의 안테나 요소들 중 대응하는 안테나 요소와 각각 동작가능하게 연관된 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 - 복수의 신호 컨디셔닝 회로들은 복수의 수신 신호들을 프로세싱하여 수신 빔을 형성하도록 구성됨 -, 및 수신 빔의 하나 이상의 고조파 로브(lobe)의 방향에 기초하여 수신 빔의 빔 스티어링을 제공하도록 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 제어하도록 구성된 빔 제어 회로를 포함한다.

[0005] 일부 실시예들에서, 빔 제어 회로는 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 기본 로브를 디튜닝(detune)하도록 추가로 구성된다. 다수의 실시예들에 따르면, 하나 이상의 고조파 로브는 기본 로브와 실질적으로 동일한 방향으로 지향되고 기본 로브보다 좁은 빔 폭을 갖는 고조파 로브를 포함한다. 다양한 실시예들에 따르면, 빔 제어 회로는 기본 로브의 빔 폭 내부지만 하나 이상의 고조파 로브의 빔 폭 외부로 수신 빔을 스티어링하도록 추가로 구성된다.

[0006] 몇몇 실시예들에서, 빔 제어 회로는 수신 빔의 각도를 정기적으로 조절하도록 동작가능하다.

[0007] 다양한 실시예들에서, 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 중 적어도 하나는 고조파 전력 레벨을 검출하도록 구성된 고조파 전력 검출기를 포함하고, 빔 제어 회로는 고조파 전력 레벨에 기초하여 빔 스티어링을 제공하도록 추가로 구성된다.

[0008] 다수의 실시예들에서, 무선 주파수 시스템은, 수신 빔의 고조파 전력 레벨을 검출하도록 구성된 고조파 전력 검출기를 더 포함하고, 빔 제어 회로는 고조파 전력 레벨에 기초하여 빔 스티어링을 제공하도록 추가로 구성된다.

[0009] 일부 실시예들에서, 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 각각은 빔 제어 회로에 의해 제어되는 가변 위상 시프터를 포함한다.

[0010] 몇몇 실시예들에서, 복수의 안테나 요소들은 복수의 패치 안테나 요소들, 복수의 다이폴 안테나 요소들, 복수의 세라믹 공진기들, 복수의 스탬핑된(stamped) 금속 안테나들, 또는 복수의 레이저 다이렉트 구조 안테나들 중 적어도 하나를 포함한다.

[0011] 특정 실시예들에서, 본 개시내용은 셀룰러 네트워크에서 사용하기 위한 사용자 장비에서의 구현을 위한 모듈에 관한 것이다. 모듈은 라미네이트된 기판, 라미네이트된 기판 상에 형성되고 무선파에 응답하여 복수의 수신 신호들을 생성하도록 구성된 복수의 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이 - 복수의 안테나 요소들 각각은 복

수의 수신 신호들 중 대응하는 수신 신호를 생성하도록 구성됨 -, 및 라미네이트된 기판에 부착된 반도체 다이를 포함한다. 반도체 다이는 복수의 안테나 요소들 중 대응하는 안테나 요소와 각각 동작가능하게 연관된 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 포함하고, 복수의 신호 컨디셔닝 회로들은 복수의 수신 신호들을 프로세싱하여 수신 빔을 형성하도록 구성된다. 반도체 다이는 수신 빔의 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 빔 스티어링을 제공하도록 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 제어하도록 구성된 빔 제어 회로를 더 포함한다.

- [0012] 몇몇 실시예들에서, 빔 제어 회로는 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 기본 로브를 디튜닝하도록 추가로 구성된다. 일부 실시예들에 따르면, 하나 이상의 고조파 로브는 기본 로브와 실질적으로 동일한 방향으로 지향되고 기본 로브보다 좁은 빔 폭을 갖는 고조파 로브를 포함한다. 다양한 실시예들에 따르면, 빔 제어 회로는 기본 로브의 빔 폭 내부지만 하나 이상의 고조파 로브의 빔 폭 외부로 수신 빔을 스티어링하도록 추가로 구성된다.
- [0013] 다수의 실시예들에서, 빔 제어 회로는 수신 빔의 각도를 정기적으로 조절하도록 동작가능하다.
- [0014] 다양한 실시예들에서, 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 중 적어도 하나는 고조파 전력 레벨을 검출하도록 구성된 고조파 전력 검출기를 포함하고, 빔 제어 회로는 고조파 전력 레벨에 기초하여 빔 스티어링을 제공하도록 추가로 구성된다.
- [0015] 일부 실시예들에서, 모듈은, 수신 빔의 고조파 전력 레벨을 검출하도록 구성된 고조파 전력 검출기를 더 포함하고, 빔 제어 회로는 고조파 전력 레벨에 기초하여 빔 스티어링을 제공하도록 추가로 구성된다.
- [0016] 몇몇 실시예들에서, 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 각각은 빔 제어 회로에 의해 제어되는 가변 위상 시프터를 포함한다.
- [0017] 특정 실시예들에서, 본 개시내용은 무선 주파수 시스템에서 빔 제어 방법에 관한 것이다. 방법은, 안테나 어레이의 복수의 안테나 요소들 상에서 복수의 수신 신호들을 수신하는 단계 - 복수의 수신 신호들 각각은 복수의 안테나 요소들 중 대응하는 안테나 요소에 의해 수신됨 -, 복수의 안테나 요소들 중 대응하는 안테나 요소와 각각 동작가능하게 연관되는 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 사용하여 복수의 수신 신호들을 컨디셔닝하는 단계, 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 사용하여 복수의 수신 신호들을 프로세싱함으로써 수신 빔을 생성하는 단계, 및 수신 빔의 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 선택된 방향으로 수신 빔을 스티어링하는 단계를 포함한다.
- [0018] 몇몇 실시예들에서, 방법은 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 기본 로브를 디튜닝하는 단계를 더 포함한다. 다수의 실시예들에서, 방법은 기본 로브의 빔 폭 내부지만 하나 이상의 고조파 로브 각각의 빔 폭 외부로 수신 빔을 스티어링하는 단계를 더 포함한다.
- [0019] 특정 실시예들에서, 본 개시내용은 방출 준수를 위해 셀룰러 통신 조립체들을 고조파 테스트하는 방법에 관한 것이다. 방법은, 제조 이후 각각의 셀룰러 통신 조립체의 안테나 어레이를 사용하여 신호 빔을 송신하는 단계 - 신호 빔은 기본 로브 및 하나 이상의 고조파 로브를 포함함 -, 테스트 장비를 사용하여 기본 로브의 방향을 검출하는 것에 기초하여 신호 빔의 하나 이상의 테스트 위치를 결정하는 단계 - 하나 이상의 테스트 위치들은 하나 이상의 고조파 로브와 연관된 위치들에 대응함 -, 테스트 장비를 사용하여 하나 이상의 테스트 위치 각각에서 고조파 방출들의 레벨을 평가하는 단계, 및 각각의 테스트된 위치에서 고조파 방출들의 레벨이 미리 결정된 임계치 아래인 것으로 결정되는 경우, 각각의 셀룰러 통신 조립체가 방출 테스트를 준수한다고 설정하는 단계를 포함한다.
- [0020] 몇몇 실시예들에서, 테스트된 위치들 중 하나 이상에서 고조파 방출들의 레벨이 미리 결정된 임계치 위인 것으로 결정되는 경우, 각각의 셀룰러 통신 조립체는 방출 테스트를 준수하지 않는 것으로 설정된다.
- [0021] 일부 실시예들에서, 방법은 하나 이상의 고조파 로브로부터 먼 위치들에서의 테스트를 생략하는 단계를 더 포함한다.
- [0022] 다양한 실시예들에서, 고조파 테스트는 스푸리어스 방출 테스트를 포함한다.
- [0023] 다수의 실시예들에서, 고조파 테스트는 각각의 셀룰러 통신 조립체로부터 제2 고조파 방출들을 검출하는 것을 포함한다.
- [0024] 몇몇 실시예들에서, 고조파 테스트는 각각의 셀룰러 통신 조립체로부터 제3 고조파 방출들을 검출하는 것을 포함한다.

- [0025] 일부 실시예들에서, 방법은 자동화된 테스트 장비를 사용하여 구현된다.
- [0026] 특정 실시예들에서, 본 개시내용은 방출 준수를 위해 셀룰러 통신 조립체들을 고조파 테스트하기 위한 자동화된 테스트 장비에 관한 것이다. 자동화된 테스트 장비는, 셀룰러 통신 조립체의 안테나 어레이로부터 송신된 신호 빔을 수신하는 것에 응답하여 수신 신호를 생성하도록 구성된 하나 이상의 측정 안테나 - 신호 빔은 기본 로브 및 하나 이상의 고조파 로브를 포함함 -, 기본 로브의 방향을 검출하기 위해 수신 신호를 분석하도록 구성된 신호 분석기, 및 기본 로브의 검출된 방향에 기초하여 신호 빔의 하나 이상의 테스트 위치를 결정하도록 구성된 테스트 위치 결정 시스템 - 하나 이상의 테스트 위치는 하나 이상의 고조파 로브와 연관된 위치들에 대응함 - 을 포함한다. 테스트 위치 결정 시스템은 하나 이상의 테스트 위치 각각에서 고조파 방출들의 레벨을 평가하기 위해 자동화된 테스트 장비를 제어하도록 추가로 구성된다.
- [0027] 다수의 실시예들에서, 자동화된 테스트 장비는 하나 이상의 테스트 위치 각각에서 고조파 방출들의 레벨을 미리 결정된 임계치와 비교하도록 추가로 구성된다.
- [0028] 일부 실시예들에서, 자동화된 테스트 장비는 셀룰러 통신 조립체를 이동시키도록 구성된 핸들러를 더 포함한다.
- [0029] 몇몇 실시예들에서, 자동화된 테스트 장비는 셀룰러 통신 조립체를 수용하도록 구성된 플랫폼을 더 포함하고, 플랫폼은 하나 이상의 측정 안테나에 대해 이동가능한 것 또는 회전가능한 것 중 적어도 하나이도록 구성된다.
- [0030] 다양한 실시예들에서, 하나 이상의 측정 안테나는 셀룰러 통신 조립체에 대해 이동가능한 것 또는 회전가능한 것 중 적어도 하나이도록 구현된다.
- [0031] 다수의 실시예들에서, 테스트 위치 결정 시스템은 하나 이상의 고조파 로브로부터 먼 위치들에서의 테스트를 생략하도록 추가로 구성된다.
- [0032] 특정 실시예들에서, 본 개시내용은 자동화된 테스트 장비를 사용하여 셀룰러 통신 조립체들을 고조파 테스트하는 방법에 관한 것이다. 방법은 셀룰러 통신 조립체의 안테나 어레이로부터 신호 빔을 수신하는 것에 응답하여 자동화된 테스트 장비의 하나 이상의 측정 안테나를 사용하여 수신 신호를 생성하는 단계 - 신호 빔은 기본 로브 및 하나 이상의 고조파 로브를 포함함 -, 자동화된 테스트 장비의 신호 분석기를 사용하여 기본 로브의 방향을 검출하기 위해 수신 신호를 분석하는 단계, 자동화된 테스트 장비의 테스트 위치 결정 시스템을 사용하여 기본 로브의 검출된 방향에 기초하여 신호 빔의 하나 이상의 테스트 위치를 결정하는 단계 - 하나 이상의 테스트 위치는 하나 이상의 고조파 로브와 연관된 위치들에 대응함 -, 및 자동화된 테스트 장비를 사용하여 하나 이상의 테스트 위치 각각에서 고조파 방출들의 레벨을 평가하는 단계를 포함한다.
- [0033] 몇몇 실시예들에서, 방법은 하나 이상의 테스트 위치 각각에서 고조파 방출들의 레벨을 미리 결정된 임계치와 비교하는 단계를 더 포함한다.
- [0034] 다수의 실시예들에서, 방법은 자동화된 테스트 장비의 핸들러를 사용하여 셀룰러 통신 조립체를 테스트 플랫폼 상으로 이동시키는 단계를 더 포함한다.
- [0035] 다양한 실시예들에서, 방법은 셀룰러 통신 조립체와 하나 이상의 측정 안테나 사이의 상대적 위치를 제어하기 위해 테스트 플랫폼을 이동시키는 단계 또는 회전시키는 단계 중 적어도 하나를 더 포함한다.
- [0036] 몇몇 실시예들에서, 방법은 셀룰러 통신 조립체와 하나 이상의 측정 안테나 사이의 상대적 위치를 제어하기 위해 하나 이상의 측정 안테나를 이동시키는 단계 또는 회전시키는 단계 중 적어도 하나를 더 포함한다.
- [0037] 일부 실시예들에서, 방법은 하나 이상의 고조파 로브로부터 먼 위치들에서의 테스트를 생략하는 단계를 더 포함한다.
- [0038] 다수의 실시예들에서, 고조파 방출들의 레벨을 평가하는 단계는 셀룰러 통신 조립체의 제2 고조파 방출들 또는 제3 고조파 방출들 중 적어도 하나를 평가하는 단계를 포함한다.
- [0039] 특정 실시예들에서, 무선 네트워크에 대한 통신 디바이스가 제공된다. 통신 디바이스는, 복수의 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이, 복수의 안테나 요소들과 동작가능하게 연관된 복수의 신호 컨디셔닝 회로들, 및 안테나 어레이에 의해 형성된 빔을 동적으로 관리하기 위해 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 제어하도록 구성된 빔 제어 회로 - 빔 제어 회로는 빔의 하나 이상의 고조파 로브와 관련된 적어도 하나의 고려사항에 기초하여 빔의 방향을 제어하도록 동작가능함 - 를 포함한다.
- [0040] 몇몇 실시예들에서, 빔 제어 회로는 무선 네트워크의 적어도 하나의 다른 통신 디바이스에 대한 하나 이상의 고

조파 로브의 위치에 기초하여 빔의 방향을 제어하도록 동작가능하다.

- [0041] 다수의 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 빔의 기본 로브와 실질적으로 동일한 방향으로 지향되는 1차 고조파 로브를 포함하고, 1차 고조파 로브는 기본 로브보다 좁은 빔 폭을 갖는다. 다양한 실시예들에 따르면, 빔 제어 회로는, 무선 네트워크의 다른 통신 디바이스가 기본 로브의 빔 폭 내에 있지만 1차 고조파 로브의 빔 폭의 외부에 있도록 빔의 방향을 스티어링하도록 동작가능하다.
- [0042] 일부 실시예들에서, 빔 제어 회로는 빔의 강도를 제어하도록 추가로 동작가능하다.
- [0043] 다양한 실시예들에서, 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 각각은 전력 증폭기와 캐스케이드(cascade)인 가변 위상 시프터를 포함한다.
- [0044] 다수의 실시예들에서, 복수의 안테나 요소들은 복수의 패치 안테나 요소들을 포함한다.
- [0045] 몇몇 실시예들에서, 빔 제어 회로는 빔의 방향을 정기적으로 업데이트하도록 동작가능하다.
- [0046] 다양한 실시예들에서, 빔 제어 회로는 안테나 어레이의 통신 링크 또는 통신 디바이스의 동작 환경 중 적어도 하나를 표시하는 하나 이상의 입력을 수신한다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 입력은 무선 네트워크에서 적어도 하나의 다른 통신 디바이스의 지오-포지셔닝(geo-positioning)의 표시자를 포함한다. 몇몇 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 통신 링크의 달성된 데이터 레이트를 포함한다. 다수의 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 통신 링크의 관측된 에러 레이트를 포함한다. 일부 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 수신 신호 강도 표시자를 포함한다. 몇몇 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 블로커(blocker) 신호 레벨의 표시자를 포함한다.
- [0047] 다수의 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 제2 고조파 로브를 포함한다.
- [0048] 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 제3 고조파 로브를 포함한다.
- [0049] 특정 실시예들에서, 본 개시내용은 무선 네트워크의 통신 디바이스에 대한 모듈에 관한 것이다. 모듈은, 라미네이트, 라미네이트의 제1 표면 상에 형성되고 복수의 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이, 및 제1 표면에 대향하는 라미네이트의 제2 표면 상의 하나 이상의 반도체 다이 - 하나 이상의 반도체 다이는 복수의 안테나 요소들과 동작가능하게 연관된 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 포함함 -, 및 안테나 어레이에 의해 형성된 빔을 동적으로 관리하기 위해 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 제어하도록 구성된 빔 제어 회로를 포함한다. 빔 제어 회로는 빔의 하나 이상의 고조파 로브와 관련된 적어도 하나의 고려사항에 기초하여 빔의 방향을 제어하도록 동작가능하다.
- [0050] 다양한 실시예들에서, 빔 제어 회로는 무선 네트워크의 적어도 하나의 다른 통신 디바이스에 대한 하나 이상의 고조파 로브의 위치에 기초하여 빔의 방향을 제어하도록 동작가능하다.
- [0051] 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 빔의 기본 로브와 실질적으로 동일한 방향으로 지향되는 1차 고조파 로브를 포함하고, 1차 고조파 로브는 기본 로브보다 좁은 빔 폭을 갖는다. 다수의 실시예들에 따르면, 빔 제어 회로는, 무선 네트워크의 다른 통신 디바이스가 기본 로브의 빔 폭 내에 있지만 1차 고조파 로브의 빔 폭의 외부에 있도록 빔의 방향을 스티어링하도록 동작가능하다.
- [0052] 다양한 실시예들에서, 빔 제어 회로는 빔의 강도를 제어하도록 추가로 동작가능하다.
- [0053] 일부 실시예들에서, 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 각각은 전력 증폭기와 캐스케이드(cascade)인 가변 위상 시프터를 포함한다.
- [0054] 몇몇 실시예들에서, 복수의 안테나 요소들은 복수의 패치 안테나 요소들을 포함한다.
- [0055] 다수의 실시예들에서, 빔 제어 회로는 빔의 방향을 정기적으로 업데이트하도록 동작가능하다.
- [0056] 다양한 실시예들에서, 빔 제어 회로는 안테나 어레이의 통신 링크 또는 통신 디바이스의 동작 환경 중 적어도 하나를 표시하는 하나 이상의 입력을 수신한다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 입력은 무선 네트워크에서 적어도 하나의 다른 통신 디바이스의 지오-포지셔닝의 표시자를 포함한다. 몇몇 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 통신 링크의 달성된 데이터 레이트를 포함한다. 다수의 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 통신 링크의 관측된 에러 레이트를 포함한다. 일부 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 수신 신호 강도 표시자를 포함한다. 몇몇 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 블로커 신호 레벨의 표시자를 포함한다.

- [0057] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 제2 고조파 로브를 포함한다.
- [0058] 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 제3 고조파 로브를 포함한다.
- [0059] 특정 실시예들에서, 본 개시내용은 무선 네트워크의 통신 디바이스에서 동적 빔 제어 방법에 관한 것이다. 방법은 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 사용하여 복수의 송신 신호들을 컨디셔닝하는 단계, 안테나 어레이의 복수의 안테나 요소들을 사용하여 복수의 송신 신호들을 빔형성함으로써 빔을 생성하는 단계, 및 빔의 하나 이상의 고조파 로브와 관련된 적어도 하나의 고려사항에 기초하여 빔 제어 회로를 사용하여 빔의 방향을 동적으로 제어하는 단계를 포함한다.
- [0060] 다양한 실시예들에서, 빔의 방향을 동적으로 제어하는 단계는 무선 네트워크의 적어도 하나의 다른 통신 디바이스에 대한 하나 이상의 고조파 로브의 위치에 기초하여 빔을 스티어링하는 단계를 포함한다.
- [0061] 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 빔의 기본 로브와 실질적으로 동일한 방향으로 지향되는 1차 고조파 로브를 포함하고, 1차 고조파 로브는 기본 로브보다 좁은 빔 폭을 갖는다. 다양한 실시예들에 따르면, 빔의 방향을 동적으로 제어하는 단계는, 무선 네트워크의 다른 통신 디바이스가 기본 로브의 빔 폭 내에 있지만 1차 고조파 로브의 빔 폭의 외부에 있도록 빔을 스티어링하는 단계를 포함한다.
- [0062] 다수의 실시예들에서, 방법은 빔 제어 회로를 사용하여 빔의 강도를 제어하는 단계를 더 포함한다.
- [0063] 몇몇 실시예들에서, 방법은 빔 제어 회로를 사용하여 빔의 방향을 정기적으로 업데이트하는 단계를 더 포함한다.
- [0064] 다양한 실시예들에서, 방법은 빔 제어 회로에 대한 하나 이상의 입력을 수신하는 단계를 더 포함하고, 하나 이상은 안테나 어레이의 통신 링크 또는 통신 디바이스의 동작 환경 중 적어도 하나를 표시한다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 입력은 무선 네트워크에서 적어도 하나의 다른 통신 디바이스의 지오-포지셔닝의 표시자를 포함한다. 몇몇 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 통신 링크의 달성된 데이터 레이트를 포함한다. 다수의 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 통신 링크의 관측된 에러 레이트를 포함한다. 일부 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 수신 신호 강도 표시자를 포함한다. 몇몇 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 블로커 신호 레벨의 표시자를 포함한다.
- [0065] 다수의 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 제2 고조파 로브를 포함한다.
- [0066] 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 제3 고조파 로브를 포함한다.
- [0067] 특정 실시예들에서, 본 개시내용은 무선 네트워크에 대한 통신 디바이스에 관한 것이다. 통신 디바이스는, 통신 링크를 통해 무선 네트워크의 다른 통신 디바이스로부터 신호 빔을 수신하도록 구성된 하나 이상의 안테나 - 신호 빔은 빔형성에 의해 생성된 기본 빔 및 하나 이상의 고조파 빔을 포함함 -, 및 통신 링크를 통해 수신 데이터에 기본 빔을 프로세싱하도록 구성된 수신기 - 수신기는 기본 빔과 실질적으로 동일한 방향으로 지향되는 적어도 하나의 고조파 빔에 기초하여 통신 링크의 하나 이상의 특성을 평가하도록 추가로 동작가능함 - 를 포함한다.
- [0068] 특정 실시예들에서, 본 개시내용은 고조파 테스트 방법에 관한 것이다. 방법은 통신 디바이스의 안테나 어레이를 사용하여 신호 빔을 빔형성하는 단계, 신호 빔의 기본 로브의 방향에 기초하여 신호 빔의 하나 이상의 고조파 로브의 위치를 결정하는 단계, 및 결정에 기초하여 하나 이상의 테스트 위치에서 고조파 테스트를 수행하는 단계를 포함한다.
- [0069] 일부 실시예들에서, 방법은 하나 이상의 고조파 로브로부터 먼 위치들에서의 테스트를 생략하는 단계를 더 포함한다.
- [0070] 다수의 실시예들에서, 고조파 테스트는 스푸리어스 방출 테스트를 포함한다.
- [0071] 몇몇 실시예들에서, 고조파 테스트는 통신 디바이스로부터 제2 고조파 방출들을 검출하는 것을 포함한다.
- [0072] 다양한 실시예들에서, 고조파 테스트는 통신 디바이스로부터 제3 고조파 방출들을 검출하는 것을 포함한다.
- [0073] 일부 실시예들에서, 방법은 자동화된 테스트 장비를 사용하여 구현된다.
- [0074] 특정 실시예들에서, 본 개시내용은 무선 네트워크에서 사용자 장비로서 동작하기 위한 통신 디바이스에 관한 것이다. 통신 디바이스는, 무선파에 응답하여 복수의 수신 신호들을 생성하도록 구성된 복수의 안테나 요소들을

포함하는 안테나 어레이, 복수의 안테나 요소들과 동작가능하게 연관되고, 수신 빔의 빔형성을 제공하도록 복수의 수신 신호들을 컨디셔닝하도록 구성된 복수의 신호 컨디셔닝 회로들, 및 수신 빔의 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 빔 스티어링을 제공하도록 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 제어하도록 구성된 빔 제어 회로를 포함한다.

