



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년02월11일  
(11) 등록번호 10-2766680  
(24) 등록일자 2025년02월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04B 7/0408 (2017.01) H04B 7/0456 (2017.01)  
H04B 7/06 (2017.01)
- (52) CPC특허분류  
H04B 7/0408 (2013.01)  
H04B 7/0469 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7003433
- (22) 출원일자(국제) 2018년08월10일  
심사청구일자 2021년07월23일
- (85) 번역문제출일자 2020년02월05일
- (65) 공개번호 10-2020-0038935
- (43) 공개일자 2020년04월14일
- (86) 국제출원번호 PCT/CN2018/099880
- (87) 국제공개번호 WO 2019/029675  
국제공개일자 2019년02월14일
- (30) 우선권주장  
PCT/CN2017/097206 2017년08월11일 중국(CN)
- (56) 선행기술조사문헌  
3GPP R1-1710670\*  
3GPP R1-1711030\*  
3GPP R1-1711590\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
퀄컴 인코포레이티드  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
- (72) 발명자  
하오 천시  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775  
장 유  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 77 항

심사관 : 김수남

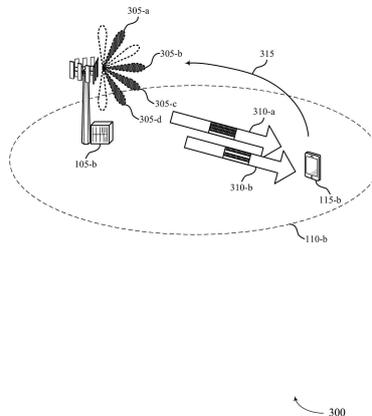
(54) 발명의 명칭 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들

(57) 요약

일부 무선 통신 네트워크들은 다중 입력, 다중 출력 (MIMO) 스킴들을 사용하여 통신 신뢰성 및/또는 스루풋을 개선시킬 수도 있다. MIMO 동작은 차례로, 통신 디바이스들이 다중경로 채널 조건들을 추정 및 레버리징하게 할 수도 있는 채널 상태 정보 레퍼런스 신호들 (CSI-RS) 의 사용에 의해 지원될 수도 있다. 그러나, 그러한

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



통신을 지원하는데 사용되는 시그널링은 상당한 리소스들을 소비할 수도 있다. 설명된 기법들에 따르면, 사용자 장비 (UE) 는 수신된 CSI-RS 에 기초하여 비-제로 전력 빔들을 식별할 수도 있다. 비-제로 전력 빔들은 최종 프리코딩 벡터에 기여할 수도 있다. 제로 전력 빔들에 관한 빔 계수들을 송신하기 보다는, UE 는 그 대신 이들 제로 전력 빔들의 존재를 기지국에 (예를 들어, 비-제로 전력 빔들의 수를 표시함으로써) 표시할 수도 있다. 그러한 기법들은 통신의 오버헤드를 감소시키거나 또는 다르게는 시스템에 이익을 줄 수도 있다.

(52) CPC특허분류

*H04B 7/0617* (2013.01)

*H04B 7/0626* (2013.01)

*H04B 7/063* (2013.01)

*H04B 7/0695* (2023.05)

(72) 발명자

**우 량밍**

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

**웨이 차오**

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

**천 완시**

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

**수 하오**

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무선 통신을 위한 방법으로서,

채널 상태 정보 (CSI) 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성 (configuration) 을 수신하는 단계;

레퍼런스 신호들의 세트를 수신하는 단계로서, 하나 이상의 공간 계층들에 대해, 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트는 상기 레퍼런스 신호들의 세트에 적어도 부분적으로 기초하고, 상기 빔들의 세트는 적어도 하나의 비-제로 전력 빔을 포함하는, 상기 레퍼런스 신호들의 세트를 수신하는 단계; 및

상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 각각에 대한 빔 계수 및 상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 포함하는 상기 CSI 레포트를 송신하는 단계로서, 상기 표시자는 복수의 비트들의 세트들을 포함하고, 비트들의 세트 각각은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 대응하는 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하며, 상기 CSI 레포트는 상기 하나 이상의 공간 계층들의 적어도 하나에 대한 하나 이상의 빔들에 대한 빔 계수들을 배제하며, 상기 빔 계수들이 배제되는 상기 하나 이상의 빔들의 수는, 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수가 상기 비-제로 전력 빔들의 수를 초과하는 양에 대응하는, 상기 CSI 레포트를 송신하는 단계를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 구성은 포트 선택 코드북을 표시하고 상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔은 비-제로 전력 안테나 포트들의 세트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 상기 표시자는 제로 전력 빔들의 표시자를 포함하고, 비-제로 전력 빔들의 세트는 상기 표시자 및 상기 빔들의 세트에 기초하여 결정되는, 무선 통신을 위한 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 또는 안테나 포트들의 제 2 세트 중 적어도 하나에 적용되는, 무선 통신을 위한 방법.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용되는, 무선 통신을 위한 방법.

#### 청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 각각의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용되는, 무선 통신을 위한 방법.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 빔들의 세트에서 상기 수의 비-제로 전력 빔들을 표시하는 상기 비트들의 세트는 상기 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 8**

제 4 항에 있어서,

상기 복수의 비트들의 세트들은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 수를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 상기 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 수를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 9**

제 4 항에 있어서,

상기 복수의 비트들의 세트들은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 상기 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

비트들의 각각의 세트는 비-제로 전력 빔들의 대응하는 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 11**

제 4 항에 있어서,

상기 복수의 비트들의 세트들은 상기 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 상기 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 수를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 상기 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 2 수를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 상기 제 1 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔 및 상기 제 2 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용되는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 12**

제 4 항에 있어서,

상기 복수의 비트들의 세트들은 상기 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 상기 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 상기 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 상기 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트의 각각의 비-제로 전력 빔 및 상기 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트의 각각의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용되는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,

상기 비트들의 제 1 세트는 상기 안테나 포트들의 제 1 세트를 통한 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하고 상기 비트들의 제 2 세트는 상기 안테나 포트들의 제 2 세트를 통한 상기 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 14**

제 4 항에 있어서,

상기 하나 이상의 공간 계층들은 복수의 공간 계층들을 포함하고, 상기 표시자는 상기 복수의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 수를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 15**

제 4 항에 있어서,

상기 하나 이상의 공간 계층들은 복수의 공간 계층들을 포함하고, 상기 표시자는 상기 복수의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 세트를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서,

비트들의 개별의 세트들의 각각은 안테나 포트들의 대응하는 세트 및 대응하는 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 17**

제 4 항에 있어서,

상기 안테나 포트들의 제 1 세트 또는 상기 안테나 포트들의 제 2 세트는 동일한 편파, 또는 동일한 안테나 패널, 또는 이들의 조합에 대응하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 18**

제 1 항에 있어서,

상기 CSI 레포트는 랭크 표시자 (RI) 를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 19**

제 18 항에 있어서,

상기 RI 및 상기 표시자는 별도로 인코딩되는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 20**

제 1 항에 있어서,

상기 빔들의 세트의 상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 각각에 대한 상기 빔 계수는 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 서브대역 빔 위상, 또는 이들의 조합을 포함하고, 상기 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 상기 빔 계수의 레포팅 페이로드 사이즈는 상기 표시자에 적어도 부분적으로 기초하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 21**

제 1 항에 있어서,

상기 구성은 무선 리소스 제어 (RRC) 시그널링, 매체 액세스 제어 (MAC) 제어 엘리먼트 (CE), 또는 다운링크 제어 시그널링을 통해 수신되고, 상기 구성은 레포팅 세팅을 더 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 22**

무선 통신을 위한 방법으로서,

사용자 장비 (UE) 에, 채널 상태 정보 (CSI) 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 송신하는 단계;  
 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하는 단계;

상기 UE로부터 상기 CSI 레포트를 수신하는 단계로서, 상기 CSI 레포트는 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 표시하고, 상기 CSI 레포트는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 상기 빔들의 세트에서의 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 더 포함하고, 상기 표시자는 복수의 비트들의 세트들을 포함하고, 비트들의 세트 각각은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 대응하는 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하며, 상기 CSI 레포트는 상기 하나 이상의 공간 계층들의 적어도 하나에 대한 하나 이상의 빔들에 대한 빔 계수들을 배제하며, 상기 빔 계수들이 배제되는 상기 하나 이상의 빔들의 수는, 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수가 상기 비-제로 전력 빔들의 수를 초과하는 양에 대응하는, 상기 CSI 레포트를 수신하는 단계; 및

상기 CSI 레포트에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 적어도 하나의 빔 계수를 파싱하는 단계를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 23**

제 22 항에 있어서,

상기 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하는 단계는, 개별의 안테나 포트들을 통해 레퍼런스 신호들을 송신하는 단계를 포함하고, 상기 빔들의 세트의 각각의 빔은 상기 안테나 포트들 중 하나에 대응하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 24**

제 22 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 상기 표시자는 제로 전력 빔들의 표시자를 포함하고, 상기 방법은, 상기 표시자 및 상기 빔들의 세트에 기초하여 비-제로 전력 빔들의 세트를 결정하는 단계를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 25**

제 22 항에 있어서,

상기 빔들의 세트는 상기 하나 이상의 공간 계층들에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용되는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 26**

제 25 항에 있어서,

상기 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용되는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 27**

제 25 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 각각의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용되는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 28**

제 27 항에 있어서,

상기 빔들의 세트에서 상기 수의 비-제로 전력 빔들을 표시하는 상기 비트들의 세트는 상기 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 29**

제 25 항에 있어서,

상기 복수의 비트들의 세트들은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 상기 안테나 포트들의

제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 수를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 상기 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 수를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 30**

제 25 항에 있어서,

상기 복수의 비트들의 세트들은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 상기 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 31**

제 30 항에 있어서,

비트들의 각각의 세트는 비-제로 전력 빔들의 대응하는 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 32**

제 25 항에 있어서,

상기 복수의 비트들의 세트들은 상기 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 상기 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 수를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 상기 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 2 수를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 상기 제 1 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔 및 상기 제 2 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용되는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 33**

제 25 항에 있어서,

상기 복수의 비트들의 세트들은 상기 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 상기 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트를 갖는 상기 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 상기 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트의 각각의 비-제로 전력 빔 및 상기 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트의 각각의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용되는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 34**

제 33 항에 있어서,

상기 비트들의 제 1 세트는 상기 안테나 포트들의 제 1 세트를 통한 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하고 상기 비트들의 제 2 세트는 상기 안테나 포트들의 제 2 세트를 통한 상기 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 35**

제 25 항에 있어서,

상기 하나 이상의 공간 계층들은 복수의 공간 계층들을 포함하고, 상기 표시자는 상기 복수의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 수를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 36**

제 25 항에 있어서,

상기 하나 이상의 공간 계층들은 복수의 공간 계층들을 포함하고, 상기 표시자는 상기 복수의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 세트를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 37**

제 36 항에 있어서,

비트들의 개별의 세트들의 각각은 안테나 포트들의 대응하는 세트 및 대응하는 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 38**

제 25 항에 있어서,

상기 안테나 포트들의 제 1 세트 또는 상기 안테나 포트들의 제 2 세트는 동일한 편파, 또는 동일한 안테나 패널, 또는 이들의 조합에 대응하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 39**

제 22 항에 있어서,

상기 CSI 는 랭크 표시자 (RI) 를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 40**

제 39 항에 있어서,

상기 RI 및 상기 표시자는 별도로 인코딩되는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 41**

제 22 항에 있어서,

서브세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 상기 적어도 하나의 빔 계수는 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 서브대역 빔 위상, 또는 이들의 조합을 포함하고 상기 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 상기 적어도 하나의 빔 계수의 레포팅 페이로드 사이즈는 상기 표시자에 적어도 부분적으로 기초하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 42**

제 22 항에 있어서,

상기 구성은 무선 리소스 제어 (RRC) 시그널링, 매체 액세스 제어 (MAC) 제어 엘리먼트 (CE), 또는 다운링크 제어 시그널링을 통해 송신되고, 상기 구성은 레포팅 세팅을 더 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

**청구항 43**

무선 통신을 위한 장치로서,

채널 상태 정보 (CSI) 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 수신하기 위한 수단;

레퍼런스 신호들의 세트를 수신하기 위한 수단으로서, 하나 이상의 공간 계층들에 대해, 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트는 상기 레퍼런스 신호들의 세트에 적어도 부분적으로 기초하고, 상기 빔들의 세트는 적어도 하나의 비-제로 전력 빔을 포함하는, 상기 레퍼런스 신호들의 세트를 수신하기 위한 수단; 및

상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 각각에 대한 빔 계수들 및 상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 포함하는 상기 CSI 레포트를 송신하기 위한 수단으로서, 상기 표시자는 복수의 비트들의 세트들을 포함하고, 비트들의 세트 각각은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 대응하는 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하며, 상기 CSI 레포트는 상기 하나 이상의 공간 계층들의 적

어도 하나에 대한 하나 이상의 빔들에 대한 빔 계수들을 배제하며, 상기 빔 계수들이 배제되는 상기 하나 이상의 빔들의 수는, 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수가 상기 비-제로 전력 빔들의 수를 초과하는 양에 대응하는, 상기 CSI 레포트를 송신하기 위한 수단을 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 44**

제 43 항에 있어서,

안테나 포트들의 세트의 개별의 안테나 포트를 통해 각각의 레퍼런스 신호를 수신하기 위한 수단을 더 포함하고, 상기 빔들의 세트의 각각의 빔은 상기 안테나 포트들의 세트의 안테나 포트에 대응하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 45**

제 43 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 상기 표시자는 제로 전력 빔들의 표시자를 포함하고, 비-제로 전력 빔들의 세트는 상기 표시자 및 상기 빔들의 세트에 기초하여 결정되는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 46**

제 43 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 또는 안테나 포트들의 제 2 세트 중 적어도 하나에 적용되는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 47**

무선 통신을 위한 장치로서,

사용자 장비 (UE) 에, 채널 상태 정보 (CSI) 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 송신하기 위한 수단;

레퍼런스 신호들의 세트를 송신하기 위한 수단;

상기 UE 로부터 상기 CSI 레포트를 수신하기 위한 수단으로서, 상기 CSI 레포트는 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 표시하고, 상기 CSI 레포트는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들의 세트 및 상기 빔들의 세트에서의 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 더 포함하고, 상기 표시자는 복수의 비트들의 세트들을 포함하고, 비트들의 세트 각각은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 대응하는 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하며, 상기 CSI 레포트는 상기 하나 이상의 공간 계층들의 적어도 하나에 대한 하나 이상의 빔들에 대한 빔 계수들을 배제하며, 상기 빔 계수들이 배제되는 상기 하나 이상의 빔들의 수는, 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수가 상기 비-제로 전력 빔들의 수를 초과하는 양에 대응하는, 상기 CSI 레포트를 수신하기 위한 수단; 및

비-제로 전력 빔들의 상기 표시자에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 빔 계수들의 세트를 파싱하기 위한 수단을 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 48**

제 47 항에 있어서,

개별의 안테나 포트들을 통해 상기 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하기 위한 수단을 더 포함하고, 상기 빔들의 세트의 각각의 빔은 상기 안테나 포트들 중 하나에 대응하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 49**

제 47 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 상기 표시자는 제로 전력 빔들의 표시자를 포함하고, 상기 장치는, 상기 표시자 및 상기 빔들의 세트에 기초하여 비-제로 전력 빔들의 세트를 결정하기 위한 수단을 더 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 50**

제 47 항에 있어서,

상기 빔들의 세트는 상기 하나 이상의 공간 계층들에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용되는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 51**

무선 통신을 위한 장치로서,

프로세서;

상기 프로세서와 전자 통신하는 메모리; 및

상기 메모리에 저장된 명령들을 포함하고,

상기 명령들은, 상기 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 장치로 하여금,

채널 상태 정보 (CSI) 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 수신하게 하고;

레퍼런스 신호들의 세트를 수신하게 하는 것으로서, 하나 이상의 공간 계층들에 대해, 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트는 상기 레퍼런스 신호들의 세트에 적어도 부분적으로 기초하고, 상기 빔들의 세트는 적어도 하나의 비-제로 전력 빔을 포함하는, 상기 레퍼런스 신호들의 세트를 수신하게 하고; 그리고

상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 각각에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 포함하는 상기 CSI 레포트를 송신하게 하는 것으로서, 상기 표시자는 복수의 비트들의 세트들을 포함하고, 비트들의 세트 각각은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 대응하는 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하며, 상기 CSI 레포트는 상기 하나 이상의 공간 계층들의 적어도 하나에 대한 하나 이상의 빔들에 대한 빔 계수들을 배제하며, 상기 빔 계수들이 배제되는 상기 하나 이상의 빔들의 수는, 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수가 상기 비-제로 전력 빔들의 수를 초과하는 양에 대응하는, 상기 CSI 레포트를 송신하게 하도록 동작가능한, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 52**

제 51 항에 있어서,

상기 명령들은, 안테나 포트들의 세트의 개별의 안테나 포트를 통해 각각의 레퍼런스 신호를 수신하도록 상기 프로세서에 의해 추가로 실행가능하고, 상기 빔들의 세트의 각각의 빔은 상기 안테나 포트들의 세트의 안테나 포트에 대응하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 53**

제 51 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 상기 표시자는 제로 전력 빔들의 표시자를 포함하고, 비-제로 전력 빔들의 세트는 상기 표시자 및 상기 빔들의 세트에 기초하여 결정되는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 54**

제 51 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 또는 안테나 포트들의 제 2 세트 중 적어도 하나에 적용되는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 55**

제 54 항에 있어서,

상기 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용되는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 56**

제 54 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 각각의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용되는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 57**

제 56 항에 있어서,

상기 빔들의 세트에서 상기 수의 비-제로 전력 빔들을 표시하는 상기 비트들의 세트는 상기 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 58**

제 54 항에 있어서,

상기 복수의 비트들의 세트들은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 수를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 상기 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 수를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 59**

제 54 항에 있어서,

상기 복수의 비트들의 세트들은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 상기 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 60**

제 59 항에 있어서,

비트들의 각각의 세트는 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 61**

제 54 항에 있어서,

상기 복수의 비트들의 세트들은 상기 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 상기 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 수를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 상기 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 2 수를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 상기 제 1 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔 및 상기 제 2 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용되는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 62**

제 54 항에 있어서,

상기 복수의 비트들의 세트들은 상기 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 상기 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 상기 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 상기 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트의 각각의 비-제로 전력 빔 및 상기 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트의 각각의 비-제로 전력 빔은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용되는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 63**

제 62 항에 있어서,

상기 비트들의 제 1 세트는 상기 안테나 포트들의 제 1 세트를 통한 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하고 상기 비트들의 제 2 세트는 상기 안테나 포트들의 제 2 세트를 통한 상기 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 64**

제 54 항에 있어서,

상기 하나 이상의 공간 계층들은 복수의 공간 계층들을 포함하고, 상기 표시자는 상기 복수의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 수를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 65**

제 54 항에 있어서,

상기 하나 이상의 공간 계층들은 복수의 공간 계층들을 포함하고, 상기 표시자는 상기 복수의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 안테나 포트들의 제 1 세트 및 상기 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 세트를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 66**

제 65 항에 있어서,

비트들의 개별의 세트들의 각각은 안테나 포트들의 대응하는 세트 및 대응하는 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 67**

제 54 항에 있어서,

상기 안테나 포트들의 제 1 세트 또는 상기 안테나 포트들의 제 2 세트는 동일한 편파, 또는 동일한 안테나 패 널, 또는 이들의 조합에 대응하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 68**

제 51 항에 있어서,

상기 CSI 레포트는 랭크 표시자 (RI) 를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 69**

제 68 항에 있어서,

상기 RI 및 상기 표시자는 별도로 인코딩되는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 70**

제 51 항에 있어서,

상기 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 상기 적어도 하나의 빔 계수는 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 서브대역 빔 위상, 또는 이들의 조합을 포함하고 상기 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 상기 적어도 하나의 빔 계수의 레포팅 페이로드 사이즈는 상기 표시자에 적어도 부분적으로 기초하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 71**

제 51 항에 있어서,

상기 구성은 무선 리소스 제어 (RRC) 시그널링, 매체 액세스 제어 (MAC) 제어 엘리먼트 (CE), 또는 다운링크 제어 시그널링을 통해 수신되고, 상기 구성은 레포팅 세팅을 더 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 72**

무선 통신을 위한 장치로서,

프로세서;

상기 프로세서와 전자 통신하는 메모리; 및

상기 메모리에 저장된 명령들을 포함하고,

상기 명령들은, 상기 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 장치로 하여금,

사용자 장비 (UE) 에, 채널 상태 정보 (CSI) 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 송신하게 하고;

레퍼런스 신호들의 세트를 송신하게 하고;

상기 UE로부터 상기 CSI 레포트를 수신하게 하는 것으로서, 상기 CSI 레포트는 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 표시하고, 상기 CSI 레포트는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들의 세트 및 상기 빔들의 세트에서의 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 더 포함하고, 상기 표시자는 복수의 비트들의 세트들을 포함하고, 비트들의 세트 각각은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 대응하는 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하며, 상기 CSI 레포트는 상기 하나 이상의 공간 계층들의 적어도 하나에 대한 하나 이상의 빔들에 대한 빔 계수들을 배제하며, 상기 빔 계수들이 배제되는 상기 하나 이상의 빔들의 수는, 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수가 상기 비-제로 전력 빔들의 수를 초과하는 양에 대응하는, 상기 CSI 레포트를 수신하게 하고; 그리고

비-제로 전력 빔들의 상기 표시자에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 빔 계수들의 세트를 파싱하게 하도록 동작가능한, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 73**

제 72 항에 있어서,

상기 명령들은, 개별의 안테나 포트들을 통해 상기 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하도록 상기 프로세서에 의해 추가로 실행가능하고, 상기 빔들의 세트의 각각의 빔은 상기 안테나 포트들 중 하나에 대응하는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 74**