- [0075] 다양한 실시예들에서, 빔 제어 회로는 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 기본 로브를 디튜닝하도록 추가로 구성된다. 몇몇 실시예들에 따르면, 하나 이상의 고조파 로브는 기본 로브와 실질적으로 동일한 방향으로 지향되고 기본 로브보다 좁은 빔 폭을 갖는 고조파 로브를 포함한다. 일부 실시예들에 따르면, 빔 제어 회로는, 무선 네트워크의 다른 통신 디바이스가 기본 로브의 빔 폭 내에 있지만 고조파 로브의 빔 폭의 외부에 있도록 수신 빔을 스티어링하도록 추가로 구성된다.
- [0076] 다수의 실시예들에서, 빔 제어 회로는 무선 네트워크의 적어도 하나의 다른 통신 디바이스에 대한 하나 이상의 고조파 로브의 위치에 기초하여 빔의 방향을 제어하도록 동작가능하다.
- [0077] 몇몇 실시예들에서, 빔 제어 회로는 수신 빔의 각도를 정기적으로 조절하도록 동작가능하다.
- [0078] 다양한 실시예들에서, 빔 제어 회로는 안테나 어레이의 통신 링크 또는 통신 디바이스의 동작 환경 중 적어도 하나를 표시하는 하나 이상의 입력 신호에 기초하여 빔 스티어링을 추가로 제어한다. 다수의 실시예들에서, 하나 이상의 입력은 무선 네트워크에서 적어도 하나의 다른 통신 디바이스의 지오-포지셔닝의 표시자를 포함한다. 일부 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 통신 링크의 달성된 데이터 레이트를 포함한다. 몇몇 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 통신 링크의 관측된 에러 레이트를 포함한다. 다수의 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 수신 신호 강도 표시자를 포함한다. 일부 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 블로커 신호 레벨의 표시자를 포함한다.
- [0079] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 제2 고조파 로브를 포함한다.
- [0080] 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 제3 고조파 로브를 포함한다.
- [0081] 다수의 실시예들에서, 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 각각은 빔 제어 회로에 의해 제어되는 가변 위상 시프터를 포함한다.
- [0082] 다양한 실시예들에서, 안테나 어레이는 선형 어레이로서 구현된다.
- [0083] 일부 실시예들에서, 안테나 어레이는 다차원 어레이로서 구현된다.
- [0084] 몇몇 실시예들에서, 무선파는 적어도 10 GHz의 주파수를 갖는다. 다양한 실시예들에 따르면, 무선파는 적어도 24 GHz의 주파수를 갖는다.
- [0085] 다수의 실시예들에서, 복수의 안테나 요소들은 복수의 패치 안테나 요소들, 복수의 다이폴 안테나 요소들, 복수의 세라믹 공진기들, 복수의 스탬핑된 금속 안테나들, 또는 복수의 레이저 다이렉트 구조 안테나들을 포함한다.
- [0086] 특정 실시예들에서, 본 개시내용은 무선 네트워크의 통신 디바이스에 대한 모듈에 관한 것이다. 모듈은 라미네이트된 기판, 라미네이트된 기판의 제1 표면 상에 형성되고 무선파에 응답하여 복수의 수신 신호들을 생성하도록 구성된 복수의 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이, 및 라미네이트된 기판에 부착된 하나 이상의 반도체 다이를 포함한다. 하나 이상의 반도체 다이는 복수의 안테나 요소들과 동작가능하게 연관되고, 수신 빔의 빔형성을 제공하도록 복수의 수신 신호들을 컨디셔닝하도록 구성된 복수의 신호 컨디셔닝 회로들, 및 수신 빔의 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 빔 스티어링을 제공하도록 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 제어하도록 구성된 빔 제어 회로를 포함한다.
- [0087] 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 반도체 다이는 제1 표면에 대향하는 라미네이트된 기판의 제2 표면 상에 적어도 하나의 다이를 포함한다.
- [0088] 다수의 실시예들에서, 하나 이상의 반도체 다이는 라미네이트된 기판 내부에 적어도 하나의 다이를 포함한다.
- [0089] 다양한 실시예들에서, 빔 제어 회로는 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 기본 로브를 디튜닝하도록 추가로 구성된다. 일부 실시예들에 따르면, 하나 이상의 고조파 로브는 기본 로브와 실질적으로 동일한 방향으로 지향되고 기본 로브보다 좁은 빔 폭을 갖는 고조파 로브를 포함한다. 몇몇 실시예들에 따르면, 빔 제어 회로는, 무선 네트워크의 다른 통신 디바이스가 기본 로브의 빔 폭 내에 있지만 고조파 로브의 빔 폭의 외부에 있도록 수신 빔을 스티어링하도록 추가로 구성된다.

- [0090] 몇몇 실시예들에서, 빔 제어 회로는 수신 빔의 각도를 정기적으로 조절하도록 동작가능하다.
- [0091] 일부 실시예들에서, 빔 제어 회로는 안테나 어레이의 통신 링크 또는 통신 디바이스의 동작 환경 중 적어도 하나를 표시하는 하나 이상의 입력 신호에 기초하여 빔 스티어링을 추가로 제어한다. 다수의 실시예들에서, 하나 이상의 입력은 무선 네트워크에서 적어도 하나의 다른 통신 디바이스의 지오-포지셔닝의 표시자를 포함한다. 몇몇 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 통신 링크의 달성된 데이터 레이트를 포함한다. 다양한 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 통신 링크의 관측된 에러 레이트를 포함한다. 다수의 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 수신 신호 강도 표시자를 포함한다. 몇몇 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 블로커 신호 레벨의 표시자를 포함한다.
- [0092] 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 제2 고조파 로브를 포함한다.
- [0093] 다수의 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 제3 고조파 로브를 포함한다.
- [0094] 다양한 실시예들에서, 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 각각은 빔 제어 회로에 의해 제어되는 가변 위상 시프터를 포함한다.
- [0095] 일부 실시예들에서, 안테나 어레이는 선형 어레이로서 구현된다.
- [0096] 다수의 실시예들에서, 안테나 어레이는 다차원 어레이로서 구현된다.
- [0097] 몇몇 실시예들에서, 무선파는 적어도 10 GHz의 주파수를 갖는다. 다양한 실시예들에 따르면, 무선파는 적어도 24 GHz의 주파수를 갖는다.
- [0098] 일부 실시예들에서, 복수의 안테나 요소들은 복수의 패치 안테나 요소들, 복수의 다이폴 안테나 요소들, 복수의 세라믹 공진기들, 복수의 스태핑된 금속 안테나들, 또는 복수의 레이저 다이렉트 구조 안테나들을 포함한다.
- [0099] 특정 실시예들에서, 본 개시내용은 무선 네트워크에 대한 기지국에 관한 것이다. 기지국은, 무선파에 응답하여 복수의 수신 신호들을 생성하도록 구성된 복수의 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이, 복수의 안테나 요소들과 동작가능하게 연관되고, 수신 빔의 빔형성을 제공하도록 복수의 수신 신호들을 컨디셔닝하도록 구성된 복수의 신호 컨디셔닝 회로들, 및 수신 빔의 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 빔 스티어링을 제공하도록 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 제어하도록 구성된 빔 제어 회로를 포함한다.
- [0100] 다양한 실시예들에서, 빔 제어 회로는 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 기본 로브를 디튜닝하도록 추가로 구성된다. 몇몇 실시예들에 따르면, 하나 이상의 고조파 로브는 기본 로브와 실질적으로 동일한 방향으로 지향되고 기본 로브보다 좁은 빔 폭을 갖는 고조파 로브를 포함한다.
- [0101] 몇몇 실시예들에서, 빔 제어 회로는 수신 빔의 각도를 정기적으로 조절하도록 동작가능하다.
- [0102] 다양한 실시예들에서, 빔 제어 회로는 안테나 어레이의 통신 링크 또는 기지국의 동작 환경 중 적어도 하나를 표시하는 하나 이상의 입력 신호에 기초하여 빔 스티어링을 추가로 제어한다. 다수의 실시예들에서, 하나 이상의 입력은 무선 네트워크에서 적어도 하나의 통신 디바이스의 지오-포지셔닝의 표시자를 포함한다. 일부 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 통신 링크의 달성된 데이터 레이트를 포함한다. 몇몇 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 통신 링크의 관측된 에러 레이트를 포함한다. 다수의 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 수신 신호 강도 표시자를 포함한다. 일부 실시예들에 따르면, 하나 이상의 입력은 블로커 신호 레벨의 표시자를 포함한다.
- [0103] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 제2 고조파 로브를 포함한다.
- [0104] 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 고조파 로브는 제3 고조파 로브를 포함한다.
- [0105] 다수의 실시예들에서, 복수의 신호 컨디셔닝 회로들 각각은 빔 제어 회로에 의해 제어되는 가변 위상 시프터를 포함한다.
- [0106] 다양한 실시예들에서, 안테나 어레이는 선형 어레이로서 구현된다.
- [0107] 일부 실시예들에서, 안테나 어레이는 다차원 어레이로서 구현된다.
- [0108] 몇몇 실시예들에서, 무선파는 적어도 10 GHz의 주파수를 갖는다. 다양한 실시예들에 따르면, 무선파는 적어도 24 GHz의 주파수를 갖는다.
- [0109] 다수의 실시예들에서, 복수의 안테나 요소들은 복수의 패치 안테나 요소들, 복수의 다이폴 안테나 요소들, 복수

의 세라믹 공진기들, 복수의 스텝핑된 금속 안테나들, 또는 복수의 레이저 다이렉트 구조 안테나들을 포함한다.

[0110] 일부 실시예들에서, 무선파는 6 GHz 미만의 주파수를 갖는다.

### 도면의 간단한 설명

[0111] 본 개시내용의 실시예들은 이제, 첨부된 도면들을 참조하여 비제한적인 예로써 설명될 것이다.

도 1은 통신 네트워크의 일례의 개략도이다.

도 2는 빔 스티어링을 갖는 무선 주파수(RF) 시스템의 일 실시예의 개략도이다.

도 3a는 송신 빔을 제공하는 빔형성의 일례의 개략도이다.

도 3b는 수신 빔을 제공하는 빔형성의 일례의 개략도이다.

도 3c는 송신 빔을 제공하는 빔형성의 다른 예의 개략도이다.

도 3d는 수신 빔을 제공하는 빔형성의 다른 예의 개략도이다.

도 3e는 빔형성의 다른 예의 개략도이다.

도 4는 기지국과 사용자 장비 사이의 빔형성의 일례의 개략도이다.

도 5는 사용자 장비와 기지국 사이의 기본 빔형성의 일례의 개략도이다.

도 6a는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.

도 6b는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.

도 6c는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.

도 7a는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.

도 7b는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.

도 7c는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.

도 8a는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.

도 8b는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.

도 8c는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.

도 9a는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.

도 9b는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.

도 9c는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.

도 10a는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.

- 도 10b는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- 도 10c는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- 도 11a는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- 도 11b는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.
- 도 11c는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.
- 도 12a는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- 도 12b는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- 도 12c는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- 도 13a는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- 도 13b는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.
- 도 13c는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.
- 도 14a는 8x8 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- 도 14b는 1x8 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- 도 15a는 8x8 안테나 어레이를 사용하는 75° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- 도 15b는 1x8 안테나 어레이를 사용하는 75° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- 도 16a는 8x8 안테나 어레이를 사용하는 75° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- 도 16b는 1x8 안테나 어레이를 사용하는 75° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- 도 17a는 빔 스티어링을 갖는 RF 시스템의 다른 실시예의 개략도이다.
- 도 17b는 빔 스티어링을 갖는 RF 시스템의 다른 실시예의 개략도이다.
- 도 17c는 빔 스티어링을 갖는 RF 시스템의 다른 실시예의 개략도이다.
- 도 18은 고조파 빔형성에 기초한 테스트 위치 결정을 갖는 테스트 장비의 일 실시예의 개략도이다.
- 도 19는 고조파 빔형성에 기초한 테스트 위치 결정을 갖는 테스트 장비의 다른 실시예의 개략도이다.
- 도 20은 일 실시예에 따른 방출 테스트의 방법의 개략도이다.
- 도 21은 모듈의 일 실시예의 평면도이다.

도 22a는 모듈의 다른 실시예의 사시도이다.

도 22b는 라인들 22B-22B를 따라 취해진 도 22a의 모듈의 단면이다.

도 23은 모바일 디바이스의 일 실시예의 개략도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0112] 특정 실시예들의 하기 상세한 설명은 특정 실시예들의 다양한 설명들을 제공한다. 그러나, 본원에 설명된 혁신들은 예를 들어, 청구항들에 의해 정의되고 커버되는 다수의 상이한 방식으로 구현될 수 있다. 이러한 설명에서, 유사한 참조 부호들이 동일하거나 기능적으로 유사한 요소들을 표시할 수 있는 도면들이 참조된다. 도면들에 예시된 요소들은 반드시 축척대로 도시되지는 않음을 이해할 것이다. 또한, 특정 실시예들은 도면에 예시된 것보다 많은 요소들 및/또는 도면에 예시된 요소들의 서브세트를 포함할 수 있음을 이해할 것이다. 추가로, 일부 실시예들은 둘 이상의 도면들로부터 특정부들의 임의의 적절한 조합을 통합할 수 있다.
- [0113] ITU(International Telecommunication Union)는 무선 스펙트럼의 공유된 글로벌 사용을 포함하는 정보 및 통신 기술들에 관한 글로벌 문제들을 담당하는 UN(United Nations)의 전문 기관이다.
- [0114] 3세대 파트너십 프로젝트(3rd Generation Partnership Project)(3GPP)는 ARIB(Association of Radio Industries and Businesses), TTC(Telecommunications Technology Committee), CCSA(China Communications Standards Association), ATIS(Alliance for Telecommunications Industry Solutions), TTA(Telecommunications Technology Association), ETSI(European Telecommunications Standards Institute), 및 TSDSI(Telecommunications Standards Development Society, India)와 같은 전세계적 전기통신 표준 단체들의 그룹들 사이의 협력이다.
- [0115] ITU의 범주 내의 작업하는 3GPP는, 예를 들어, 2세대(2G) 기술(예를 들어, GSM(Global System for Mobile Communications) 및 EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)), 3세대(3G) 기술(예를 들어, UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) 및 HSPA(High Speed Packet Access)) 및 4세대(4G) 기술(예를 들어, LTE(Long Term Evolution) 및 LTE-어드밴스드)를 포함하는 다양한 모바일 통신 기술들에 대한 기술적 규격들을 개발 및 유지한다.
- [0116] 3GPP에 의해 제어되는 기술적 규격들은 규격 릴리스들에 의해 확장 및 개정될 수 있고, 이는 수년에 걸쳐 수 있고 새로운 특징들 및 진화들의 폭을 특정할 수 있다.
- [0117] 일례에서, 3GPP는 릴리스 10에서 LTE에 대한 캐리어 집성(CA)을 도입하였다. 초기에 2개의 다운링크 캐리어들로 도입되었지만, 3GPP는 릴리스 14에서 캐리어 집성을 확장하여 최대 5개의 다운링크 캐리어들 및 최대 3개의 업링크 캐리어들을 포함하였다. 3GPP 릴리스들에 의해 제공된 새로운 특징들 및 진화들의 다른 예들은 LAA(License Assisted Access), eLAA(enhanced LAA), NB-IoT(Narrowband Internet-of-Things), V2X(Vehicle-to-Everything) 및 HPUE(High Power User Equipment)를 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0118] 3GPP는 릴리스 15에서 5세대(5G) 기술의 페이즈 1(2018년 목표) 및 릴리스 16에서 5G 기술의 페이즈 2(2019년 목표)를 도입할 계획이 있다. 릴리스 15는 6 GHz 미만에서 5G 통신들을 다루도록 예상되는 한편, 릴리스 16은 6 GHz 이상에서 통신들을 다루도록 예상된다. 후속 3GPP 릴리스들은 5G 기술을 추가로 진화시키고 확장할 것이다. 5G 기술은 또한 본원에서 5G NR(New Radio)로 지칭된다.
- [0119] 5G NR에 대한 예비적 규격들은 다양한 특징들, 예를 들어, 밀리미터파 스펙트럼을 통한 통신들, 빔 형성 능력, 높은 스펙트럼 효율 파형들, 낮은 레이턴시 통신들, 다중 무선 수비학(numerology) 및/또는 NOMA(non-orthogonal multiple access)를 지원한다. 이러한 RF 기능들은 네트워크들에 융통성을 제공하고 사용자 데이터 레이트들을 향상시키지만, 이러한 특징들을 지원하는 것은 다수의 기술적 난제들을 부과할 수 있다.
- [0120] 본원의 교시들은, LTE-어드밴스드, LTE-어드밴스드 프로 및/또는 5G NR과 같은 진보된 셀룰러 기술들을 사용하는 통신 시스템들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 매우 다양한 통신 시스템들에 적용가능하다.
- [0121] 도 1은 통신 네트워크(10)의 일례의 개략도이다. 통신 네트워크(10)는 매크로 셀 기지국(1), 소형 셀 기지국(3), 및 제1 모바일 디바이스(2a), 무선-접속된 자동차(2b), 랩탑(2c), 정적 무선 디바이스(2d), 무선-접속된 열차(2e) 및 제2 모바일 디바이스(2f)를 포함하는 사용자 장비(UE)의 다양한 예들을 포함한다.
- [0122] 기지국들 및 사용자 장비의 특정 예들이 도 1에 예시되지만, 통신 네트워크는 매우 다양한 유형들 및/또는 개수

들의 사용자 장비 및 기지국들을 포함할 수 있다.

- [0123] 예를 들어, 도시된 예에서, 통신 네트워크(10)는 매크로 셀 기지국(1) 및 소형 셀 기지국(3)을 포함한다. 소형 셀 기지국(3)은 매크로 셀 기지국(1)에 비해 비교적 더 낮은 전력, 더 짧은 범위로 및/또는 더 적은 동시 사용자들로 동작할 수 있다. 소형 셀 기지국(3)은 또한 펌토셀, 피코셀 또는 마이크로셀로 지칭될 수 있다. 통신 네트워크(10)는 2개의 기지국들을 포함하는 것으로 예시되지만, 통신 네트워크(10)는 더 많거나 더 적은 기지국들 및/또는 다른 유형들의 기지국들을 포함하도록 구현될 수 있다.
- [0124] 사용자 장비의 다양한 예들이 도시되지만, 본원의 교시들은 모바일 폰들, 태블릿들, 랩탑들, IoT 디바이스들, 웨어러블 전자기기들, 고객 태내 장비(CPE), 무선-접속된 차량들, 무선 중계기들 및/또는 매우 다양한 다른 통신 디바이스들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 매우 다양한 사용자 장비에 적용가능하다.
- [0125] 도 1의 예시된 통신 네트워크(10)는 예를 들어, 4G LTE, 5G NR 및 무선 로컬 영역 네트워크(WLAN), 예를 들어, Wi-Fi를 포함하는 다양한 기술들을 사용하여 통신들을 지원한다. 통신 기술들의 다양한 예들이 제공되었지만, 통신 네트워크(10)는 매우 광범위한 통신 기술들을 지원하도록 적응될 수 있다.
- [0126] 통신 네트워크(10)의 다양한 통신 링크들이 도 1에 도시되었다. 통신 링크들은 예를 들어, 주파수-분할 듀플렉싱(FDD) 및/또는 시분할 듀플렉싱(TDD)을 사용하는 것을 포함하여 매우 다양한 방식으로 듀플렉싱될 수 있다. FDD는 신호들을 송신 및 수신하기 위해 상이한 주파수들을 사용하는 유형의 무선 주파수 통신들이다. FDD는 고속 데이터 레이트들 및 낮은 레이턴시와 같은 다수의 이점들을 제공할 수 있다. 반대로, TDD는 신호들을 송신 및 수신하기 위해 대략 동일한 주파수를 사용하고 송신 및 수신 통신들이 시간에서 스위칭되는 유형의 무선 주파수 통신들이다. TDD는 송신 방향과 수신 방향 사이에서 스펙트럼의 효율적인 사용 및 스루풋의 가변적 할당과 같은 다수의 이점들을 제공할 수 있다.
- [0127] 특정 구현들에서, 사용자 장비는 4G LTE, 5G NR 및 Wi-Fi 기술들 중 하나 이상을 사용하여 기지국과 통신할 수 있다. 특정 구현들에서, eLAA(enhanced license assisted access)는 하나 이상의 허가된 주파수 캐리어(예를 들어, 허가된 4G LTE 및/또는 5G NR 주파수)를 하나 이상의 비허가된 캐리어(예를 들어, 비허가된 Wi-Fi 주파수)와 집성하기 위해 사용된다.
- [0128] 통신 링크들은 매우 다양한 주파수들에 걸쳐 동작할 수 있다. 특정 구현들에서, 6 기가헤르츠(GHz) 미만의 하나 이상의 주파수 대역에 걸쳐 및/또는 6 GHz 초과와 하나 이상의 주파수 대역에 걸쳐 5G NR 기술을 사용하는 통신들이 지원된다. 일 실시예에서, 모바일 디바이스들 중 하나 이상은 HPLME 전력 클래스 규격을 지원한다.
- [0129] 특정 구현들에서, 기지국 및/또는 사용자 장비는 빔형성을 사용하여 통신한다. 예를 들어, 높은 신호 주파수들을 통해 통신하는 것과 연관된 높은 손실과 같은 경로 손실들을 극복하기 위해 신호 강도를 포커싱하는 빔형성이 사용될 수 있다. 특정 실시예들에서, 사용자 장비, 예를 들어, 하나 이상의 모바일 폰은 30 GHz 내지 300 GHz 범위의 밀리미터파 주파수 대역들 및/또는 6 GHz 내지 30 GHz, 또는 더 상세하게는 24 GHz 내지 30 GHz 범위의 상위 센티미터파 주파수들에 대해 빔형성을 사용하여 통신한다.
- [0130] 통신 네트워크(10)의 상이한 사용자들은 매우 다양한 방식으로 이용가능한 주파수 스펙트럼과 같은 이용가능한 네트워크 자원들을 공유할 수 있다.
- [0131] 일례에서, 주파수 대역을 다수의 주파수 캐리어들로 분할하기 위해 FDMA(frequency division multiple access)가 사용된다. 추가적으로, 하나 이상의 캐리어가 특정 사용자에게 할당된다. FDMA의 예들은 SC-FDMA(single carrier FDMA) 및 OFDMA(orthogonal FDMA)를 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다. OFDM은 이용가능한 대역폭을, 상이한 사용자들에게 별개로 할당될 수 있는 다수의 상호 직교인 협대역 서브캐리어들로 세분화하는 멀티캐리어 기술이다.
- [0132] 공유된 액세스의 다른 예들은, 주파수 자원을 사용하기 위한 특정 시간 슬롯들을 사용자가 할당받는 TDMA(time division multiple access), 각각의 사용자에게 고유의 코드를 할당함으로써 주파수 자원이 상이한 사용자들 사이에 공유되는 CDMA(code division multiple access), 공간 분할에 의해 공유된 액세스를 제공하기 위해 빔형성이 사용되는 SDMA(space-divisional multiple access), 및 다중 액세스를 위해 전력 도메인이 사용되는 NOMA(non-orthogonal multiple access)를 포함하지만, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, NOMA는 동일한 주파수, 시간 및/또는 코드에서, 그러나 상이한 전력 레벨들로 다수의 사용자들을 서빙하기 위해 사용될 수 있다.
- [0133] eMBB(enhanced mobile broadband)는 LTE 네트워크들의 시스템 용량을 성장시키기 위한 기술을 지칭한다. 예를

들어, eMBB는 각각의 사용자에게 대해 적어도 10Gbps 및 최소 100Mbps의 피크 데이터 레이트를 갖는 통신들을 지칭할 수 있다. uRLLC(ultra-reliable low latency communications)는 예를 들어, 2 ms 미만의 매우 낮은 레이턴시를 갖는 통신에 대한 기술을 지칭한다. uRLLC는 자율 구동 및/또는 원격 수술 애플리케이션들에 대한 것과 같은 미션-크리티컬(mission-critical) 통신들에 사용될 수 있다. mMTC(massive machine-type communications)는 IoT(Internet of Things) 애플리케이션들과 연관된 것들과 같은 일상의 물체들에 대한 무선 접속들과 연관된 저비용 및 낮은 데이터 레이트 통신들을 지칭한다.

[0134] 도 1의 통신 네트워크(10)는 eMBB, uRLLC, 및/또는 mMTC를 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 매우 다양한 진보된 통신 특징들을 지원하기 위해 사용될 수 있다.

[0135] **고조파 빔형성에 기초한 빔 스티어링을 갖는 RF 시스템들의 예들**

[0136] 고조파의 빔형성과 관련된 장치 및 방법들이 본원에 제공된다. 특정 구현들에서, 무선 네트워크에서 동작하기 위한 통신 디바이스가 제공된다. 통신 디바이스는, 무선파에 응답하여 복수의 수신 신호들을 생성하는 복수의 안테나 요소들을 포함하는 안테나 어레이, 복수의 안테나 요소들과 동작가능하게 연관되고, 수신 빔의 빔형성을 제공하도록 복수의 수신 신호들을 컨디셔닝하는 복수의 신호 컨디셔닝 회로들, 및 수신 빔의 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 빔 스티어링을 제공하도록 복수의 신호 컨디셔닝 회로들을 제어하는 빔 제어 회로를 포함한다.

[0137] 이러한 방식으로 통신 디바이스를 구현하는 것은 다수의 이점들을 제공한다. 예를 들어, 네트워크에서 동작하는 통신 디바이스는 수신 블로커들 또는 재머들의 존재 시에 성능을 향상시키는 빔형성의 방향을 동적으로 관리할 수 있다. 따라서, 디바이스는 더 높은 속도, 더 낮은 간섭, 우수한 블로커 성능 및/또는 다른 이점들로 동작할 수 있다.

[0138] 밀리미터파 캐리어들(예를 들어, 30 GHz 내지 300 GHz), 센티미터파 캐리어들(예를 들어, 3 GHz 내지 30 GHz) 및/또는 다른 캐리어 주파수들을 활용하는 통신 디바이스들은 신호들의 송신 및/또는 수신을 위한 빔 형성 및 다이버시티를 제공하기 위해 안테나 어레이를 이용할 수 있다.

[0139] 예를 들어, 신호 송신의 상황에서,  $m \times n$ 개의 안테나 요소들의 안테나 어레이는 독립적으로 신호들을 방사하는 어레이의 각각의 안테나 요소를 갖는 평면형 모듈로 구현될 수 있다. 추가적으로, 안테나 요소들로부터의 신호들은 보강 및 상쇄 간섭을 사용하여 결합되어, 안테나 어레이로부터 멀리 주어진 방향으로 전파하는 더 큰 신호 강도를 갖는 빔-형 품질들을 나타내는 집성 송신 신호를 생성한다.

[0140] 신호 수신에 있어서, 신호가 특정 방향으로부터 도달하고 있는 경우 더 많은 신호 에너지가 안테나 어레이에 의해 수신된다. 따라서, 안테나 어레이는 또한 신호들의 수신을 위한 지향성을 제공할 수 있다.

[0141] 신호 에너지의 빔으로의 상대적 집중은 어레이의 크기를 한계까지 증가시킴으로써 향상될 수 있다. 예를 들어, 송신된 빔에 더 많은 신호 에너지가 포커싱됨에 따라, 신호는 RF 통신들에 대해 충분한 신호 레벨을 제공하면서 더 긴 범위에 대해 전파될 수 있다. 예를 들어, 송신된 빔에 포커싱된 신호 에너지의 큰 부분을 갖는 신호는 높은 EIRP(effective isotropic radiated power)를 나타낼 수 있다.