제 72 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 상기 표시자는 제로 전력 빔들의 표시자를 포함하고, 상기 명령들은, 상기 표시자 및 상기 빔들의 세트에 기초하여 비-제로 전력 빔들의 세트를 결정하도록 상기 프로세서에 의해 추가로 실행가능한, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 75**

제 72 항에 있어서,

상기 빔들의 세트는 상기 하나 이상의 공간 계층들에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용되는, 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 76**

무선 통신을 위한 코드를 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서,

상기 코드는,

채널 상태 정보 (CSI) 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 수신하고;

레퍼런스 신호들의 세트를 수신하는 것으로서, 하나 이상의 공간 계층들에 대해, 상기 CSI 레포트에서 레포팅될

상기 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트는 상기 레퍼런스 신호들의 세트에 적어도 부분적으로 기초하고, 상기 빔들의 세트는 적어도 하나의 비-제로 전력 빔을 포함하는, 상기 레퍼런스 신호들의 세트를 수신하고; 그리고

상기 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 각각에 대한 빔 계수들 및 상기 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 포함하는 상기 CSI 레포트를 송신하는 것으로서, 상기 표시자는 복수의 비트들의 세트들을 포함하고, 비트들의 세트 각각은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 대응하는 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하며, 상기 CSI 레포트는 상기 하나 이상의 공간 계층들의 적어도 하나에 대한 하나 이상의 빔들에 대한 빔 계수들을 배제하며, 상기 빔 계수들이 배제되는 상기 하나 이상의 빔들의 수는, 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수가 상기 비-제로 전력 빔들의 수를 초과하는 양에 대응하는, 상기 CSI 레포트를 송신하도록 프로세서에 의해 실행가능한 명령들을 포함하는, 비밀시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

**청구항 77**

무선 통신을 위한 코드를 저장하는 비밀시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서,

상기 코드는,

사용자 장비 (UE) 에, 채널 상태 정보 (CSI) 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 송신하고;

레퍼런스 신호들의 세트를 송신하고;

상기 UE 로부터 상기 CSI 레포트를 수신하는 것으로서, 상기 CSI 레포트는 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 표시하고, 상기 CSI 레포트는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 상기 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들의 세트 및 상기 빔들의 세트에서의 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 더 포함하고, 상기 표시자는 복수의 비트들의 세트들을 포함하고, 비트들의 세트 각각은 상기 하나 이상의 공간 계층들의 대응하는 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하며, 상기 CSI 레포트는 상기 하나 이상의 공간 계층들의 적어도 하나에 대한 하나 이상의 빔들에 대한 빔 계수들을 배제하며, 상기 빔 계수들이 배제되는 상기 하나 이상의 빔들의 수는, 상기 CSI 레포트에서 레포팅될 상기 빔들의 수가 상기 비-제로 전력 빔들의 수를 초과하는 양에 대응하는, 상기 CSI 레포트를 수신하고; 그리고

비-제로 전력 빔들의 상기 표시자에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 빔 계수들의 세트를 파싱하도록 프로세서에 의해 실행가능한 명령들을 포함하는, 비밀시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 상호 참조들

[0002] 본 특허 출원은 "TECHNIQUES FOR NON-ZERO-POWER BEAMS IN WIRELESS SYSTEMS" 의 명칭으로 2017년 8월 11일자로 출원되어 본원의 양수인에게 양도된 HAO 등의 국제 특허 출원 제PCT/CN2017/097206호에 대해 우선권을 주장하고, 이는 전부 본 명세서에 참조로 통합된다.

[0003] 다음은 일반적으로 무선 통신에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0004] 무선 통신 시스템들은 음성, 비디오, 패킷 데이터, 메시징, 브로드캐스트 등과 같은 다양한 타입들의 통신 콘텐츠를 제공하기 위해 널리 전개된다. 이들 시스템들은 이용가능한 시스템 리소스들 (예를 들어, 시간, 주파수, 및 전력) 을 공유함으로써 다중 사용자들과의 통신을 지원 가능할 수도 있다. 그러한 다중 액세스 시스템들의 예들은 롱 텀 에볼루션 (Long Term Evolution; LTE) 시스템들 또는 LTE-어드밴스드 (LTE-Advanced) 시스템들과 같은 제 4 세대 (4G) 시스템들, 및 뉴 라디오 (New Radio; NR) 시스템들로 지칭될 수도 있는 제 5 세대 (5G) 시스템들을 포함한다. 이들 시스템은 코드 분할 다중 액세스 (CDMA), 시간 분할 다중 액세스 (TDMA), 주파수 분할 다중 액세스 (FDMA), 직교 주파수 분할 다중 액세스 (OFDMA), 또는 이산 푸리에 변환-확산-OFDM (DFT-s-OFDM) 과 같은 기술들을 채용할 수도 있다. 무선 다중 액세스 통신 시스템들은 다수의 기지국들 또는 네트워크 액세스 노드들을 포함할 수도 있고, 이들 각각은, 다르게는 사용자 장비 (UE) 로서 공지될 수

도 있는 다중 통신 디바이스들에 대한 통신을 동시에 지원한다.

[0005] 일부 무선 통신 시스템들은 (예를 들어, 다중 입력, 다중 출력 (MIMO) 통신을 지원하기 위해) 선형 조합 코드북들의 사용을 지원할 수도 있다. 일부 경우들에서, 선형 조합 코드북들은 대안적으로 타입 II 코드북들 (예를 들어, 또는 타입 II 포트 선택 코드북들) 로 지칭될 수도 있다. 예를 들어, MIMO 통신은 하나 이상의 안테나 포트들을 통한 채널 상태 정보 레퍼런스 신호들 (CSI-RS) 의 송신에 의존할 수도 있다. 각각의 CSI-RS 는 대응하는 빔을 통해 송신될 수도 있고, 여기서 각각의 빔은 2 차원 안테나 어레이 내의 안테나 엘리먼트들의 가중된 (예를 들어, 위상 및 진폭 변조된) 조합에 기초하여 형성된다. 대안적으로, CSI-RS 송신들은 빔포밍 되지 않을 수도 있다 (예를 들어, 주어진 안테나 포트에 대응하는 CSI-RS 는 프리코딩 없이 안테나 어레이의 안테나 엘리먼트들에 맵핑될 수도 있다). 어느 경우나, 선형 조합 코드북은 통신 디바이스들을 위한 빔들의 선형 조합의 선택을 가능하게 할 수도 있다. 예를 들어, 빔들은 수신 디바이스 (예를 들어, UE) 로부터의 CSI 피드백에 적어도 부분적으로 기초하여 선택될 수도 있다. 즉, UE 는 (예를 들어, 스케줄링, 다중-사용자 페어링, 다중-사용자 프리코더 계산들 등을 위해) 네트워크가 통신 채널에 대해 학습하게 하도록 선택된 빔들 및 연관된 계수들을 레포팅할 수도 있다. 그러한 레포팅들은 상당한 업링크 시간-주파수 리소스들을 소비할 수도 있다. 이들 레포팅들의 오버헤드를 감소시키기 위한 개선된 기법들이 요망될 수도 있다.

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

[0006] 설명된 기법들은 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 개선된 방법들, 시스템들, 디바이스들, 또는 장치들에 관한 것이다. 일반적으로, 설명된 기법들은 다중 입력, 다중 출력 (MIMO) 통신에 대한 채널 상태 정보 (CSI) 레포트들의 페이로드를 감소시키기 위해 제공한다. 설명된 기법들에 따르면, 무선 노드 (예를 들어, 기지국) 는 하나 이상의 공간 계층들을 통한 빔들의 수 (예를 들어, 4 개의 빔들) 에 대한 CSI 를 레포팅하도록 사용자 장비 (UE) 를 구성할 수도 있다. 기지국은 그 후, 안테나 포트들의 세트 (예를 들어, 8 개의 안테나 포트들) 를 통해 CSI-RS 를 송신할 수도 있다. 일부 경우들에서, 프리코딩이 (예를 들어, CSI-RS 가 빔포밍될 수도 있도록) 각각의 안테나 포트에 적용될 수도 있다. 대안적으로, CSI-RS 는 프리코딩 없이 각각의 안테나 포트를 통해 송신될 수도 있다.

[0007] CSI-RS 를 수신 시, UE 는 채널 측정들을 수행하고 레포팅을 위해 CSI 를 컴퓨팅할 수도 있다. 예를 들어, CSI-RS 가 빔포밍되지 않는 경우에, UE 는 그 자신과 기지국 사이의 채널을 추정하고 (예를 들어, UE 및 네트워크에 알려진 코드북으로부터) 빔 선택을 수행할 수도 있다. 대안적으로, CSI-RS 가 빔포밍되면, UE 는 그 자신과 기지국 사이의 복합 채널 (예를 들어, 다양한 다중경로 효과들을 포함하는 채널) 을 추정할 수도 있다. 예를 들어, 채널 추정치들에 기초하여, UE 는 어느 빔들이 하나 이상의 공간 계층들에 걸쳐 가장 큰 스펙트럼 효율을 제공하는지를 식별하고 CSI 레포트에서 식별된 빔들을 표시할 수도 있다. 그러나, 일부 경우들에서, 주어진 공간 계층은 구성된 수보다 적은 빔들을 사용할 수도 있다 (예를 들어, 단지 3 개의 빔들만을 사용할 수도 있다). 즉, 주어진 공간 계층에 대한 제 4 빔의 기여도 (contribution) 는 비교적 낮을 수도 있다 (예를 들어, 또는 존재하지 않음). 그러한 예에서, 주어진 공간 계층은 3 개의 비-제로 전력 빔들 및 하나의 제로 전력 빔을 포함한다고 할 수도 있다. 설명된 기법들에 따르면, UE 는 CSI 레포트에, 주어진 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔(들)의 표시자를 포함할 수도 있다 (예를 들어, 그리고 제로 전력 빔에 대한 빔 계수들을 생략할 수도 있다). 다양한 표시자 구성들이 이하에 고려 및 논의된다. 그러한 기법들은 CSI 레포트의 페이로드를 감소시킬 수도 있으며, 이는 결국 스루풋을 개선시키거나 또는 다르게는 무선 통신 시스템에 이익을 줄 수도 있다.

[0008] 무선 통신의 방법이 설명된다. 방법은, CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 수신하는 단계, 레퍼런스 신호들의 세트를 수신하는 단계, 하나 이상의 공간 계층들에 대해 그리고 레퍼런스 신호들의 세트에 적어도 부분적으로 기초하여, CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 식별하는 단계, 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 빔들의 세트에서의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 포함하는 CSI 레포트를 생성하는 단계, 및 CSI 레포트를 송신하는 단계를 포함할 수도 있다.

[0009] 무선 통신을 위한 장치가 설명된다. 장치는, CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 수신하기 위한 수단, 레퍼런스 신호들의 세트를 수신하기 위한 수단, 하나 이상의 공간 계층들에 대해 그리고 레퍼런스 신호들의 세트에 적어도 부분적으로 기초하여, CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들

의 세트를 식별하기 위한 수단, 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 빔들의 세트에서의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 포함하는 CSI 레포트를 생성하기 위한 수단, 및 CSI 레포트를 송신하기 위한 수단을 포함할 수도 있다.

- [0010] 무선 통신을 위한 다른 장치가 설명된다. 장치는 프로세서, 프로세서와 전자 통신하는 메모리, 및 메모리에 저장된 명령들을 포함할 수도 있다. 명령들은, 프로세서로 하여금, CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 수신하게 하고, 레퍼런스 신호들의 세트를 수신하게 하고, 하나 이상의 공간 계층들에 대해 그리고 레퍼런스 신호들의 세트에 적어도 부분적으로 기초하여, CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 식별하게 하고, 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 빔들의 세트에서의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 포함하는 CSI 레포트를 생성하게 하고, 그리고 CSI 레포트를 송신하게 하도록 동작가능할 수도 있다.
- [0011] 무선 통신을 위한 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체가 설명된다. 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체는, 프로세서로 하여금, CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 수신하게 하고, 레퍼런스 신호들의 세트를 수신하게 하고, 하나 이상의 공간 계층들에 대해 그리고 레퍼런스 신호들의 세트에 적어도 부분적으로 기초하여, CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 식별하게 하고, 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 빔들의 세트에서의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 포함하는 CSI 레포트를 생성하게 하고, 그리고 CSI 레포트를 송신하게 하도록 동작가능한 명령들을 포함할 수도 있다.
- [0012] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 구성은 포트-선택 코드북을 표시하고 빔들의 세트는 비-제로 전력 안테나 포트들의 세트를 포함한다.
- [0013] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자는 제로 전력 빔들의 표시자를 포함하고, 비-제로 전력 빔들의 세트는 표시자 및 빔들의 세트에 기초하여 결정된다.
- [0014] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 빔들의 세트를 식별하는 것은 하나 이상의 공간 계층들에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 또는 안테나 포트들의 제 2 세트 중 적어도 하나에 대한 적어도 하나의 비-제로 전력 빔을 식별하는 것을 포함한다. 안테나 포트들의 제 1 세트 또는 안테나 포트들의 제 2 세트는 동일한 편파 (polarization), 또는 동일한 안테나 패널, 또는 이들의 조합에 대응할 수도 있다.
- [0015] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 표시자는 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하는 비트들의 세트를 포함하고, 그 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용된다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 표시자는 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 세트를 표시하는 비트들의 세트를 포함하고, 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용된다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 세트를 표시하는 비트들의 세트는 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다.
- [0016] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 표시자는 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 수를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 수를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함한다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 표시자는 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함한다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 비트들의 각각의 세트는 비-제로 전력 빔들의 대응하는 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다.

- [0017] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 표시자는 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 수를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 2 수를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 제 1 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔 및 제 2 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용된다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 표시자는 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트의 각각의 비-제로 전력 빔 및 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용된다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 비트들의 제 1 세트는 안테나 포트들의 제 1 세트를 통한 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하고 비트들의 제 2 세트는 안테나 포트들의 제 2 세트를 통한 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다.
- [0018] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 하나 이상의 공간 계층들은 복수의 공간 계층들을 포함하고, 표시자는 복수의 공간 계층들의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 수를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함한다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 하나 이상의 공간 계층들은 복수의 공간 계층들을 포함하고, 표시자는 복수의 공간 계층들의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 세트를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함한다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 비트들의 개별의 세트들의 각각은 안테나 포트들의 대응하는 세트 및 대응하는 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다.
- [0019] 상기 설명된 방법, 장치, 또는 비일시적인 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, CSI 레포트는 랭크 표시자 (RI) 를 더 포함한다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적인 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, RI 및 표시자는 별도로 인코딩될 수도 있다.
- [0020] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들은 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 서브대역 빔 위상, 또는 이들의 조합을 포함한다.
- [0021] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들의 레포팅 페이로드 사이즈는 표시자에 적어도 부분적으로 기초할 수도 있다.
- [0022] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 구성은 무선 리소스 제어 (RRC) 시그널링, 매체 액세스 제어 (MAC) 제어 엘리먼트 (CE), 또는 다운링크 제어 시그널링을 통해 수신될 수도 있고, 구성은 레포팅 세팅을 더 포함한다.
- [0023] 무선 통신의 방법이 설명된다. 방법은, UE 에, CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 송신하는 단계, 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하는 단계, UE 로부터 CSI 레포트를 수신하는 단계로서, CSI 레포트는 CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 표시하고, CSI 레포트는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 빔 계수들의 수의 표시자를 더 포함하는, 상기 CSI 레포트를 수신하는 단계, 및 CSI 레포트에 적어도 부분적으로 기초하여 빔 계수들의 세트를 파싱하는 단계를 포함할 수도 있다.
- [0024] 무선 통신을 위한 장치가 설명된다. 장치는, UE 에, CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 송신하기 위한 수단, 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하기 위한 수단, UE 로부터 CSI 레포트를 수신하기 위한 수단으로서, CSI 레포트는 CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 표시하고, CSI 레포트는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 더 포함하는, 상기 CSI 레포트를 수신하기 위한 수단, 및 CSI 레포트에 적어도 부분적으로 기초하여 빔 계수들을 파싱하기 위한 수단을 포함할 수도 있다.
- [0025] 무선 통신을 위한 다른 장치가 설명된다. 장치는 프로세서, 프로세서와 전자 통신하는 메모리, 및 메모리에 저장된 명령들을 포함할 수도 있다. 명령들은, 프로세서로 하여금, UE 에, CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의

수를 표시하는 구성을 송신하게 하고, 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하게 하고, UE로부터 CSI 레포트를 수신하게 하는 것으로서, CSI 레포트는 CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 표시하고, CSI 레포트는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 빔 계수들의 수의 표시자를 더 포함하는, 상기 CSI 레포트를 수신하게 하고, 그리고 CSI 레포트에 적어도 부분적으로 기초하여 빔 계수들을 파싱하게 하도록 동작가능할 수도 있다.

[0026] 무선 통신을 위한 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체가 설명된다. 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체는, 프로세서로 하여금, UE에, CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 송신하게 하고, 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하게 하고, UE로부터 CSI 레포트를 수신하게 하는 것으로서, CSI 레포트는 CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 표시하고, CSI 레포트는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자를 더 포함하는, 상기 CSI 레포트를 수신하게 하고, 그리고 CSI 레포트에 적어도 부분적으로 기초하여 빔 계수들을 파싱하게 하도록 동작가능한 명령들을 포함할 수도 있다.

[0027] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하는 것은 개별의 안테나 포트들을 통해 레퍼런스 신호들을 송신하는 것을 포함하고, 빔들의 세트의 각각의 빔은 안테나 포트들 중 하나에 대응한다.

[0028] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 표시자는 제로 전력 빔들의 표시자를 포함하고, 비-제로 전력 빔들의 세트는 표시자 및 빔들의 세트에 기초하여 결정된다.

[0029] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 빔들의 세트는 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용된다. 안테나 포트들의 제 1 세트 또는 안테나 포트들의 제 2 세트는 동일한 편파, 또는 동일한 안테나 패널, 또는 이들의 조합에 대응할 수도 있다.

[0030] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 표시자는 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하는 비트들의 세트를 포함하고, 그 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용된다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 표시자는 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 세트를 표시하는 비트들의 세트를 포함하고, 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용된다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 세트를 표시하는 비트들의 세트는 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다.

[0031] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 표시자는 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 수를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 수를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함한다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 표시자는 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함한다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 비트들의 각각의 세트는 비-제로 전력 빔들의 대응하는 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다.

[0032] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 표시자는 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 수를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 2 수를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 제 1 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔 및 제 2 수의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용된다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 표시자는 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력

빔들의 제 2 세트를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 비-제로 전력 빔들의 제 1 세트의 각각의 비-제로 전력 빔 및 비-제로 전력 빔들의 제 2 세트의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용된다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 비트들의 제 1 세트는 안테나 포트들의 제 1 세트를 통한 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하고 비트들의 제 2 세트는 안테나 포트들의 제 2 세트를 통한 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다.

[0033] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 하나 이상의 공간 계층들은 복수의 공간 계층들을 포함하고, 표시자는 복수의 공간 계층들의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 수를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함한다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 하나 이상의 공간 계층들은 복수의 공간 계층들을 포함하고, 표시자는 복수의 공간 계층들의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 세트를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함한다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 비트들의 개별의 세트의 각각은 안테나 포트들의 대응하는 세트 및 대응하는 공간 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다.

[0034] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 하나 이상의 공간 계층들은 복수의 공간 계층들을 포함하고, 표시자는 복수의 공간 계층들의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 수를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함한다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 비트들의 개별의 세트들의 각각은 안테나 포트들의 대응하는 세트 및 대응하는 공간 계층에 대한 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 빔 인덱스 및 전력 표시자 비트를 포함한다.

[0035] 상기 설명된 방법, 장치, 또는 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, CSI 레포트는 RI 를 더 포함한다. 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, RI 및 표시자는 별도로 인코딩될 수도 있다.

[0036] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 서브세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수는 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 서브대역 빔 위상, 또는 이들의 조합을 포함한다.

[0037] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들의 레포팅 페이로드 사이즈는 표시자에 적어도 부분적으로 기초할 수도 있다.

[0038] 상기 설명된 방법, 장치, 및 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체의 일부 예들에서, 구성은 무선 리소스 제어 (RRC) 시그널링, 매체 액세스 제어 (MAC) 제어 엘리먼트 (CE), 또는 다운링크 제어 시그널링을 통해 송신될 수도 있고, 구성은 레포팅 세팅을 더 포함한다.

**도면의 간단한 설명**

[0039] 도 1 은 본 개시의 양태들에 따른 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 무선 통신을 위한 시스템의 예를 예시한다.

도 2 및 도 3 은 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 예의 무선 통신 시스템들을 예시한다.

도 4 는 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 프로세스 플로우의 예를 예시한다.

도 5 내지 도 7 은 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 디바이스의 블록 다이어그램들을 도시한다.

도 8 은 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 UE 를 포함하는 시스템의 블록 다이어그램을 예시한다.

도 9 내지 도 11 은 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 디바이스의 블록 다이어그램들을 도시한다.

도 12 는 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 기지국을 포함하는 시스템의 블록 다이어그램을 예시한다.

도 13 및 도 14 는 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 방법들을 예시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0040] MIMO 통신은 무선 시스템에서 통신 스루풋을 개선시키기 위해 널리 채용된다. 본 명세서에서 설명된 바와 같이, MIMO 통신은 신호들이 수신 디바이스 (즉, 수신 다이버시티로 지칭될 수도 있음) 의 안테나 엘리먼트들에서 코히어런트로 결합하도록 송신 디바이스의 안테나 엘리먼트들로부터의 신호들의 송신을 지칭한다. 그러한 송신들은 통신들의 신뢰가능성을 개선시킬 수도 있다 (예를 들어, 신호 대 잡음비 (SNR) 를 높이고, 블록 에러 레이트를 감소시키며 등등을 할 수도 있다). 추가적으로 또는 대안적으로, MIMO 통신은 다중 병렬 데이터 스트림들이 별개의 공간 계층들을 통해 송신되는 공간 멀티플렉싱을 채용할 수도 있다. 공간 멀티플렉싱은 송신된 빔들 사이의 상관에 의존한다. 2 개의 송신된 빔들의 신호들이 유사한 다중경로 효과들을 경험하면, 그 신호들의 수신된 버전들은 고도로 상관되고 이용가능한 공간 멀티플렉싱 이득은 상대적으로 낮을 수도 있다 (예를 들어, 또는 존재하지 않음). 그러나, 풍부한 다중경로 환경에서, 공간 멀티플렉싱은 시스템 스루풋을 상당히 높일 수도 있다.
- [0041] MIMO 동작들은, 안테나 빔을 세이빙하는데 사용될 수도 있는 신호 프로세싱 기법인 빔포밍을 채용할 수도 있다. 빔포밍은 어레이에 대하여 특정한 배향들로 전파되는 신호들이 보강 간섭 (constructive interference) 을 경험하는 한편 다른 신호들이 상쇄 간섭 (destructive interference) 을 경험하도록 안테나 어레이의 안테나 엘리먼트들을 결합함으로써 달성될 수도 있다. 원하는 간섭 패턴을 생성하기 위해 안테나 포트들을 통해 적용된 프리코딩의 사용을 통해 안테나 엘리먼트들에 진폭 및 위상 오프셋들이 적용될 수도 있다. 프리코딩은 특정한 배향과 연관된 빔포밍 가중치 세트에 의해 정의될 수도 있다.
- [0042] MIMO 통신을 지원하기 위해, 기지국은 다중 안테나 포트들을 통해 레퍼런스 신호들을 송신할 수도 있고, 여기서 각각의 안테나 포트는 하나 이상의 물리적 안테나들 (예를 들어, 안테나 어레이에서의 안테나 엘리먼트들의 조합을 지칭할 수도 있음) 과 연관된다. 레퍼런스 신호들의 일부 또는 전부를 수신하는 UE 는 통신 환경의 특성들을 결정하기 위해 채널 측정들을 수행할 수도 있다. 일부 경우들에서, UE 는 하나 이상의 공간 계층들에 대한 다수의 빔들 (예를 들어, 여기서 각각의 빔은 주어진 프리코딩 벡터에 의해 형성된다) 에 대한 빔 가중 계수들을 결정 및 레포팅하도록 구성될 수도 있다. 그러나, 이하에 추가로 설명된 바와 같이, 공간 계층들의 전부가 구성된 빔들의 완전한 보완을 요구하는 것은 아닐 수도 있다. 설명된 기법들에 따르면, UE 는 (예를 들어, CSI 피드백에 제로 전력 빔들에 대한 계수들을 포함하기 보다는) 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하는 것에 의해 CSI 피드백을 효율적으로 레포팅할 수도 있다.
- [0043] 본 개시의 양태들은 초기에 무선 통신 시스템의 맥락에서 설명된다. 본 개시의 양태들은 그 후 빔 다이어그램들 및 프로세스 플로우들을 참조하여 설명된다. 본 개시의 양태들은 또한, 선형 조합 코드북에 대한 비-제로 전력 빔 표시에 관한 장치 다이어그램들, 시스템 다이어그램들, 및 플로우차트들에 의해 예시되고 이들을 참조하여 설명된다.
- [0044] 도 1 은 본 개시의 다양한 양태들에 따른 무선 통신 시스템 (100) 의 예를 예시한다. 무선 통신 시스템 (100) 은 기지국들 (105), UE들 (115), 및 코어 네트워크 (130) 를 포함한다. 일부 예들에서, 무선 통신 시스템 (100) 은 LTE, LTE-어드밴스드 (LTE-A) 네트워크, 또는 NR 네트워크일 수도 있다. 일부 경우들에서, 무선 통신 시스템 (100) 은 향상된 브로드밴드 통신, 초고 신뢰가능 (예를 들어, 미션 크리티컬) 통신, 저 레이턴시 통신, 및 저 비용 및 저 복잡도 디바이스들과의 통신을 지원할 수도 있다. 무선 통신 시스템 (100) 은 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원할 수도 있다.
- [0045] 기지국들 (105) 은 하나 이상의 기지국 안테나들을 통해 UE들 (115) 과 무선으로 통신할 수도 있다. 본 명세서에서 설명된 기지국들 (105) 은 베이스 트랜시버 스테이션, 무선 기지국, 액세스 포인트, 무선 트랜시버, NodeB, eNodeB (eNB), 차세대 노드 B 또는 기가-nodeB (둘 중 어느 하나가 gNB 로 지칭될 수도 있음), 홈 NodeB, 홈 eNodeB, 또는 일부 다른 적합한 용어를 포함할 수도 있거나 또는 이들로 당업자들에 의해 지칭될 수도 있다. 무선 통신 시스템 (100) 은 상이한 타입들의 기지국들 (105) (예를 들어, 매크로 또는 소형 셀 기지국들) 을 포함할 수도 있다. 본 명세서에서 설명된 UE들 (115) 은 매크로 eNB들, 소형 셀 eNB들, gNB들, 중계기 기지국들 등을 포함한 다양한 타입들의 기지국들 (105) 및 네트워크 장비와 통신 가능할 수도 있다.

- [0046] 각각의 기지국 (105) 은, 다양한 UE들 (115) 과의 통신이 지원되는 특정한 지리적 커버리지 영역 (110) 과 연관될 수도 있다. 각각의 기지국 (105) 은 통신 링크들 (125) 을 통해 개별의 지리적 커버리지 영역 (110) 에 대한 통신 커버리지를 제공할 수도 있고, 기지국 (105) 과 UE (115) 사이의 통신 링크들 (125) 은 하나 이상의 캐리어들을 활용할 수도 있다. 무선 통신 시스템 (100) 에 도시된 통신 링크들 (125) 은 UE (115) 로부터 기지국 (105) 으로의 업링크 송신들, 또는 기지국 (105) 으로부터 UE (115) 로의 다운링크 송신들을 포함할 수도 있다. 다운링크 송신들은 또한 순방향 링크 송신들로 불릴 수도 있는 한편, 업링크 송신들은 또한 역방향 링크 송신들로 불릴 수도 있다.
- [0047] 기지국 (105) 에 대한 지리적 커버리지 영역 (110) 은 지리적 커버리지 영역 (110) 의 일 부분만을 구성하는 섹터들로 분할될 수도 있고, 각각의 섹터는 셀과 연관될 수도 있다. 예를 들어, 각각의 기지국 (105) 은 매크로 셀, 소형 셀, 핫 스팟, 또는 다른 타입들의 셀들, 또는 이들의 다양한 조합들에 대한 통신 커버리지를 제공할 수도 있다. 일부 예들에서, 기지국 (105) 은 이동가능하고 따라서 이동하는 지리적 커버리지 영역 (110) 에 대한 통신 커버리지를 제공할 수도 있다. 일부 예들에서, 상이한 기술들과 연관된 상이한 지리적 커버리지 영역들 (110) 은 오버랩할 수도 있고, 상이한 기술들과 연관된 오버랩하는 지리적 커버리지 영역들 (110) 은 동일한 기지국 (105) 에 의해 또는 상이한 기지국들 (105) 에 의해 지원될 수도 있다. 무선 통신 시스템 (100) 은, 예를 들어, 상이한 타입들의 기지국들 (105) 이 다양한 지리적 커버리지 영역들 (110) 에 대한 커버리지를 제공하는 이중 LTE/LTE-A 또는 NR 네트워크를 포함할 수도 있다.
- [0048] UE들 (115) 은 무선 통신 시스템 (100) 전반에 걸쳐 산재될 수도 있고, 각각의 UE (115) 는 고정식 또는 이동식일 수도 있다. UE (115) 는 또한, 이동국, 가입자국, 모바일 유닛, 가입자 유닛, 무선 유닛, 원격 유닛, 모바일 디바이스, 무선 디바이스, 무선 통신 디바이스, 원격 디바이스, 모바일 가입자국, 액세스 단말기, 모바일 단말기, 무선 단말기, 원격 단말기, 핸드셋, 사용자 에이전트, 모바일 클라이언트, 클라이언트, 또는 일부 다른 적합한 용어로 지칭될 수도 있다. UE (115) 는 또한, 셀룰러 폰, 개인 디지털 보조기 (personal digital assistant; PDA), 무선 모뎀, 무선 통신 디바이스, 핸드헬드 디바이스, 태블릿 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 코드리스 폰, 개인 전자 디바이스, 핸드헬드 디바이스, 개인 컴퓨터, 무선 로컬 루프 (WLL) 스테이션, 사물 인터넷 (Internet of things; IoT) 디바이스, 만물 인터넷 (Internet of Everything; IoE) 디바이스, 머신 타입 통신 (MTC) 디바이스, 어플라이언스, 자동차 등일 수도 있다.
- [0049] 일부 경우들에서, UE (115) 는 또한 다른 UE들 (115) (예를 들어, 피어-투-피어 (P2P) 또는 디바이스-투-디바이스 (D2D) 프로토콜을 사용함) 과 직접 통신 가능할 수도 있다. D2D 통신을 활용하는 UE들 (115) 의 그룹 중 하나 이상은 기지국 (105) 의 지리적 커버리지 영역 (110) 내에 있을 수도 있다. 그러한 그룹에서의 다른 UE들 (115) 은 기지국 (105) 의 지리적 커버리지 영역 (110) 밖에 있을 수도 있거나, 또는 그렇지 않으면 기지국 (105) 으로부터의 송신물들을 수신할 수 없을 수도 있다. 일부 경우들에 있어서, D2D 통신을 통해 통신하는 UE들 (115) 의 그룹들은, 각각의 UE (115) 가 그룹에서의 모든 다른 UE (115) 로 송신하는 일 대 다 (1:M) 시스템을 활용할 수도 있다. 일부 경우들에 있어서, 기지국 (105) 은 D2D 통신을 위한 리소스들의 스케줄링을 용이하게 한다. 다른 경우들에서, D2D 통신은 기지국 (105) 의 개입 없이 UE들 (115) 간에 수행된다.
- [0050] 기지국들 (105) 은 코어 네트워크 (130) 와 그리고 서로 통신할 수도 있다. 예를 들어, 기지국들 (105) 은 백홀 링크들 (132) 을 통해 (예를 들어, S1 또는 다른 인터페이스를 통해) 코어 네트워크 (130) 와 인터페이스할 수도 있다. 기지국들 (105) 은 직접 (예를 들어, 직접 기지국들 (105) 간에) 또는 간접적으로 (예를 들어, 코어 네트워크 (130) 를 통해) 백홀 링크들 (134) 위로 (예를 들어, X2 또는 다른 인터페이스를 통해) 서로 통신할 수도 있다.
- [0051] 코어 네트워크 (130) 는 사용자 인증, 액세스 인가, 추적, 인터넷 프로토콜 (IP) 접속성, 및 다른 액세스, 라우팅, 또는 이동성 기능들을 제공할 수도 있다. 코어 네트워크 (130) 는 적어도 하나의 이동성 관리 엔티티 (MME), 적어도 하나의 서빙 게이트웨이 (S-GW), 및 적어도 하나의 패킷 데이터 네트워크 (PDN) 게이트웨이 (P-GW) 를 포함할 수도 있는 진화된 패킷 코어 (EPC) 일 수도 있다. MME 는 EPC 와 연관된 기지국들 (105) 에 의해 서빙된 UE들 (115) 에 대한 이동성, 인증, 및 베어러 관리와 같은 비-액세스 계층 (non-access stratum) (예를 들어, 제어 평면) 기능들을 관리할 수도 있다. 사용자 IP 패킷들은 S-GW 를 통해 전송될 수도 있고, S-GW 그 자체는 P-GW 에 접속될 수도 있다. P-GW 는 IP 어드레스 할당 뿐만 아니라 다른 기능들을 제공할 수도 있다. P-GW 는 네트워크 오퍼레이터들 IP 서비스들에 접속될 수도 있다. 오퍼레이터들 IP 서비스들은 인터넷, 인트라넷(들), IP 멀티미디어 서브시스템 (IMS), 또는 패킷 교환 (PS) 스트리밍 서비스로의 액세스

스를 포함할 수도 있다.

- [0052] 기지국 (105) 과 같은 네트워크 디바이스들 중 적어도 일부는 액세스 노드 제어기 (ANC) 의 예일 수도 있는 액세스 네트워크 엔티티와 같은 서버컴포넌트들을 포함할 수도 있다. 각각의 액세스 네트워크 엔티티는, 무선 헤드, 스마트 무선 헤드, 또는 송신/수신 포인트 (TRP) 로 지칭될 수도 있는 다수의 다른 액세스 네트워크 송신 엔티티들을 통해 UE들 (115) 과 통신할 수도 있다. 일부 구성들에서, 각각의 액세스 네트워크 엔티티 또는 기지국 (105) 의 다양한 기능들은 다양한 네트워크 디바이스들 (예를 들어, 무선 헤드들 및 액세스 네트워크 제어기들) 에 걸쳐 분산되거나 또는 단일 네트워크 디바이스 (예를 들어, 기지국 (105)) 에 통합될 수도 있다.
- [0053] 무선 통신 시스템 (100) 은, 통상적으로 300 MHz 내지 300 GHz 범위의, 하나 이상의 주파수 대역들을 사용하여 동작할 수도 있다. 일반적으로, 300 MHz 내지 3 GHz 의 영역은 UHF (ultra-high frequency) 영역 또는 데시미터 대역으로 알려져 있는데, 파장들의 길이가 대략 1 데시미터에서 1 미터까지에 이르기 때문이다. UHF 파들은 건물 및 환경 피쳐들에 의해 차단되거나 또는 재지향될 수도 있다. 그러나, 파들은 매크로 셀이 실내에 위치한 UE들 (115) 에 서비스를 제공하기에 충분하게 구조들을 관통할 수도 있다. UHF 파들의 송신은, 300 MHz 미만의 스펙트럼의 고 주파수 (HF) 또는 VHF (very high frequency) 부분의 더 작은 주파수들 및 더 긴 파들을 사용한 송신에 비해 더 작은 안테나들 및 더 짧은 범위 (예를 들어, 100 km 미만) 와 연관될 수도 있다.
- [0054] 무선 통신 시스템 (100) 은 또한, 센티미터 대역으로도 알려진 3GHz 내지 30GHz 의 주파수 대역들을 사용하여 SHF (super high frequency) 영역에서 동작할 수도 있다. SHF 영역은, 다른 사용자들로부터의 간섭을 허용할 수 있는 디바이스들에 의해 기회적으로 사용될 수도 있는 5 GHz 산업, 과학 및 의료 (ISM) 대역들과 같은 대역들을 포함한다.
- [0055] 무선 통신 시스템 (100) 은 또한, 밀리미터 대역으로도 알려진 (예를 들어, 30 GHz 내지 300 GHz 의) 스펙트럼의 EHF (extremely high frequency) 영역에서 동작할 수도 있다. 일부 예들에서, 무선 통신 시스템 (100) 은 UE들 (115) 과 기지국들 (105) 사이의 밀리미터파 (mmW) 통신을 지원할 수도 있고, 개별의 디바이스들의 EHF 안테나들은 UHF 안테나들보다 훨씬 더 작고 더 밀접하게 이격될 수도 있다. 일부 경우들에서, 이는 UE (115) 내의 안테나 어레이들의 사용을 용이하게 할 수도 있다. 그러나, EHF 송신들의 전파는 SHF 또는 UHF 송신들보다 훨씬 더 큰 대기 감쇠 및 더 짧은 범위의 영향을 받을 수도 있다. 본 명세서에서 개시된 기법들은 하나 이상의 상이한 주파수 영역들을 사용하는 송신들에 걸쳐 채용될 수도 있고, 이들 주파수 영역들에 걸친 대역들의 지정된 사용은 국가 또는 규제 기관에 의해 상이할 수도 있다.
- [0056] 일부 경우들에서, 무선 통신 시스템 (100) 은 허가 및 비허가 무선 주파수 스펙트럼 대역들 양자 모두를 활용할 수도 있다. 예를 들어, 무선 통신 시스템 (100) 은 5 GHz ISM 대역과 같은 비허가 대역에서 LAA (License Assisted Access), LTE-비허가 (LTE-U) 무선 액세스 기술, 또는 NR 기술을 채용할 수도 있다. 비허가 무선 주파수 스펙트럼 대역들에서 동작할 때, 기지국들 (105) 및 UE들 (115) 과 같은 무선 디바이스들은 데이터를 송신하기 전에 주파수 채널이 클리어함을 보장하기 위해 리스 비포 토크 (listen-before-talk; LBT) 절차들을 채용할 수도 있다. 일부 경우들에서, 비허가 대역들에서의 동작들은 허가 대역 (예를 들어, LAA) 에서 동작하는 CC들과 함께 CA 구성에 기초할 수도 있다. 비허가 스펙트럼에서의 동작들은 다운링크 송신들, 업링크 송신들, 피어-투-피어 송신들, 또는 이들의 조합을 포함할 수도 있다. 비허가 스펙트럼에서의 듀플렉싱은 주파수 분할 듀플렉싱 (FDD), 시간 분할 듀플렉싱 (TDD), 또는 양자 모두의 조합에 기초할 수도 있다.
- [0057] 용어 "캐리어" 는 통신 링크 (125) 를 통한 통신을 지원하기 위해 정의된 물리 계층 구조를 갖는 무선 주파수 스펙트럼 리소스들의 세트를 지칭한다. 예를 들어, 통신 링크 (125) 의 캐리어는 주어진 무선 액세스 기술에 대한 물리 계층 채널들에 따라 동작되는 무선 주파수 스펙트럼 대역의 일 부분을 포함할 수도 있다. 각각의 물리 계층 채널은 사용자 데이터, 제어 정보, 또는 다른 시그널링을 반송할 수도 있다. 캐리어는 미리 정의된 주파수 채널 (예를 들어, E-UTRA 절대 주파수 채널 번호 (EARFCN)) 과 연관될 수도 있고, UE들 (115) 에 의한 발견을 위해 채널 라스터에 따라 포지셔닝될 수도 있다. 캐리어들은 (예를 들어, 주파수 분할 듀플렉싱된 (FDD) 모드에서) 다운링크 또는 업링크일 수도 있거나, 또는 (예를 들어, 시간 분할 듀플렉싱된 (TDD) 모드에서) 다운링크 및 업링크 통신을 반송하도록 구성될 수도 있다. 일부 예들에서, 캐리어를 통해 송신된 신호 파형들은 (예를 들어, OFDM 또는 DFT-s-OFDM 과 같은 다중-캐리어 변조 (MCM) 기법들을 사용하여) 다중 서브-캐리어들로 구성될 수도 있다.
- [0058] 캐리어들의 조직 구조는 상이한 무선 액세스 기술들 (예를 들어, LTE, LTE-A, NR 등) 에 대해 상이할 수도 있다. 예를 들어, 캐리어를 통한 통신들은 TTI들 또는 슬롯들에 따라 조직화될 수도 있고, 이들의 각각은

사용자 데이터 뿐만 아니라 사용자 데이터를 디코딩하는 것을 지원하기 위한 제어 정보 또는 시그널링을 포함할 수도 있다. 캐리어는 또한 전용 포착 시그널링 (예를 들어, 동기화 신호들 또는 시스템 정보 등) 및 캐리어에 대한 동작을 조정하는 제어 시그널링을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서 (예를 들어, 캐리어 집성 구성에서), 캐리어는 또한, 다른 캐리어들에 대한 동작들을 조정하는 포착 시그널링 또는 제어 시그널링을 가질 수도 있다.

[0059] 물리 채널들은 다양한 기법들에 따라 캐리어 상에서 멀티플렉싱될 수도 있다. 물리 제어 채널 및 물리 데이터 채널은 다운링크 캐리어 상에서, 예를 들어, 시간 분할 멀티플렉싱 (TDM) 기법들, 주파수 분할 멀티플렉싱 (FDM) 기법들, 또는 하이브리드 TDM-FDM 기법들을 사용하여 멀티플렉싱될 수도 있다. 일부 예들에 있어서, 물리 제어 채널에서 송신된 제어 정보는 상이한 제어 영역들 사이에서 캐스캐이드 방식으로 (예를 들어, 공통 제어 영역 또는 공통 탐색 공간과 하나 이상의 UE 특정 제어 영역들 또는 UE 특정 탐색 공간들 사이에서) 분산될 수도 있다.

[0060] 캐리어는 무선 주파수 스펙트럼의 특정한 대역폭과 연관될 수도 있고, 일부 예들에서 캐리어 대역폭은 캐리어 또는 무선 통신 시스템 (100) 의 "시스템 대역폭" 으로 지칭될 수도 있다. 예를 들어, 캐리어 대역폭은 특정한 무선 액세스 기술의 캐리어들에 대한 다수의 미리결정된 대역폭들 (예를 들어, 1.4, 3, 5, 10, 15, 20, 40, 또는 80 MHz) 중 하나일 수도 있다. 일부 예들에서, 각각의 서빙된 UE (115) 는 캐리어 대역폭의 부분들 또는 진부를 통해 동작하기 위해 구성될 수도 있다. 다른 예들에서, 일부 UE들 (115) 은 캐리어 내의 미리정의된 부분 또는 범위 (예를 들어, 서브캐리어들 또는 RB들의 세트) 와 연관되는 협대역 프로토콜 타입을 사용하는 동작을 위해 구성될 수도 있다 (예를 들어, 협대역 프로토콜 타입의 "대역내" 전개).