[0142] 신호 컨디셔닝 회로는 안테나 요소를 통한 송신을 위해 송신 신호를 컨디셔닝하고 그리고/또는 안테나 요소로부터 수신된 신호를 컨디셔닝하기 위해 사용될 수 있다. 일례에서, 신호 컨디셔닝 회로는, 신호 위상 시프터를 제어하기 위한 위상 시프터, 송신 신호를 송신에 적절한 전력 레벨로 증폭하는 전력 증폭기, 및 비교적 적은 양의 잡음을 도입하면서 추가적인 프로세싱을 위해 수신된 신호를 증폭하는 저잡음 증폭기(LNA)를 포함한다. 신호 컨디셔닝 회로들은 빔을 스티어링하고 그리고/또는 빔 강도를 제어하도록 제어될 수 있다.

[0143] 본원의 발명자들은, 기본 빔을 생성하기 위해 기본 주파수의 신호들이 빔형성되는 경우, 기본 빔에 비해 더 작은 빔 폭(더 높은 지향성)을 갖는 고조파 빔들을 형성하기 위해 고조파가 또한 빔형성됨을 인식하였다.

[0144] 일 양태에서, 안테나 요소들의 어레이에 의해 생성된 신호 빔의 강도 및/또는 방향은 고조파 로브들 또는 빔들과 관련된 하나 이상의 고려사항에 기초하여 동적으로 관리된다. 예를 들어, 빔 방향은 고조파 블로커들의 영향을 감소 또는 제거하기 위해 변경 또는 스티어링될 수 있다.

[0145] 본원의 안테나 어레이들은 밀리미터파 및 센티미터파 주파수들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 넓은 범위의 주파수들의 신호들을 송신 및/또는 수신하기 위해 사용될 수 있다. 안테나 어레이들은 광범위한 애플리케이션들에서 사용될 수 있다. 일례에서, 안테나 어레이는 통신 디바이스의 모듈 상에 포함된다. 예를 들어, 안테나 어레이들은 기지국들 및 사용자 장비에서 RF 신호들을 송신 및/또는 수신하기 위해 사용될 수 있다.

또한, 특정 구현들에서, 별개의 안테나 어레이들이 송신 및 수신을 위해 배치된다.

- [0146] 특정 실시예들에서, 안테나 어레이는 라미네이트된 기판 상에 구현되고, 안테나 요소들의 어레이는 라미네이트된 기판의 제1 측에 형성된다. 일례에서, 안테나 요소들의 어레이는 라미네이트된 기판의 제1 측에 패터닝된 전도성 층으로부터 형성된 패치 안테나 요소를 포함하고, 접지 평면은 라미네이트된 기판의 제2 대향 측의 또는 라미네이트된 기판 내부의 전도성 층을 사용하여 형성된다. 안테나 요소들의 다른 예들은 다이폴 안테나 요소들, 세라믹 공진기들, 스탬핑된 금속 안테나들 및/또는 레이저 다이렉트 구조 안테나들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0147] 도 2는 빔 제어를 갖는 RF 시스템 또는 통신 디바이스(110)의 일 실시예의 개략도이다. RF 시스템(110)은 안테나 요소들(103a1, 103a2 ... 103an, 103b1, 103b2 ... 103bn, 103m1, 103m2 ... 103mn)을 포함하는 안테나 어레이(102)를 포함한다. RF 시스템(110)은 신호 컨디셔닝 회로들(104a1, 104a2 ... 104an, 104b1, 104b2 ... 104bn, 104m1, 104m2 ... 104mn)을 더 포함한다. RF 시스템(110)은 빔 스티어링 회로(106)를 포함하는 트랜시버(105)를 더 포함한다. 빔 스티어링 회로(106)는 또한 본원에서 빔 제어 회로로 지칭된다.
- [0148] 도 2는 트랜시버(105)에 포함되는 것으로 빔 스티어링 회로(106)를 예시하지만, 빔 스티어링 회로(106)는 임의의 적절한 위치에 있을 수 있다.
- [0149] RF 시스템(110)은  $m \times n$  안테나 어레이(102) 및 대응하는 신호 컨디셔닝 회로들을 사용하는 특정 구현을 예시하고,  $m$  및  $n$ 은 1 이상의 정수들이고,  $m + n$ 은 1 초과이다. RF 시스템은 타원형들로 표시된 바와 같이 더 많거나 더 적은 안테나 요소들 및/또는 신호 컨디셔닝 회로들을 포함할 수 있다. 곱  $m*n$ 은 애플리케이션에 따라 변할 수 있다. 일 실시예에서,  $m*n$ 은 2 내지 2048 또는 더 상세하게는 16 내지 256의 범위 내에 있다. 또한, 안테나 요소들은 예를 들어, 선형 어레이들 및/또는 안테나 요소들의 비-균일 배열들을 사용하는 어레이들을 포함하는 다른 패턴들 또는 구성들로 배열될 수 있다.
- [0150] 각각의 신호 컨디셔닝 회로(104a1, 104a2 ... 104an, 104b1, 104b2 ... 104bn, 104m1, 104m2 ... 104mn)는 안테나 요소들((103a1, 103a2 ... 103an, 103b1, 103b2 ... 103bn, 103m1, 103m2 ... 103mn) 중 대응하는 안테나 요소에 커플링된다. 신호 컨디셔닝 회로들은 위상 시프팅, 송신 이득, 수신 이득 및/또는 스위칭을 제어하는 것과 같은 광범위한 목적들로 사용될 수 있다.
- [0151] 신호 컨디셔닝 회로들(104a1, 104a2 ... 104an, 104b1, 104b2 ... 104bn, 104m1, 104m2 ... 104mn)이 송신 및 수신 둘 모두를 위해 신호 컨디셔닝을 제공하는 실시예가 설명되지만, 다른 구현들이 가능하다. 예를 들어, 특정 구현들에서, 통신 디바이스는 신호들을 수신하기 위해 그리고 신호들을 송신하기 위해 별개의 어레이들을 포함한다. 따라서, 특정 구현들에서, 신호 컨디셔닝 회로는 수신 컨디셔닝이 아니라 송신 컨디셔닝을 위해 또는 송신 컨디셔닝이 아니라 수신 컨디셔닝을 위해 사용된다.
- [0152] 도 2에 도시된 바와 같이, 트랜시버(105)는 신호 컨디셔닝 회로들(104a1, 104a2 ... 104an, 104b1, 104b2 ... 104bn, 104m1, 104m2 ... 104mn) 각각에 대해 빔 제어 신호를 생성하는 빔 스티어링 회로(106)를 포함한다. 각각의 빔 제어 신호는 예를 들어, 가변 위상 시프터의 위상, 저잡음 증폭기의 이득 및/또는 전력 증폭기의 이득을 제어하여, 빔의 방향 및/또는 강도와 같은 송신 및 수신 빔들의 특성들을 제어하기 위해 사용될 수 있다. 빔 스티어링 회로(106)는 이러한 예에서 트랜시버(105)에 포함되지만, 다른 구현들이 가능하다.
- [0153] 신호 수신에 대해, 안테나 요소들(103a1, 103a2 ... 103an, 103b1, 103b2 ... 103bn, 103m1, 103m2 ... 103mn)은 무선파에 응답하여 수신 신호들을 생성하도록 동작한다. 추가적으로 신호 컨디셔닝 회로들(104a1, 104a2 ... 104an, 104b1, 104b2 ... 104bn, 104m1, 104m2 ... 104mn)은 수신 빔의 빔형성을 제공하기 위해 수신 신호들을 컨디셔닝한다.
- [0154] 빔 스티어링 회로(106)는 고조파 로브들의 방향, 강도 및/또는 빔 폭과 같은 고조파 로브들과 관련된 하나 이상의 고려사항에 기초하여 안테나 어레이(102)와 연관된 빔형성을 동적으로 관리한다. 특히, 빔 스티어링 회로(106)는 수신 빔의 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 빔 스티어링을 제공하기 위해 신호 컨디셔닝 회로들(104a1, 104a2 ... 104an, 104b1, 104b2 ... 104bn, 104m1, 104m2 ... 104mn)을 제어한다.
- [0155] 고조파 로브들이 빔형성되기 때문에, 기본 빔의 특성을 제어하는 것은 또한 고조파 빔들의 특성들을 제어한다. 따라서, 빔 제어 신호들은 기본 빔의 강도 및 형상 뿐만 아니라 고조파 빔들 또는 로브들을 제어한다. 따라서, 빔 스티어링 회로(106)는 블로커 신호들을 수신하기 위해 고조파 로브들의 전위와 같은 고조파 로브들과 관련된 하나 이상의 고려사항에 기초하여 빔 방향 및/또는 강도를 제어한다.

- [0156] 빔 스티어링 회로(106)는 주어진 시간에 주어진 동작 환경에 기초하여 수신 빔을 제어한다.
- [0157] 따라서, 빔 스티어링 회로(106)는 주어진 순간에 원하는 성능 특성들을 제공하기 위해 안테나 어레이(102)를 재구성한다. 예를 들어, 신호 컨디셔닝 회로들(104a1, 104a2 ... 104an, 104b1, 104b2 ... 104bn, 104m1, 104m2 ... 104mn)은 주어진 시간에 주어진 동작 환경에 대한 최적의 또는 준-최적의 수신 빔을 제공하도록 제어될 수 있다.
- [0158] 따라서, 디바이스들이 서로에 대해 이동하고 그리고/또는 동작 환경이 변할 때 한 쌍의 통신 디바이스들 사이의 끊임없는 접속성이 제공될 수 있고, 빔 스티어링 회로(106)는 수신 빔형성과 연관된 고조파 로브들이 성능과 간섭하는 것을 금지하기 위해 빔을 관리할 수 있다.
- [0159] 예시된 실시예에서, 빔 스티어링 회로(106)는 또한 하나 이상의 입력을 수신한다. 입력들은 통신 링크(수신 및/또는 송신) 및/또는 동작 환경을 표시하는 다수의 시그널링 팩터들 및/또는 피드백 신호들을 포함할 수 있다.
- [0160] 빔 스티어링 회로(106)에 대한 적절한 입력들의 예들은 하나 이상의 디바이스의 지오-포지셔닝과 관련된 데이터, 다른 디바이스로 달성되는 데이터 레이트, 관측된 에러 레이트, RSSI(receive signal strength indicator) 및/또는 블록들 또는 고조파의 강도를 표시하는 신호들을 포함한다.
- [0161] 따라서, 입력들은, RF 시스템(110)이 통신하는 다른 디바이스로부터 그리고/또는 고조파 로브들로부터의 간섭을 겪을 수 있는 네트워크의 다른 디바이스(들)로부터 수신된 신호들 및/또는 파라미터들을 포함할 수 있다.
- [0162] 도 3a는 송신 빔을 제공하는 빔형성의 일례의 개략도이다. 도 3a는 제1 신호 컨디셔닝 회로(114a), 제2 신호 컨디셔닝 회로(114b), 제1 안테나 요소(113a), 및 제2 안테나 요소(113b)를 포함하는 통신 시스템의 부분을 예시한다.
- [0163] 2개의 안테나 요소들 및 2개의 신호 컨디셔닝 회로들이 포함되는 것으로서 예시되지만, 통신 시스템은 추가적인 안테나 요소들 및/또는 신호 컨디셔닝 회로들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 3a는 도 2의 통신 시스템(110)의 일부의 일 실시예를 예시한다.
- [0164] 제1 신호 컨디셔닝 회로(114a)는 제1 위상 시프터(130a), 제1 전력 증폭기(131a), 제1 저잡음 증폭기(LNA)(132a), 및 전력 증폭기(131a) 또는 LNA(132a)의 선택을 제어하기 위한 스위치들을 포함한다. 추가적으로, 제2 신호 컨디셔닝 회로(114b)는 제2 위상 시프터(130b), 제2 전력 증폭기(131b), 제2 LNA(132b), 및 전력 증폭기(131b) 또는 LNA(132b)의 선택을 제어하기 위한 스위치들을 포함한다.
- [0165] 신호 컨디셔닝 회로들의 일 실시예가 도시되지만, 신호 컨디셔닝 회로들의 다른 구현들이 가능하다. 예를 들어, 일례에서, 신호 컨디셔닝 회로는 하나 이상의 대역 필터, 듀플렉서 및/또는 다른 컴포넌트를 포함한다. 또한, 아날로그 위상 시프터를 갖는 구현이 도시되지만, 본원의 교시들은 또한 디지털 위상 시프팅(예를 들어, 디지털 기저대역 프로세싱을 사용하는 위상 시프팅)을 사용하는 구현들 뿐만 아니라 아날로그 위상 시프팅 및 디지털 위상 시프팅의 조합을 사용하는 구현들에 적용가능하다.
- [0166] 예시된 실시예에서, 제1 안테나 요소(113a) 및 제2 안테나 요소(113b)는 거리 d만큼 분리된다. 추가적으로, 도 3a는 각도  $\theta$ 로 주석처리되었고,  $\theta$ 는 이러한 예에서, 송신 빔 방향이 안테나 어레이의 평면에 실질적으로 수직인 경우 약  $90^\circ$ 의 값, 및 송신 빔 방향이 안테나 어레이의 평면에 실질적으로 평행한 경우 약  $0^\circ$ 의 값을 갖는다.
- [0167] 안테나 요소들(113a, 113b)에 제공된 송신 신호들의 상대적 위상을 제어함으로써, 원하는 송신 빔 각도  $\theta$ 가 달성될 수 있다. 예를 들어, 제1 위상 시프터(130a)가  $0^\circ$ 의 기준 값을 갖는 경우, 제2 위상 시프터(130b)는 약  $-2\pi f(d/v)\cos\theta$  라디안의 위상 시프트를 제공하도록 제어될 수 있고, 여기서  $f$ 는 송신 신호의 기본 주파수이고,  $d$ 는 안테나 요소들 사이의 거리이고,  $v$ 는 방사된 파의 속도이고,  $\pi$ 는 수학적 상수 파이이다.
- [0168] 특정 구현들에서, 거리  $d$ 는 약  $\frac{1}{2}\lambda$ 로 구현되고, 여기서  $\lambda$ 는 송신 신호의 기본 성분의 파장이다. 이러한 구현에서, 제2 위상 시프터(130b)는 송신 빔 각도  $\theta$ 를 달성하기 위해 약  $-\pi\cos\theta$  라디안의 위상 시프트를 제공하도록 제어될 수 있다.
- [0169] 따라서, 위상 시프터들(130a, 130b)의 상대적 위상은 송신 빔형성을 제공하도록 제어될 수 있다. 특정 구현들에서, 트랜시버(예를 들어, 도 2의 트랜시버(105))는 빔형성을 제어하기 위해 하나 이상의 위상 시프터의 위상 값들을 제어한다.
- [0170] 도 3b는 수신 빔을 제공하는 빔형성의 일례의 개략도이다. 도 3b는, 도 3b가 송신 빔보다 수신 빔의 상황에서

빔형성을 예시하는 점을 제외하면 도 3a와 유사하다.

- [0171] 도 3b에 도시된 바와 같이, 제1 위상 시프터(130a)와 제2 위상 시프터(130b) 사이의 상대적 위상 차이는 원하는 수신 빔 각도  $\theta$ 를 달성하기 위해 약  $-2\pi f(d/v)\cos\theta$  라디안과 동일하도록 선택될 수 있다. 거리  $d$ 가 약  $\frac{1}{2}\lambda$ 에 대응하는 구현들에서, 위상 차이는 수신 빔 각도  $\theta$ 를 달성하기 위해 약  $-\pi\cos\theta$  라디안과 동일하도록 선택될 수 있다.
- [0172] 빔형성을 제공하기 위한 위상 값들에 대해 다양한 수식들이 제공되었지만, 안테나 어레이의 구현, 신호 컨디셔닝 회로들의 구현 및/또는 무선 환경에 기초하여 선택된 위상 값들과 같은 다른 위상 선택 값들이 가능하다.
- [0173] 도 3c는 송신 빔을 제공하는 빔형성의 다른 예의 개략도이다. 도 3c는, 도 3c가 제2 고조파의 빔형성과 관련된 추가적인 주석들을 예시하는 것을 제외하면 거리  $d$ 가 약  $\frac{1}{2}\lambda$ 에 대응하는 경우에 대해 도 3a와 유사하다. 도 3c에 도시된 바와 같이, 기본 주파수의 2배 또는  $2f_0$ 에서, 제1 위상 시프터(130a)와 제2 위상 시프터(130b) 사이의 위상 차이가 약  $2\pi\cos\theta$ 와 동일한 경우 제2 고조파가 빔 형성된다.
- [0174] 도 3d는 수신 빔을 제공하는 빔형성의 다른 예의 개략도이다. 도 3d는, 도 3d가 제2 고조파의 빔형성과 관련된 추가적인 주석들을 예시하는 것을 제외하면 거리  $d$ 가 약  $\frac{1}{2}\lambda$ 에 대응하는 경우에 대해 도 3b와 유사하다. 도 3d에 도시된 바와 같이, 기본 주파수의 2배 또는  $2f_0$ 에서, 제1 위상 시프터(130a)와 제2 위상 시프터(130b) 사이의 위상 차이가 약  $2\pi\cos\theta$ 와 동일한 경우 제2 고조파가 빔 형성된다.
- [0175] 따라서, 위상이  $\pi\cos\theta$ 인 경우 원하는 기본 수신 신호가 빔 형성되는 한편, 위상이  $2\pi\cos\theta$ 인 경우 제2 고조파가 빔 형성된다.
- [0176] 도 3e는 빔형성의 다른 예의 개략도이다. 예시된 예는 4개의 안테나 요소들(113a-113d) 및 4개의 가변 위상 시프터들(130a-130d)의 상황에서 빔형성을 도시한다. 이 예는 송신 빔형성 및 수신 빔형성의 상황에서 적용가능하다.
- [0177] 예시된 예에서, 기본 빔형성을 제공하기 위해 인접 안테나 요소들과 연관된 위상 시프터들은 약  $\phi_{INC}$ 의 차이만큼 위상에서 분리된다. 추가적으로, 위상 차이가 약  $N*\phi_{INC}$ 와 동일한 경우 제N 고조파가 빔 형성된다.
- [0178] 도 3a 내지 도 3e를 참조하면, 논의된 메인 고조파 빔들에 추가로, 예를 들어, 시뮬레이션 및/또는 측정들에 의해 식별될 수 있는 추가적인 고조파 빔들이 형성될 수 있다. 추가적으로, 설명된 예들은 특정한 수학적 모델들의 상황이었지만, 표시된 방향으로부터 기본 및/또는 고조파 빔들을 디-스티어링하는 다른 팩터들이 존재할 수 있다. 이러한 팩터들은, 송신기 및/또는 수신기 회로들로부터 발생하는 위상 시프트들, 개별적인 안테나 요소들 자체의 고유한 방향성 및/또는 동작 환경을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다. 이러한 팩터들은 주파수 의존적이어서, 고조파 빔들에 비해 기본 주파수 빔의 상이한 양들의 디-스티어링을 초래할 수 있다.
- [0179] 도 4는 기지국(151)과 사용자 장비(152) 사이의 빔형성의 일례의 개략도이다.
- [0180] 도 5는 사용자 장비(152)와 기지국(151) 사이의 기본 빔형성의 일례의 개략도이다.
- [0181] 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 기지국(151) 및 사용자 장비(152)는 긴 범위의 통신 및/또는 높은 통신 레이트들을 위해 상대방 디바이스를 향해 포커싱되는 기본 빔을 사용하여 통신할 수 있다.
- [0182] 본원의 발명자들은, 기본 빔을 생성하기 위해 기본 주파수의 신호들이 빔형성되는 경우, 기본 빔에 비해 더 작은 빔 폭(더 높은 지향성)을 갖는 고조파 빔들을 형성하기 위해 고조파가 또한 빔형성됨을 인식하였다.
- [0183] 예시된 예들에서, 고조파 로브들은 기본 빔과 실질적으로 동일한 방향, 그러나 더 좁은 빔 폭인 고조파 로브를 포함한다.
- [0184] 본원에 제공되는 시스템들 및 디바이스들은 수신 빔의 하나 이상의 고조파 로브의 방향에 기초하여 수신 빔의 빔 스티어링을 제공할 수 있다.
- [0185] 이러한 방식으로 빔 스티어링을 제공하는 것은 다수의 이점들을 제공한다. 예를 들어, 무선 네트워크에서 동작하는 통신 디바이스 또는 기지국은 수신 블로커들 또는 재머들의 존재 시에 성능을 향상시키는 빔형성의 방향을 동적으로 관리할 수 있다. 따라서, 통신들은 더 높은 속도, 더 낮은 간섭, 우수한 블로커 성능 및/또는 다른 이점들로 동작할 수 있다.
- [0186] 도 6a 내지 도 6b는 기본 및 고조파 빔형성의 시뮬레이션들의 다양한 예들을 예시하였다. 시뮬레이션들에서, (그래프의 원점에 대한) 로브의 길이는 빔의 전기장 강도의 표시이다. 다양한 결과들이 도시되지만, 결과들은

다양한 팩터들에 기초하여 상이할 수 있다.

- [0187] 도 6a는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- [0188] 도 6b는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- [0189] 도 6c는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- [0190] 도 7a는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- [0191] 도 7b는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.
- [0192] 도 7c는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.
- [0193] 도 8a는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- [0194] 도 8b는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- [0195] 도 8c는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- [0196] 도 9a는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- [0197] 도 9b는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.
- [0198] 도 9c는 2x2 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.
- [0199] 도 10a는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- [0200] 도 10b는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- [0201] 도 10c는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- [0202] 도 11a는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- [0203] 도 11b는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.
- [0204] 도 11c는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.
- [0205] 도 12a는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- [0206] 도 12b는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.
- [0207] 도 12c는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 2차원 그래프이다.

원 그래프이다.

- [0208] 도 13a는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- [0209] 도 13b는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.
- [0210] 도 13c는 4x4 안테나 어레이를 사용하는 50° 에서의 제3 고조파 빔형성의 일례에 대한 3차원 시뮬레이션 결과들이다.
- [0211] 도 14a 내지 도 16b는 기본 및 고조파 빔형성의 시뮬레이션들의 다양한 예들을 예시하였다. 시뮬레이션들은 8x8 정사각형 어레이 대 1x8 선형 어레이에 대한 빔형성의 비교를 도시한다. 다양한 결과들이 도시되지만, 결과들은 다양한 팩터들에 기초하여 상이할 수 있다.
- [0212] 도 14a는 8x8 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- [0213] 도 14b는 1x8 안테나 어레이를 사용하는 90° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- [0214] 도 15a는 8x8 안테나 어레이를 사용하는 75° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- [0215] 도 15b는 1x8 안테나 어레이를 사용하는 75° 에서의 기본 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- [0216] 도 16a는 8x8 안테나 어레이를 사용하는 75° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- [0217] 도 16b는 1x8 안테나 어레이를 사용하는 75° 에서의 제2 고조파 빔형성의 일례에 대한 시뮬레이션 결과들의 3차원 그래프이다.
- [0218] 시뮬레이션들에 의해 도시된 바와 같이, 선형 어레이를 사용한 빔형성은 디스크-형상 빔 패턴을 생성할 수 있다. 추가적으로, 어레이의 안테나 요소들에 대한 신호 위상조정(phasing)을 제어함으로써, 디스크-형상 빔은 원뿔-형상 빔으로 기울어질 수 있다. 추가적으로, 정사각형 어레이는 차례로 비교적 좁은 복합 빔을 도출하는 다수의 선형 어레이들의 빔들의 중첩을 포함할 수 있다. 도 16a 및 도 16b에 도시된 바와 같이, 고조파는 선형 및 정사각형 어레이들 둘 모두에 대해 빔형성된다.
- [0219] 도 17a는 빔 스티어링을 갖는 RF 시스템(170)의 다른 실시예의 개략도이다. RF 시스템(170)은 안테나 어레이(102'), 빔 스티어링 회로(106), 신호 컨디셔닝 회로들(154a', 154b ... 154m) 및 결합기(165)를 포함한다. 추가적으로, 안테나 어레이(102')는 안테나 요소들(103a, 103b ... 103m)을 포함한다.
- [0220] 3개의 안테나 요소들 및 대응하는 신호 컨디셔닝 회로들을 갖는 실시예가 도시되지만, RF 시스템은 타원형들로 표시된 바와 같이 더 많거나 더 적은 안테나 요소들 및/또는 신호 컨디셔닝 회로들을 포함할 수 있다. 또한, 안테나 요소들은 어레이로 구현될 수 있다.
- [0221] 도 17a에 도시된 실시예에서, 신호 컨디셔닝 회로들 각각은 위상 시프터, 전력 증폭기, LNA, 및 전력 증폭기와 LNA의 선택을 제어하기 위한 스위치들을 포함한다. 도 17a에 도시된 바와 같이, 신호 컨디셔닝 회로(154a')는 위상 시프터(160a), 전력 증폭기(161a), LNA(162a) 및 스위치들의 그룹을 포함한다. 추가적으로, 신호 컨디셔닝 회로(154b)는 위상 시프터(160b), 전력 증폭기(161b), LNA(162b) 및 스위치들의 그룹을 포함한다. 또한, 신호 컨디셔닝 회로(154m)는 위상 시프터(160m), 전력 증폭기(161m), LNA(162m) 및 스위치들의 그룹을 포함한다. 도 17a에 도시된 바와 같이, 각각의 위상 시프터로부터 위상-시프팅된 수신 신호들은 결합기(165)에 의해 결합되어 수신 빔 신호 RX를 생성한다.
- [0222] 전력 증폭기들 및 LNA들을 갖는 시그널링 컨디셔닝 회로들의 예가 도시되지만, 시그널링 컨디셔닝 회로들의 다른 구현들이 가능하다. 예를 들어, 시그널링 컨디셔닝 회로는 회로의 다른 배열들 및/또는 예를 들어, 스위치들, 위상 시프터들, 필터들, 증폭기들, 주파수 멀티플렉서들 및/또는 다른 컴포넌트들을 포함하는 추가적인 회로를 포함할 수 있다.