[0061] MCM 기법들을 채용하는 시스템에서, 리소스 엘리먼트는 하나의 심볼 주기 (예를 들어, 하나의 변조 심볼의 지속기간) 및 하나의 서브캐리어로 구성될 수도 있고, 여기서 심볼 주기 및 서브캐리어 간격은 반비례로 관련된다. 각각의 리소스 엘리먼트에 의해 반송된 비트들의 수는 변조 스킴 (예를 들어, 변조 스킴의 오더 (order)) 에 의존할 수도 있다. 따라서, UE (115) 가 수신하는 리소스 엘리먼트들이 많고 변조 스킴의 오더가 높을수록, 데이터 레이트가 UE (115) 에 대해 높을 수도 있다. MIMO 시스템들에서, 무선 통신 리소스는 무선 주파수 스펙트럼 리소스, 시간 리소스, 및 공간 리소스 (예를 들어, 공간 계층들) 의 조합을 지칭할 수도 있고, 다중 공간 계층들의 사용은 UE (115) 와의 통신을 위한 데이터 레이트를 추가로 증가시킬 수도 있다.

[0062] 무선 통신 시스템 (100) 의 디바이스들 (예를 들어, 기지국들 (105) 또는 UE들 (115)) 은 특정한 캐리어 대역폭을 통한 통신을 지원하는 하드웨어 구성을 가질 수도 있거나, 또는 캐리어 대역폭들의 세트의 하나를 통한 통신을 지원하도록 구성가능할 수도 있다. 일부 예들에서, 무선 통신 시스템 (100) 은 1 초과의 상이한 캐리어 대역폭과 연관된 캐리어들을 통한 동시 통신을 지원할 수 있는 기지국들 (105) 및/또는 UE들을 포함할 수도 있다.

[0063] 무선 통신 시스템 (100) 은 다중 셀들 또는 캐리어들을 통한 UE (115) 와의 통신을 지원할 수도 있고, 이러한 피쳐는 캐리어 집성 (CA) 또는 다중 캐리어 동작으로 지칭될 수도 있다. UE (115) 는 캐리어 집성 구성에 따라 다중 다운링크 CC들 및 하나 이상의 업링크 CC들로 구성될 수도 있다. 캐리어 집성은 FDD 및 TDD 컴포넌트 캐리어들 양자 모두에 사용될 수도 있다.

[0064] 일부 경우들에서, 무선 통신 시스템 (100) 은 향상된 컴포넌트 캐리어들 (eCC들) 을 활용할 수도 있다. eCC 는 보다 넓은 대역폭 또는 주파수 채널 대역폭, 보다 짧은 심볼 지속기간, 보다 짧은 TTI 지속기간, 또는 수정된 제어 채널 구성을 포함한 하나 이상의 피쳐들을 특징으로 할 수도 있다. 일부 경우들에서, eCC 는 (예를 들어, 다중 서빙 셀들이 준최적 또는 비-이상적인 백홀 링크를 가질 경우) 캐리어 집성 구성 또는 이중 접속성 구성과 연관될 수도 있다. eCC 는 또한, (예를 들어, 1 초과의 오퍼레이터가 스펙트럼을 사용하도록 허용되는) 비허가 스펙트럼 또는 공유 스펙트럼에서의 사용을 위해 구성될 수도 있다. 넓은 캐리어 대역폭을 특징으로 한 eCC 는, 전체 캐리어 대역폭을 모니터링 가능하지 않거나 또는 다르게는 (예를 들어, 전력을 보존하기 위해) 제한된 캐리어 대역폭을 사용하도록 구성되는 UE들 (115) 에 의해 활용될 수도 있는 하나 이상의 세그먼트들을 포함할 수도 있다.

[0065] 일부 경우들에서, eCC 는 다른 CC들과는 상이한 심볼 지속기간을 활용할 수도 있고, 이는 다른 CC들의 심볼 지속기간들과 비교할 때 감소된 심볼 지속기간의 사용을 포함할 수도 있다. 보다 짧은 심볼 지속기간은 인접한 서브캐리어들 간의 증가된 간격과 연관될 수도 있다. eCC들을 활용하는 UE (115) 또는 기지국 (105) 과 같은 디바이스는 감소된 심볼 지속기간들 (예를 들어, 16.67 마이크로초) 에서 광대역 신호들을 (예를 들어, 20, 40, 60, 80 MHz 등의 주파수 채널 또는 캐리어 대역폭들에 따라) 송신할 수도 있다. eCC 에서의 TTI 는

하나 또는 다중 심볼 주기들로 구성될 수도 있다. 일부 경우들에서, TTI 지속기간 (즉, TTI 에서의 심볼 주기들의 수) 은 가변적일 수도 있다.

[0066] NR 시스템과 같은 무선 통신 시스템들은 그 중에서도 허가, 공유, 및 비허가 스펙트럼 대역들의 임의의 조합을 활용할 수도 있다. eCC 심볼 지속기간 및 서브캐리어 간격의 유연성은 다중 스펙트럼들에 걸친 eCC 의 사용을 허용할 수도 있다. 일부 예들에서, NR 공유 스펙트럼은 특히 리소스들의 동적 수직 (예를 들어, 주파수에 걸침) 및 수평 (예를 들어, 시간에 걸침) 공유를 통해 스펙트럼 활용 및 스펙트럼 효율을 증가시킬 수도 있다.

[0067] 일부 예들에서, 기지국 (105) 또는 UE (115) 는, 송신 다이버시티, 수신 다이버시티, 다중 입력 다중 출력 (MIMO) 통신, 또는 빔포밍과 같은 기법들을 채용하는데 사용될 수도 있는 다중 안테나들을 구비할 수도 있다. 예를 들어, 무선 통신 시스템은 송신 디바이스 (예를 들어, 기지국 (105)) 와 수신 디바이스 (예를 들어, UE (115)) 간에 송신 스킴을 사용할 수도 있고, 여기서 송신 디바이스는 다중 안테나들을 구비하고 수신 디바이스는 하나 이상의 안테나들을 구비한다. MIMO 통신은, 공간 멀티플렉싱으로 지칭될 수도 있는 상이한 공간 계층들을 통해 다중 신호들을 송신 또는 수신하는 것에 의해 스펙트럼 효율을 증가시키도록 다중경로 신호 전파를 채용할 수도 있다. 다중 신호들은, 예를 들어, 상이한 안테나들 또는 안테나들의 상이한 조합들을 통해 송신 디바이스에 의해 송신될 수도 있다. 마찬가지로, 다중 신호들은 상이한 안테나들 또는 안테나들의 상이한 조합들을 통해 수신 디바이스에 의해 수신될 수도 있다. 다중 신호들의 각각은 별도의 공간 스트림으로 지칭될 수도 있고 동일한 데이터 스트림 (예를 들어, 동일한 코드워드) 또는 상이한 데이터 스트림들과 연관된 비트들을 반송할 수도 있다. 상이한 공간 계층들은 채널 측정 및 레포팅을 위해 사용되는 상이한 안테나 포트들과 연관될 수도 있다. MIMO 기법들은, 다중 공간 계층들이 동일한 수신 디바이스에 송신되는 단일 사용자 MIMO (SU-MIMO), 및 다중 공간 계층들이 다중 디바이스들에 송신되는 다중 사용자 MIMO (MU-MIMO) 를 포함한다.

[0068] 공간 필터링, 지향성 전송, 또는 지향성 수신으로 또한 지칭될 수도 있는 빔포밍은, 송신 디바이스 또는 수신 디바이스 (예를 들어, 기지국 (105) 또는 UE (115)) 에서 사용되어 송신 디바이스와 수신 디바이스 사이의 공간 경로를 따라 안테나 빔 (예를 들어, 송신 빔 또는 수신 빔) 을 세이핑 또는 스티어링할 수도 있는 신호 프로세싱 기법이다. 빔포밍은 안테나 어레이에 대하여 특정한 배향들로 전파되는 신호들이 보강 간섭을 경험하는 한편 다른 신호들이 상쇄 간섭을 경험하도록 안테나 어레이의 안테나 엘리먼트들을 통해 통신된 신호들을 결합함으로써 달성될 수도 있다. 안테나 엘리먼트들을 통해 통신된 신호들의 조정은 송신 디바이스 또는 수신 디바이스가 디바이스와 연관된 안테나 엘리먼트들의 각각을 통해 반송된 신호들에 소정의 진폭 및 위상 오프셋들을 적용하는 것을 포함할 수도 있다. 안테나 엘리먼트들의 각각과 연관된 조정들은 (예를 들어, 송신 디바이스 또는 수신 디바이스의 안테나 어레이에 대하여, 또는 일부 다른 배향에 대하여) 특정한 배향과 연관된 빔포밍 가중치 세트에 의해 정의될 수도 있다.

[0069] 하나의 예에서, 기지국 (105) 은 UE (115) 와의 지향성 통신을 위한 빔포밍 동작들을 수행하기 위해 다중 안테나들 또는 안테나 어레이들을 사용할 수도 있다. 예를 들어, 일부 신호들 (예를 들어, 동기화 신호들, 레퍼런스 신호들, 빔 선택 신호들, 또는 다른 제어 신호들) 은 기지국 (105) 에 의해 여러 번 상이한 방향으로 송신될 수도 있으며, 이는 상이한 송신 방향들과 연관된 상이한 빔포밍 가중치 세트들에 따라 송신되는 신호를 포함할 수도 있다. 상이한 빔 방향들에서의 송신들은 (예를 들어, 기지국 (105) 또는 UE (115) 와 같은 수신 디바이스에 의해) 기지국 (105) 에 의한 후속 송신 및/또는 수신을 위한 빔 방향을 식별하는데 사용될 수도 있다. 특정한 수신 디바이스와 연관된 데이터 신호들과 같은 일부 신호들은, 단일 빔 방향 (예를 들어, UE (115) 와 같은 수신 디바이스와 관련된 방향) 으로 기지국 (105) 에 의해 송신될 수도 있다. 일부 예들에서, 단일 빔 방향을 따른 송신과 연관된 빔 방향은 상이한 빔 방향들로 송신되었던 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 결정될 수도 있다. 예를 들어, UE (115) 는 상이한 방향으로 기지국 (105) 에 의해 송신된 신호들 중 하나 이상을 수신할 수도 있고, UE (115) 는 가장 높은 신호 품질, 또는 다르게는 허용가능한 신호 품질을 가진 그 UE 가 수신한 신호의 표시를 기지국 (105) 에 레포팅할 수도 있다. 이들 기법들은 기지국 (105) 에 의해 하나 이상의 방향으로 송신된 신호들을 참조하여 설명되지만, UE (115) 는 (예를 들어, UE (115) 에 의한 후속 송신 또는 수신을 위한 빔 방향을 식별하기 위해) 상이한 방향으로 여러 번 신호들을 송신하거나, 또는 (예를 들어, 수신 디바이스에 데이터를 송신하기 위해) 단일 방향으로 신호를 송신하기 위해 유사한 기법들을 채용할 수도 있다.

[0070] 수신 디바이스 (예를 들어, UE (115)) 는, 동기화 신호들, 레퍼런스 신호들, 빔 선택 신호들, 또는 다른 제어 신호들과 같은 다양한 신호들을 기지국 (105) 으로부터 수신할 때 다중 수신 빔들을 시도할 수도 있다. 예

를 들어, 수신 디바이스는, 임의의 것이 상이한 수신 빔들 또는 수신 방향들에 따른 "리스닝" 으로 지칭될 수도 있는, 상이한 안테나 서브어레이들을 통해 수신하는 것에 의해, 상이한 안테나 서브어레이들에 따라 수신된 신호들을 프로세싱하는 것에 의해, 안테나 어레이의 복수의 안테나 엘리먼트들에서 수신된 신호들에 적용된 상이한 수신 빔포밍 가중치 세트들에 따라 수신하는 것에 의해, 또는 안테나 어레이의 복수의 안테나 엘리먼트들에서 수신된 신호들에 적용된 상이한 수신 빔포밍 가중치 세트들에 따라 수신된 신호들을 프로세싱하는 것에 의해 다중 수신 방향들을 시도할 수도 있다. 일부 예들에서, 수신 디바이스는 (예를 들어, 데이터 신호를 수신할 때) 단일 빔 방향을 따라 수신하기 위해 단일 수신 빔을 사용할 수도 있다. 단일 수신 빔은 상이한 수신 빔 방향들에 따른 리스닝에 적어도 부분적으로 기초하여 결정된 빔 방향 (예를 들어, 다중 빔 방향들에 따른 리스닝에 적어도 부분적으로 기초하여 가장 높은 신호 강도, 가장 높은 신호 대 잡음비, 또는 다르게는 허용가능한 신호 품질을 갖도록 결정된 빔 방향) 으로 정렬될 수도 있다.

[0071] 일부 경우들에서, 기지국 (105) 또는 UE (115) 의 안테나들은 MIMO 동작들, 또는 송신 또는 수신 빔포밍을 지원할 수도 있는 하나 이상의 안테나 어레이들 내에 위치될 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 기지국 안테나들 또는 안테나 어레이들은 안테나 타워와 같은 안테나 어셈블리에 공동 위치할 수도 있다. 일부 경우들에서, 기지국 (105) 과 연관된 안테나들 또는 안테나 어레이들은 다양한 지리적 위치들에 위치될 수도 있다. 기지국 (105) 은 기지국 (105) 이 UE (115) 와의 통신의 빔포밍을 지원하기 위해 사용할 수도 있는 안테나 포트들의 다수의 행들 및 열들을 가진 안테나 어레이를 가질 수도 있다. 마찬가지로, UE (115) 는 다양한 MIMO 또는 빔포밍 동작들을 지원할 수도 있는 하나 이상의 안테나 어레이들을 가질 수도 있다. 예로서, 안테나 어레이 (예를 들어, 또는 안테나 패널) 는 동일한 디지털 트랜시버 체인에 접속된 안테나 엘리먼트들의 세트이거나 또는 이를 포함할 수도 있다. 안테나 어레이 (예를 들어, 또는 안테나 패널) 는 어레이 또는 패널로부터의 송신들을 빔포밍하는 아날로그 위상 제어 회로부를 포함할 수도 있다.

[0072] MIMO 동작들을 지원하기 위해, 기지국 (105) 은 CSI 피드백을 레포팅하도록 UE (115) 를 구성할 수도 있다. CSI 피드백은 CSI-RS 에 기초하여 채널 추정치들을 사용하여 식별된 다수의 빔들에 대한 빔 계수들을 포함할 수도 있다. 일부 경우들에서, UE (115) 는 하나 이상의 공간 계층들에 대한 적어도 하나의 비-제로 전력 빔을 식별할 수도 있다. 이하에 추가로 설명된 바와 같이, UE (115) 는 비-제로 전력 빔들의 수의 표시자를 포함 (예를 들어, 그리고 제로 전력 빔들에 대한 빔 계수들을 생략) 하는 것에 의해 CSI 피드백의 페이로드를 감소시킬 수도 있다. 그러한 페이로드 감소는 UE (115) 의 전력 소비를 감소시키거나, 통신 스루풋을 개선시키거나, 또는 다르게는 무선 통신 시스템 (100) 에 이익을 줄 수도 있다.

[0073] 도 2 는 본 개시의 다양한 양태들에 따른 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 무선 통신 시스템 (200) 의 예를 예시한다. 무선 통신 시스템 (200) 은 기지국 (105-a) 및 UE (115-a) 를 포함하고, 이들 각각은 도 1 을 참조하여 설명된 바와 같은 대응하는 디바이스들의 예일 수도 있다.

[0074] MIMO 통신을 지원하기 위해, 기지국 (105-a) 은 선형 조합 코드북과 함께 사용될 빔들 (예를 들어, 또는 안테나 포트들) 의 수에 대한 CSI 를 레포팅하도록 UE (115-a) 를 구성할 수도 있다. CSI 레포팅을 용이하게 하기 위해, 기지국 (105-a) 은 CSI-RS (215) 를 UE (115-a) 에 송신할 수도 있다. 예를 들어, 기지국 (105-a) 은 (예를 들어, 프리코딩으로 또는 프리코딩 없이) 개별의 안테나 포트들 (205) 을 통해 복수의 CSI-RS 시퀀스들을 송신할 수도 있다. 각각의 안테나 포트 (205) 는 기지국 (105-a) 에서의 안테나 엘리먼트들의 서브셋을 구동할 수도 있다 (예를 들어, 각각의 안테나 포트는 하나 이상의 안테나 엘리먼트들과 연관될 수도 있다). CSI-RS (215) 를 수신 시, UE (115-a) 는 그 자신과 기지국 (105-a) 사이의 채널 (220) 을 추정하고 추정치에 기초하여 CSI 레포트를 생성할 수도 있다. 예로서, 기지국 (105-a) 은 8 개의 CSI-RS 시퀀스들을 송신할 수도 있으며, 각각은 개별의 안테나 포트 (205) (도 2 는 8 개 중 2 개의 안테나 포트들 (205-a 및 205b) 을 도시하고 있다) 와 연관된다. 각각의 안테나 포트 (205) 는 차례로 기지국 (105-a) 의 하나 이상의 안테나 엘리먼트 그룹들 (예를 들어, 하나 이상의 안테나들 (210)) 을 구동할 수도 있다. 이에 따라, CSI-RS (215-a) 및 CSI-RS (215-b) 는 각각 안테나 포트 (205-a) 및 안테나 포트 (205-b) 에 대응하는 안테나들의 그룹 (210) 으로부터 송신될 수도 있다. UE (115-a) 는 차례로 하나 이상의 안테나들을 통해 CSI-RS (215) 를 수신하고 채널 특성들 (예를 들어, 페이딩, 채널 지연 등) 을 추정할 수도 있다.

[0075] 양태들에서, UE (115-a) 는 채널 추정치들에 매칭하는 선형 조합 코드북에 대한 빔(들) (예를 들어, 또는 안테나 포트들) 을 식별할 수도 있다. 예를 들어, UE (115-a) 는 원시 (즉, 비-프리코딩된) 채널 (예를 들어, H) 을 추정할 수도 있고 CSI-RS (215) 에 기초한 채널 추정치들을 사용하여 하나 이상의 공간 계층들에 대한 프리코딩 벡터에 기여하는 (예를 들어, 코드북의 빔들에 대응하는) 빔들의 세트를 식별할 수도 있다.

[0076] 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대해, UE (115-a) 는 주어진 프리코딩 코드북에서 프리코딩 벡터들 또는 매트릭스들의 서브세트의 선형 조합을 표시하는 CSI 피드백을 레포팅할 수도 있다. 예로서, 각각의 공간 계층

에 대해, 프리코딩 매트릭스는  $\begin{bmatrix} W_{0,L} \\ W_{1,L} \end{bmatrix}$  로 주어질 수도 있고, 여기서  $w_{r,1}$  은 제 1 계층에 대한 안테나 포트들의 제 r 세트에 대한 프리코더이다. 프리코딩 벡터  $w_{r,1}$  은 송신 빔들의 선형 조합 (즉, 가중 합) 에 의해 획득될 수도 있다. 예를 들어: 다음이고

$$w_{r,1} = \sum_{i=0}^{L-1} b_{k_1^{(i)}, k_2^{(i)}} \times p_{r,1,i}^{WB} \times p_{r,1,i}^{SB} \times c_{r,1,i}$$

[0077]

[0078] 여기서 L 은 UE (115-a) 가 CSI 피드백을 레포팅하도록 구성되는 빔들의 수이고,  $b_{k_1^{(i)}, k_2^{(i)}}$  는 2 차원 DFT 빔이고, 그리고  $p_{r,1,i}^{WB} \times p_{r,1,i}^{SB} \times c_{r,1,i}$  는 제 1 계층의 제 i 빔의 가중치를 표현한다. 이 식에서,  $p_{r,1,i}^{WB}$  는, 유한 세트 (예를 들어,  $\{1, \sqrt{0.5}, \sqrt{0.25}, \sqrt{0.125}, \sqrt{0.0625}, \sqrt{0.0313}, \sqrt{0.0156}, 0\}$  ) 로부터 끌어 내질 수도 있는 광대역 빔 진폭이고;  $p_{r,1,i}^{SB}$  는, 다른 유한 세트 (예를 들어,  $\{1, \sqrt{0.5}\}$  ) 로부터 끌어 내질 수도 있는 서브대역 빔 진폭이고; 그리고  $c_{r,1,i}$  는, 제 3 유한 세트 (예를 들어  $\{e^{\frac{j\pi n}{2}}, n = 0,1,2,3\}$  또는  $\{e^{\frac{j\pi n}{4}}, n = 0,1,2, \dots, 7\}$  ) 로부터 끌어 내질 수도 있는 서브대역 빔 위상이다.

[0079]

기지국 (105-a) (예를 들어, 또는 일부 다른 적합한 네트워크 엔티티) 은 빔들의 수 (L), 제 1 및 제 2 방향에서의 안테나 포트들 (205) 의 수 ( $N_1, N_2$ ), 및 각각의 방향에 대한 오버샘플링 비율 ( $0_1, 0_2$ ) 을 구성할 수도 있다. 예를 들어, 안테나 포트들 (205) 의 수 및 오버샘플링 비율은 CSI-RS (215) 가 빔포밍되지 않는 경우에 구성될 수 있다 (예를 들어, 그러나 빔들/안테나 포트들의 수 (L) 의 구성을 단지 요구할 수도 있는 빔포밍된 CSI-RS (215) 의 경우에 사용되지 않을 수도 있다). 선형 조합 코드북에 대한 피드백 페이로드는 일부 경우들에서 각각의 공간 계층에 대한 (예를 들어, 각각 2 편파들을 가진 L 개의 빔들에 대한) 계수들의 2L 개의 세트들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 레포트는 2L-1 개의 계수들의 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 및 서브대역 빔 위상을 빔 인덱스와 함께 포함할 수도 있다.