- [0223] 도 17a에 도시된 바와 같이, 신호 컨디셔닝 회로(154')는 또한, 고조파 전력 레벨을 표시하는 검출 신호를 빔 스티어링 회로(106)에 제공하는 고조파 전력 검출기(163)를 포함한다. 검출 신호는 제2 및/또는 제3 고조파 주파수들과 같은 하나 이상의 고조파 주파수의 전력 레벨을 표시할 수 있다.
- [0224] 고조파 전력 검출기(163)를 포함함으로써, 빔 스티어링 회로(106)는 수신 빔을 스티어링하기 위한 각도를 결정할 때 빔 스티어링 회로(106)를 보조할 수 있는 수신된 고조파 전력의 총량을 결정할 수 있다.
- [0225] 하나의 고조파 전력 검출기를 갖는 실시예가 예시되지만, 다른 신호 컨디셔닝 회로들이 추가적으로 또는 대안적으로 고조파 전력 검출기를 포함할 수 있다. 또한, 도 17a는 고조파 전력 검출기가 LNA의 출력에 위치되는 실시예를 예시하지만, 고조파 전력 검출기는 고조파 전력을 검출하기에 적절한 다른 위치들에 배치될 수 있다.
- [0226] 고조파 전력 검출기(163)는 피크 검출기들 및/또는 평균 검출기들을 사용하는 것을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 광범위한 방식들로 구현될 수 있다.
- [0227] 도 17b는 빔 스티어링을 갖는 RF 시스템(180)의 다른 실시예의 개략도이다. RF 시스템(180)은 안테나 어레이(102'), 빔 스티어링 회로(106'), 신호 컨디셔닝 회로들(154a, 154b ... 154m), 고조파 전력 검출기(164) 및 결합기(165)를 포함한다.
- [0228] 도 17b의 RF 시스템(180)은, 고조파 전력 검출기(164)가 결합기(165) 이후 위치되어 수신 빔 RX에서 고조파 전력의 양을 검출하는 구현을 RF 시스템(180)이 포함하는 것을 제외하면, 도 17a의 RF 시스템(170)과 유사하다.
- [0229] 고조파 전력 검출기(164)를 이러한 방식으로 위치시킴으로써, 빔 스티어링 회로(106')는 빔에 존재하는 고조파 전력의 검출된 양에 기초하여 수신 빔 RX를 스티어링할 수 있다.
- [0230] 도 17c는 빔 스티어링을 갖는 RF 시스템(190)의 다른 실시예의 개략도이다. RF 시스템(190)은 안테나 어레이(102'), 빔 스티어링 회로(106"), 신호 컨디셔닝 회로들(154a', 154b ... 154m), 고조파 전력 검출기(164) 및 결합기(165)를 포함한다.
- [0231] RF 시스템(190)은 도 17a의 고조파 전력 검출기(163) 및 도 17b의 고조파 전력 검출기(164) 둘 모두를 포함한다. 따라서, 빔 스티어링 회로(106")에는 무선 환경에서 고조파의 전력을 표시하는 고조파 전력 검출기(163)로부터의 제1 검출 신호 및 수신 빔의 고조파 전력의 양을 표시하는 고조파 전력 검출기(164)로부터의 제2 검출 신호가 제공된다. 따라서, 빔 스티어링 회로(106")는 로컬 무선 환경에서 고조파 전력의 양 뿐만 아니라 RF 시스템(190)이 고조파 전력의 소스를 향해 스티어링되거나 지향되었는지 여부 둘 모두에 기초하여 빔 스티어링을 제어한다.
- [0232] **고조파 빔형성에 기초한 테스트 위치 결정을 사용하는 테스트 장비 및 테스트 방법들의 예들**
- [0233] 빔형성을 사용하여 안테나 어레이로부터 송신하는 경우, 어레이의 안테나 요소들로부터의 개별적인 신호들은 보강 및 상쇄 간섭을 사용하여 결합되어, 안테나 어레이로부터 멀리 주어진 방향으로 전파하는 더 큰 신호 강도를 갖는 빔-형 품질들을 나타내는 집성 송신 신호를 생성한다. 본원의 발명자들은, 기본 빔을 생성하기 위해 기본 주파수의 신호들이 빔형성되는 경우, 기본 빔에 비해 더 작은 빔 폭(더 높은 지향성)을 갖는 고조파 빔들을 형성하기 위해 고조파가 또한 빔형성됨을 인식하였다.
- [0234] 고조파 빔형성에 기초한 무선 주파수 방출 테스트를 위한 장치 및 방법들이 본원에 제공된다. 특정 구성들에서, 방출 준수를 위한 셀룰러 통신 조립체들의 방출 테스트 방법이 제공된다. 방법은 제조 이후 각각의 셀룰러 통신 조립체의 안테나 어레이를 사용하여 신호 빔을 송신하는 단계를 포함하고, 신호 빔은 기본 로브 및 하나 이상의 고조파 로브를 포함한다. 방법은 테스트 장비를 사용하여 기본 로브의 방향을 검출하는 것에 기초하여 신호 빔의 하나 이상의 테스트 위치를 결정하는 단계를 더 포함하고, 테스트 위치들은 고조파 로브들과 연관된 위치들에 대응한다. 방법은, 테스트 장비를 사용하여 하나 이상의 테스트 위치 각각에서 고조파 방출들의 레벨을 평가하는 단계, 및 각각의 테스트된 위치에서 고조파 방출들의 레벨이 미리 결정된 임계치 아래인 것으로 결정되는 경우, 각각의 셀룰러 통신 조립체가 방출 테스트를 준수한다고 설정하는 단계를 더 포함한다.
- [0235] 따라서, 고조파 테스트는 고조파 로브들과 연관된 테스트 위치들에서 수행되어, 고차 고조파와 연관된 위치들에서 테스트를 집중시킬 수 있다. 테스트 시간을 감소시키기 위해, 고조파 테스트는 고조파 로브들로부터 먼 위치들에서 생략된다. 따라서, 테스트된 위치들에서 고조파 방출들의 레벨이 임계치 미만인 경우, 셀룰러 통신 조립체는 방출 테스트를 준수한다. 그러나, 테스트된 위치들 중 하나 이상에서 고조파 방출 테스트의 레벨이 임계

치 초과인 경우, 셀룰러 통신은 방출 테스트를 준수하지 않는 것으로 설정된다.

- [0236] 이러한 방식으로 방출 테스트를 제공함으로써, 고조파 방출들의 높은 가능성과 연관된 위치들이 식별될 수 있고 신속한 테스트 시간이 달성될 수 있다. 따라서, 품질 보장 체크, 플랫폼 레벨 테스트, 교정 테스트, 인증 테스트 및/또는 일치 테스트가 더 짧은 테스트 시간으로 수행될 수 있다. 특정 실시예들에서, 테스트는 10개 이하의 테스트 위치들, 예를 들어, 5개 미만의 테스트 위치들에서 수행된다.
- [0237] 반대로, 종래의 테스트 방법들은 다수의 테스트 위치들, 예를 들어, 셀룰러 통신 조립체 주위에서 완전한 구를 커버하는 수백개의 테스트 포인트들을 포함할 수 있다.
- [0238] 범형성으로 동작하는 광범위한 유형들의 셀룰러 통신 조립체들은 본원의 교시들에 따라 테스트될 수 있다. 이러한 셀룰러 통신 조립체들의 예들은 패키징된 반도체 컴포넌트들(패키징된 다이들을 포함함), 무선 주파수 모듈들(멀티-칩 모듈들 또는 MCM들을 포함함), 및/또는 무선 주파수 디바이스들(예를 들어, 모바일 폰들, 태블릿들, 랩탑들 및 웨어러블 전자기기들)을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 이러한 셀룰러 통신 조립체들은 부분적으로 제조된 컴포넌트들, 모듈들 또는 디바이스들을 포함할 수 있다.
- [0239] 특정 구현들에서, 방출 테스트는 완전히 자동화될 수 있다. 예를 들어, 테스트 장비는 테스트 중인 디바이스(예를 들어, 모듈, 모바일 폰 또는 다른 적절한 무선 통신 조립체)를 테스트 영역(예를 들어, 반향없는(anechoic) 챔버) 안팎으로 이동시키기 위해 사용되는 자동화된 핸들러를 포함할 수 있다. 추가적으로, 테스트 중인 디바이스는 송신 빔을 생성할 수 있고, 이는 고조파 방출들에 대한 테스트 위치들을 결정하기 위해 테스트 장비에 의해 프로세싱된다. 따라서, 고조파 범형성과의 위치 연관들은, 테스트 중인 디바이스가 고조파 테스트를 통과하는지 여부를 결정하기 위해 식별 및 테스트될 수 있다.
- [0240] 방출 테스트는 스푸리어스 방출 테스트, 제2 고조파 방출 테스트, 제3 고차 방출 테스트, 방사된 방출 테스트, 방사된 면역테스트 및/또는 전자기 호환성(EMC)을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 광범위한 유형들의 방출 테스트에 대응할 수 있다. 이러한 테스트의 예들은, ITU(International Telecommunication Union), 3GPP(3rd Generation Partnership Project), ARIB(Association of Radio Industries and Businesses), TTC(Telecommunications Technology Committee), CCSA(China Communications Standards Association), ATIS(Alliance for Telecommunications Industry Solutions), TTA(Telecommunications Technology Association), ETSI(European Telecommunications Standards Institute), TSDSI(Telecommunications Standards Development Society, India), FCC(Federal Communications Commission), ANSI(American National Standards Institute), 및/또는 IEC(International Electrotechnical Commission)에 의해 공표된 테스트 규격들, 추천들 및/또는 규제들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0241] 방출 테스트는, 반향없는 챔버, 반-반향없는 챔버, 기가헤르츠 횡단 전자기 셀(GTEM), 반향 챔버, RF 차폐실 또는 챔버, 개방 영역 테스트 사이트(OATS)에서 및/또는 공장 또는 제조 세팅, 예를 들어, 공장 플로어에서 동작하는 자동화된 또는 반자동화된 테스트 장비를 사용하는 것을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 광범위한 방식들로 수행될 수 있다.
- [0242] 방출 테스트는 밀리미터파 캐리어들(예를 들어, 30 GHz 내지 300 GHz), 센티미터파 캐리어들(예를 들어, 3 GHz 내지 30 GHz) 및/또는 다른 캐리어 주파수들을 포함하는 광범위한 주파수들에서 수행될 수 있다.
- [0243] 도 18은 고조파 범형성에 기초한 테스트 위치 결정을 갖는 테스트 장비(300)의 일 실시예의 개략도이다. 테스트 장비(300)는 측정 안테나(들)(301), 신호 분석기(302), 테스트 위치 결정 시스템(303), 핸들러(304), 제어기(306) 및 온도 유닛 또는 제어기(307)를 포함한다. 테스트 장비(300)는 테스트 중인 디바이스(308)와 같이, 범형성으로 동작하는 테스트 중인 디바이스들을 신속하게 테스트하기 위해 사용된다. 테스트 장비(300)는 또한 본원에서 자동화된 전자 테스트 시스템 또는 자동화된 테스트 장비(ATE)로 지칭된다.
- [0244] 도 18은 일 실시예에 따른 테스트 장비를 예시하지만, 본원의 교시들은 광범위한 방식들로 구현되는 테스트 장비에 적용가능하다.
- [0245] 테스트 장비(300)는 제조 처리율을 개선하고 그리고/또는 제조 또는 부분적 제조 이후 테스트 중인 디바이스들의 방출 준수를 위한 신속한 테스트를 제공한다. 특정 구현들에서, 테스트 중인 디바이스(308)는 패키징된 반도체 컴포넌트, 무선 주파수 모듈 및/또는 무선 주파수 디바이스와 같은 셀룰러 통신 조립체에 대응한다.
- [0246] 테스트 장비(300)는, 테스트 중인 디바이스(308)가 미리 정의된 성능 규격들 및 파라미터들 내에서 동작하는 것을 보장하기 위해 테스트 중인 디바이스(308)(예를 들어, 셀룰러 통신 조립체)의 무선 방출 성능을 테스트하기

위해 사용될 수 있다. 테스트 장비(300)는 테스트 중인 디바이스들(예를 들어, 테스트 중인 디바이스(308))에 대한 측정들을 신속하게 수행하고 테스트 결과들을 평가하기 위해 자동화를 사용한다. 테스트 장비(300)는 테스트 시간을 가속하고, 조립체 제조 라인에서의 문제점들을 개선 또는 식별하고 그리고/또는 다수의 결합있는 디바이스들이 고객들 및/또는 최종 사용자들에게 도달하는 것을 감소시키기 위해 사용될 수 있다.

[0247] 측정 안테나(들)(301)는 테스트 중인 디바이스(308)로부터 무선으로 송신된 RF 신호들을 수신하도록 동작한다. 예를 들어, 테스트 장비(300)는, 빔형성되고 테스트 중인 디바이스(308)로부터 전송되는 송신 빔을 무선으로 수신하기 위해 측정 안테나(들)(301)를 사용할 수 있다. 송신 빔은 빔형성으로부터 발생하는 기본 로브 하나 이상의 고조파 로브를 포함한다. 측정 안테나(들)(301)는 유선 안테나들, 이동과 안테나들, 반사기 안테나들, 마이크로스트립 안테나들, 애퍼처 안테나들 및/또는 임의의 다른 적절한 유형의 안테나를 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 광범위한 유형들의 하나 이상의 안테나를 포함할 수 있다. 특정 구현들에서, 측정 안테나(들)(301)는 하나 이상의 안테나 어레이를 포함한다.

[0248] 신호 분석기(302)는 측정 안테나(들)(301)를 통해 테스트 중인 디바이스(308)로부터 수신된 RF 신호들을 분석하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 신호 분석기(302)는 스펙트럼 콘텐츠를 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 광범위한 RF 신호 특성들을 검출하기 위해 수신된 RF 신호들을 프로세싱하기 위해 사용될 수 있다.

[0249] 핸들러(304)는, 예를 들어, 테스트 중인 디바이스(308)를 테스트 플랫폼(예를 들어, 도 19의 테스트 플랫폼(403)) 상으로 또는 테스트 플랫폼으로부터 이동시키는 것을 포함하여, 테스트 중인 디바이스(308)를 물리적으로 이동시키거나 위치시키기 위해 사용될 수 있다.

[0250] 특정 구현들에서, 핸들러(304)는 테스트 중인 디바이스(308)를 이동시키는 것을 돕기 위한 기계적 아암 및 테스트 중인 디바이스(308)를 진공 흡입을 사용하여 핸들러(304)에 홀딩하기 위한 플런저(plunger)를 포함할 수 있다. 그러나, 예를 들어, 핸들러(304)가 테스트 중인 디바이스(308)를 다른 방식으로 고정시키는 구현들을 포함하는, 핸들러(304)의 다른 구현들이 사용될 수 있다.

[0251] 핸들러(304)는 테스트 중인 디바이스(308)를, 테스트 장비(300)의 컴포넌트들에 대해 원하는 위치 및/또는 배향으로 위치시키는 것을 돕는다. 예를 들어, 핸들러(304)는 테스트 중인 디바이스(308)를 측정 안테나(들)(301)에 대해 원하는 위치에 배치하여, 측정 안테나(들)가 테스트 중인 디바이스(308)로부터 방사된 RF 파들을 특정 방향 및/또는 거리에서 수신하도록 허용하기 위해 사용될 수 있다.

[0252] 핸들러(304)가 또한 테스트 중인 디바이스(308)를 테스트 장비(300)에 대해 위치시키기 위해 사용될 수 있을지라도, 추가적으로 및/또는 대안적으로 테스트 장비(300)는 테스트 중인 디바이스(308)에 대한 테스트 장비(300)의 컴포넌트들의 위치를 제어하기 위해 이동가능한 및/또는 회전가능한 부분들을 포함할 수 있다. 일례에서, 측정 안테나(들)(301)는 이동가능한 컴포넌트 내에 또는 상에 포함된다.

[0253] 테스트 위치 결정 시스템(303)은 방출 테스트를 수행하기 위한 테스트 위치들을 선택하기 위해 사용된다. 특정 구현들에서, 테스트 위치 결정 시스템(303)은 테스트 중인 디바이스(308)의 측정 안테나(들)(301)에 대한 상대적 위치를 추가로 제어하여, 방출 테스트를 위한 컴포넌트들의 배치를 조정한다. 특정 구현들에서, 테스트 위치 결정 시스템(303)은 컴퓨터 프로세싱 유닛, 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이, 마이크로제어기, 및/또는 데이터를 프로세싱하고 테스트 장비(300)의 동작들을 제어하기에 적절한 다른 적절한 전자 하드웨어를 포함한다. 특정 구현들에서, 이러한 하드웨어는 실행 소프트웨어에 부분적으로 기초하여 실행된다.

[0254] 특정 실시예들에서, 테스트 중인 디바이스(308) 및/또는 측정 안테나(들)(301)는 테스트 중인 디바이스(308)로부터 송신된 기본 로브를 초기에 측정 또는 테스트하기 위해 위치된다. 추가적으로, 테스트 중인 디바이스(308)로부터 송신된 기본 로브의 방향 및/또는 강도를 결정하기 위해 측정 안테나(들)(301)로부터의 RF 신호 측정들은 신호 분석기(302)에 의해 분석된다. 기본 로브의 방향 및/또는 강도에 기초하여, 테스트 위치 결정 시스템(303)은 방출 테스트를 위한 하나 이상의 테스트 위치를 결정한다. 테스트 위치들은 고조파 로브들과 연관된 위치들에 대응한다.

[0255] 특정 구현들에서, 테스트 위치들은, 임의의 적절한 위치 추정 알고리즘 및/또는 모델링을 사용하는 것에 기초하여 고조파 로브들의 위치를 추정함으로써 결정된다. 예를 들어, 도 3a 내지 도 16b를 참조하여 앞서 설명된 바와 같이, 고조파 로브들의 위치는 기본 로브의 위치와 관련된다. 따라서, 고조파 로브들의 위치는 기본 로브의 방향 및/또는 강도를 표시하는 신호 분석기(302) 및 측정 안테나(들)(301)에 의해 수집된 데이터에 기초하여 추정될 수 있다.

[0256] 그 후, 테스트 위치들 각각에 대해, 테스트 중인 디바이스(308) 및/또는 측정 안테나(들)(301)는 서로에 대해

이동되어, 테스트 위치에서 방출 레벨을 측정하도록 테스트 장비(300)를 구성할 수 있다. 테스트 위치들 각각에서의 방출 레벨은 측정 안테나(들)(301) 및 신호 분석기(302)를 사용하여 및/또는 다른 적절한 테스트 컴포넌트들을 사용하여 측정될 수 있다.

[0257] 테스트된 위치들에서 고조파 방출들의 레벨이 임계치 미만인 경우, 셀룰러 통신 조립체는 방출 테스트를 준수한다. 그러나, 테스트된 위치들 중 하나 이상에서 고조파 방출 테스트의 레벨이 임계치 초과인 경우, 셀룰러 통신은 방출 테스트를 준수하지 않는 것으로 설정된다. 특정 구현들에서, 임계치는 앞서 설명된 것들과 같은 규제 기관 및/또는 표준 단체에 의해 공표된 테스트 규격, 추천 및/또는 규제에 의해 설정된 허용가능한 방출들의 레벨에 대응한다.

[0258] 따라서, 고조파 테스트는 고조파 로브들과 연관된 테스트 위치들에서 수행되어, 고차 고조파와 연관된 위치들에서 테스트를 집중시킬 수 있다. 테스트 시간을 감소시키기 위해, 고조파 테스트는 고조파 로브들로부터 먼 위치들에서 생략된다.

[0259] 이러한 방식으로 방출 테스트를 제공함으로써, 고조파 방출들의 높은 가능성과 연관된 위치들이 식별될 수 있고 신속한 테스트 시간이 달성될 수 있다. 따라서, 품질 보장 체크, 플랫폼 레벨 테스트, 교정 테스트, 인증 테스트 및/또는 일치 테스트가 더 짧은 테스트 시간으로 수행될 수 있다. 반대로, 종래의 테스트 방법들은 테스트 중인 디바이스 주위에서 전체 구를 커버하는 다수의 테스트 위치들을 포함할 수 있다.

[0260] 온도 유닛(307)은 테스트 장비(300) 및/또는 테스트 중인 디바이스(308)의 온도를 제어 및/또는 모니터링하여, 제어된 테스트 환경을 제공하고 그리고/또는 온도에 대해 추적될 측정들을 허용하기 위해 사용될 수 있다. 특정 구현들에서, 테스트 장비(300)는 둘 이상의 상이한 온도들에서 방출 테스트를 수행한다.

[0261] 제어기(306)는 테스트 장비(300), 예를 들어, 측정 안테나(들)(301), 신호 분석기(302), 테스트 위치 결정 시스템(303), 핸들러(304) 및/또는 온도 유닛(307)의 컴포넌트들과 연관된 다양한 제어 기능들을 동기화 및/또는 제공하기 위해 사용될 수 있다. 특정 구현들에서, 제어기(306)는 또한 테스트 중인 디바이스(308)의 빔 송신을 제어 또는 명령한다. 제어기(306)는 프로세서 또는 다른 적절한 전자 하드웨어를 사용하는 것을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 광범위한 방식으로 구현될 수 있다. 특정 구현들에서, 제어기(306) 및 테스트 장비(300), 예를 들어, 테스트 위치 결정 시스템(303)의 다른 기능을 구현하기 위해 공통 하드웨어(예를 들어, 컴퓨터 프로세싱 유닛, 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이, 마이크로제어기, 및/또는 다른 적절한 전자 하드웨어)가 사용될 수 있다.

[0262] 테스트 장비(300)는 명확화를 위해 특정 컴포넌트들을 포함하는 것으로 예시 및 설명되었지만, 테스트 장비(300)는 다른 방식으로 수정 또는 적응될 수 있다. 예를 들어, 테스트 장비(300)는 전원들, 센서들, 디지털 신호 프로세싱 기구들 및/또는 케이블들 및 상호연결부와 같은 추가적인 컴포넌트들을 더 포함할 수 있다.

[0263] 도 19는 고조파 빔형성에 기초한 테스트 위치 결정을 갖는 테스트 장비(400)의 다른 실시예의 개략도이다. 테스트 장비(400)는 하우징(401), 회전가능한 챔버(402), 회전가능한 테스트 플랫폼(403) 및 측정 안테나들(404)을 포함한다. 예시된 실시예에서, 테스트 중인 디바이스(408)(예를 들어, 이러한 예에서는 디바이스)는 회전가능한 챔버(402)에 위치되었다. 도 19에 도시된 바와 같이, 회전가능한 챔버(402)는 신호 반사를 금지하여 회전가능한 챔버(402)에 반향없는 특성들을 제공하도록 동작가능한 내측 벽들(405)을 포함한다.

[0264] 예시된 실시예에서, 플랫폼(402)은 도 19에 대해 수직 방향으로 연장되는 축을 중심으로 회전가능하다. 추가적으로, 회전가능한 챔버(402)는 실린더 형상으로 구현되고, 실린더의 축을 중심으로 회전가능하다. 추가적으로, 하우징(401)은, 플랫폼(403) 및 회전가능한 챔버(402)의 회전을 제어하여 테스트 중인 디바이스(408)와 측정 안테나들(404) 사이의 상대적 위치설정을 제어하도록 구성되는 전자기기(예를 들어, 테스트 위치 결정 시스템 및/또는 제어기)를 그 안에 포함한다.

[0265] 도 19의 테스트 장비(400)는 고조파 빔형성에 기초한 테스트 위치 결정으로 동작하기에 적절한 테스트 장비의 일 실시예를 예시한다. 예를 들어, 테스트 장비(400)는 테스트 위치 결정 시스템(예를 들어, 도 18의 테스트 위치 결정 시스템(303))으로 구현되어, 고조파 로브들과 연관된 테스트 위치들에서 방출 테스트를 수행할 수 있다. 테스트 장비(400)는 고조파 빔형성에 기초한 테스트 위치 결정을 갖는 테스트 장비의 일 실시예를 예시하지만, 본원의 교시들은 광범위한 방식으로 구현된 테스트 장비에 적용가능하다.

[0266] 이러한 방식으로 방출 테스트를 제공함으로써, 고조파 방출들의 높은 가능성과 연관된 위치들이 식별될 수 있고 신속한 테스트 시간이 달성될 수 있다. 따라서, 품질 보장 체크, 플랫폼 레벨 테스트, 교정 테스트, 인증 테스트

트 및/또는 일치 테스트가 더 짧은 테스트 시간으로 수행될 수 있다.

- [0267] 도 20은 일 실시예에 따른 방출 테스트의 방법(450)의 개략도이다. 방법(450)은 더 많거나 더 적은 동작들을 포함할 수 있고, 동작들은 필요에 따라 임의의 순서로 수행될 수 있음을 이해할 것이다. 예시된 방법(450)은 셀룰러 통신 조립체들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌, 광범위한 테스트 중인 디바이스들을 테스트하기 위해 사용될 수 있다. 방법(450)은 자동화된 또는 반-자동화된 테스트 장비와 같은 임의의 적절한 테스트 장비에 의해 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 방법(450)은 도 18의 테스트 장비(300)에 의해 수행된다. 다른 실시예에서, 방법(450)은 도 19의 테스트 장비(400)에 의해 수행된다.
- [0268] 방법(450)은 방출 테스트 방법의 일 실시예를 예시하지만, 본원의 교시들은 광범위한 방식으로 구현되는 테스트 방법들에 적용가능하다.
- [0269] 방법(450)은 블록(451)에서 시작하고, 여기서, 신호 빔은 제조(전체 또는 부분적 제조를 포함함) 이후 셀룰러 통신 조립체의 안테나 어레이를 사용하여 송신되고, 신호 빔은 기본 로브 및 하나 이상의 고조파 로브를 포함한다.
- [0270] 단계(451)에서 시작하는 것으로 예시되었지만, 방법(450)은 단계(451) 전에 추가적인 단계들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 특정 구현들에서, 자동화된 핸들러(예를 들어, 도 18의 핸들러(304))는 신호 빔을 송신하기 전에 셀룰러 통신 조립체를 (예를 들어, 테스트 챔버로 및/또는 테스트 플랫폼 상으로) 이동시키기 위해 사용된다.
- [0271] 후속 블록(452)에서, 신호 빔의 하나 이상의 테스트 위치는 테스트 장비를 사용하여 기본 로브의 방향을 검출하는 것에 기초하여 결정되고, 하나 이상의 테스트 위치는 하나 이상의 고조파 로브와 연관된 위치들에 대응한다. 특정 구성들에서, 기본 로브의 방향을 검출하는 것은 하나 이상의 측정 안테나(예를 들어, 도 18의 측정 안테나(들)(301))를 사용하여 신호 빔을 수신하는 것, 신호 분석기(예를 들어, 도 18의 신호 분석기(302))를 사용하여 수신된 신호(들)를 분석하는 것, 및 테스트 위치 결정 시스템(예를 들어, 도 18의 테스트 위치 결정 시스템(303))을 사용하여 하나 이상의 테스트 위치를 결정하는 것을 포함한다.
- [0272] 방법(450)은 블록(453)으로 계속되고, 여기서 고조파 방출들의 레벨은 테스트 장비를 사용하여 테스트 위치들 각각에서 평가된다. 특정 구현들에서, 고조파 방출들은, 테스트 위치에 도달하도록 셀룰러 통신 조립체(예를 들어, 도 18의 테스트 중인 디바이스(308))와 하나 이상의 측정 안테나(예를 들어, 도 18의 측정 안테나(들)(301)) 사이의 상대적 위치설정을 제어하고, 임의의 적절한 테스트 장비(예를 들어, 도 18의 측정 안테나(들)(301) 및 신호 분석기(302))를 사용하여 테스트 위치에서 방출 레벨을 측정함으로써 테스트 위치들 각각에서 측정된다.
- [0273] 후속 블록(454)에서, 각각의 테스트된 위치에서 고조파 방출들의 레벨이 미리 결정된 임계치 아래인 것으로 결정되는 경우, 셀룰러 통신 조립체는 방출 테스트를 준수한다고 설정된다.
- [0274] 따라서, 테스트된 위치들에서 고조파 방출들의 레벨이 임계치 미만인 경우, 셀룰러 통신 조립체는 방출 테스트를 준수한다. 그러나, 테스트된 위치들 중 하나 이상에서 고조파 방출 테스트의 레벨이 임계치 초과인 경우, 셀룰러 통신은 방출 테스트를 준수하지 않는 것으로 설정된다.
- [0275] 방법(450)은 블록(454)에서 종료되는 것으로 예시되지만, 방법(450)은 다수의 셀룰러 통신 조립체들을 테스트하기 위해 반복적으로 반복될 수 있다. 예를 들어, 방법은 다음 셀룰러 통신 조립체에 대해 블록(451)에서 재시작될 수 있다.
- [0276] **RF 시스템들, 모듈들 및 디바이스들의 예들**
- [0277] 도 21은 모듈(680)의 일 실시예의 평면도이다. 모듈(680)은 안테나 어레이(들)(681), 기관(682), 캡슐화부(683), IC(들)(684), 표면 마운트 디바이스(들) 또는 SMD(들)(685), 집적된 수동 디바이스(들) 또는 IPD(들)(686) 및 차폐부(687)를 포함한다. 모듈(680)은 빔 제어를 제공하는 통신 디바이스의 모듈에 포함될 수 있는 컴포넌트들 및 구조들의 다양한 예들을 예시한다.
- [0278] 컴포넌트들 및 구조들의 조합의 일례가 도시되지만, 모듈은 더 많거나 더 적은 컴포넌트들 및/또는 구조들을 포함할 수 있다.
- [0279] 도 22a는 모듈(700)의 다른 실시예의 사시도이다. 도 22b는 라인들 22B-22B를 따라 취해진 도 22a의 모듈(700)의 단면이다.
- [0280] 모듈(700)은 라미네이트된 기관 또는 라미네이트(701), 반도체 다이 또는 IC(702)(도 22a에서는 가시적이 아

님), SMD들(도 22a에서는 가시적이 아님), 및 안테나 요소들(710a1, 710a2, 710a3 ... 710an, 710b1, 710b2, 710b3 ... 710bn, 710c1, 710c2, 710c3 ... 710cn, 710m1, 710m2, 710m3 ... 710mn)을 포함하는 안테나 어레이를 포함한다.

- [0281] 도 22a 및 도 22b에 도시되지 않지만, 모듈(700)은 명확성을 위해 도면들로부터 생략된 추가적인 구조들 및 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 또한, 모듈(700)은 특정 애플리케이션 및/또는 구현에 대해 원하는 대로 광범위한 방식으로 수정 또는 적응될 수 있다.
- [0282] 안테나 요소들(710a1, 710a2, 710a3 ... 710an, 710b1, 710b2, 710b3 ... 710bn, 710c1, 710c2, 710c3 ... 710cn, 710m1, 710m2, 710m3 ... 710mn)은 라미네이트(701)의 제1 표면 상에 형성되고, 구현에 기초하여 신호들을 수신 및/또는 송신하기 위해 사용될 수 있다. 안테나 요소들의 4x4 어레이가 도시되지만, 타원형들로 표시된 바와 같이 더 많거나 더 적은 안테나 요소들이 가능하다. 또한, 안테나 요소들은 예를 들어, 안테나 요소들의 비-균일 배열들을 사용하는 어레이들을 포함하는 다른 패턴들 또는 구성들로 배열될 수 있다. 또한, 다른 실시예에서, 송신 및 수신을 위한 별개의 안테나 어레이들과 같은 다수의 안테나 어레이들이 제공된다.
- [0283] 예시된 실시예에서, IC(702)는 제1 표면에 대향하는 라미네이트(701)의 제2 표면 상에 있다. 그러나, 다른 구현들이 가능하다. 일례에서, IC(702)는 라미네이트(701) 내부에 통합된다.
- [0284] 특정 구현들에서, IC(702)는 안테나 요소들(710a1, 710a2, 710a3 ... 710an, 710b1, 710b2, 710b3 ... 710bn, 710c1, 710c2, 710c3 ... 710cn, 710m1, 710m2, 710m3 ... 710mn)과 연관된 신호 컨디셔닝 회로들, 및 고조파 로브들과 관련된 하나 이상의 고려사항에 기초하여 신호 컨디셔닝 회로들을 동적으로 제어하기 위한 빔 스티어링 회로를 포함한다. 하나의 반도체 칩을 갖는 구현이 도시되지만, 본원의 교시들은 추가적인 칩들을 갖는 구현들에 적용가능하다.
- [0285] 라미네이트(701)는 예를 들어, 전도성 층들, 유전체 층들 및/또는 솔더 마스크들을 포함하는 다양한 구조들을 포함할 수 있다. 층들을 형성하기 위해 사용되는 층들의 수, 층 두께 및 재료들은 광범위한 팩터들에 기초하여 선택될 수 있고, 애플리케이션 및/또는 구현에 따라 달라질 수 있다. 라미네이트(701)는 안테나 요소들의 신호 피드(feed)들 및/또는 접지 피드들에 전기적 연결부들을 제공하기 위한 비아(via)들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 특정 구현들에서,비아들은 IC(702)의 시그널링 컨디셔닝 회로들과 대응하는 안테나 요소들 사이에 전기적 연결부들을 제공하는 것을 보조할 수 있다.
- [0286] 안테나 요소들(710a1, 710a2, 710a3 ... 710an, 710b1, 710b2, 710b3 ... 710bn, 710c1, 710c2, 710c3 ... 710cn, 710m1, 710m2, 710m3 ... 710mn)은 광범위한 방식으로 구현된 안테나 요소들에 대응할 수 있다. 일례에서, 안테나 요소들의 어레이는 라미네이트(701)의 제1 측에 패터닝된 전도성 층으로부터 형성된 패치 안테나 요소를 포함하고, 접지 평면은 라미네이트(701)의 대향 측의 또는 라미네이트(701) 내부의 전도성 층을 사용하여 형성된다. 안테나 요소들의 다른 예들은 다이폴 안테나 요소들, 세라믹 공진기들, 스탬핑된 금속 안테나들 및/또는 레이저 다이렉트 구조 안테나들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0287] 도 23은 모바일 디바이스(800)의 일 실시예의 개략도이다. 모바일 디바이스(800)는 기저대역 시스템(801), 서브 밀리미터파(mmW) 트랜시버(802), 서브 mmW 프론트 엔드 시스템(803), 서브 mmW 안테나들(804), 전력 관리 시스템(805), 메모리(806), 사용자 인터페이스(807), 서브 mmW 기저대역(BB)/중간 주파수(IF) 트랜시버(812), mmW 프론트 엔드 시스템(813) 및 mmW 안테나들(814)을 포함한다.
- [0288] 모바일 디바이스(800)는 2G, 3G, 4G(LTE, LTE-어드밴스드 및 LTE-어드밴스드 프로를 포함함), 5G NR, WLAN(예를 들어, Wi-Fi), WPAN(예를 들어, 블루투스 및 지그비), WMAN (예를 들어, WiMax), 및/또는 GPS 기술들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 매우 다양한 통신 기술들을 사용하여 통신하기 위해 사용될 수 있다.
- [0289] 예시된 실시예에서, 서브 mmW 트랜시버(802), 서브 mmW 프론트 엔드 시스템(803) 및 서브 mmW 안테나들(804)은 밀리미터파 주파수들 아래의 센티미터파들 및 다른 무선 주파수 신호들을 송신 및 수신하도록 기능한다. 추가적으로, mmW BB/IF 트랜시버(812), mmW 프론트 엔드 시스템(813) 및 mmW 안테나들(814)은 밀리미터파들을 송신 및 수신하도록 기능한다. 하나의 특정 예가 도시되어 있지만, 상이한 주파수 범위들에 걸쳐 동작하는 회로를 사용하여 동작하는 모바일 디바이스들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 다른 구현들이 가능하다.
- [0290] 서브 mmW 트랜시버(802)는 송신을 위한 RF 신호들을 생성하고, 서브 mmW 안테나들(804)로부터 수신된 착신 RF 신호들을 프로세싱한다. RF 신호들의 송신 및 수신과 연관된 다양한 기능들은 서브 mmW 트랜시버(802)로서 도 23에 포괄적으로 표현된 하나 이상의 컴포넌트에 의해 달성될 수 있음을 이해할 것이다. 일례에서, 특정 유형

들의 RF 신호들을 조작하기 위해 별개의 컴포넌트들(예를 들어, 별개의 회로들 또는 다이들)이 제공될 수 있다.

- [0291] 서브 mmW 프론트 엔드 시스템(803)은 안테나들(804)로 송신되는 및/또는 그로부터 수신되는 신호들을 컨디셔닝하는 것을 돕는다. 예시된 실시예에서, 프론트 엔드 시스템(803)은 전력 증폭기들(PA들)(821), 저잡음 증폭기들(LNA들)(822), 필터들(823), 스위치들(824) 및 듀플렉서들(825)을 포함한다. 그러나, 다른 구현들이 가능하다.
- [0292] 예를 들어, 서브 mmW 프론트 엔드 시스템(803)은, 송신을 위해 신호들을 증폭하는 것, 수신된 신호들을 증폭하는 것, 신호들을 필터링하는 것, 상이한 대역들 사이에서 스위칭하는 것, 상이한 전력 모드들 사이에서 스위칭하는 것, 송신 및 수신 모드들 사이에서 스위칭하는 것, 신호들의 듀플렉싱, 신호들의 멀티플렉싱(예를 들어, 다이플렉싱(diplexing) 또는 트리플렉싱(triplexing)) 또는 이들의 임의의 조합을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 다수의 기능들을 제공할 수 있다.
- [0293] 특정 구현들에서, 모바일 디바이스(800)는 캐리어 집성을 지원하여, 피크 데이터 레이트들을 증가시키는 용통성을 제공한다. 캐리어 집성은 FDD(Frequency Division Duplexing) 및 TDD(Time Division Duplexing) 둘 모두에 대해 사용될 수 있고, 복수의 캐리어들 또는 채널들을 집성하기 위해 사용될 수 있다. 캐리어 집성은, 동일한 동작 주파수 대역 내의 인접한 캐리어들이 집성되는 인접한 집성을 포함한다. 캐리어 집성은 또한 비-인접할 수 있고, 공통 대역 내에서 또는 상이한 대역들에서 주파수에서 분리된 캐리어들을 포함할 수 있다.
- [0294] 서브 mmW 안테나들(804)은 매우 다양한 유형들의 통신들에 사용되는 안테나들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 서브 mmW 안테나들(804)은 매우 다양한 주파수들 및 통신 표준들과 연관된 신호들을 송신 및/또는 수신하기 위한 안테나들을 포함할 수 있다.
- [0295] mmW BB/IF 트랜시버(812)는 송신을 위한 밀리미터파 신호들을 생성하고, mmW 안테나들(814)로부터 수신된 착신 밀리미터파 신호들을 프로세싱한다. RF 신호들의 송신 및 수신과 연관된 다양한 기능들은 mmW 트랜시버(812)로서 도 23에 포괄적으로 표현된 하나 이상의 컴포넌트에 의해 달성될 수 있음을 이해할 것이다. mmW BB/IF 트랜시버(812)는 구현에 기초하여 기저대역 또는 중간 주파수로 동작할 수 있다.
- [0296] mmW 프론트 엔드 시스템(813)은 mmW 안테나들(814)로 송신되는 및/또는 그로부터 수신되는 신호들을 컨디셔닝하는 것을 돕는다. 예시된 실시예에서, 프론트 엔드 시스템(803)은 전력 증폭기들(831), 저잡음 증폭기들(832), 스위치들(833), 상향 변환기들(834), 하향 변환기들(835) 및 위상 시프터들(836)을 포함한다. 그러나, 다른 구현들이 가능하다. 일례에서, 모바일 디바이스(800)는 BB mmW 트랜시버로 동작하고, 상향 변환기들 및 하향 변환기들은 mmW 프론트 엔드 시스템으로부터 생략된다. 다른 예에서, mmW 프론트 엔드 시스템은 밀리미터파 신호들을 필터링하기 위한 필터들을 더 포함한다.
- [0297] mmW 안테나들(814)은 매우 다양한 유형들의 통신들에 사용되는 안테나들을 포함할 수 있다. mmW 안테나들(814)은 매우 다양한 방식으로 구현되는 안테나 요소들을 포함할 수 있고, 특정 구성들에서 안테나 요소들은 하나 이상의 안테나 어레이를 형성하도록 배열된다. 밀리미터파 안테나 어레이들에 대한 안테나 요소들의 예들은 패치 안테나들, 다이폴 안테나 요소들, 세라믹 공진기들, 스탬핑된 금속 안테나들 및/또는 레이저 다이렉트 구조 안테나들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0298] 특정 구현들에서, 모바일 디바이스(800)는 MIMO 통신들 및/또는 스위칭된 다이버시티 통신들을 지원한다. 예를 들어, MIMO 통신들은 단일 무선 주파수 채널에 걸쳐 다수의 데이터 스트림들을 통신하기 위해 다수의 안테나들을 사용한다. MIMO 통신들은 무선 환경의 공간 멀티플렉싱 차이들로 인해 더 높은 신호대 잡음비, 개선된 코딩 및/또는 감소된 신호 간섭으로부터 이점을 얻는다. 스위칭된 다이버시티는, 특정 시간에 동작을 위해 특정 안테나가 선택되는 통신들을 지칭한다. 예를 들어, 스위치는 관측된 비트 에러 레이트 및/또는 신호 강도 표시자와 같은 다양한 팩터들에 기초하여 안테나들의 그룹으로부터 특정 안테나를 선택하기 위해 사용될 수 있다.
- [0299] 모바일 디바이스(800)는 빔형성으로 동작한다. 예를 들어, mmW 프론트 엔드 시스템(813)은 mmW BB/IF 트랜시버(812)에 의해 제어되는 가변 위상을 갖는 위상 시프터들을 포함한다. 추가적으로, 위상 시프터들은 mmW 안테나들(814)을 사용한 신호들의 송신 및/또는 수신을 위해 빔 형성 및 지향성을 제공하도록 제어된다. 예를 들어, 신호 송신의 상황에서, 송신에 사용되는 안테나 어레이에 제공되는 송신 신호들의 위상들은, 방사된 신호들이 보강 간섭 및 상쇄 간섭을 사용하는 것을 결합하여 주어진 방향으로 전파되는 더 큰 신호 강도를 갖는 빔-유사 품질들을 나타내는 집성 송신 신호를 생성하도록 제어된다. 신호 수신 상황에서, 위상들은, 신호가 특정 방향으로로부터 안테나 어레이에 도달하고 있는 경우 더 큰 신호 에너지가 수신되도록 제어된다.
- [0300] 기저대역 시스템(801)은 사용자 인터페이스(807)에 커플링되어, 음성 및 데이터와 같은 다양한 사용자 입력 및

출력(I/O)의 프로세싱을 용이하게 한다. 기저대역 시스템(801)은, 송신을 위한 RF 신호들을 생성하기 위해 트랜시버들에 의해 프로세싱되는 송신 신호들의 디지털 표현들을 서브 mmW 및 mmW 트랜시버들에 제공한다. 기저대역 시스템(801)은 또한 트랜시버들에 의해 제공되는 수신된 신호들의 디지털 표현들을 프로세싱한다. 도 23에 도시된 바와 같이, 기저대역 시스템(801)은 메모리(806)에 커플링되어, 모바일 디바이스(800)의 동작을 용이하게 한다.

[0301] 메모리(806)는 모바일 디바이스(800)의 동작을 용이하게 하고 그리고/또는 사용자 정보의 저장을 제공하기 위한 데이터 및/또는 명령어들을 저장하는 것과 같은 매우 다양한 목적들을 위해 사용될 수 있다.

[0302] 전력 관리 시스템(805)은 모바일 디바이스(800)의 다수의 전력 관리 기능들을 제공한다. 특정 구현들에서, 전력 관리 시스템(805)은 프론트 엔드 시스템들의 전력 증폭기들의 공급 전압들을 제어하는 PA 공급 제어 회로를 포함한다. 예를 들어, 전력 관리 시스템(805)은 PAE(power added efficiency)와 같은 효율을 개선하기 위해 전력 증폭기들 중 하나 이상에 제공되는 공급 전압(들)을 변경하도록 구성될 수 있다.

[0303] 특정 구현들에서, 전력 관리 시스템(805)은 배터리로부터 배터리 전압을 수신한다. 배터리는 예를 들어, 리튬-이온 배터리를 포함하는 모바일 디바이스(800)에서 사용하기 위한 임의의 적절한 배터리일 수 있다.

#### [0304] 결론

[0305] 앞서 설명된 실시예들 중 일부는 무선 통신 디바이스들과 관련된 빔 제어의 예들을 제공하였다. 그러나, 실시예들의 원리들 및 이점들은 본원에 설명된 회로들 및 시스템들 중 임의의 것으로부터 이점이 있는 임의의 다른 시스템들 또는 장치에 사용될 수 있다.

[0306] 문맥상 달리 명백하게 요구되지 않으면, 설명 및 청구항들 전반에 걸쳐, "포함하다", "포함하는" 등의 단어들은 배타적 또는 독점적 의미와 반대로 포괄적인 의미로, 즉, "포함하지만 제한되는 것은 아닌" 의미로 해석되어야 한다. 본원에서 일반적으로 사용되는 바와 같이 "커플링된"이라는 단어는, 직접 연결되거나 하나 이상의 중간 요소를 통해 연결될 수 있는 둘 이상의 요소들을 지칭한다. 마찬가지로, 본원에서 일반적으로 사용되는 바와 같이 "연결된"이라는 단어는, 직접 연결되거나 하나 이상의 중간 요소를 통해 연결될 수 있는 둘 이상의 요소들을 지칭한다. 추가적으로, "본원에서", "위에서", "아래에서"라는 단어 및 유사한 삽입 단어들은, 본 출원에서 사용되는 경우, 본 출원을 전체적으로 지칭하며 본 출원의 임의의 특정 부분들을 지칭하는 것이 아닐 것이다. 문맥이 허용하는 경우, 단수 또는 복수를 사용한 위의 상세한 설명에서의 단어들은 또한 복수 또는 단수를 각각 포함할 수 있다. 둘 이상의 항목들의 리스트를 참조할 때 "또는"이라는 단어는 그 단어의 하기 해석들, 즉, 리스트의 항목들 중 임의의 것, 리스트의 항목들 모두, 및 리스트의 항목들의 임의의 조합 전부를 커버한다.

[0307] 또한, 달리 구체적으로 언급되거나 또는 사용되는 문맥 내에서 달리 이해되지 않는 한, 본원에서 사용되는 조건 언어, 예를 들어, 다른 것들 중에서도 "할 수 있다("can", "could", "might", "can")", "예를 들어("e.g.", "for example", "such as")" 등은 일반적으로, 특정 특징들, 요소들 및/또는 상태들을 특정 실시예들은 포함하는 한편 다른 실시예들은 포함하지 않는 것을 전달하도록 의도된다. 따라서, 이러한 조건 언어는 일반적으로, 특징들, 요소들 및/또는 상태들이 하나 이상의 실시예에 대해 어떠한 방식으로든 요구되는 것, 또는 하나 이상의 실시예가, 필자 입력 또는 프롬프트로 또는 필자 입력 또는 프롬프트 없이, 이러한 특징들, 요소들 및/또는 상태들이 임의의 특정 실시예에 포함되거나 특정 실시예에서 수행되어야 하는지 여부를 판정하기 위한 로직을 반드시 포함하는 것을 의미하도록 의도되지 않는다.

[0308] 본 발명의 실시예들의 상기 상세한 설명은 포괄적인 것, 또는 본 발명을 위에서 개시된 바로 그 형태로 제한하는 것으로 의도되지 않는다. 본 발명의 특정 실시예들 및 예들이 예시적인 목적으로 위에서 설명되었지만, 관련 기술분야의 통상의 기술자들이 인식할 바와 같이, 본 발명의 범위 내에서 다양한 균등한 수정들이 가능하다. 예를 들어, 프로세스들 또는 블록들이 주어진 순서로 제시되지만, 대안적인 실시예들은 단계들을 갖는 루틴들을 상이한 순서로 수행하거나 블록들을 갖는 시스템들을 상이한 순서로 이용할 수 있고, 일부 프로세스들 또는 블록들은 삭제, 이동, 추가, 세분화, 조합 및/또는 수정될 수 있다. 이러한 프로세스들 또는 블록들 각각은 다양한 상이한 방식으로 구현될 수 있다. 또한, 프로세스들 또는 블록들은 직렬로 수행되는 것으로 때때로 도시되지만, 이러한 프로세스들 또는 블록들은 그 대신 병렬로 수행될 수 있거나 상이한 시간들에 수행될 수 있다.

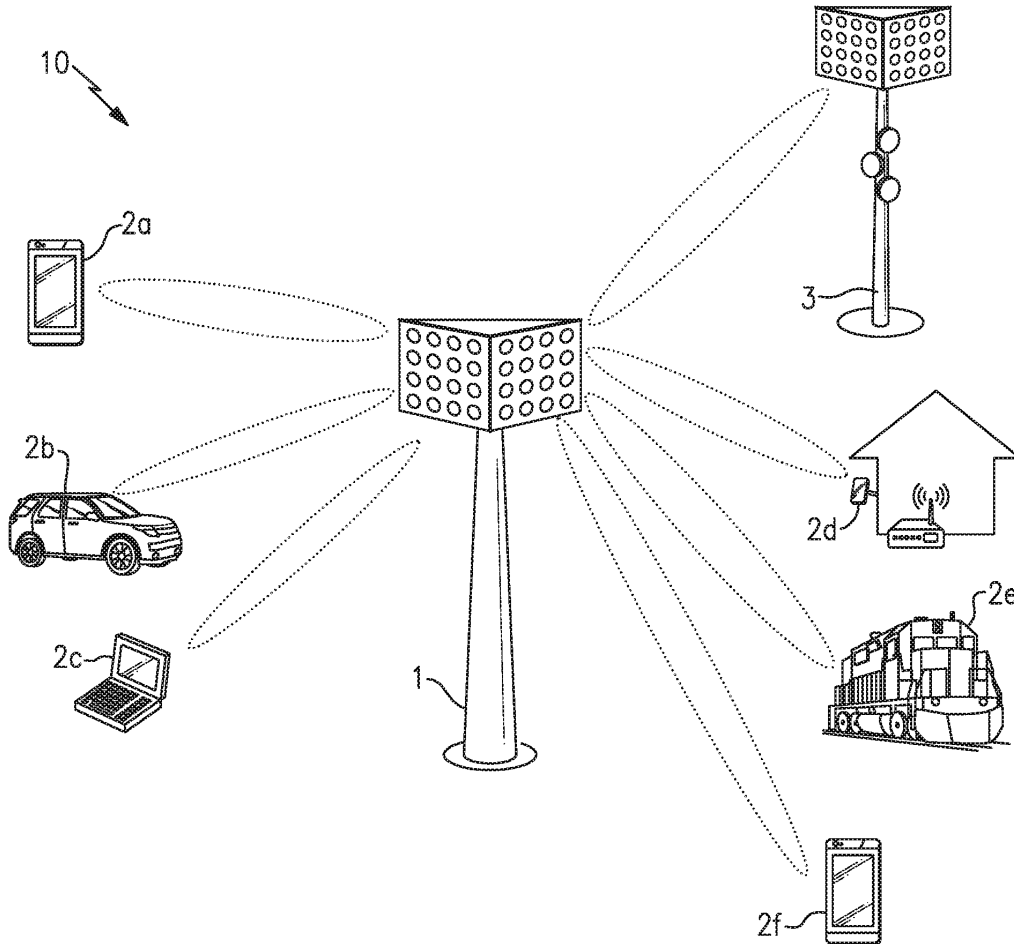
[0309] 본원에 제공된 본 발명의 교시들은 필수적으로 위에서 설명된 시스템이 아닌 다른 시스템들에 적용될 수 있다. 위에서 설명된 다양한 실시예들의 요소들 및 동작들은 추가적인 실시예들을 제공하기 위해 조합될 수 있다.