[0080]

계수들은 시그널링 오버헤드를 감소시키기 위해 양자화될 수도 있다. 이에 따라, 광대역 진폭은 상기 유한 세트에서 8 개의 양자화된 레벨들 중 하나를 표시하기 위해 계수 당 3 비트들 (즉, 총  $3 \times (2L - 1)$  비트들) 을 사용하여 시그널링될 수도 있다. 유사하게, 서브대역 빔 진폭은 서브대역 당 총 K - 1 비트들에 대한 2L - 1 계수들 중에서 가장 강한 K - 1 계수들에 대한 서브대역 당 계수 당 1 비트 (즉, 그리고 나머지 2L - K 계수들에 대한 0 비트들) 를 사용하여 시그널링될 수도 있다. 하나의 예에서: L = 2 일 때, K = 4 이고; L = 3 일 때, K = 4 이고; 그리고 L = 4 일 때, K = 6 이다. 서브대역 빔 위상은 (즉, 어느 유한 세트가 사용되는 지에 따라) 서브대역 당 계수 당 2 또는 3 비트들을 포함할 수도 있다.

[0081]

예로서,  $N_1 = N_2 = 0_1 = 0_2 = 4$  및 10 개의 서브대역들을 가진 CSI 레포트에 대한 랭크 1 페이로드가 다음으로 주어질 수도 있다:

표 1: 랭크 1 페이로드 (비트 단위)

L	회전: [ $\log_2(O_1 O_2)$ ]	L-빔 선택 [ $\log_2(N_1 N_2)$ ]	가장 강한 계층: 계층 당 [ $\log_2 2L$ ]	WB amp:	총 WB 페이로드	SB amp:	SB 위상:	총 위상
2	4	7	2	9	22	3	9	142
3	4	10	3	15	32	3	13	192
4	4	11	3	21	39	5	19	279

[0082]

[0083]

표 1로부터 알 수 있는 바와 같이, CSI 레포트의 페이로드는 빔들의 수 (L) 가 증가함에 따라 급격히 증가한다. 그러나, 제로 전력을 가진 빔들 (예를 들어,  $p_{r,li}^{WB}$  는 효과적으로 제로 또는 일부 임계치 미만임) 은 최종 프리코더에 기여하지 않을 수도 있다 (예를 들어, 최종 프리코더는  $p_{r,li}^{WB}$  가 임계치 초과인 L' 개의 빔들 (L' < L) 로 형성될 수도 있다). 이에 따라, CSI 레포트의 페이로드는 제로 전력 빔들의 계층들에 대응하는 비트들을 제거 (예를 들어, 어느 빔들이 제로 전력이고 어느 빔들이 비-제로 전력인지를 표시하는 정보를 포함) 하는 것에 의해 설명된 기법들에 따라 감소될 수도 있다. 즉, 제로 전력 빔이 최종 프리코더에 (예를 들어, 크게 또는 전혀) 기여하지 않기 때문에, 제로 전력 빔(들) 의 광대역 진폭, 서브대역 진폭, 및 서브대역 위상은 CSI 레포트로부터 생략될 수도 있다.

[0084]

예를 들어, 네트워크 (예를 들어, 기지국 (105-a)) 가 제로 전력 빔들의 존재를 알고 있으면, UE (115-a) 는 마치 선형 조합 코드북에서 사용될 L' 개의 빔들이 존재하는 것처럼 광대역 진폭, 서브대역 진폭, 및 서브대역 위상을 레포팅할 수 있다. 즉, L = 4 이고 하나의 제로 전력 빔이 존재하면, 랭크 1 (즉, 하나의 공간 계층) 레포트에 대한 피드백 페이로드 사이즈는 (예를 들어, 이하에 추가로 설명된 바와 같이 제로 전력 빔의 존재를 표시하기 위한 상대적으로 작은 수의 비트들과 함께) 279 비트들에서 192 비트들로 감소될 수도 있다. 게다가, 제로 전력 빔들이 많고 피드백의 랭크가 높을수록, 오버헤드가 더 감소될 수 있다.

[0085]

본 개시의 양태들은 선형 조합 코드북들 (예를 들어, 타입 II 코드북들) 에 관한 것이다. 예를 들어, 타입 II 코드북은 비-프리코딩된 CSI-RS (215) 를 사용할 수도 있는 한편 타입 II 포트 선택 코드북은 프리코딩된 CSI-RS (215) 를 사용할 수도 있다. UE (115-a) 는 타입 II 코드북의 사용을 표시하는 구성을 수신할 수도 있고 비-프리코딩된 CSI-RS (215) 에 기초하여 CSI 레포트에서 기지국 (105-a) 에 통신될 빔들의 조합을 식별할 수도 있다. 대안적으로, UE (115-a) 는 타입 II 포트 선택 코드북의 사용을 표시하는 구성을 수신할 수도 있고 프리코딩된 CSI-RS (215) 에 기초하여 CSI 레포트에서 기지국 (105-a) 에 통신될 안테나 포트들 (205) 의 조합을 식별할 수도 있다. 즉, CSI-RS (215) 가 프리코딩되기 때문에, 각각의 안테나 포트 (205) 는 개별의 빔에 대응할 수도 있고, UE (115-a) 는 채널 추정을 수행하기 위해 안테나 포트들 (205) 과 빔들 간의 일대일 대응을 사용할 수도 있다. 따라서, 본 개시의 양태들에서, 빔들의 수는 타입 II 코드북과 관련된 빔들의 수 및/또는 타입 II 포트 선택 코드북과 관련된 안테나 포트들의 수를 지칭하는데 사용될 수도 있다.

[0086]

도 3 은 본 개시의 다양한 양태들에 따른 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 무선 통신 시스템 (300) 의 예를 예시한다. 무선 통신 시스템 (300) 은 기지국 (105-b) 및 UE (115-b) 를 포함하고, 이들 각각은 도 1 및 도 2 를 참조하여 설명된 바와 같은 대응하는 디바이스들의 예일 수도 있다. 무선 통신 시스템 (300) 은 기지국 (105-b) 과 UE (115-b) 사이의 빔포밍된 송신들과 연관되는 주파수 범위들 (예를 들어, mmW 주파수 범위들, 서브-6GHz 주파수 범위들 등) 에서 동작할 수도 있다.

[0087]

본 개시의 양태들에서, 빔포밍과 같은 신호 프로세싱 기법들은 에너지를 코히어런트로 결합하고 경로 손실들을 극복하는데 사용될 수도 있다. 예로서, 기지국 (105-b) 은 다중 안테나들을 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 각각의 안테나는 위상 시프트된 버전들이 소정의 영역들에서 보강 간섭하고 다른 영역들에서 상쇄 간섭하도록 신호의 위상-시프트된 버전을 송신 (또는 수신) 할 수도 있다. 예를 들어, 원하는 방향으로 송신들

을 스티어링하기 위해 다양한 위상 시프트 버전들에 가중치가 적용될 수도 있다. 그러한 기법들 (또는 유사한 기법들) 은 기지국 (105-b) 의 커버리지 영역 (110-b) 을 증가시키거나 또는 다르게는 무선 통신 시스템 (300) 에 이익을 주도록 서빙할 수도 있다.

[0088] 송신 빔들 (305) 은 데이터 (예를 들어, 제어 정보) 가 송신될 수도 있는 빔들의 예들을 나타낸다. 이에 따라, 각각의 송신 빔 (305) 은 기지국 (105-b) 으로부터 커버리지 영역 (110-b) 의 상이한 영역으로 지향될 수 있고, 어떤 경우에는 2 이상의 빔들이 오버랩할 수 있다. 송신 빔들 (305) 은 동시에 또는 상이한 시간에 송신될 수 있다. 어느 경우나, UE (115-b) 는 수신 빔들을 통해 하나 이상의 송신 빔들 (305) 에서의 정보를 수신 가능할 수도 있다. 일부 경우들에서, 각각의 수신 빔은 주어진 송신 빔 (305) (예를 들어, 또는 프리코딩된 신호들의 경우에 안테나 포트) 에 대응할 수도 있거나, 또는 수신 빔은 다중 송신 빔들 (305) 에 대응할 수도 있다 (예를 들어, UE (115-b) 는 송신 다이버시티 스킴에서 다중 송신 빔들 (305) 에 걸쳐 전송된 신호를 수신할 수도 있다).

[0089] 상기 설명된 바와 같이, MIMO 동작들은 송신 빔들 (305) 을 통한 CSI-RS 의 송신을 통해 지원될 수도 있다. 기지국 (105-b) 은 7 개의 송신 빔들 (305) 로 예시되지만, 임의의 적합한 수의 송신 빔들이 채용될 수도 있다. 양태들에서, 각각의 송신 빔 (305) 은 편파된 컴포넌트 빔들로 분해될 수도 있다. 즉, 기지국 (105-b) 은 다중 이중 편파된 안테나 엘리먼트들로부터 구성된 안테나 어레이 (예를 들어, 1 차원 또는 2 차원 어레이) 를 가질 수도 있고, 여기서 송신 빔들은 안테나 엘리먼트들의 위상 제어에 의해 형성되고 각각의 빔은 안테나 포트에 대응할 수도 있다. 주어진 송신 빔 (305) 의 편파된 컴포넌트들은 독립적으로 또는 집합적으로 처리될 수도 있다. 기지국 (105-b) 은 선형 조합 코드북을 위해 사용될 송신 빔들 (305) 의 서브세트를 식별하도록 UE (115-b) 를 구성할 수도 있다.

[0090] 본 개시의 양태들은 안테나 포트들의 세트들의 맥락에서 설명될 수도 있으며, 여기서 각각의 안테나 포트는 (예를 들어, 도 2 를 참조하여 설명된 바와 같이) 하나 이상의 안테나 엘리먼트들을 스티어링 또는 다르게는 제어할 수도 있다. 일부 경우들에서, 안테나 포트들의 제 1 세트는 제 1 안테나 어레이의 이중 편파된 안테나 엘리먼트들의 제 1 편파와 연관될 수도 있는 한편 안테나 포트들의 제 2 세트는 제 1 안테나 어레이의 이중 편파된 안테나 엘리먼트들의 제 2 편파와 연관될 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 안테나 포트들의 제 2 세트는 (예를 들어, 제 1 편파 또는 제 2 편파, 또는 제 1 및 제 2 편파들 양자 모두를 지원하는) 제 2 안테나 어레이와 연관될 수도 있다. 따라서, 안테나 포트들의 상이한 세트들은 상이한 편파들을 갖는 안테나 포트들 및/또는 상이한 안테나 어레이들 (예를 들어, 안테나 패널들) 과 연관된 안테나 포트들을 지칭할 수도 있다. 즉, 기지국 (105-b) (예를 들어, 및/또는 UE (115-b)) 은 다중 안테나 어레이들 (예를 들어, 안테나 패널들) 을 포함할 수도 있고, 본 개시의 양태들은 어레이 당 비-제로 전력 빔 표시, 편파 당 비-제로 전력 빔 표시, 또는 양자 모두를 지원할 수도 있다.

[0091] 송신 빔들 (305) 을 형성하는데 사용되는 프리코더들은 (예를 들어, 기지국 (105-b) 및 UE (115-b) 에 알려질 수도 있는) 코드북으로부터 선택될 수도 있다. 즉, 각각의 송신 빔 (305) 은 코드북에 포함된 빔포밍 파라미터들에 기초하여 형성될 수도 있다. 대안적으로, 프리코더는 비-코드북 방법에 기초할 수도 있다 (예를 들어, 빔 상호성을 통해 업링크 사운딩 레퍼런스 신호에 기초할 수도 있음). 각각의 경우에, 프리코더는 UE (115-b) 에 투명할 수도 있다 (예를 들어, UE (115-b) 는 송신 빔 (305) 을 형성하는데 사용되는 정확한 프리코더의 지식 없이 복합 채널을 단지 추정할 수도 있다). 각각의 송신 빔 (305) 은 CSI-RS 시퀀스를 반송할 수도 있다. CSI-RS 를 수신 시, UE (115-b) 는 CSI-RS 에 기초하여 송신 빔 (305) 에 대한 채널 (예를 들어,  $H \cdot b$ ) 을 추정할 수도 있다. UE (115-b) 는 통신을 위한 최상의 채널 조건들을 제공하는 송신/수신 빔 쌍들을 식별하기 위해 송신 빔들 (305) 의 각각에 대한 하나 이상의 수신 빔들을 테스트할 수도 있다. 즉, UE (115-b) 는 (예를 들어, 도 2 를 참조하여 설명된 바와 같은 비-빔포밍된 채널보다는 또는 그에 더하여) 복수의 송신/수신 빔 쌍들에 대한 빔포밍된 (예를 들어, 복합) 채널을 추정할 수도 있다.

[0092] 도 2 를 참조하여 설명된 기법들의 양태들은 빔포밍된 CSI-RS 에도 적용될 수도 있다. 예를 들어, 각각의 공간 계층 (310) 에 대해, UE (115-a) 는 빔들 및/또는 안테나 포트들의 선형 조합을 표시하는 CSI 피드백을 레포팅할 수도 있다. 예를 들어, 기지국 (105-b) 은 L 개의 송신 빔들 (305) (예를 들어, L 개의 안테나 포트들에 대응함) 에 대한 CSI 피드백을 레포팅하도록 UE (115-b) 를 구성할 수도 있다. 이에 따라, UE (115-b) 는 L 개의 선택된 안테나 포트들의 표시 (예를 들어, 포트 선택 매트릭스) 뿐만 아니라 그들을 결합하는데 사용된 빔 계수들을 포함하는 CSI 레포트 (315) 를 송신할 수도 있다. 일부 경우들에서, 가중치들 (예를 들어, 빔 계수들) 은 편파 특정적 및/또는 공간 계층 (310) 특정적일 수도 있다. L 개의 레포팅된 안테나 포트들은 일부 경우들에서 모든 편파 및 모든 공간 계층들 (310) 에 공통일 수도 있다. 비-제로 전력 빔 표시는

편파 특정적 및/또는 공간 계층 특정적일 수도 있다 (예를 들어, 또는 모든 편파들 및 공간 계층들 (310) 에 공통일 수도 있다). 상기 설명된 바와 같이, 빔 계수들 (예를 들어, 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 및 서브대역 빔 위상) 은 각각 개별의 유한 세트로부터 끌어 내질 수도 있다.

[0093] 상기 추가로 설명된 바와 같이, CSI 레포트 (315) 의 페이로드는 빔들의 수 (L) 가 증가함에 따라 급격히 증가한다. 그러나, 제로 전력을 가진 빔들 (예를 들어,  $p_{r,li}^{WB}$  는 일부 임계치 미만임) 은 최종 프리코더에 기여하지 않을 수도 있기 때문에 (예를 들어, 최종 프리코더는  $p_{r,li}^{WB}$  가 임계치 초과인 L' 개의 빔들 (L' < L) 로 형성될 수도 있음), CSI 레포트 (315) 의 페이로드는 제로 전력 빔들의 계수들에 대응하는 비트들을 제거 (예를 들어, 그리고 그 대신 비-제로 전력 빔들의 표시자를 포함) 하는 것에 의해 감소될 수도 있다.

[0094] CSI 레포트 (315) 의 페이로드에 대한 다양한 포맷들이 이하에 고려된다. 이들 포맷들의 양태들은 이하에 논의된 예들이 범위의 제한이 아니도록 결합될 수도 있다. 다음의 양태들은 L = 4 (예를 들어, 기지국 (105-b) 은 4 개의 송신 빔들 (305) 에 대한 피드백을 레포팅하도록 UE (115-b) 를 구성할 수도 있음) 및 랭크 2 (예를 들어, 4 개의 송신 빔들 (305) 은 UE (115-b) 에 의해 수신될 때 2 개의 공간 계층들 (310-a, 310-b) 을 형성함) 를 사용하여 설명된다. 설명된 개념들은 임의의 적합한 L 및 랭크에 적용될 수도 있음이 이해될 것이다. 추가적으로, 설명된 포맷들의 다양한 양태들은 빔포밍된 CSI-RS 및 비-빔포밍된 CSI-RS 양자 모두에 적용가능할 수도 있다.

[0095] 다음의 예들에서, 주어진 프리코딩 벡터에 대한 각각의 송신 빔 (305) 의 기여도는 2 편파들을 통해 식별되지만, 설명된 개념들은 단일 편파 송신들에도 적용된다. 기지국 (105-b) 으로부터 수신된 구성에 기초하여, UE (115-b) 는 4 개의 송신 빔들 (305) (예를 들어, L = 4) 에 기초하여 CSI 를 레포팅한다. UE (115-b) 는 2 개의 공간 계층들 (310-a, 310-b) 에 대한 송신 빔들 (305-a, 305-b, 305-c, 및 305d) 을 선택할 수도 있다. 예를 들어, UE (115-b) 는 빔포밍된 CSI-RS 에 대한 수신된 전력, 하나 이상의 공간 계층들 (310) 에 대한 프리코딩 벡터에 대한 상대적 기여도들 등에 기초하여 L 개의 빔들을 선택할 수도 있다. 대안적으로 (예를 들어, CSI-RS 가 빔포밍되지 않으면), UE (115-b) 는 DFT 코드북을 에플레이팅할 수도 있다 (예를 들어, 채널에 매칭하는 L 개의 빔들을 발견하기 위하여 코드북으로부터의 후보들을 평가할 수도 있음). 또 다른 예들에서, UE (115-b) 는 일부 또는 모든 가능한 프리코더들에 대한 스펙트럼 효율에 기초하여 L 개의 빔들을 선택할 수도 있다. 예를 들어, UE (115-b) 는 (예를 들어, 프리코딩된 CSI-RS 및 비-프리코딩된 CSI-RS 양자 모두에 대한) 안테나 포트들 또는 송신 빔들 (305) 의 가능한 조합들 (예를 들어, 진폭 팩터들 및 위상 팩터들) 에 의해 형성된 모든 가능한 프리코더들을 에플레이팅할 수도 있다. 이에 따라, UE (115-b) 는 채널 추정치들에 매칭하는 L 개의 빔들을 선택할 수도 있다.

[0096] 일부 경우들에서, UE (115-b) (예를 들어, 및/또는 기지국 (105-b)) 는 CSI 레포트에 비-제로 전력 빔 표시자를 포함하기 위한 트리거링 조건을 식별할 수도 있다. 예를 들어, 트리거링 조건은 CSI 레포트 (315) 에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성에 포함될 수도 있다. 예를 들어, 트리거링 조건은 통신 품질 (예를 들어, SNR, 지원된 랭크 등), 디바이스 성능 (예를 들어, 배터리 레벨), 네트워크 조건 (예를 들어, 통신 디바이스들의 수), 구성 세팅 등을 포함할 수도 있다. UE (115-b) (예를 들어, 및/또는 기지국 (105-b)) 는 트리거링 조건이 만족되는지 여부 (예를 들어, 통신 품질이 소정의 임계치를 초과하는지 여부) 를 결정하고 트리거링 조건이 임계치를 만족시키거나 또는 임계치를 만족시키지 못하는 것에 기초하여 CSI 레포트 (315) 의 포맷을 결정할 수도 있다. 예로서, UE (115-b) 는 비-제로 전력 빔 표시자를 포함하는 것에 디폴트로 될 수도 있지만, 일부 경우들에서, 트리거링 조건을 식별하고 CSI 레포트 (315) 의 포맷을 (예를 들어, 제로 전력 빔들을 포함한) 모든 빔들/안테나 포트들에 대한 빔 계수들을 포함하도록 조정할 수도 있다. 이에 따라, UE (115-b) 는 CSI 레포트 (315) 에서 비-제로 전력 빔 표시자를 사용하는 것과 비-제로 전력 빔 표시자를 생략하는 것 간에 (예를 들어, 동적으로 또는 반정적으로) 스위칭할 수도 있다. 일부 경우들에서, CSI 레포트 (315) 에서의 표시자의 포맷은 트리거링 조건에 적어도 부분적으로 기초할 수도 있다. 일부 경우들에서, CSI 레포트 (315) 의 포맷 (예를 들어, 레포팅 세팅) 은 고정될 수도 있다. 대안적으로, 레포팅 세팅은 동적으로 업데이트 (예를 들어, 트리거링 조건에 기초하여 네트워크에 의해 구성) 될 수도 있다.

[0097] 주어진 공간 계층 (310) 에 대한 최종 프리코딩 벡터에 대한 송신 빔들 (305) 의 기여도는 (예를 들어, 장애물들, 페이딩, 간섭 등과 같은 채널 특성들로 인해) 가변할 수도 있다. 예를 들어, 주어진 공간 계층에 대한 상이한 송신 빔들 (305) 간의 또는 상이한 공간 계층들 및/또는 편파들에 걸친 동일한 송신 빔 (305) 에 대한 변화가 있을 수도 있다. UE (115-b) 는 (예를 들어, 각각의 편파 및/또는 공간 계층 (310) 에 대한) 송신

빔들 (305) 을 평가할 수도 있다.

[0098] 예를 들어, UE (115-b) 는 각각의 송신 빔 (305) 의 기여도를 임계치 (예를 들어, 광대역 진폭 팩터) 와 비교할 수도 있다. 비교들은 안테나 포트들의 세트에 특징적인, 공간 계층 특정적, 및/또는 편파 특정적일 수도 있다. UE (115-b) 는 CSI 레포트에 포함될 송신 빔들 (305) 의 서브세트를 식별할 수도 있고 (예를 들어, 비교에 기초하여) 송신 빔들 (305) 을 (예를 들어, 임계치 미만의 광대역 진폭 팩터를 가진 빔들에 대해) 제로 전력 빔들 또는 (예를 들어, 임계치 초과인 광대역 진폭 팩터를 가진 빔들에 대해) 비-제로 전력 빔들로서 분류할 수도 있다.