[0310] 본 발명들의 특정 실시예들이 설명되었지만, 이러한 실시예들은 단지 예시의 방식으로 제시되었고 본 개시내용

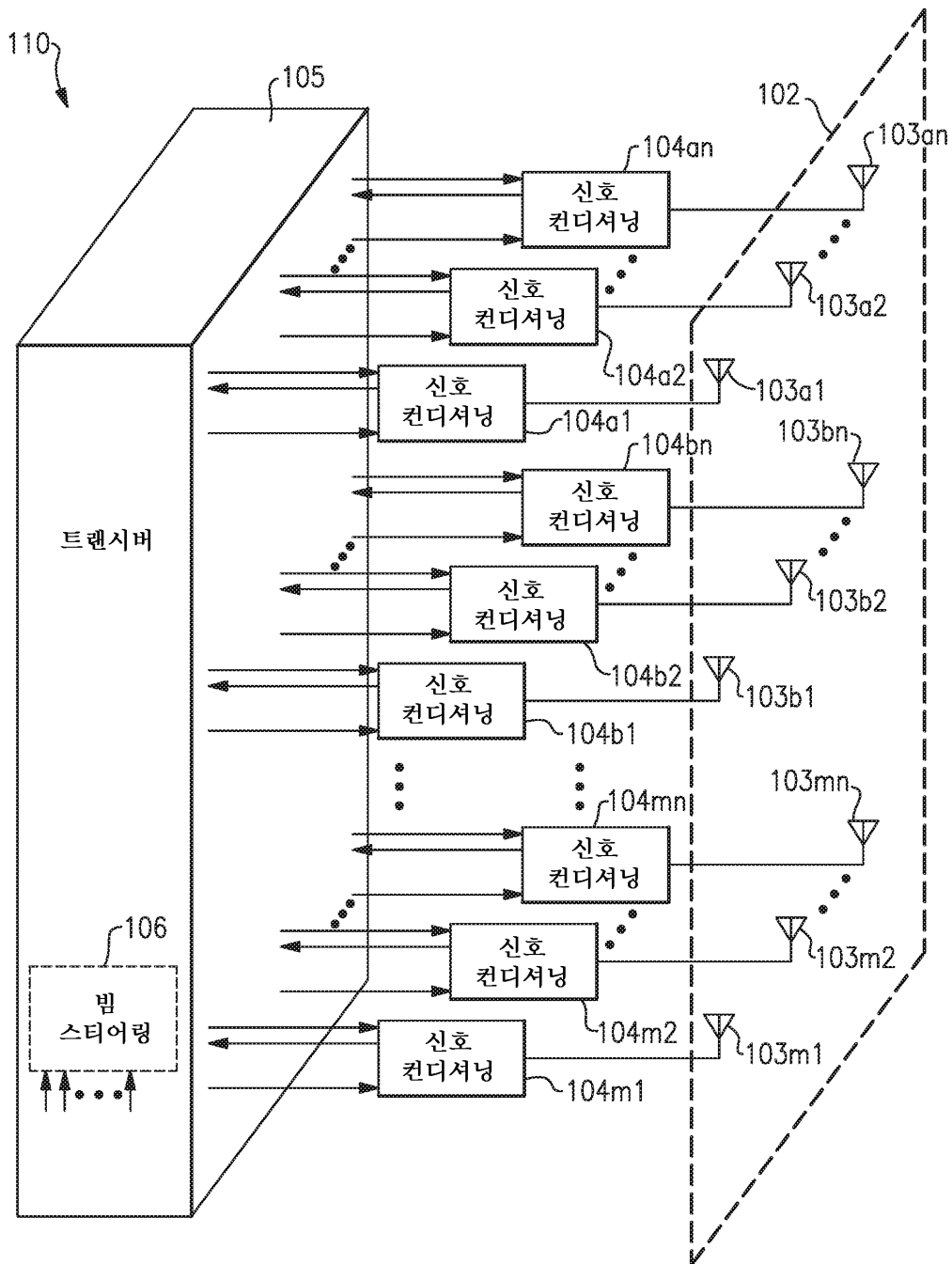
의 범위를 제한하려는 의도가 아니다. 실제로, 본원에 설명된 신규 방법들 및 시스템들은 다양한 다른 형태들로 구현될 수 있고; 또한 본 개시내용의 사상으로부터 벗어남이 없이, 본원에 설명된 방법들 및 시스템들의 형태로 다양한 생략들, 대안들 및 변경들이 행해질 수 있다. 첨부된 청구항들 및 이들의 균등물들은 본 개시내용의 범위 및 사상 내에 속할 이러한 형태들 또는 수정들을 커버하도록 의도된다.