[0099] 예로서, 최종 프리코딩 매트릭스에 대한 송신 빔 (305-a) 의 기여도는 공간 계층 (310-a) 및 공간 계층 (310-b) 에 대한 안테나 포트들의 세트들 양자 모두에 대한 임계치 초과일 수도 있다. 일부 경우들에서, 최종 프리코딩 매트릭스에 대한 송신 빔 (305) 의 기여도들은 편파 특정 및/또는 계층 특정 임계치들과 비교될 수도 있다. 최종 프리코딩 매트릭스에 대한 송신 빔 (305-b) 의 기여도는 공간 계층 (310-a) 에 대한 안테나 포트들의 세트들 양자 모두에 대한 임계치 초과 및 공간 계층 (310-b) 에 대한 안테나 포트들의 세트들 양자 모두에 대한 임계치 미만일 수도 있다 (즉, 공간 계층 (310-b) 에 대한 제로 전력 빔일 수도 있다). 최종 프리코딩 매트릭스에 대한 송신 빔 (305-c) 의 기여도는 공간 계층 (310-a) 의 안테나 포트들의 하나의 세트에 대한 임계치 초과일 수도 있다 (예를 들어, 그러나 공간 계층 (310-a) 의 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 송신 빔 (305-c) 의 기여도는 임계치 미만일 수도 있다). 유사하게, 공간 계층 (310-b) 에 대한 최종 프리코딩 매트릭스에 대한 송신 빔 (305-c) 의 기여도는 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 임계치 초과 (예를 들어, 그러나 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 임계치 미만) 일 수도 있다. 송신 빔 (305-d) 은 공간 계층들 (310-a, 310-b) 양자 모두에 대한 제로 전력 빔을 나타낼 수도 있다 (예를 들어, 최종 프리코딩 매트릭스들에 대한 그 기여도는 공간 계층 (310-a) 및 공간 계층 (310-b) 에 대한 안테나 포트들의 세트들 양자 모두에 대한 임계치 미만일 수도 있다).

[0100] 예시를 위해, 4 개의 송신 빔들 (305) 이 도 3 에 라벨링된다. 그러나, 기지국 (105-b) 이 추가적인 빔들 (예를 들어, 음영처리되지 않은 빔들 (305)) 을 송신할 수도 있음을 이해해야 한다. 이들 빔들은 또한, 예를 들어, 개별의 빔포밍 기여도들이 안테나 포트들 및 공간 계층들 (310) 의 세트들 양자 모두에 대한 임계치 미만인 상태로 수신될 수도 있다. 각각의 공간 계층 (310) 은 다중 편파들의 송신 빔들 (305) 을 포함할 수도 있음이 이해될 것이다. 공간 계층들 (310-a 및 310-b) 은 안테나 포트들의 주어진 세트 (예를 들어, 상기 설명된 안테나 포트들의 제 1 세트) 에 대한 4 개의 송신 빔들 (305) 의 선형 조합들에 의해 형성되는 것으로서 예시된다. 이에 따라, 공간 계층 (310-a) 의 (예를 들어, 제 1 편파와 연관될 수도 있는) 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 최종 프리코딩 매트릭스는 (예를 들어, 공간 계층 (310-a) 에서 음영처리된 박스들로서 표시되는 송신 빔들 (305-a, 305-b, 및 305-c) 에 대응하는) 3 개의 송신 빔들 (305) 및 (예를 들어, 공간 계층 (310-a) 에서 음영처리되지 않은 박스로서 표시되는 송신 빔 (305-b) 에 대응하는) 하나의 제로 전력 송신 빔 (305) 으로부터의 비-제로 기여도들을 갖는다. 유사하게, 공간 계층 (310-b) 의 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 최종 프리코딩 매트릭스는 송신 빔들 (305-a 및 305-c) 및 2 개의 제로 전력 송신 빔들 (305) (예를 들어, 송신 빔들 (305-b 및 305-d) 에 대응함) 으로부터의 비-제로 기여도들을 갖는다. 일부 경우들에서, 안테나 포트들의 제 1 세트는 제 1 편파와 연관될 수도 있다. 이들 예시들은 (예를 들어, 편파 특정 기여도들 또는 프리코딩 매트릭스들에 대한 안테나 포트들의 주어진 세트에 특징적인 기여도들이 이하에 설명된 모든 레포팅 세트들에서 컴퓨팅되지 않을 수도 있도록) 단지 설명만을 위해 포함됨이 이해될 것이다.

[0101] 제 1 레포팅 세팅에서, UE (115-b) 는 안테나 포트들 및 계층들의 모든 세트들에 적용된 비-제로 전력 빔들의 수를 레포팅할 수도 있다. 상기 설명된 바와 같이, 송신 빔 (305-d) 은 (예를 들어, 그 광대역 진폭 팩터가 상기 설명된 바와 같이, 스펙트럼 효율 평가 후에 제로 또는 임계치 미만일 수도 있기 때문에) 안테나 포트들 및 양자의 공간 계층들 (310) 의 양자의 세트들에 대한 제로 전력 빔의 예를 나타낸다. 설명된 기법들에 따르면, UE (115-b) 는 따라서 안테나 포트들 및 양자의 공간 계층들의 양자의 세트들에 적용되는 3 개의 비-제로 전력 빔들의 표시를 포함할 수도 있다. 일부 경우들에서, UE (115-b) 는 (예를 들어, 주어진 계층에 대한 비-제로 전력 빔들의 수의 가능한 값들이 0, 1, 2, ..., L - 1 이기 때문에)  $\lceil \log_2 L \rceil$  비트들을 사용하여 표시를 전달할 수도 있다. 그러한 접근법에서, 레포트의 포맷은 L 의 구성에 의존한다. 대안적으로, UE

(115-b) 는  $\lceil \log_2 L_{max} \rceil$  비트들을 사용하여 표시를 전달할 수도 있고, 여기서  $L_{max}$  는 (예를 들어, 각각의 CSI 레포트 (315) 가 주어진 UE (115) 에 대한 L 의 구성에 상관없이 동일한 포맷을 갖도록) 네트워크에 대해 최대 가능한 값 L 이다. 본 예에서, UE (115-b) 는 4 개의 빔들 중 하나가 안테나 포트들 및 공간 계층들

(310) 의 모든 세트들에 대한 제로 전력 빔임을 기지국 (105-b) 에 표시한다.

[0102] 양태들에서, 본 예의 CSI 레포트 (315) 는 단 하나의 송신 빔 (예를 들어, 송신 빔 (305-a)) 이 (예를 들어, 하나 또는 양자의 공간 계층들 (310) 의 최종 프리코딩 벡터에 대한 다른 3 개의 송신 빔들 (305) 의 기여도가 상대적으로 낮기 때문에) 비-제로 전력 빔임을 표시할 수도 있다. 임계치는 (예를 들어, 기지국 (105-b) 과 같은 네트워크 엔티티에 의해) 정적으로, 반정적으로, 또는 동적으로 구성될 수도 있거나 또는 (예를 들어, 가장 높은 전력 송신 빔 (305) 에 적용된 팩터에 기초하여) UE (115-b) 에 의해 자율적으로 결정될 수도 있다. 예로서,  $N_1 = 4$ ,  $N_2 = 4$ , 및  $L = 4$ , 및 UE (115-b) 가 2 개의 비-제로 전력 빔들이 있다고 결정하면, 비-제로

전력 빔들의 수를 표시하기 위해 2 비트들을 사용할 수도 있거나 또는  $\lceil \log_2 4 \times 4 \rceil$  비트들을 사용할 수도 있다.

추가적으로, CSI 레포트 (315) 는 빔 계수들 (예를 들어, 뿐만 아니라 가장 강한 계수 표시) 을 포함할 수도 있다. 이에 따라, CSI 레포트 (315) 는 (즉,  $L = 4$  및  $K = 6$  보다는) 마치  $L = 2$  및  $K = 4$  인 것처럼 페이로드 사이즈로 송신될 수도 있다.

[0103] 제 1 레포팅 세팅의 일부 예들에서, UE (115-b) 는 L-비트 비트맵을 사용하여 CSI 레포트 (315) 에서 안테나 포트들 (예를 들어, 편파들) 및 공간 계층들 (310) 의 모든 세트들에 적용된 비-제로 전력 빔들의 수 및 인덱스들 (예를 들어, 빔 세트에서 빔 포지션에 대응하는 절대적 빔 인덱스보다는 L 개의 빔들에 상대적인 인덱스들) 을

전달할 수도 있다. 예를 들어,  $b_0, b_1, \dots, b_{L-1}$  은 L 개의 빔들에 대한 표시일 수도 있고,  $b_i = 0$  은, 안테나 포트들 및 공간 계층들 (210) 의 모든 세트들에 대한 빔 i (여기서 i 는 L 개의 빔들에 상대적인 인덱스에 대응한다) 의 전력이 제로 (즉,  $p_{0,l,i}^{WB} = p_{1,l,i}^{WB} = 0, \forall l = 0, 1, \dots, R - 1$ , 여기서 R 은 선택된 랭크이다) 임을

의미한다. 이에 따라,  $b_i$  는 (예를 들어,  $b_i$  의 값이, 주어진 빔이 제로 전력인지 또는 비-제로 전력인지를 표시하도록 하는) 전력 표시자 비트의 예일 수도 있다. 비트맵을 결정한 후, UE (115-b) 는 비-제로 전력 빔들의 빔 인덱스들을 레포팅할 수도 있다 (예를 들어, 그러나 제로 전력 빔들의 인덱스들을 레포팅하지 않을 수도 있다).

CSI 레포트 (315) 에 포함된 빔 계수들은 그 후, 표시된 비-제로 전력 빔들에 대응할 수도 있다. 예로서,  $L = 4$  에 대해, UE (115-b) 는 CSI 레포트 (315) 에 4 개의 빔 인덱스들 (예를 들어, [4,7,9,13]) 을 포함할 수도 있다. CSI 레포트 (315) 는 인덱스들 4 및 9 를 가진 빔들이 모든 공간 계층들 (310) 및 안테나 포트들의 세트들에 대한 제로 전력 빔들인 한편 인덱스들 7 및 13 을 가진 빔들이 모든 공간 계층들 (310) 및 안테나 포트들의 세트들에 대한 비-제로 전력 빔들임을 표시하는 비-제로 전력 빔 표시 (예를 들어, '0101') 를 포함할 수도 있다.

CSI 레포트 (315) 는 인덱스들 7 및 13 을 가진 빔들에 대응하는 빔 계수들을 포함할 수도 있다 (예를 들어, 여기서 빔 계수들은 일부 경우들에서 안테나 포트들의 주어진 세트에 특정적 및/또는 공간 계층 특정적일 수도 있다). 대안적으로, 일부 경우들에서 (예를 들어, 트리거링 조건에 기초하여), UE (115-b) 는 모든 L 개의 빔들의 빔 인덱스들을 포함할 수도 있다 (즉, 여기서 빔 인덱스들은 송신 빔들 (305) 의 세트에서의 절대적 빔 포지션에 대응한다).

[0104] 제 2 레포팅 세팅에서, UE (115-b) 는 (예를 들어, 모든 공간 계층들 (310) 에 적용된) 안테나 포트들의 주어진 세트에 특정적인 비-제로 전력 빔들을 레포팅할 수도 있다. 예를 들어, UE (115-b) 는 안테나 포트들의 세트 당 비-제로 전력 빔들의 수를 레포팅할 수도 있고, 여기서 안테나 포트들의 각각의 세트는 상이한 편파, 상이한 안테나 어레이, 또는 양자 모두와 연관될 수도 있다. 안테나 포트들의 세트 당 비-제로 전력 빔들의 수의 가능한 값들은 0, 1, 2, ..., L - 1 이다. 제 1 레포팅 세팅과 유사하게, UE (115-b) 는

$2 \times \lceil \log_2 L \rceil$  비트들 또는  $2 \times \lceil \log_2 L_{max} \rceil$  비트들을 사용하여 표시를 전달할 수도 있다. 전자의

경우에, 첫번째  $\lceil \log_2 L \rceil$  비트들은 안테나 포트들의 제 1 세트에 사용될 수도 있는 한편, 나머지 비트들은 안테나 포트들의 제 2 세트에 사용될 수도 있다. 이에 따라, 본 예에서, UE (115-b) 는, 안테나 포트들의 제 1 및 제 2 세트들에 대해, 각각의 공간 계층 (310-a, 310-b) 에 대한 하나의 비-제로 전력 빔 (예를 들어, 송신 빔 (305-a)) 이 있음을 네트워크 (예를 들어, 또는 기지국 (105-b)) 에 통지할 수도 있다.

주어진 공간 계층 (310) 및 안테나 포트들의 주어진 세트에 대한 프리코딩 매트릭스에 대한 송신 빔 (305-b, 305-c) 의 기여도가 (예를 들어, 상기 설명된 바와 같이 구성 또는 자율적으로 결정될 수도 있는) 임계치를 초과하면, 이들 빔들은 (예를 들어, 다른 공간 계층들 (310) 에 대한 안테나 포트들의 주어진 세트에 대한 송신 빔 (305) 의 기여도에 상관없이) 안테나 포트들의 그 세트에 대한 비-제로 전력 빔들인 것으로 고려될 수도 있다.

[0105] 대안적으로, 제 2 레포팅 세팅에서, UE (115-b) 는 2L-비트 비트맵을 사용하여 CSI 레포트 (315) 에서 안테나 포트들의 세트 당 비-제로 전력 빔들의 수 및 인덱스들 (예를 들어, L 개의 식별된 빔들에 상대적인 인덱스들) 을 전달할 수도 있다. 이 예에서,  $b_0, b_1, \dots, b_{L-1}$  은 안테나 포트들의 제 1 세트에 사용될 수도 있고  $b_L, b_{L+1}, \dots, b_{2L-1}$  은 안테나 포트들의 제 2 세트에 사용될 수도 있다. 이에 따라,  $b_v = 0$  은 안테나 포

트 세트  $r = \lfloor \frac{v}{L} \rfloor + 1$  에 대한 빔  $i = \text{mod}(v, L)$  의 전력이 제로 (즉,

$$p_{\lfloor \frac{v}{L} \rfloor + 1, \text{mod}(v, L)}^{WB} = 0, \forall l = 0, 1, \dots, R - 1$$

) 임을 의미한다. 예로서, L = 4 에 대해, UE (115-b) 는 CSI 레포트 (315) 에 4 개의 빔 인덱스들 (예를 들어, [4, 7, 9, 13]) 을 포함할 수도 있다. CSI 레포트 (315) 는 안테나 포트들의 제 1 세트에 대해, 인덱스들 4 및 9 를 가진 빔들이 모든 공간 계층들 (310) 에 대한 제로 전력 빔들이고, 한편 인덱스들 7 및 13 을 가진 빔들이 모든 공간 계층들 (310) 에 대한 비-제로 전력 빔들이고, 그리고 안테나 포트들의 제 2 세트에 대해, 인덱스들 4 및 7 을 가진 빔들이 모든 공간 계층들 (310) 에 대한 제로 전력 빔들이고, 한편 인덱스들 9 및 13 을 가진 빔들이 모든 공간 계층들 (310) 에 대한 비-제로 전력 빔들이고 표시하는, 비-제로 전력 빔 표시 (예를 들어, '01010011') 를 포함할 수도 있다. CSI 레포트 (315) 는 비-제로 전력 빔들에 대응하는 빔 계수들 (예를 들어, 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 인덱스들 7 및 13 을 가진 빔들 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 인덱스들 11 및 13 을 가진 빔들에 대응하는 빔 계수들) 을 포함할 수도 있다.

[0106] 제 3 레포팅 세팅에서, UE (115-b) 는 (예를 들어, 안테나 포트들의 하나 이상의 세트들에 적용된) 계층 특정 비-제로 전력 빔들을 레포팅할 수도 있다. 예를 들어, UE (115-b) 는 공간 계층 (310) 당 비-제로 전력 빔들의 수를 레포팅할 수도 있다. 공간 계층 (310) 당 비-제로 전력 빔들의 수의 가능한 값들은 0, 1, 2, ..., L - 1 이다. 이에 따라, UE (115-b) 는  $R \times \lceil \log_2 L \rceil$  비트들을 사용하여 표시를 전달할 수도 있고 여기서

첫번째  $\lceil \log_2 L \rceil$  비트들은 공간 계층 (310-a) 에 대한 것이고 나머지  $\lceil \log_2 L \rceil$  은 공간 계층 (310-b) 에 대한

것이다. 대안적으로, UE (115-b) 는  $R \times \lceil \log_2 L_{max} \rceil$  비트들을 사용하여 표시를 전달할 수도 있다.

본 예에서, UE (115-b) 는 공간 계층 (310-a) 이 4 개 (예를 들어, 레포팅을 위한 비-제로 전력 빔들의 최대 수) 중 2 개의 비-제로 전력 빔들 (예를 들어, 2 개의 비-제로 전력 빔들은 양자의 편파들에 대해 동일하다) 을 포함함을 표시할 수도 있다. 이 예에서, 2 개의 빔들은 송신 빔들 (305-a, 305-b) 에 대응한다. 유사하게, UE (115-b) 는 공간 계층 (310-b) 이 4 개의 비-제로 전력 빔들 중 하나 (예를 들어, 송신 빔 (305-a)) 를 포함함을 표시할 수도 있다. 처음 2 개의 레포팅 세팅들과 같이, UE (115-b) 는 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 계층 1 에 대한 제로 전력과 연관된 빔 i 를 포함할지 여부를 결정할 수도 있지만, 그것은 (예를 들어, 임계치 비교에 기초하여) 안테나 포트들의 제 2 세트의 계층 1 에 대한 비-제로 전력과 연관된다. 예를 들어, 안테나 포트들의 단 하나의 세트에 대한 각각의 공간 계층 (310) 에 대한 최종 프리코딩 매트릭스에 기여하는 송신 빔 (305-c) 은, 임계치 비교에 기초하여 제로 전력 빔 또는 비-제로 전력 빔으로서 표시될 수도 있다.

안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 공간 계층 (310-a) 에 대한 송신 빔 (305-c) 의 기여도가 임계치를 초과하면, 송신 빔 (305-c) 은 공간 계층 (310-a) 에 대한 제로 전력 빔으로서 고려되지 않을 수도 있고, CSI 레포트 (315) 는 공간 계층 (310-a) 이 4 개 중 3 개의 비-제로 전력 빔들을 포함함을 표시할 수도 있다.

[0107] 대안적으로, 제 3 레포팅 세팅에서, UE (115-b) 는  $R \times L$ -비트 비트맵을 사용하여 CSI 레포트 (315) 에서 공간 계층 (310) 당 비-제로 전력 빔들의 수 및 인덱스들을 전달할 수도 있다. 이 예에서,  $b_0, b_1, \dots, b_{L-1}$  은 제 1 계층에 대한 것이고,  $b_L, b_{L+1}, \dots, b_{2L-1}$  은 제 2 계층에 대한 것이며 등등이고,  $b_v = 0$  은 계층

$$l = \lfloor \frac{v}{L} \rfloor + 1 \text{ 을 가진 빔 } i = \text{mod}(v, L) \text{ 의 전력이 제로 (즉, } p_{0, \lfloor \frac{v}{L} \rfloor + 1, \text{mod}(v, L)}^{WB} = p_{1, \lfloor \frac{v}{L} \rfloor + 1, \text{mod}(v, L)}^{WB} = 0 \text{ ) 임}$$

을 의미한다.

[0108] 제 4 레포팅 세팅에서, UE (115-b) 는 계층 및 안테나 포트 세트 특정 비-제로 전력 빔들을 레포팅할 수도 있다. 예를 들어, UE (115-b) 는 안테나 포트들의 세트 당 공간 계층 (310) 당 비-제로 전력 빔들의 수를

레포팅할 수도 있다. 이에 따라, UE (115-b) 는 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하기 위한  $2R \times \lceil \log_2 L \rceil$  비트들 또는  $2R \times \lceil \log_2 L_{max} \rceil$  비트들을 사용할 수도 있다. 그러한 레포팅 세팅에서, UE (115-b) 는 주어진 계층 안테나 포트 세트 페어에 대한 비-제로 전력 빔들의 수를 기지국 (105-b) 에 표시할 수 있다.

[0109] 대안적으로, 제 4 레포팅 세팅에서, UE (115-b) 는  $2R \times L$ -비트 비트맵을 사용하여 계층-안테나 포트 세트 페어 당 비-제로 전력 빔들의 수 및 인덱스들을 전달할 수도 있고, 여기서,  $b_0, b_1, \dots, b_{L-1}$  은 공간 계층 (310-a) 의 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 것이고;  $b_L, b_{L+1}, \dots, b_{2L-1}$  은 공간 계층 (310-a) 의 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 것이고,  $b_{2L}, b_{2L+1}, \dots, b_{3L-1}$  은 공간 계층 (310-b) 의 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 것이고, 그리고  $b_{3L}, b_{3L+1}, \dots, b_{4L-1}$  은 공간 계층 (310-b) 의 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 것이다.

이 예에서,  $b_v = 0$  은 계층  $l = \lfloor \frac{v}{2L} \rfloor$  의  $i = \text{mod}(\lfloor \frac{v}{L} \rfloor, 2)$  에 대한 빔  $i = \text{mod}(v, L)$  의 전력이 제로 (즉,  $p_{\text{mod}(\lfloor \frac{v}{L} \rfloor, 2), \lfloor \frac{v}{L} \rfloor, \text{mod}(v, L)}^{WB} = 0$ ) 임을 표시한다.

[0110] 제 5 레포팅 세팅에서, UE (115-b) 는 (예를 들어, 계층 당, 편파 당, 안테나 포트 세트 당) 제로 전력 빔들의 수 및 비-제로 전력 빔들의 수를 레포팅할 수도 있다. 비-제로 전력 빔들의 수는 (예를 들어, 계층 당, 편파 당, 안테나 포트 세트 당) 빔들의 총 수 및 제로 전력 빔들의 레포팅된 수로부터 결정될 수도 있다. 예를 들어, UE (115-b) 는 L-비트 비트맵을 사용하여 CSI 레포트 (315) 에서 안테나 포트들 (예를 들어, 편파들) 및 공간 계층들 (310) 의 모든 세트들에 적용된 제로 전력 빔들의 수 및 인덱스들 (예를 들어, 빔 세트에서의 빔 포지션에 대응하는 절대적 빔 인덱스보다는 L 개의 빔들에 상대적인 인덱스들) 을 전달할 수도 있고, 비-제로 전력 빔들의 수 및 인덱스들은 제로 전력 빔들의 인덱스들 및 빔들의 세트로부터 결정될 수도 있다.