## 도면

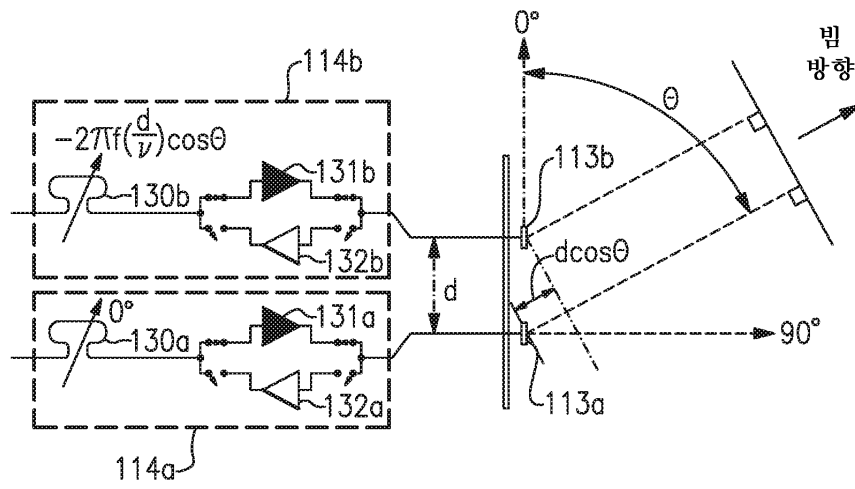
### 도면1



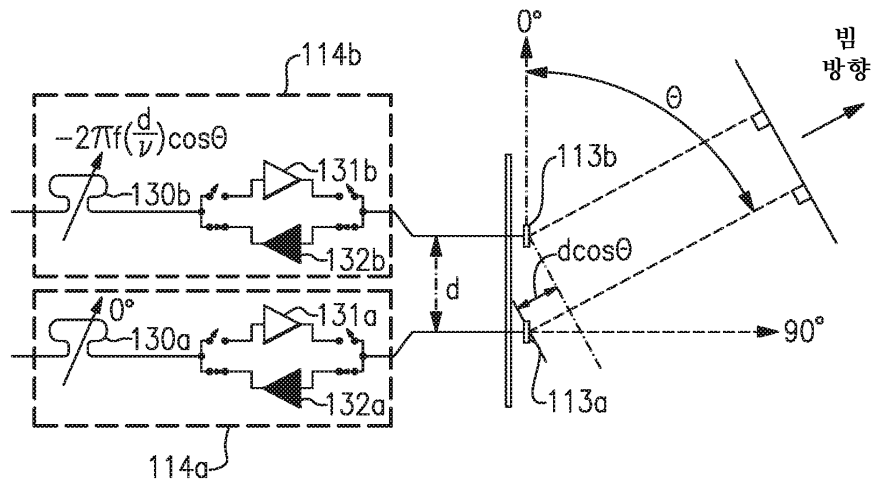
도면2



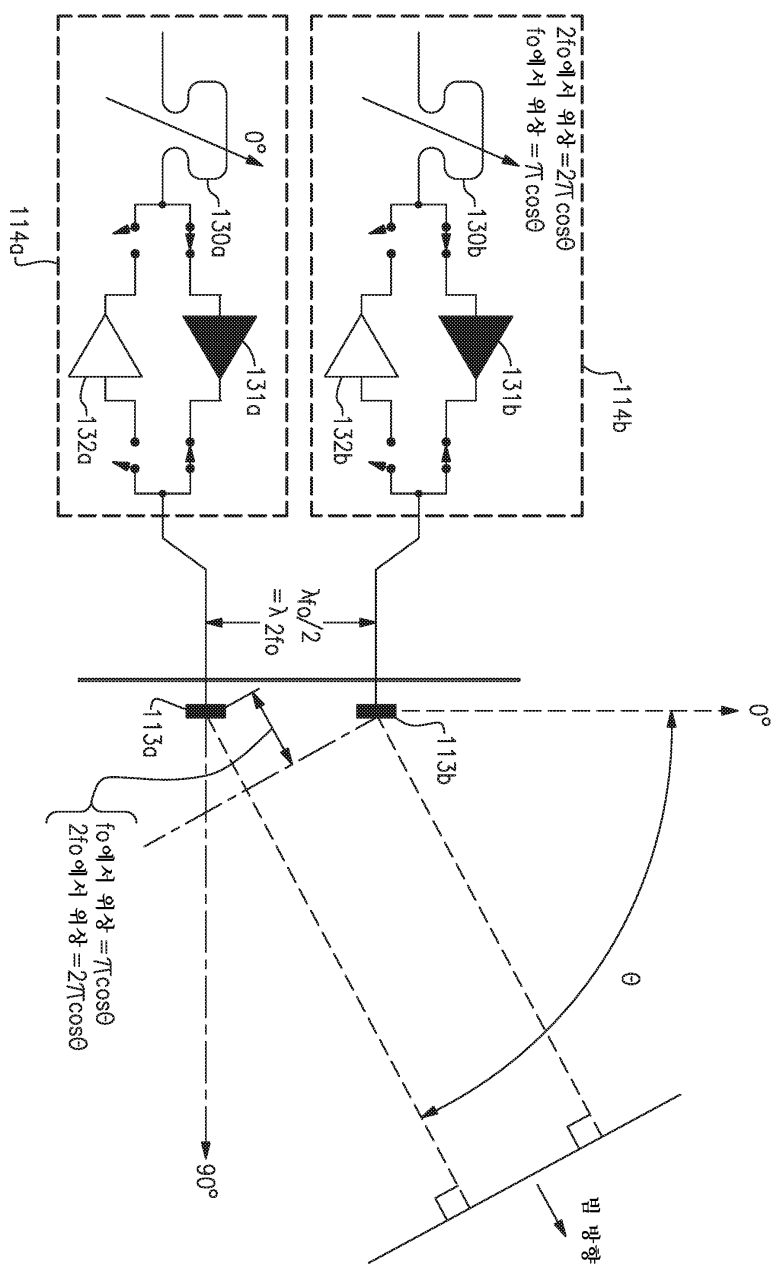
도면3a



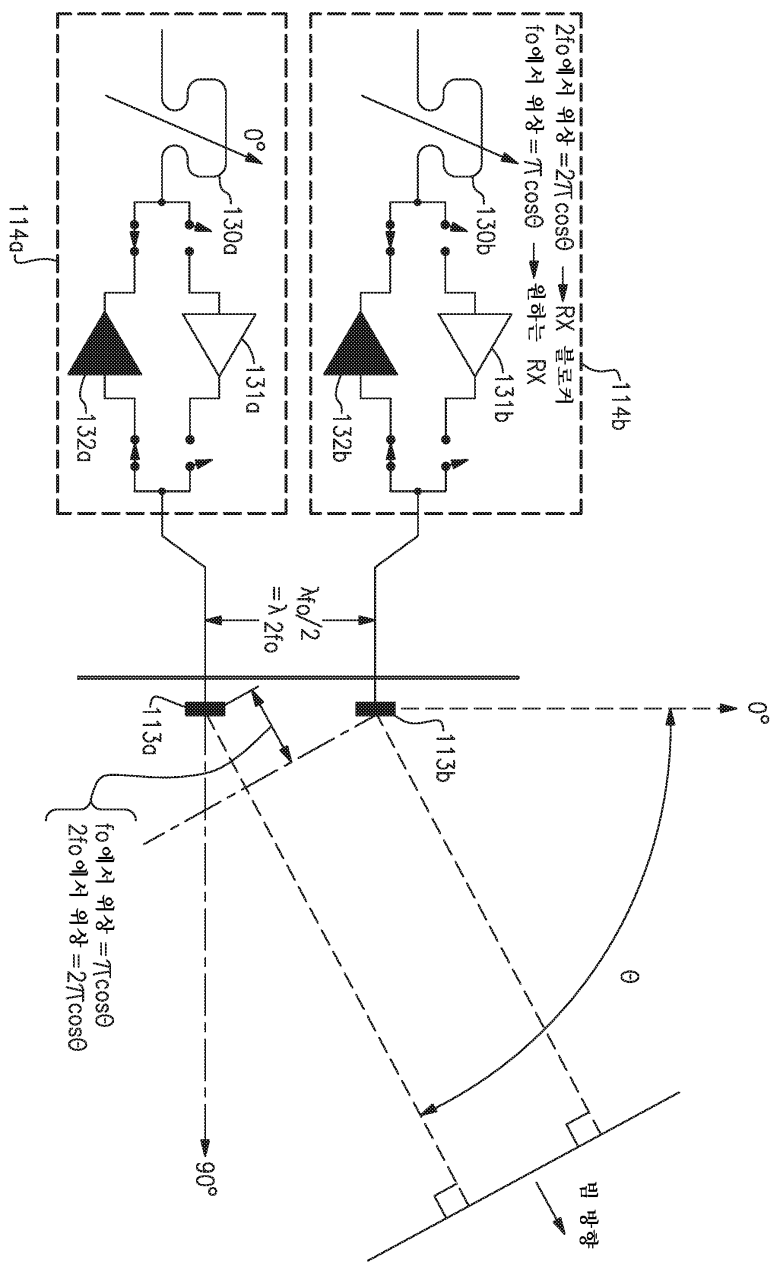
도면3b



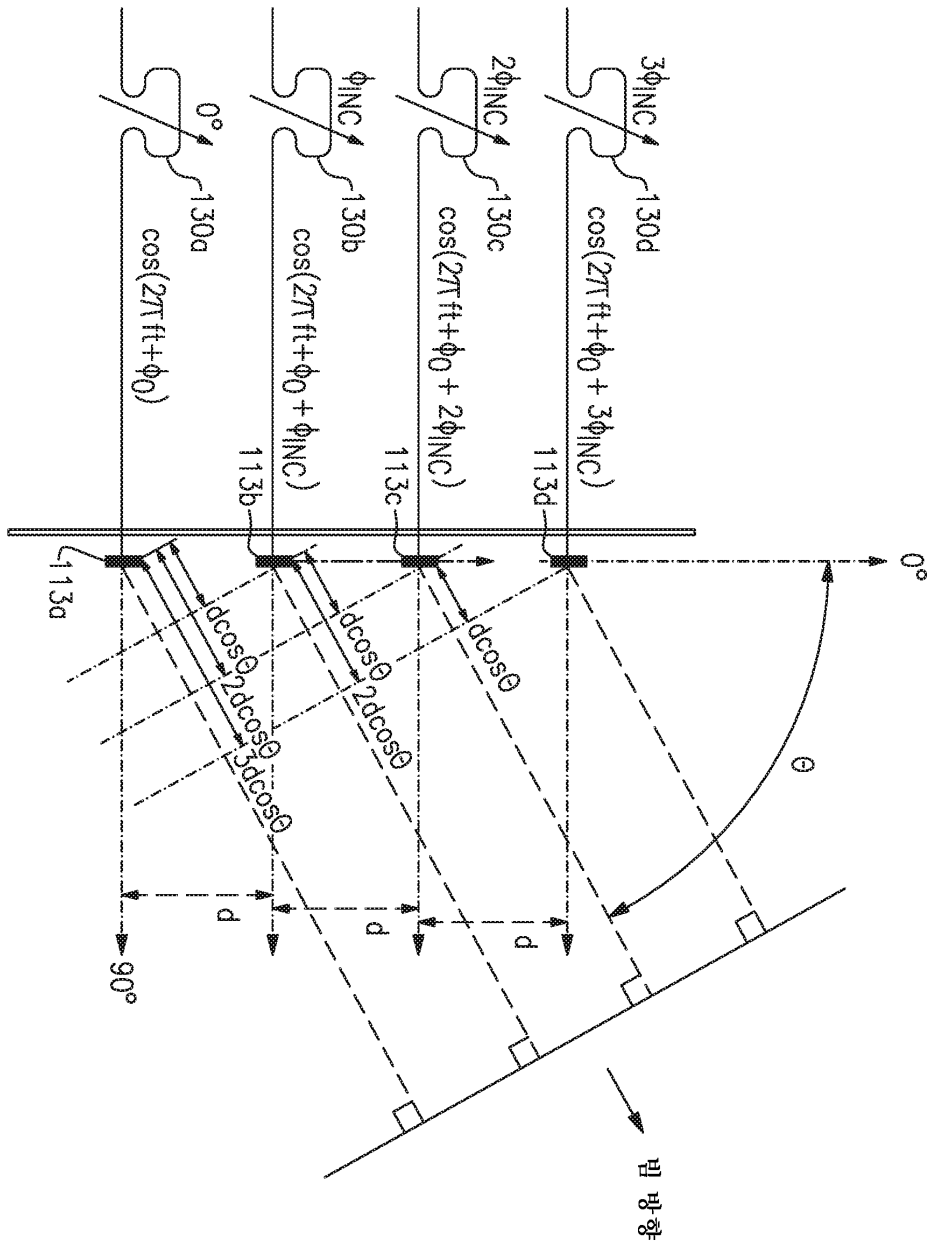
도면3c



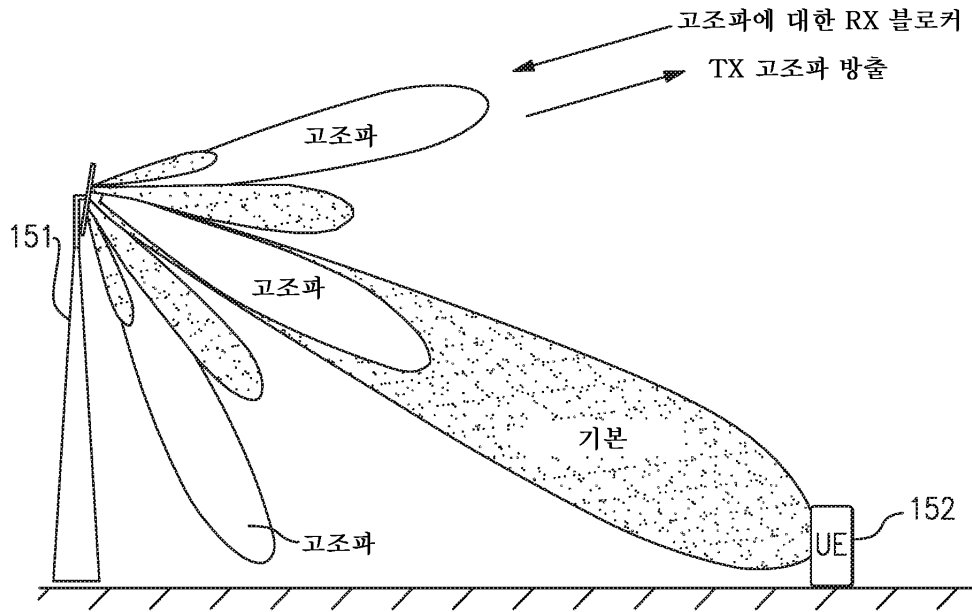
도면3d



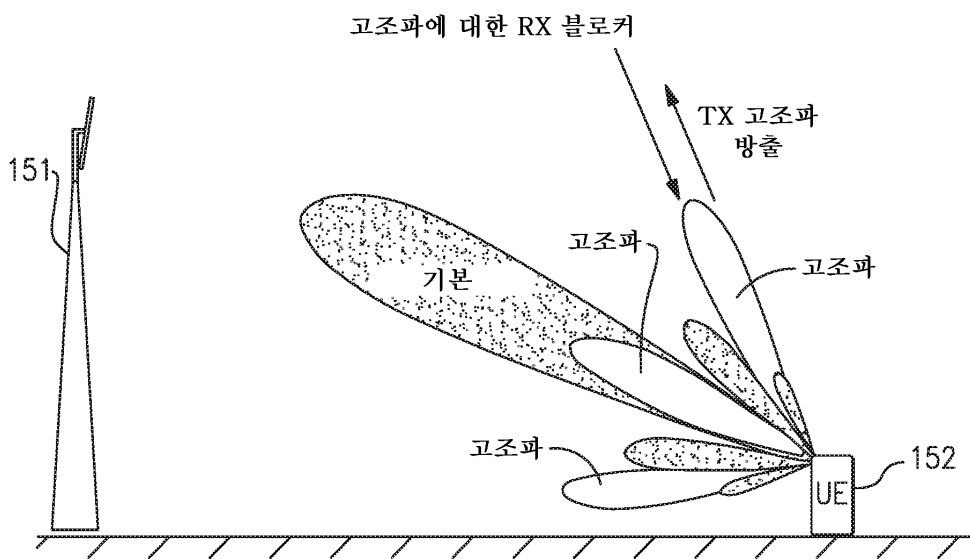
도면3e



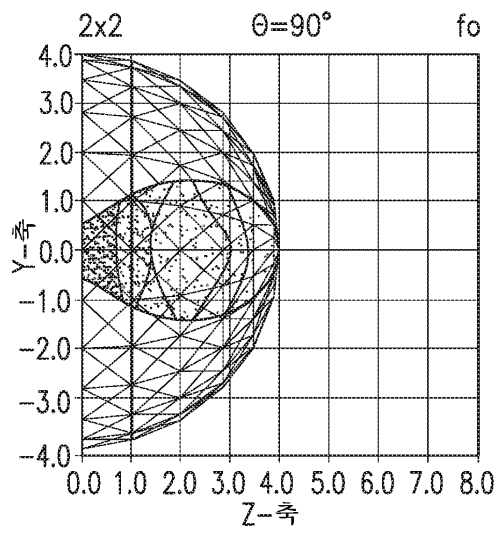
도면4



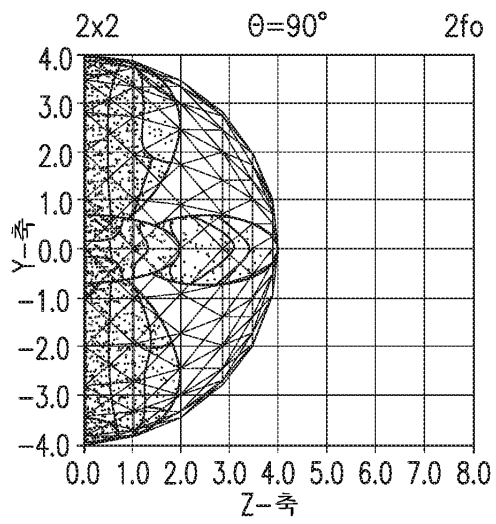
도면5



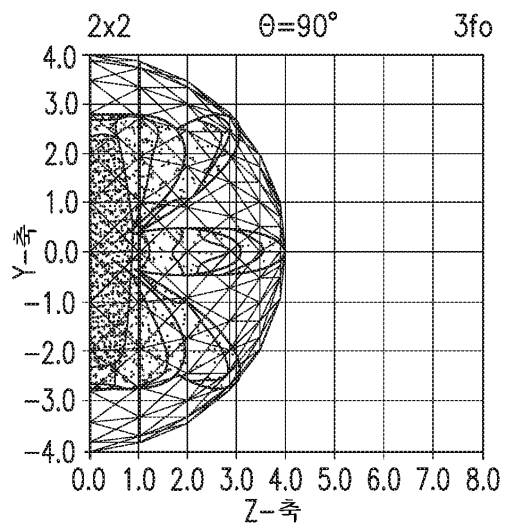
도면6a



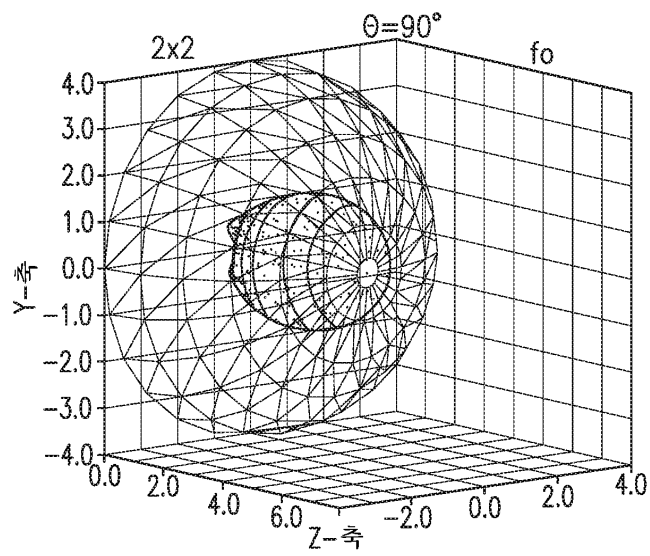
도면6b



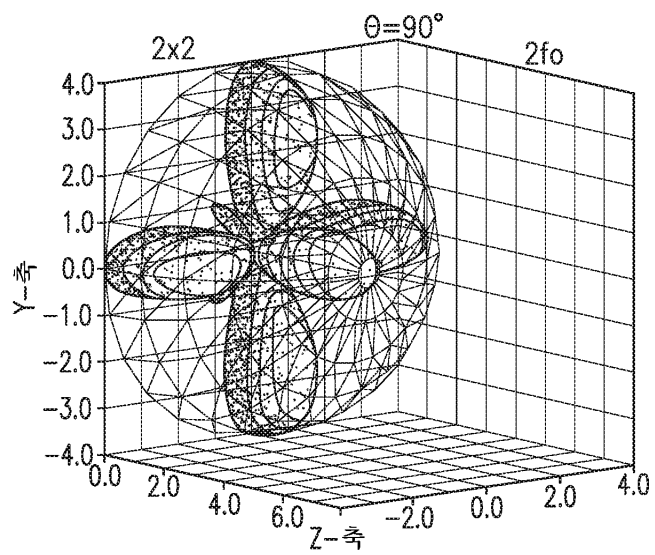
도면6c



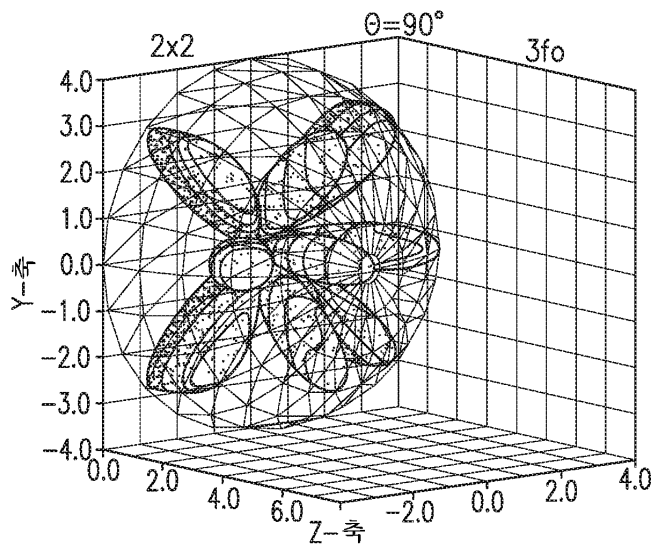
도면7a



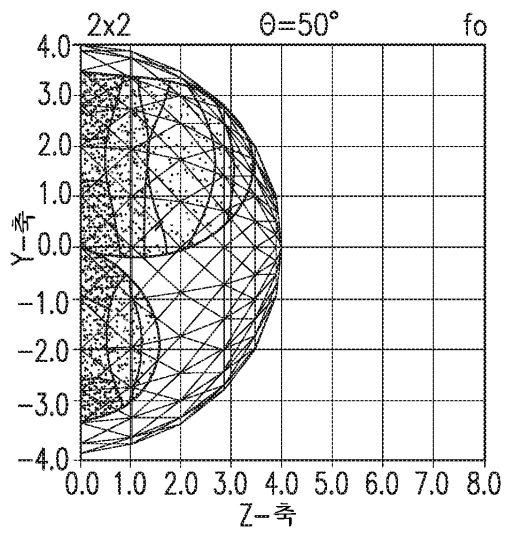
도면7b



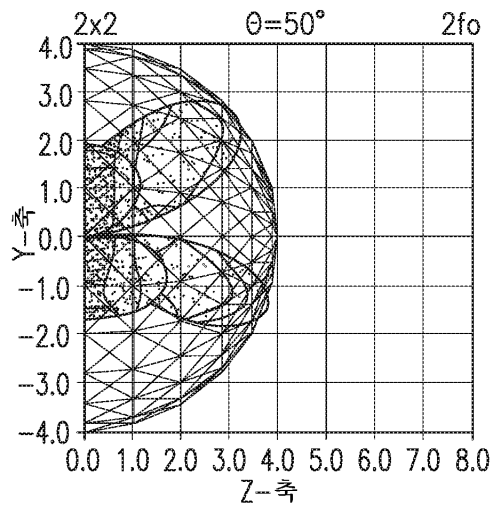
도면7c



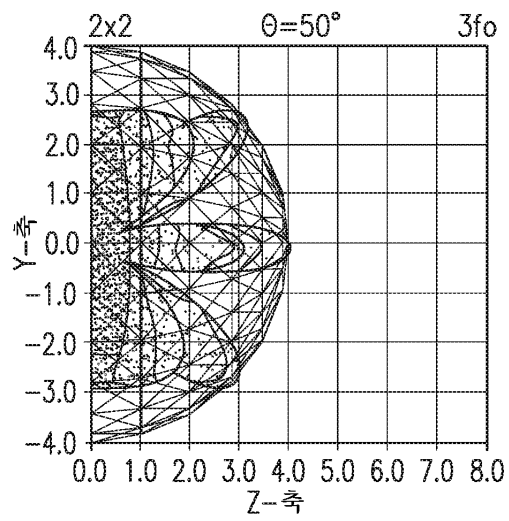
도면8a



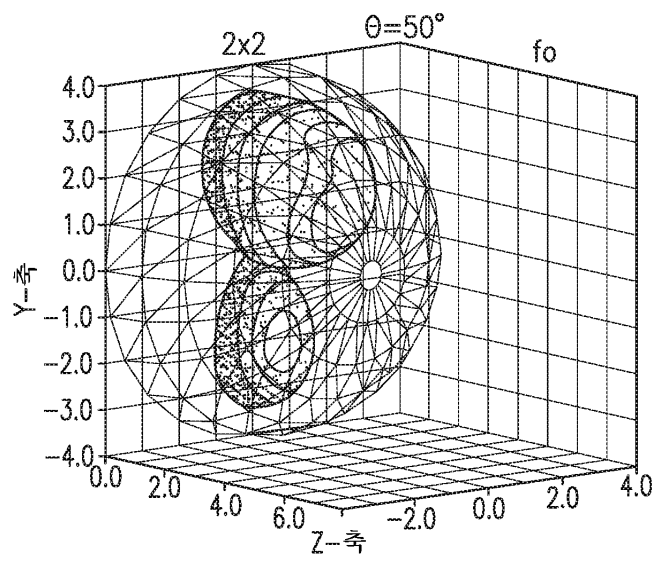
도면8b



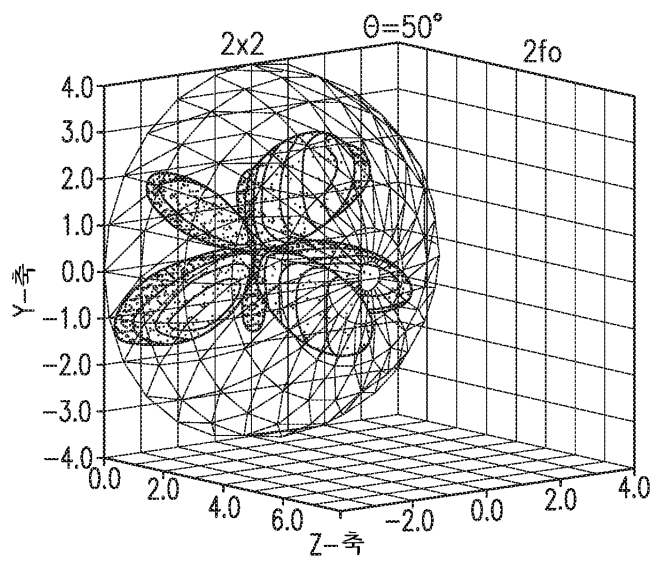
도면8c



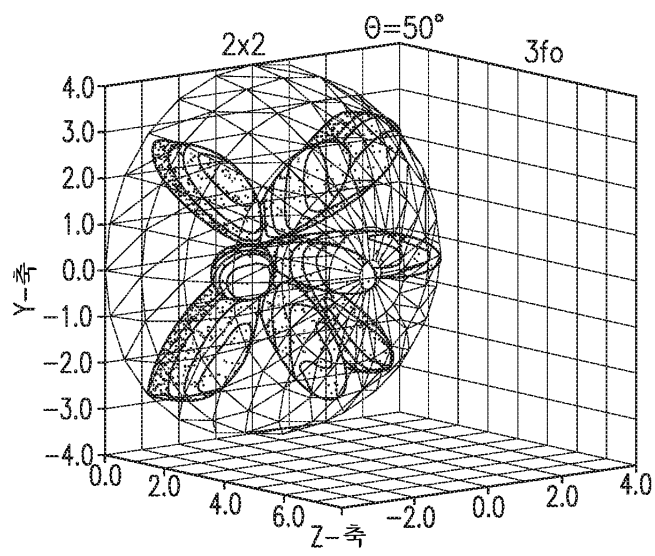
도면9a



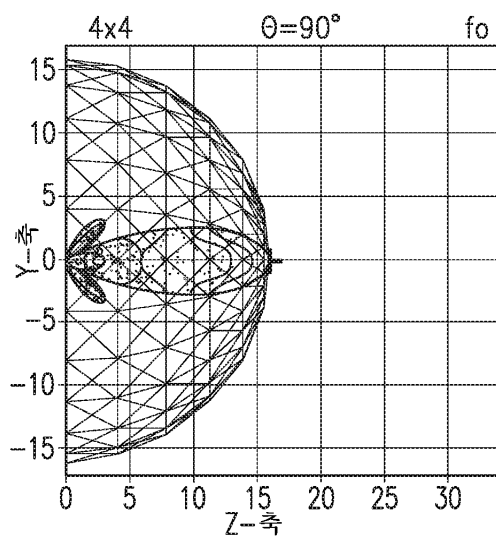
도면9b



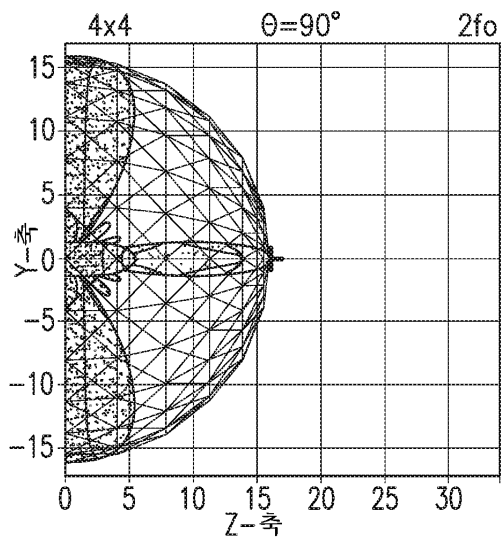
도면9c



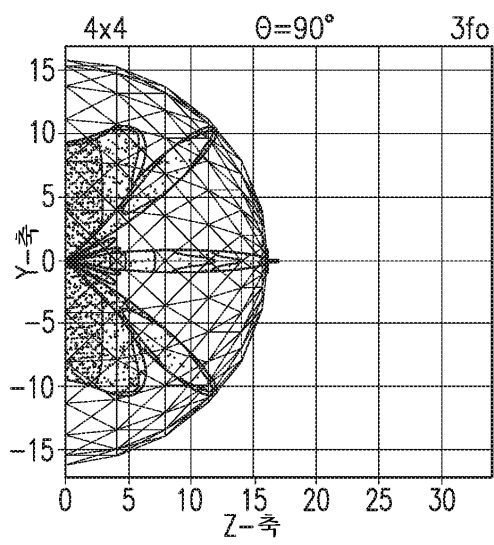
도면10a



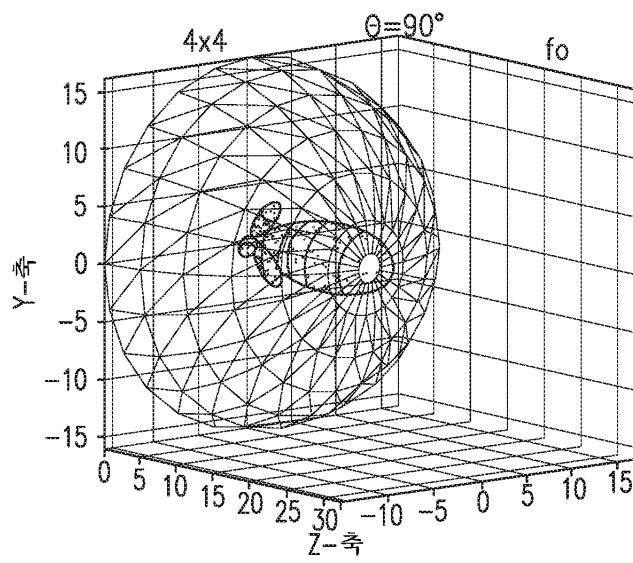
도면10b



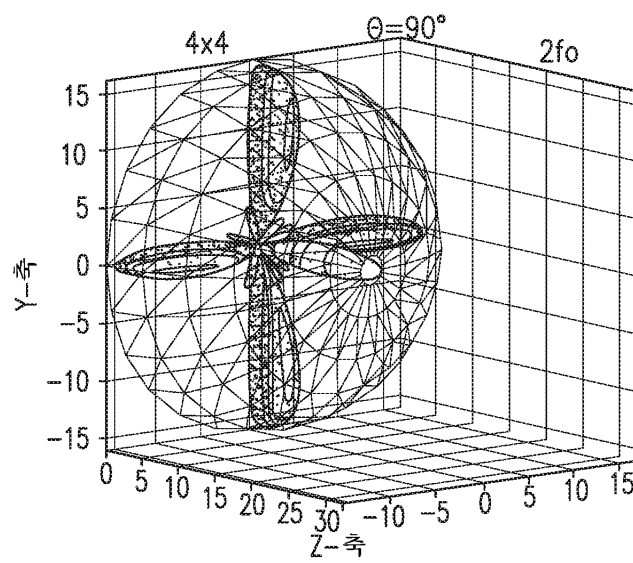
도면10c



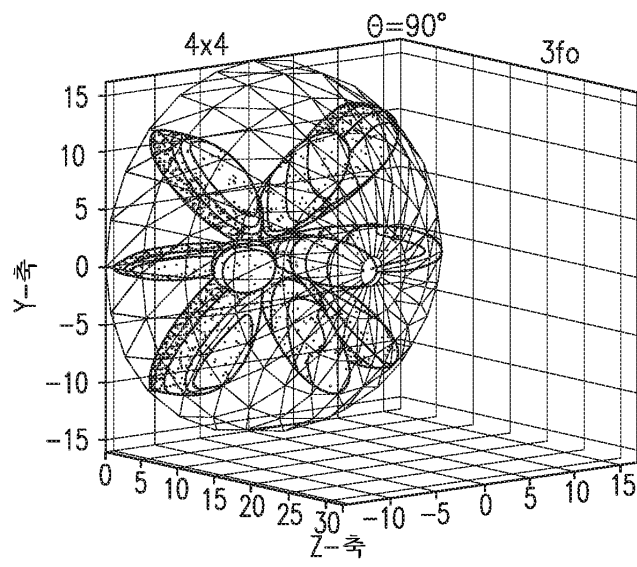
도면11a



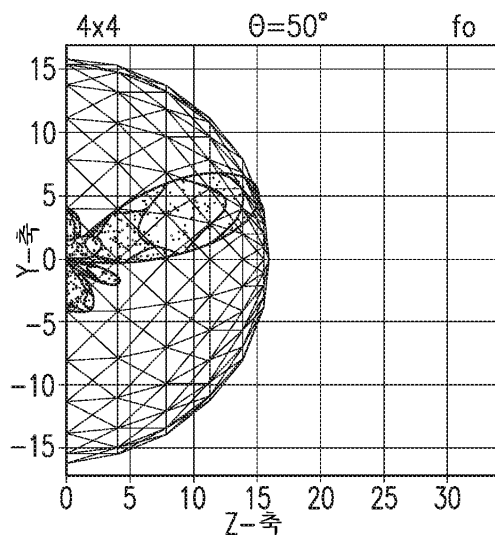
도면11b



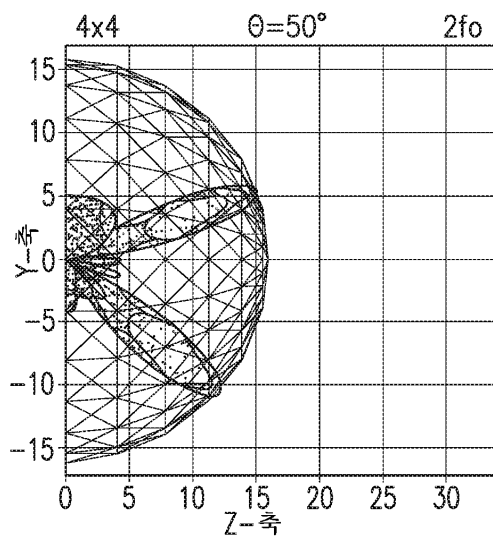
도면11c



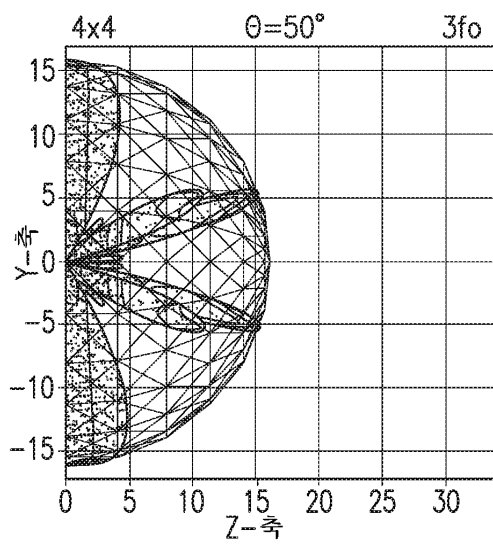
도면12a



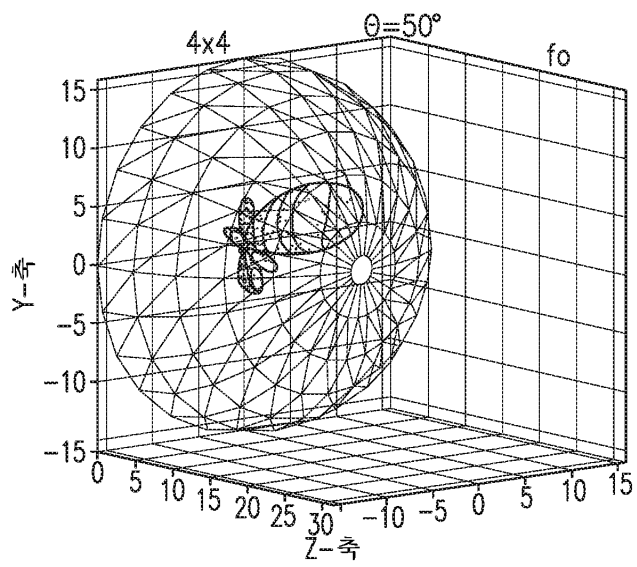
도면12b



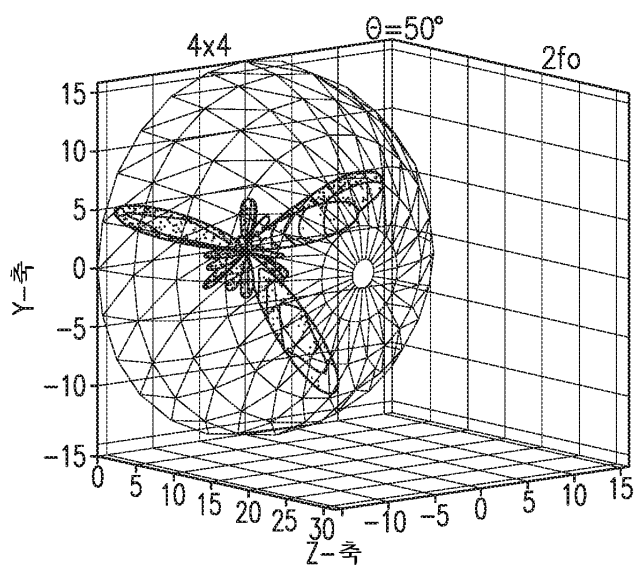
도면12c



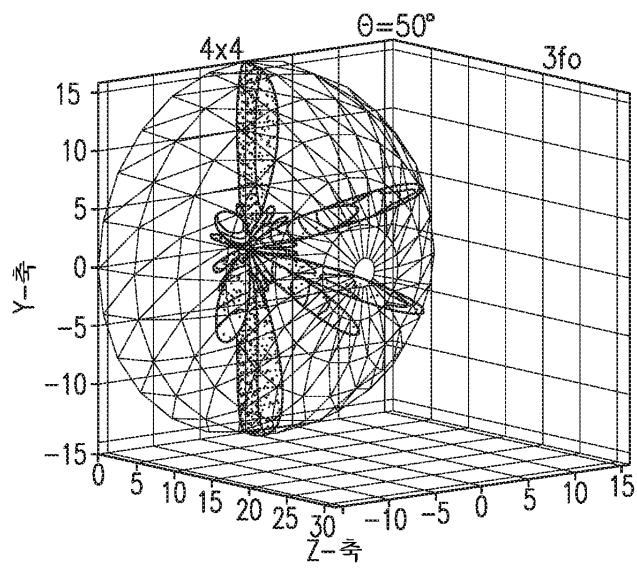
도면13a



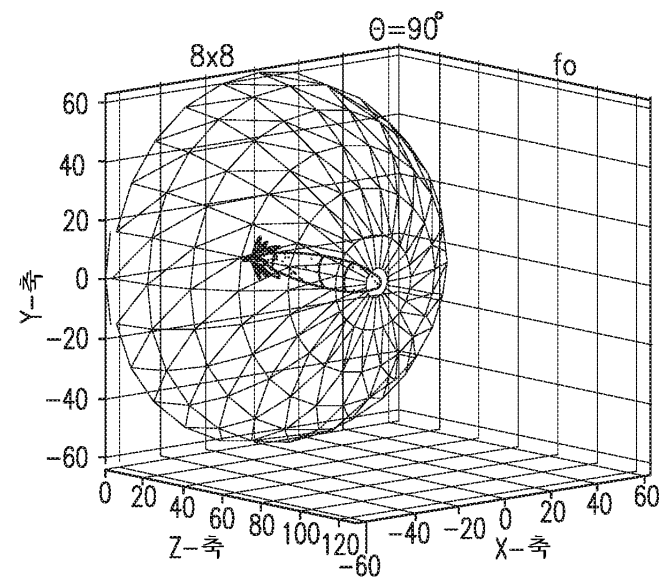
도면13b



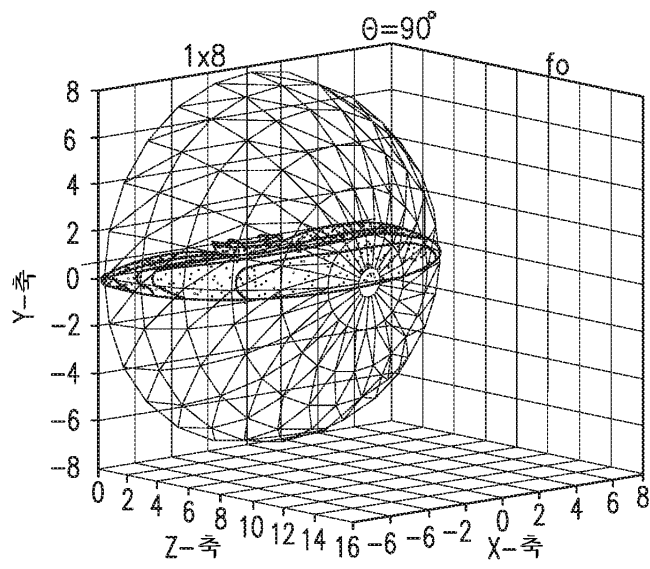
도면13c



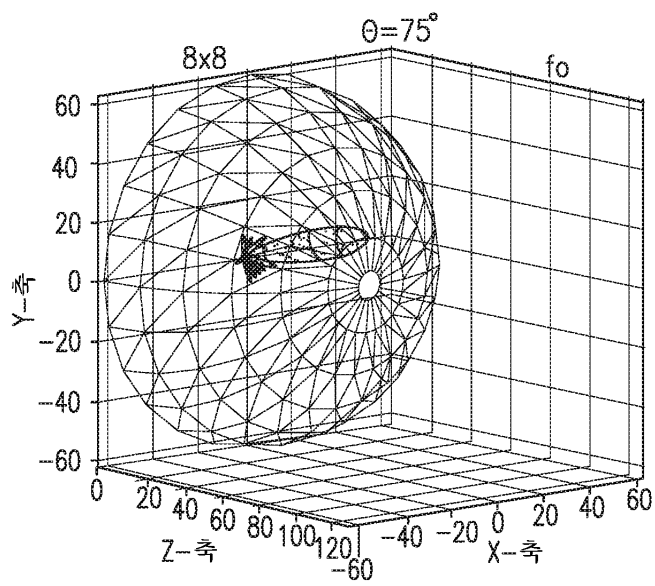
도면14a



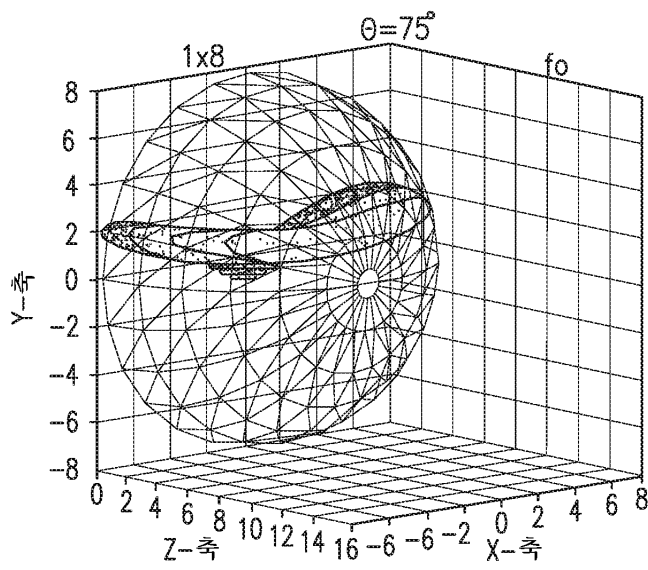
도면14b



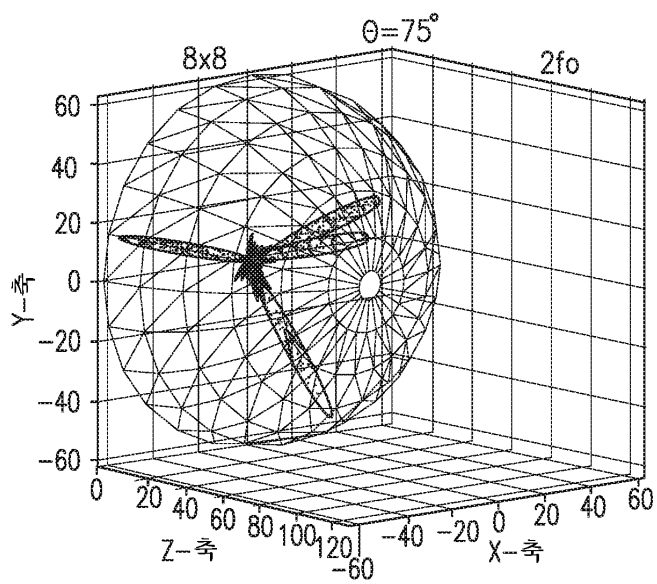
도면15a



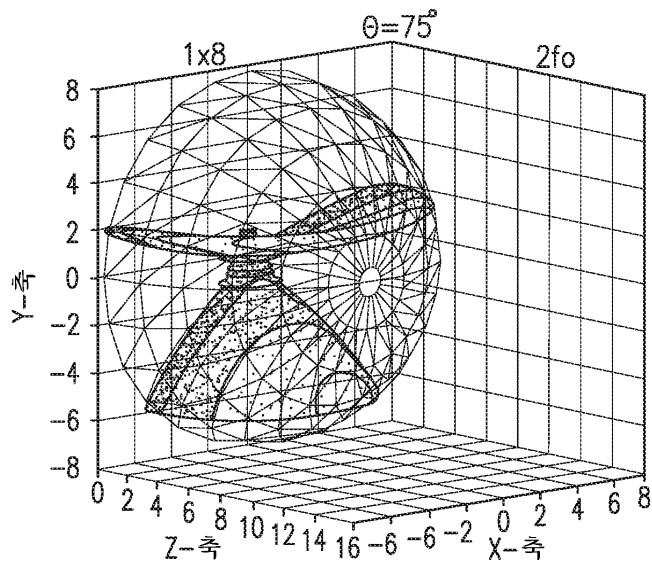
도면15b



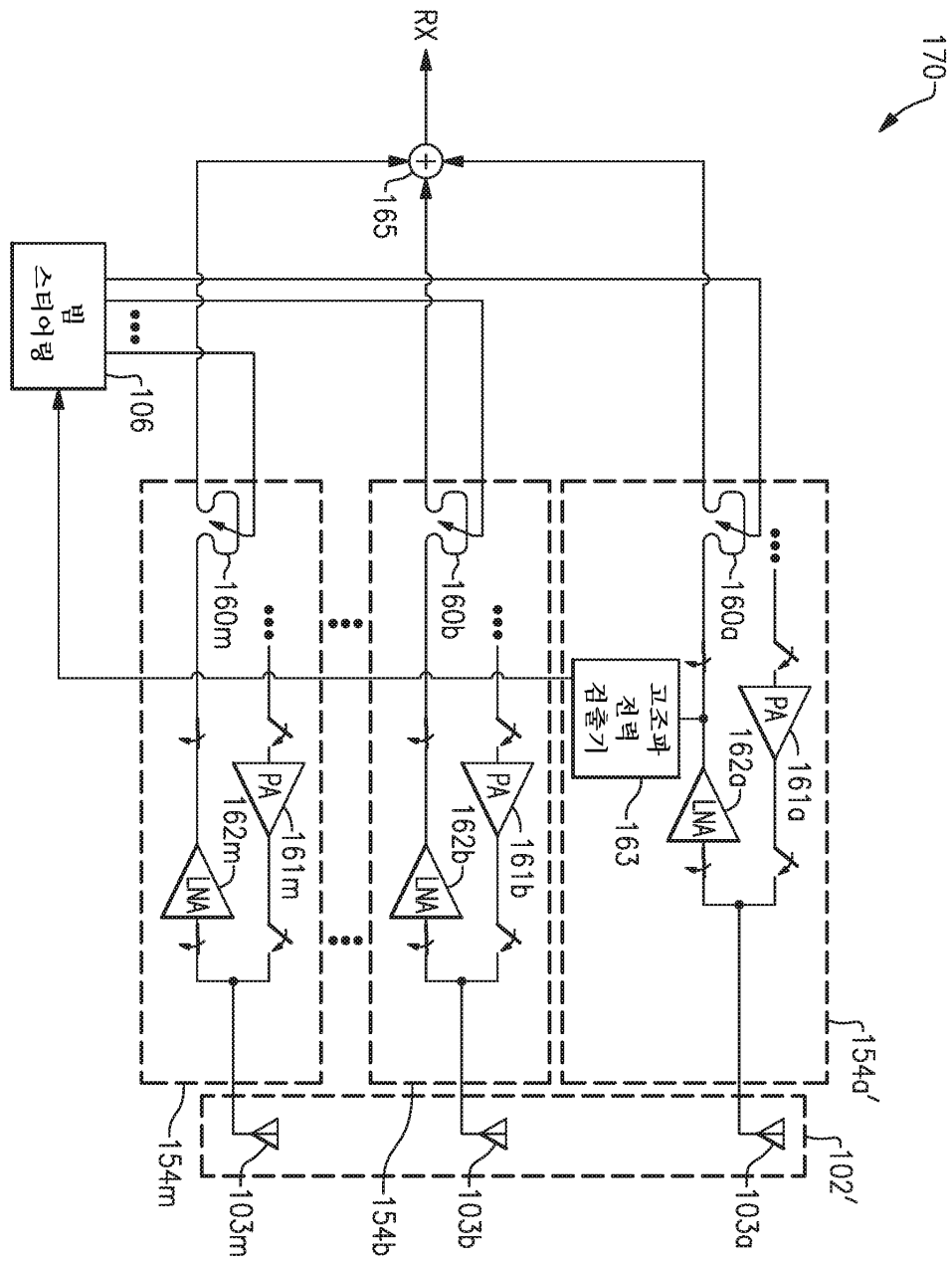
도면16a



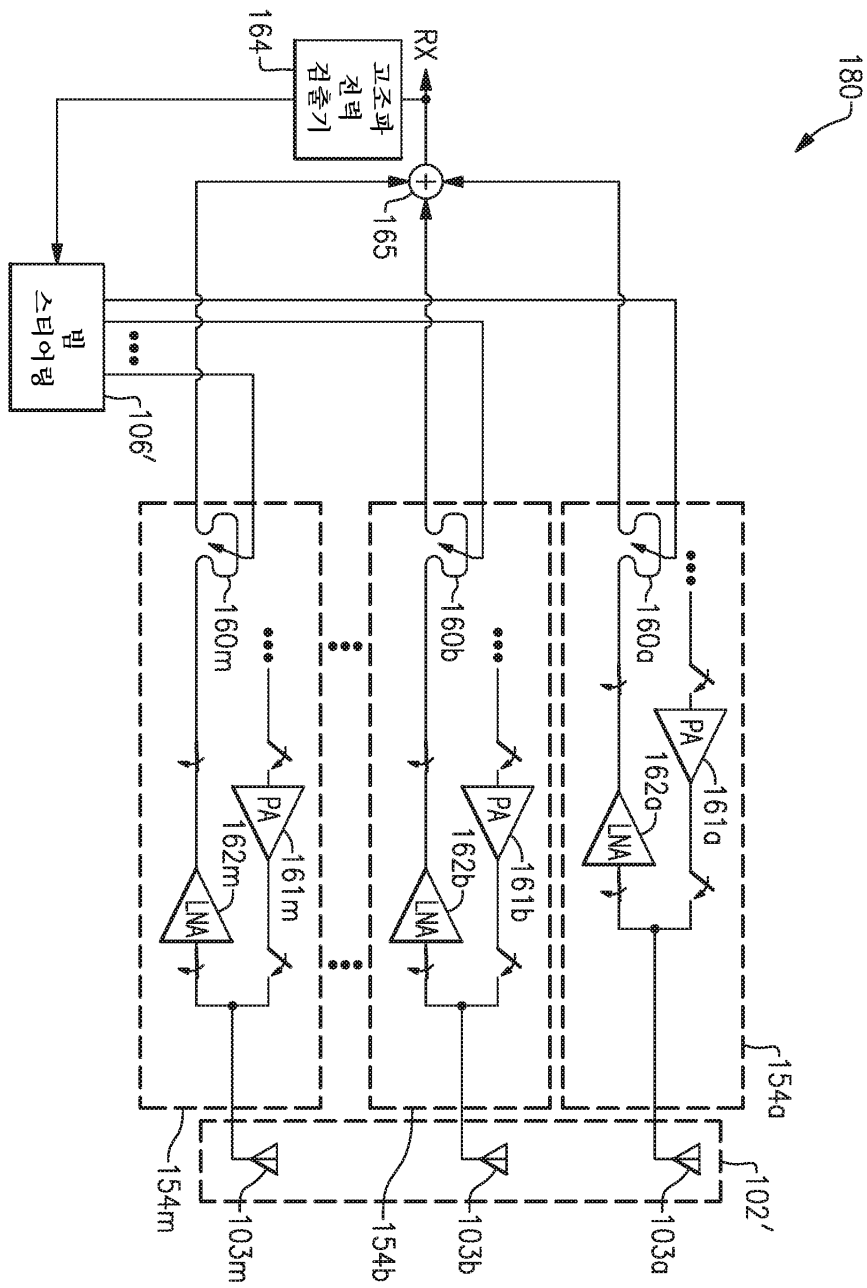
도면16b



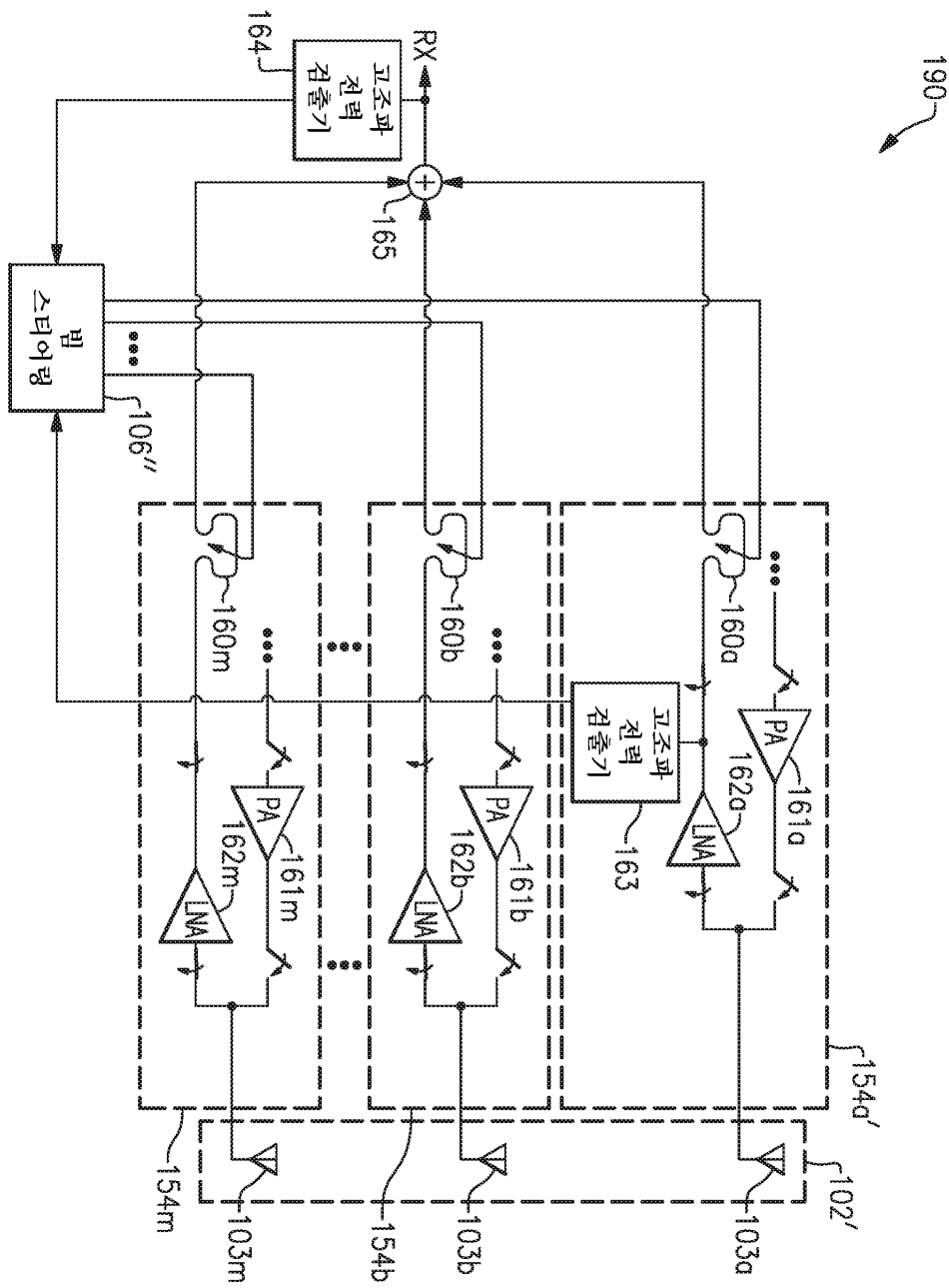
도면17a



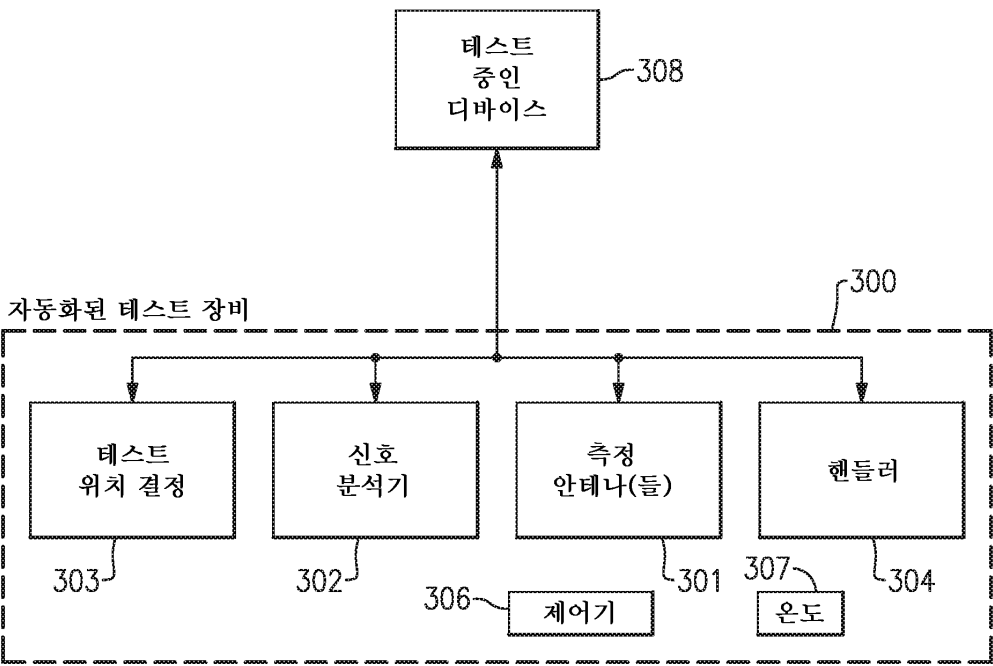
도면17b



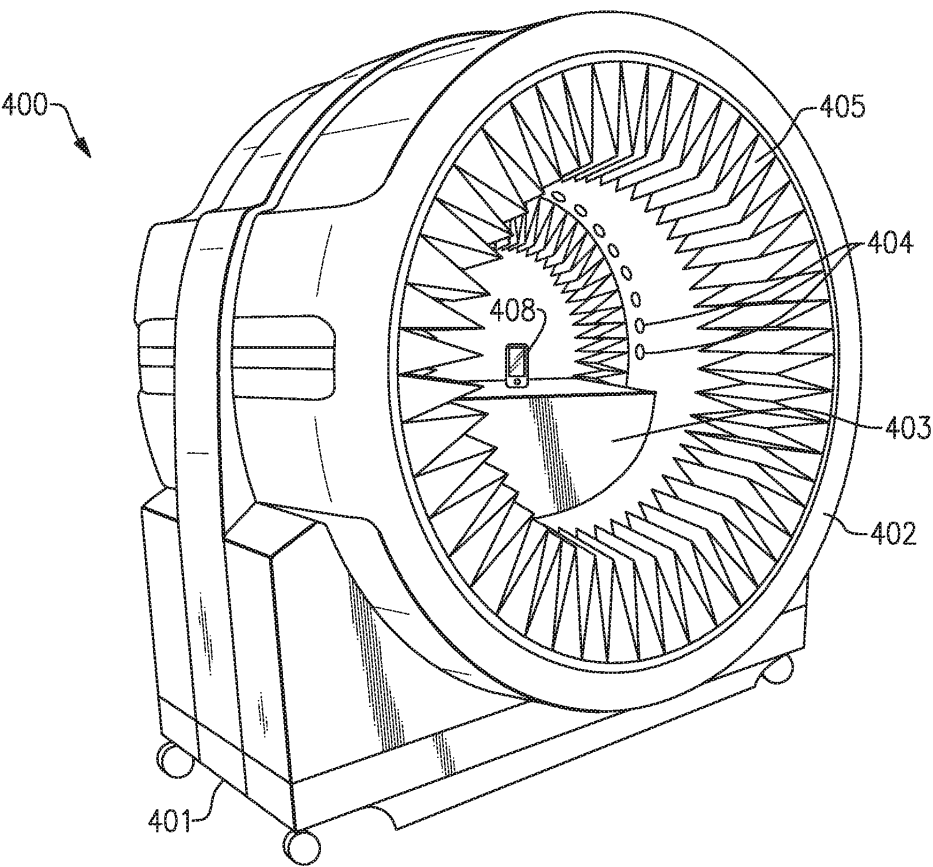
도면17c



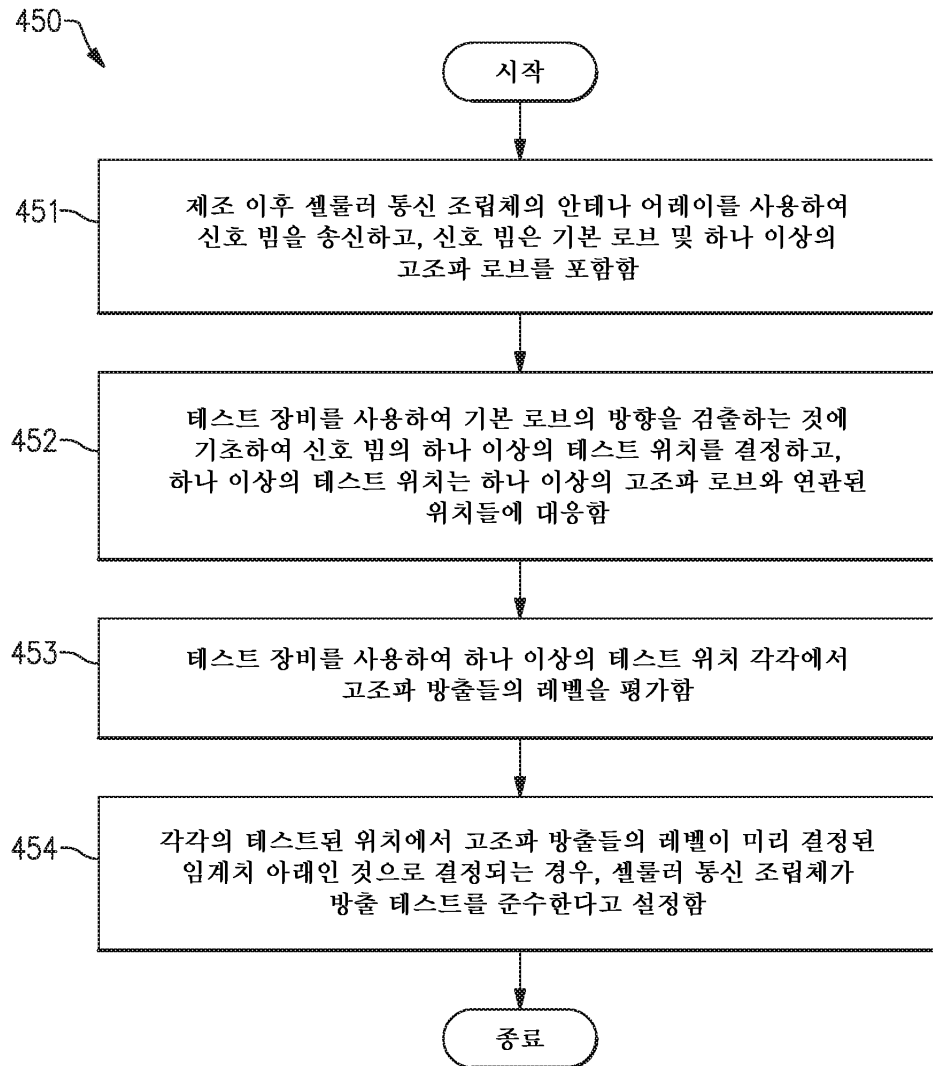
도면18



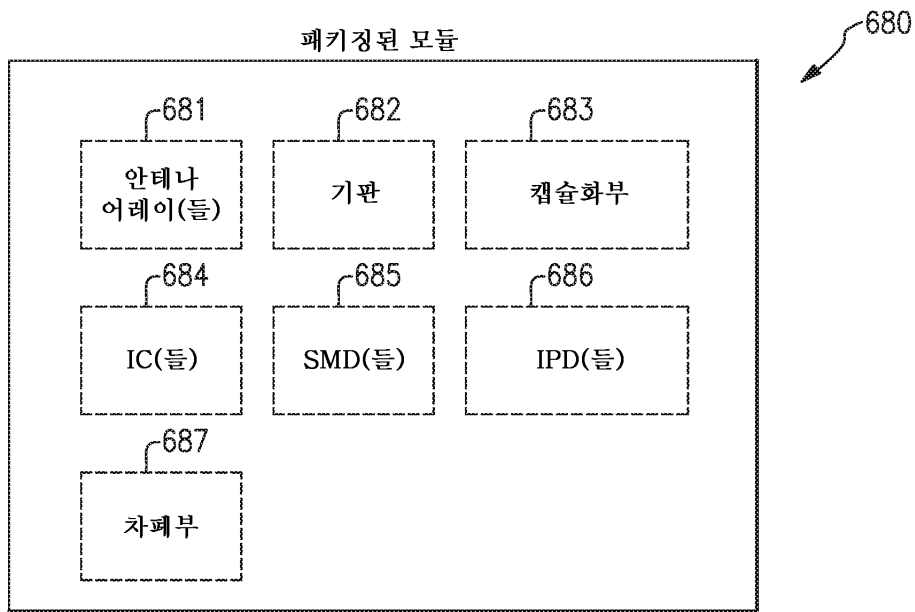
도면19



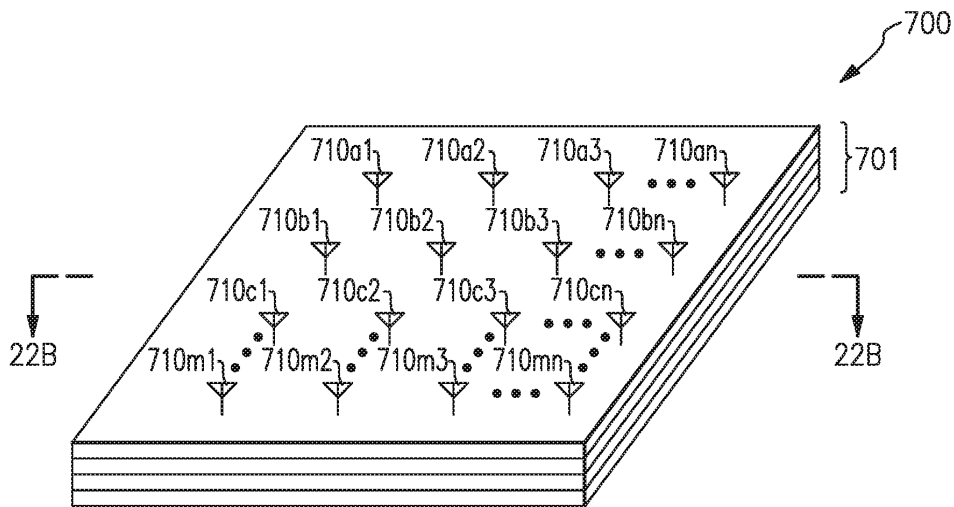
도면20



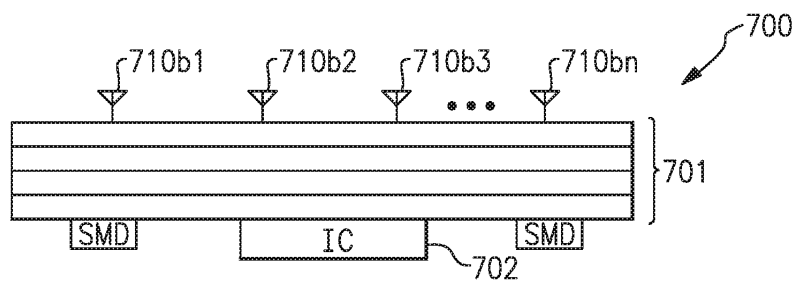
도면21



도면22a



도면22b



도면23