[0111] 일부 경우들에서, UE (115-b) 는 CSI 레포트 (315) 에 대한 주어진 레포팅 세팅을 사용하도록 (예를 들어, 기지국 (105-b) 또는 일부 다른 적합한 네트워크 엔티티에 의해) 구성될 수도 있다. 예를 들어, 그 구성은 RRC 시그널링 또는 다른 다운링크 제어 시그널링을 통해 수신될 수도 있다. 일부 경우들에서, UE (115-b) 는 (예를 들어, 상기 설명된 바와 같이) CSI 레포트 (315) 에 대한 주어진 레포팅 세팅에 대한 트리거링 조건을 식별할 수도 있다. 예를 들어, UE (115-b) 는 비-제로 빔 표시를 사용하여 (예를 들어, 상기 설명된 레포팅 세팅들 중 하나를 사용하여) 레포팅하는 것에 디폴트로 될 수도 있다. 그러한 예에서, 비-제로 전력 빔 표시를 트리거링하기 위한 네트워크로부터 임의의 시그널링이 존재하지 않을 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, UE (115-b) 는 비-제로 전력 빔 표시가 CSI 레포트 (315) 에 사용되지 않도록 하는 조건을 식별할 수도 있다 (예를 들어, 또는 네트워크에 의해 시그널링될 수도 있다). 그러한 예에서, UE (115-b) 는 (예를 들어, 최종 프리코딩 벡터에 대한 기여도가 상대적으로 낮은 빔들을 포함한) CSI 레포트 (315) 에서의 모든 빔들에 대한 빔 계수들을 레포팅할 수도 있다. 이에 따라, 일부 경우들에서, UE (115-b) 는 (예를 들어, 일부 트리거링 조건 또는 네트워크 시그널링에 기초하여) CSI 레포트 (315) 포맷들 간에 동적으로 또는 반정적으로 스위칭할 수도 있다.

[0112] 추가적으로 또는 대안적으로, CSI 레포트 (315) 를 생성하기 위한 다양한 가능한 레포팅 인코딩 스킴들은 본 개시의 범위 내에서 고려된다. 일부 경우들에서, UE (115-b) 는 랭크 표시 (RI) 와 제로 전력 빔들의 수의 표시자를 공동으로 인코딩할 수도 있다. 예를 들어, 표시자에 대한 페이로드 (예를 들어,  $\lceil \log_2 \text{rank}_{max} \rceil + \lceil \log_2 L_{max} \rceil$  비트들을 사용하여) RI 의 페이로드와 직접 캐스캐이드될 수도 있다. 대안적으로, RI 및 표시자는 룩업 테이블에 기초하여 공동으로 양자화될 수도 있다. 예의 룩업 테이블이 이하에 제공되고, 여기서 공동으로 양자화된 페이로드에 대한 비트들의 총 수는 4 이다. 대안적으로, 일부 예들에서, RI 및 표시자는 별도의 제어 필드들 또는 메시지들에서 별도로 인코딩 또는 송신될 수도 있다.

표 2: 예의 록업 테이블

L'	1	2	3	4	5	6	7	8
랭크	1-2	1-2	3-4	3-4	5-6	5-6	7-8	7-8

[0113]

[0114]

[0115]

[0116]

[0117]

[0118]

도 4 는 본 개시의 다양한 양태들에 따른 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 프로세스 플로우 (400) 의 예를 예시한다. 프로세스 플로우 (400) 는 기지국 (105-c) 및 UE (115-c) 를 포함하고, 이들 각각은 도 1 내지 도 3 을 참조하여 설명된 바와 같은 대응하는 디바이스들의 예일 수도 있다.

405 에서, 기지국 (105-c) (예를 들어, 또는 일부 다른 적합한 네트워크 엔티티) 은 구성을 UE (115-c) 에 송신할 수도 있다. 구성은 CSI 레포트에 포함될 빔들 (예를 들어, 또는 안테나 포트들) 의 수 (예를 들어, 선형 조합에 사용될 빔들/포트들의 수) 를 포함할 수도 있다. 일부 경우들에서 (예를 들어, CSI-RS 가 프리코딩되지 않을 때), 구성은 수평 방향 및 수직 방향으로의 편파 당 CSI-RS 포트들의 수를 포함할 수도 있다. 다른 경우들에서 (예를 들어, CSI-RS 가 프리코딩될 때), 구성은 편파 당 CSI-RS 포트들의 수를 포함할 수도 있다. 일부 경우들에서 (예를 들어, CSI-RS 가 프리코딩되지 않을 때), 구성은 수평 방향 및 수직 방향으로의 CSI-RS 포트들에 대한 오버샘플링 비율을 더 포함할 수도 있다. 일부 경우들에서, 구성은 (도 3 을 참조하여 상기 설명된 레포팅 세팅들 중 하나를 표시할 수도 있는) CSI 레포트 세팅, CSI 리소스 세팅, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수도 있다. 구성은 RRC 시그널링 또는 다운링크 제어 시그널링을 통해 송신될 수도 있다. 일부 경우들에서, 구성은 (예를 들어, 도 3 을 참조하여 설명된 바와 같은 레포팅 세팅에 대응하는) CSI 레포트의 포맷을 표시한다. UE (115-c) 는 일부 경우들에서, 비-제로 전력 빔 표시자가 CSI 레포트의 포맷에 적어도 부분적으로 기초하여 트리거링된다고 결정할 수도 있다.

410 에서, UE (115-c) 는 기지국 (105-c) 에 의해 송신된 CSI-RS 를 수신할 수도 있다. CSI-RS 는 다중 안테나 포트들을 통해 송신된 CSI-RS 의 세트를 포함할 수도 있고, 여기서 CSI-RS 는 프리코딩 또는 비-프리코딩될 수도 있다. 각각의 안테나 포트는 하나 이상의 편파들과 연관될 수도 있다.

415 에서, UE (115-c) 는 CSI-RS 에 적어도 부분적으로 기초하여 채널 측정들을 수행할 수도 있다. 예를 들어, UE (115-c) 는 CSI-RS 에 기초하여 통신 채널을 추정할 수도 있다 (예를 들어, 주파수 페이딩 특성들, 다중 경로 이용가능성 등을 추정할 수도 있다). 채널 측정치들에 기초하여, UE (115-c) 는 하나 이상의 공간 계층들에 대한 관련 CSI 파라미터들을 식별할 수도 있다.

420 에서, UE (115-c) 는 (예를 들어, 빔들을 임계치와 비교할 수도 있는) 유래된 CSI 파라미터들에 기초하여 비-제로 전력 빔들 및/또는 안테나 포트들의 수 및 그들의 인덱스들을 결정할 수도 있다. 일부 경우들에서, 비-제로 전력 빔들은 405 에서 수신된 구성에 적어도 부분적으로 기초하여 식별될 수도 있다. 표 3 은 예의 빔 분류 스킴을 예시한다. 이 예에서, 4 개의 빔들이 송신된다 (0 내지 3 으로 인덱싱됨). 2 개의 공간 계층들의 각각에 대한 각각의 빔의 기여도 (예를 들어, 광대역 진폭) 는 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대해 결정된다. 광대역 진폭 팩터를 임계치 (본 예에서  $\sqrt{0.1}$ ) 와 비교하는 것에 기초하여, UE (115-c) 는 CSI 레포트에 포함될 전력 표시자 비트를 결정한다. 이에 따라, 본 예는 상기 설명된 제 4 레포팅 세팅 (예를 들어, 전력 표시자 비트들을 포함하는 비트맵을 사용하여 계층 및 안테나 포트 세트 특정 비-제로 전력 빔들을 레포팅) 의 양태들을 나타낼 수도 있지만, 설명된 기법들은 다른 레포팅 세팅들로 확장될 수도 있다. 도시된 바와 같이, 계층 및 안테나 포트 세트 특정 빔들은 광대역 진폭을 임계치와 비교하는 것에 기초하여 제로 전력 (예를 들어, '0' 의 전력 표시자 비트로 표시됨) 또는 비-제로 전력 (예를 들어, '1' 의 전력 표시자 비트로 표시됨) 으로서 분류될 수도 있다.

표 3: 빔 분류

빔 인덱스	공간 계층	편파	광대역 진폭 팩터	전력 표시자 비트
0	A	1	$\sqrt{0.0625}$	0
		2	$\sqrt{0.25}$	1
	B	1	$\sqrt{0.0625}$	0
		2	$\sqrt{0.0313}$	0
1	A	1	1	1
		2	$\sqrt{0.5}$	1
	B	1	$\sqrt{0.0156}$	0
		2	$\sqrt{0.125}$	1
2	A	1	$\sqrt{0.5}$	1
		2	$\sqrt{0.5}$	1
	B	1	1	1
		2	1	1
3	A	1	$\sqrt{0.0625}$	0
		2	$\sqrt{0.0313}$	0
	B	1	0	0
		2	$\sqrt{0.0313}$	0

[0119]

[0120]

425 에서, UE (115-c) 는 (예를 들어, 405 에서 수신된 구성에 따라) CSI 레포트를 송신할 수도 있다. CSI 레포트는 비-제로 전력 빔 표시, RI, 비-제로 전력 빔 선택 (예를 들어, 인덱스가 프리코딩된 CSI-RS 빔 세트에서의 빔 포지션에 대응하는 각각의 빔의 인덱스), 비-제로 전력 빔들과 연관된 빔 계수들, 또는 이들의 조합을 포함할 수도 있다. 일부 경우들에서, 비-제로 전력 빔 표시 및 RI 는 공동으로 인코딩될 수도 있다. 예를 들어, RI 및 표시자를 공동으로 인코딩하는 것은 RI 및 표시자의 페이로드를 직접 캐스캐이드하는 것을 포함할 수도 있거나 또는 RI 및 표시자를 공동으로 양자화하는 것을 포함할 수도 있다. RI 및 표시자가 공동으로 양자화되는 경우에, 페이로드는 RI 또는 표시자 중 적어도 하나의 서브샘플링에 적어도 부분적으로 기초할 수도 있거나 또는 RI 및 표시자의 조합의 룩업 테이블 (예를 들어, 표 2) 에 기초할 수도 있다. 대안적으로, RI 및 표시자는 상기 설명된 바와 같이 별도로 인코딩될 수도 있다. 일부 경우들에서, 비-제로 전력 빔 표시자에서의 비트들의 수는 고정될 수도 있거나 또는 CSI-RS 레포팅을 위해 표시된 빔들의 수에 의존할 수도 있다. 일부 경우들에서, 서브세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들은 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 서브대역 빔 위상, 또는 이들의 조합을 포함한다. 일부 경우들에서, 비-제로 전력 빔 선택 (예를 들어, 빔 인덱스) 및 빔 계수들 (즉, 광대역 전력, 서브대역 전력, 및 서브대역 위상) 은 공동으로 인코딩될 수도 있다. CSI 레포트에 대한 다양한 포맷들은 도 3 의 레포팅 세팅들을 참조하여 설명된다.

[0121]

430 에서, 기지국 (105-c) 은 CSI 레포트를 디코딩할 수도 있다. 예를 들어, 기지국 (105-c) 은 먼저 RI 및 비-제로 전력 빔 표시자를 디코딩할 수도 있다. 비-제로 전력 빔 표시자에 기초하여, 기지국 (105-c) 은 CSI 레포트의 페이로드 사이즈를 결정할 수도 있다. 후속하여, 기지국 (105-c) 은 빔 선택 및 비-제로 전력 빔들에 대한 계수들을 디코딩할 수도 있다.

[0122]

435 에서, 기지국 (105-c) 은 CSI 레포트에서 표시된 빔 구성을 사용하여 UE (115-c) 에 다운링크 데이터 송신물을 송신할 수도 있다. 425 에서 수신된 CSI 레포트에 대한 다양한 사용들은 본 개시의 범위 내에서 고려된다. 예를 들어, CSI 레포트는 네트워크 (예를 들어, 기지국 (105-c)) 가 통신 채널에 대해 학습하게 할 수도 있다. 레포트를 획득한 후, 기지국 (105-c) 은 스케줄링, 다중 사용자 페어링, 다중 사용자 프리코더 계산 등을 위해 정보를 사용할 수도 있다. 일부 경우들에서, 네트워크는 송신물을 CSI 레포트에 기초하지 않고 UE (115-c) 에 데이터를 송신할 수도 있다.

[0123]

도 5 는 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 무선 디바이스 (505) 의 블록 다이어그램 (500) 을 도시한다. 무선 디바이스 (505) 는 본 명세서에서 설명된 바와 같은 UE (115) 의 양태들의 예일 수도 있다. 무선 디바이스 (505) 는 수신기 (510), UE 통신 관리기 (515), 및 송신기 (520) 를 포함할 수도 있다. 무선 디바이스 (505) 는 또한 프로세서를 포함할 수도 있다. 이들 컴포넌트들의 각각은 (예를 들어, 하나 이상의 버스들을 통해) 서로 통신할 수도 있다.

[0124]

수신기 (510) 는 다양한 정보 채널들과 연관된 패킷들, 사용자 데이터, 또는 제어 정보와 같은 정보 (예를

들어, 제어 채널들, 데이터 채널들, 및 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들에 관련된 정보 등)를 수신할 수도 있다. 정보는 디바이스의 다른 컴포넌트들로 전달될 수도 있다. 수신기 (510) 는 도 8 을 참조하여 설명된 트랜시버 (835) 의 양태들의 예일 수도 있다.

[0125] UE 통신 관리기 (515) 는 도 8 을 참조하여 설명된 UE 통신 관리기 (815) 의 양태들의 예일 수도 있다. UE 통신 관리기 (515) 및/또는 그 다양한 서브-컴포넌트들의 적어도 일부는 하드웨어, 프로세서에 의해 실행된 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합에서 구현될 수도 있다. 프로세서에 의해 실행된 소프트웨어에서 구현되면, UE 통신 관리기 (515) 및/또는 그 다양한 서브-컴포넌트들의 적어도 일부의 기능들은 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서 (DSP), 주문형 집적 회로 (ASIC), 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이 (FPGA) 또는 다른 프로그래밍가능 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본 개시에서 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합에 의해 실행될 수도 있다.

[0126] UE 통신 관리기 (515) 및/또는 그 다양한 서브-컴포넌트들의 적어도 일부는, 기능들의 부분들이 하나 이상의 물리적 디바이스들에 의해 상이한 물리적 위치들에서 구현되도록 분산되는 것을 포함한 다양한 포지션들에서 물리적으로 위치될 수도 있다. 일부 예들에 있어서, UE 통신 관리기 (515) 및/또는 그 다양한 서브-컴포넌트들의 적어도 일부는 본 개시의 다양한 양태들에 따른 별도의 및 별개의 컴포넌트일 수도 있다. 다른 예들에 있어서, UE 통신 관리기 (515) 및/또는 그 다양한 서브-컴포넌트들의 적어도 일부는 I/O 컴포넌트, 트랜시버, 네트워크 서버, 다른 컴퓨팅 디바이스, 본 개시에서 설명된 하나 이상의 다른 컴포넌트들, 또는 본 개시의 다양한 양태들에 따른 이들의 조합을 포함하지만 이에 한정되지 않는 하나 이상의 다른 하드웨어 컴포넌트들과 결합될 수도 있다.

[0127] UE 통신 관리기 (515) 는 CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 수신할 수도 있다. UE 통신 관리기 (515) 는 레퍼런스 신호들의 세트를 수신할 수도 있다. UE 통신 관리기 (515) 는 하나 이상의 공간 계층들에 대해 그리고 레퍼런스 신호들의 세트에 적어도 부분적으로 기초하여, CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 식별할 수도 있다. UE 통신 관리기 (515) 는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 빔 계수들의 수의 표시자를 포함하는 CSI 레포트를 생성할 수도 있다. UE 통신 관리기는 (예를 들어, 송신기 (520) 를 통해) CSI 레포트를 송신할 수도 있다.

[0128] 송신기 (520) 는 디바이스의 다른 컴포넌트들에 의해 생성된 신호들을 송신할 수도 있다. 일부 예들에서, 송신기 (520) 는 트랜시버 모듈에서 수신기 (510) 와 병치될 수도 있다. 예를 들어, 송신기 (520) 는 도 8 을 참조하여 설명된 트랜시버 (835) 의 양태들의 예일 수도 있다.

[0129] 도 6 은 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 무선 디바이스 (605) 의 블록 다이어그램 (600) 을 도시한다. 무선 디바이스 (605) 는 도 5 를 참조하여 설명된 바와 같은 무선 디바이스 (505) 또는 UE (115) 의 양태들의 예일 수도 있다. 무선 디바이스 (605) 는 수신기 (610), UE 통신 관리기 (615), 및 송신기 (620) 를 포함할 수도 있다. 무선 디바이스 (605) 는 또한 프로세서를 포함할 수도 있다. 이들 컴포넌트들의 각각은 (예를 들어, 하나 이상의 버스들을 통해) 서로 통신할 수도 있다.

[0130] 수신기 (610) 는 다양한 정보 채널들과 연관된 패킷들, 사용자 데이터, 또는 제어 정보와 같은 정보 (예를 들어, 제어 채널들, 데이터 채널들, 및 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들에 관련된 정보 등)를 수신할 수도 있다. 정보는 디바이스의 다른 컴포넌트들로 전달될 수도 있다. 수신기 (610) 는 도 8 을 참조하여 설명된 트랜시버 (835) 의 양태들의 예일 수도 있다. 수신기 (610) 는 단일 안테나 또는 안테나들의 세트를 활용할 수도 있다.

[0131] UE 통신 관리기 (615) 는 도 8 을 참조하여 설명된 UE 통신 관리기 (815) 의 양태들의 예일 수도 있다. UE 통신 관리기 (615) 는 또한 구성 컴포넌트 (625), 레퍼런스 신호 컴포넌트 (630), 빔 식별자 (635), 및 CSI 생성기 (640) 를 포함할 수도 있다.

[0132] 구성 컴포넌트 (625) 는 CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 수신할 수도 있다. 일부 경우들에서, 구성은 트리거링 조건을 포함하고, 여기서 CSI 레포트는 트리거링 조건에 기초하여 생성된다. 구성 컴포넌트 (625) 는 트리거링 조건에 적어도 부분적으로 기초하여 표시자의 포맷을 결정할 수도 있다. 구성 컴포넌트 (625) 는 트리거링 조건이 만족된다고 결정할 수도 있고, 여기서 CSI 레포트의 포맷은 트리거링 조건이 만족되는지 여부를 결정하는 것에 적어도 부분적으로 기초한다. 구성 컴포넌트 (625) 는 트리거링 조

건이 만족되지 않는다고 결정할 수도 있고, 여기서 제 2 CSI 레포트의 포맷은 트리거링 조건이 만족되지 않는다고 결정하는 것에 적어도 부분적으로 기초한다. 일부 경우들에서, 레퍼런스 신호들의 세트는 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 제 1 편파 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 제 2 편파 (예를 들어, 또는 제 1 편파)와 연관된다. 일부 경우들에서, 안테나 포트들의 제 1 및 제 2 세트들 각각은 제 1 방향의 제 1 수의 안테나 포트들 및 제 2 방향의 제 2 수의 안테나 포트들을 포함한다. 제 1 방향은 제 1 오버샘플링 비율과 연관될 수도 있고 제 2 방향은 제 2 오버샘플링 비율과 연관될 수도 있다. 일부 경우들에서, 구성은 RRC 시그널링, MAC CE, 또는 다운링크 제어 시그널링을 통해 수신되고, 그 구성은 레포팅 세팅을 더 포함한다.

[0133] 레퍼런스 신호 컴포넌트 (630) 는 레퍼런스 신호들의 세트를 수신할 수도 있다. 레퍼런스 신호들은 프리코딩 또는 비-프리코딩될 수도 있다. 프리코딩은 수신 디바이스 (예를 들어, 디바이스 (605)) 에 투명할 수도 있다. 일부 경우들에서, 디바이스 (605) 는 구성에 기초하여 (예를 들어, 프리코딩된 CSI-RS 에 대해) 안테나 포트들 또는 (예를 들어, 비-프리코딩된 CSI-RS 에 대해) 빔들의 조합을 식별할지 여부를 결정할 수도 있다. 예를 들어, 구성이 타입 II 포트 선택 코드북의 사용을 표시하면, 디바이스 (605) 는 안테나 포트들의 조합을 식별할 수도 있다. 구성이 타입 II 코드북의 사용을 표시하면, 디바이스 (605) 는 빔들의 조합을 식별할 수도 있다.

[0134] 빔 식별자 (635) 는, 하나 이상의 공간 계층들에 대해, CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트 (예를 들어, 안테나 포트들의 세트) 를 식별할 수도 있다. 예를 들어, 빔들의 세트는 적어도 하나의 비-제로 전력 빔을 포함할 수도 있다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트는 안테나 포트들의 제 1 세트 및/또는 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용된다.

[0135] CSI 생성기 (640) 는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 빔 계수들의 수의 표시자를 포함하는 CSI 레포트를 생성할 수도 있다. 일부 경우들에서, CSI 레포트는 빔들의 세트의 각각의 빔의 인덱스를 더 포함하고, 각각의 인덱스는 코드북에서의 빔 포지션 또는 레퍼런스 신호들의 세트에서의 레퍼런스 신호 포지션에 대응한다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 세트는 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, 표시자는 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함한다. 일부 경우들에서, 비트들의 각각의 세트는 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, 표시자는 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 2 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 제 1 수 (예를 들어, 또는 세트) 의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔 및 제 2 수 (예를 들어, 또는 세트) 의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용된다.

[0136] 일부 경우들에서, 비트들의 제 1 세트는 안테나 포트들의 제 1 세트를 통한 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하고 비트들의 제 2 세트는 안테나 포트들의 제 2 세트를 통한 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, 표시자는 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 세트를 포함하고, 그 수 (예를 들어, 또는 세트) 의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용된다. 일부 경우들에서, 비트들의 개별의 세트들의 각각은 안테나 포트들의 대응하는 세트 및 대응하는 공간 계층에 대한 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, CSI 레포트는 RI 를 더 포함한다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들은 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 서브대역 빔 위상, 또는 이들의 조합을 포함한다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들의 레포팅 페이로드 사이즈는 표시자에 기초한다. 일부 경우들에서, 표시자는 비트들의 세트를 포함하고, 비트들의 세트의 사이즈는 빔들의 수에 기초하거나 또는 고정된다. 일부 경우들에서, 하나 이상의 공간 계층들은 공간 계층들의 세트를 포함하고, 표시자는 공간 계층들의 세트의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 수를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함한다.

[0137] 송신기 (620) 는 디바이스의 다른 컴포넌트들에 의해 생성된 신호들을 송신할 수도 있다. 일부 예들에서,

송신기 (620) 는 트랜시버 모듈에서 수신기 (610) 와 병치될 수도 있다. 예를 들어, 송신기 (620) 는 도 8 을 참조하여 설명된 트랜시버 (835) 의 양태들의 예일 수도 있다. 송신기 (620) 는 단일 안테나 또는 안테나들의 세트를 활용할 수도 있다.

[0138] 도 7 은 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 UE 통신 관리기 (715) 의 블록 다이어그램 (700) 을 도시한다. UE 통신 관리기 (715) 는 도 5, 도 6, 및 도 8 을 참조하여 설명된 UE 통신 관리기 (515), UE 통신 관리기 (615), 또는 UE 통신 관리기 (815) 의 양태들의 예일 수도 있다. UE 통신 관리기 (715) 는 구성 컴포넌트 (720), 레퍼런스 신호 컴포넌트 (725), 빔 식별자 (730), CSI 생성기 (735), 편파 컴포넌트 (740), 및 인코더 (745) 를 포함할 수도 있다. 이들 모듈들의 각각은 (예를 들어, 하나 이상의 버스들을 통해) 서로 직접 또는 간접적으로 통신할 수도 있다.

[0139] 구성 컴포넌트 (720) 는 CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 수신할 수도 있다. 일부 경우들에서, 구성은 트리거링 조건을 포함하고, 여기서 CSI 레포트는 트리거링 조건에 기초하여 생성된다. 구성 컴포넌트 (720) 는 트리거링 조건에 적어도 부분적으로 기초하여 표시자의 포맷을 결정할 수도 있다. 구성 컴포넌트 (720) 는 트리거링 조건이 만족된다고 결정할 수도 있고, 여기서 CSI 레포트의 포맷은 트리거링 조건이 만족되는지 여부를 결정하는 것에 적어도 부분적으로 기초한다. 구성 컴포넌트 (720) 는 트리거링 조건이 만족되지 않는다고 결정할 수도 있고, 여기서 제 2 CSI 레포트의 포맷은 트리거링 조건이 만족되지 않는다고 결정하는 것에 적어도 부분적으로 기초한다. 일부 경우들에서, 레퍼런스 신호들의 세트는 제 1 편파에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 제 2 편파에 대한 안테나 포트들의 제 2 세트와 연관된다. 일부 경우들에서, 안테나 포트들의 제 1 및 제 2 세트들 각각은 제 1 방향의 제 1 수의 안테나 포트들 및 제 2 방향의 제 2 수의 안테나 포트들을 포함한다. 제 1 방향은 제 1 오버샘플링 비율과 연관될 수도 있고 제 2 방향은 제 2 오버샘플링 비율과 연관될 수도 있다. 일부 경우들에서, 구성은 RRC 시그널링, MAC CE, 또는 다운링크 제어 시그널링을 통해 수신되고, 그 구성은 레포팅 세팅을 더 포함한다.

[0140] 레퍼런스 신호 컴포넌트 (725) 는 레퍼런스 신호들의 세트를 수신할 수도 있다. 프리코딩은 수신 디바이스 (예를 들어, UE (115)) 에 투명할 수도 있다. 일부 경우들에서, UE (115) 는 구성에 기초하여 (예를 들어, 프리코딩된 CSI-RS 에 대해) 안테나 포트들 또는 (예를 들어, 비-프리코딩된 CSI-RS 에 대해) 빔들의 조합을 식별할지 여부를 결정할 수도 있다. 예를 들어, 구성이 타입 II 포트 선택 코드북의 사용을 표시하면, UE (115) 는 안테나 포트들의 조합을 식별할 수도 있다. 구성이 타입 II 코드북의 사용을 표시하면, UE (115) 는 빔들의 조합을 식별할 수도 있다.

[0141] 빔 식별자 (730) 는 하나 이상의 공간 계층들에 대해 그리고 레퍼런스 신호들의 세트에 적어도 부분적으로 기초하여, CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 식별할 수도 있다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트의 각각의 빔은 코드북의 코드워드에 대응한다. 대안적으로, 빔들의 세트의 각각의 빔은 개별의 안테나 포트에 대응할 수도 있다.

[0142] CSI 생성기 (735) 는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 빔 계수들의 수의 표시자를 포함하는 CSI 레포트를 생성할 수도 있다. 일부 경우들에서, CSI 레포트는 빔들의 세트의 각각의 빔의 인덱스를 더 포함하고, 각각의 인덱스는 코드북에서의 빔 포지션 또는 레퍼런스 신호들의 세트에서의 레퍼런스 신호 포지션에 대응한다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 세트는 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, 표시자는 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함한다. 일부 경우들에서, 비트들의 각각의 세트는 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, 표시자는 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 2 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 제 1 수 (예를 들어, 또는 세트) 의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔 및 제 2 수 (예를 들어, 또는 세트) 의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용된다.

[0143] 일부 경우들에서, 비트들의 제 1 세트는 안테나 포트들의 제 1 세트를 통한 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전

력 표시자 비트를 포함하고 비트들의 제 2 세트는 안테나 포트들의 제 2 세트를 통한 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, 표시자는 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 세트를 포함하고, 그 수 (예를 들어, 또는 세트) 의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용된다. 일부 경우들에서, 비트들의 개별의 세트들의 각각은 안테나 포트들의 대응하는 세트 및 대응하는 공간 계층에 대한 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, CSI 레포트는 RI 를 더 포함한다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들은 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 서브대역 빔 위상, 또는 이들의 조합을 포함한다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들의 레포팅 페이로드 사이즈는 표시자에 기초한다. 일부 경우들에서, 표시자는 비트들의 세트를 포함하고, 비트들의 세트의 사이즈는 빔들의 수에 기초하거나 또는 고정된다. 일부 경우들에서, 하나 이상의 공간 계층들은 공간 계층들의 세트를 포함하고, 표시자는 공간 계층들의 세트의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 수를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함한다.

[0144] 비교기 (840) 는 하나 이상의 공간 계층들 중 적어도 하나 및 안테나 포트들의 제 1 세트 또는 안테나 포트들의 제 2 세트 중 적어도 하나에 대한 적어도 하나의 비-제로 전력 빔의 가중치를 임계치와 비교할 수도 있고, 적어도 하나의 비-제로 전력 빔은 그 비교의 결과에 기초하여 식별된다.

[0145] 인코더 (845) 는 RI 및 표시자를 공동으로 인코딩할 수도 있다. 일부 경우들에서, RI 및 표시자는 별도로 인코딩된다. 일부 경우들에서, 공동으로 인코딩하는 것은 RI 및 표시자의 페이로드를 직접 캐스캐이드하는 것 또는 RI 및 표시자를 공동으로 양자화하는 것 중 하나를 포함한다. 일부 경우들에서, RI 를 공동으로 양자화하는 것은 RI 또는 표시자 중 적어도 하나의 서브샘플링, 또는 RI 및 표시자의 조합의 룩업 테이블에 기초한다. 일부 경우들에서, 각각의 빔의 인덱스 및 표시자는 공동으로 인코딩된다.

[0146] 도 8 은 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 디바이스 (805) 를 포함하는 시스템 (800) 의 다이어그램을 도시한다. 디바이스 (805) 는 예를 들어 도 5 및 도 6 을 참조하여 설명된 바와 같은 무선 디바이스 (505), 무선 디바이스 (605), 또는 UE (115) 의 예이거나 또는 이들의 컴포넌트들을 포함할 수도 있다. 디바이스 (805) 는, UE 통신 관리기 (815), 프로세서 (820), 메모리 (825), 소프트웨어 (830), 트랜시버 (835), 안테나 (840), 및 I/O 제어기 (845) 를 포함하는, 통신물들을 송신 및 수신하기 위한 컴포넌트들을 포함하는 양방향 음성 및 데이터 통신을 위한 컴포넌트들을 포함할 수도 있다. 이들 컴포넌트들은 하나 이상의 버스들 (예를 들어, 버스 (810)) 을 통해 전자 통신할 수도 있다. 디바이스 (805) 는 하나 이상의 기지국들 (105) 과 무선으로 통신할 수도 있다.

[0147] UE 통신 관리기 (815) 는 CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 수신할 수도 있다. UE 통신 관리기 (815) 는 레퍼런스 신호들의 세트를 수신할 수도 있다. UE 통신 관리기 (815) 는 하나 이상의 공간 계층들에 대해 그리고 레퍼런스 신호들의 세트에 적어도 부분적으로 기초하여, CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 식별할 수도 있다. UE 통신 관리기 (815) 는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 빔 계수들의 수의 표시자를 포함하는 CSI 레포트를 생성할 수도 있다. UE 통신 관리기는 (예를 들어, 트랜시버 (835) 를 통해) CSI 레포트를 송신할 수도 있다.

[0148] 프로세서 (820) 는 지능형 하드웨어 디바이스 (예를 들어, 범용 프로세서, DSP, 중앙 프로세싱 유닛 (CPU), 마이크로제어기, ASIC, FPGA, 프로그래밍가능 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직 컴포넌트, 이산 하드웨어 컴포넌트, 또는 이들의 임의의 조합) 를 포함할 수도 있다. 일부 경우들에서, 프로세서 (820) 는 메모리 제어기를 사용하여 메모리 어레이를 동작시키도록 구성될 수도 있다. 다른 경우들에서, 메모리 제어기는 프로세서 (820) 에 통합될 수도 있다. 프로세서 (820) 는 다양한 기능들 (예를 들어, 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 기능 또는 태스크들) 을 수행하기 위해 메모리에 저장된 컴퓨터 판독가능 명령들을 실행하도록 구성될 수도 있다.

[0149] 메모리 (825) 는 랜덤 액세스 메모리 (RAM) 및 판독 전용 메모리 (ROM) 를 포함할 수도 있다. 메모리 (825) 는, 실행될 때, 프로세서로 하여금, 본 명세서에서 설명된 다양한 기능들을 수행하게 하는 명령들을 포함하는 컴퓨터 판독가능, 컴퓨터 실행가능 소프트웨어 (830) 를 저장할 수도 있다. 일부 경우들에 있어서, 메모리 (825) 는, 그 중에서도, 주변 컴포넌트들 또는 디바이스들과의 상호작용과 같은 기본 하드웨어 또는 소프트웨어 동작을 제어할 수도 있는 기본 입력/출력 시스템 (BIOS) 을 포함할 수도 있다.

- [0150] 소프트웨어 (830) 는 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하기 위한 코드를 포함하는, 본 개시의 양태들을 구현하기 위한 코드를 포함할 수도 있다. 소프트웨어 (830) 는 시스템 메모리 또는 다른 메모리와 같은 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 저장될 수도 있다. 일부 경우들에서, 소프트웨어 (830) 는 프로세서에 의해 직접 실행가능하지 않을 수도 있지만, 컴퓨터로 하여금 (예를 들어, 컴파일링 및 실행될 때) 본 명세서에서 설명된 기능들을 수행하게 할 수도 있다.
- [0151] 트랜시버 (835) 는, 상기 설명된 바와 같이 하나 이상의 안테나들, 유선, 또는 무선 링크들을 통해 양방향으로 통신할 수도 있다. 예를 들어, 트랜시버 (835) 는 무선 트랜시버를 나타낼 수도 있고 다른 무선 트랜시버와 양방향으로 통신할 수도 있다. 트랜시버 (835) 는 또한, 패킷들을 변조하고 변조된 패킷들을 송신을 위해 안테나들에 제공하며, 안테나들로부터 수신된 패킷들을 복조하기 위한 모뎀을 포함할 수도 있다.
- [0152] I/O 제어기 (845) 는 디바이스 (805) 에 대한 입력 및 출력 신호들을 관리할 수도 있다. I/O 제어기 (845) 는 또한, 디바이스 (805) 에 통합되지 않은 주변기기들을 관리할 수도 있다. 일부 경우들에서, I/O 제어기 (845) 는 외부 주변기기에 대한 물리적 접속 또는 포트를 나타낼 수도 있다. 일부 경우들에서, I/O 제어기 (845) 는 iOS®, ANDROID®, MS-DOS®, MS-WINDOWS®, OS/2®, UNIX®, LINUX®, 또는 다른 알려진 오퍼레이팅 시스템과 같은 오퍼레이팅 시스템을 활용할 수도 있다. 다른 경우들에서, I/O 제어기 (845) 는 모뎀, 키보드, 마우스, 터치스크린, 또는 유사한 디바이스를 나타내거나 또는 이와 상호작용할 수도 있다. 일부 경우들에서, I/O 제어기 (845) 는 프로세서의 부분으로서 구현될 수도 있다. 일부 경우들에서, 사용자는 I/O 제어기 (845) 를 통해 또는 I/O 제어기 (845) 에 의해 제어된 하드웨어 컴포넌트들을 통해 디바이스 (805) 와 상호작용할 수도 있다.
- [0153] 도 9 는 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 무선 디바이스 (905) 의 블록 다이어그램 (900) 을 도시한다. 무선 디바이스 (905) 는 본 명세서에서 설명된 바와 같은 기지국 (105) 의 양태들의 예일 수도 있다. 무선 디바이스 (905) 는 수신기 (910), 기지국 통신 관리기 (915), 및 송신기 (920) 를 포함할 수도 있다. 무선 디바이스 (905) 는 또한 프로세서를 포함할 수도 있다. 이들 컴포넌트들의 각각은 (예를 들어, 하나 이상의 버스들을 통해) 서로 통신할 수도 있다.
- [0154] 수신기 (910) 는 다양한 정보 채널들과 연관된 패킷들, 사용자 데이터, 또는 제어 정보와 같은 정보 (예를 들어, 제어 채널들, 데이터 채널들, 및 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들에 관련된 정보 등) 를 수신할 수도 있다. 정보는 디바이스의 다른 컴포넌트들로 전달될 수도 있다. 수신기 (910) 는 도 12 를 참조하여 설명된 트랜시버 (1235) 의 양태들의 예일 수도 있다.
- [0155] 기지국 통신 관리기 (915) 는 도 12 를 참조하여 설명된 기지국 통신 관리기 (1215) 의 양태들의 예일 수도 있다. 기지국 통신 관리기 (915) 및/또는 그 다양한 서브-컴포넌트들의 적어도 일부는 하드웨어, 프로세서에 의해 실행된 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합에서 구현될 수도 있다. 프로세서에 의해 실행된 소프트웨어에서 구현되면, 기지국 통신 관리기 (915) 및/또는 그 다양한 서브-컴포넌트들의 적어도 일부의 기능들은 범용 프로세서, DSP, ASIC, FPGA 또는 다른 프로그래밍가능 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본 개시에서 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합에 의해 실행될 수도 있다.
- [0156] 기지국 통신 관리자 (915) 및/또는 그 다양한 서브-컴포넌트들의 적어도 일부는, 기능들의 부분들이 하나 이상의 물리적 디바이스들에 의해 상이한 물리적 위치들에서 구현되도록 분산되는 것을 포함한 다양한 포지션들에서 물리적으로 위치될 수도 있다. 일부 예들에 있어서, 기지국 통신 관리기 (915) 및/또는 그 다양한 서브-컴포넌트들의 적어도 일부는 본 개시의 다양한 양태들에 따른 별도의 및 별개의 컴포넌트일 수도 있다. 다른 예들에 있어서, 기지국 통신 관리기 (915) 및/또는 그 다양한 서브-컴포넌트들의 적어도 일부는 I/O 컴포넌트, 트랜시버, 네트워크 서버, 다른 컴퓨팅 디바이스, 본 개시에서 설명된 하나 이상의 다른 컴포넌트들, 또는 본 개시의 다양한 양태들에 따른 이들의 조합을 포함하지만 이에 한정되지 않는 하나 이상의 다른 하드웨어 컴포넌트들과 결합될 수도 있다.
- [0157] 기지국 통신 관리기 (915) 는 UE 에, CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 송신할 수도 있다. 기지국 통신 관리기 (915) 는 레퍼런스 신호들의 세트를 송신할 수도 있다. 기지국 통신 관리기 (915) 는, UE 로부터 CSI 레포트를 수신할 수도 있고, 여기서 CSI 레포트는 CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 표시하고, CSI 레포트는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 빔 계수들의 수의 표시자를 더 포함한다. 기지국

통신 관리기 (915) 는 CSI 레포트에 기초하여 빔 계수들의 세트를 파싱할 수도 있다.

- [0158] 송신기 (920) 는 디바이스의 다른 컴포넌트들에 의해 생성된 신호들을 송신할 수도 있다. 일부 예들에서, 송신기 (920) 는 트랜시버 모듈에서 수신기 (910) 와 병치될 수도 있다. 예를 들어, 송신기 (920) 는 도면을 참조하여 설명된 트랜시버 (935) 의 양태들의 예일 수도 있다.
- [0159] 도 10 은 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 무선 디바이스 (1005) 의 블록 다이어그램 (1000) 을 도시한다. 무선 디바이스 (1005) 는 상기 설명된 바와 같은 무선 디바이스 (1005) 또는 기지국 (105) 의 양태들의 예일 수도 있다. 무선 디바이스 (1005) 는 수신기 (1010), 기지국 통신 관리기 (1015), 및 송신기 (1020) 를 포함할 수도 있다. 무선 디바이스 (1005) 는 또한 프로세서를 포함할 수도 있다. 이들 컴포넌트들의 각각은 (예를 들어, 하나 이상의 버스들을 통해) 서로 통신할 수도 있다.
- [0160] 수신기 (1010) 는 다양한 정보 채널들과 연관된 패킷들, 사용자 데이터, 또는 제어 정보와 같은 정보 (예를 들어, 제어 채널들, 데이터 채널들, 및 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들에 관련된 정보 등) 를 수신할 수도 있다. 정보는 디바이스의 다른 컴포넌트들로 전달될 수도 있다. 수신기 (1010) 는 도 12 를 참조하여 설명된 트랜시버 (1235) 의 양태들의 예일 수도 있다.
- [0161] 기지국 통신 관리기 (1015) 는 도 12 를 참조하여 설명된 기지국 통신 관리기 (1215) 의 양태들의 예일 수도 있다. 기지국 통신 관리기 (1015) 는 또한, 구성 컴포넌트 (1025), 레퍼런스 신호 컴포넌트 (1030), CSI 레포트 컴포넌트 (1035), 및 빔 계수 컴포넌트 (1040) 를 포함할 수도 있다.
- [0162] 구성 컴포넌트 (1025) 는 UE 에, CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 송신할 수도 있다. 일부 경우들에서, 구성 컴포넌트는 트리거링 조건을 포함하고, 여기서 CSI 레포트는 트리거링 조건에 기초하여 생성된다. 구성 컴포넌트 (1025) 는 트리거링 조건에 적어도 부분적으로 기초하여 표시자의 포맷을 결정할 수도 있다. 구성 컴포넌트 (1025) 는 트리거링 조건이 만족된다고 결정할 수도 있고, 여기서 CSI 레포트의 포맷은 트리거링 조건이 만족되는지 여부를 결정하는 것에 적어도 부분적으로 기초한다. 구성 컴포넌트 (1025) 는 트리거링 조건이 만족되지 않는다고 결정할 수도 있고, 여기서 제 2 CSI 레포트의 포맷은 트리거링 조건이 만족되지 않는다고 결정하는 것에 적어도 부분적으로 기초한다. 일부 경우들에서, 레퍼런스 신호들의 세트는 제 1 편파에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 제 2 편파에 대한 안테나 포트들의 제 2 세트와 연관된다. 일부 경우들에서, 안테나 포트들의 제 1 및 제 2 세트들 각각은 제 1 방향의 제 1 수의 안테나 포트들 및 제 2 방향의 제 2 수의 안테나 포트들을 포함한다. 제 1 방향은 제 1 오버샘플링 비율과 연관될 수도 있고 제 2 방향은 제 2 오버샘플링 비율과 연관될 수도 있다. 일부 경우들에서, 구성은 다운링크 제어 시그널링을 통해 송신된다.
- [0163] 레퍼런스 신호 컴포넌트 (1030) 는 레퍼런스 신호들의 세트를 송신할 수도 있다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트는 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용된다. 일부 경우들에서, 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하는 것은 비-프리코딩된 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하는 것을 포함하고, 빔들의 세트의 각각의 빔은 코드북의 코드워드에 대응한다. 일부 경우들에서, 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하는 것은 개별의 안테나 포트들을 통해 프리코딩된 레퍼런스 신호들을 송신하는 것을 포함하고, 여기서 빔들의 세트의 각각의 빔은 안테나 포트들 중 하나에 대응한다.
- [0164] CSI 레포트 컴포넌트 (1035) 는 UE 로부터 CSI 레포트를 수신할 수도 있고, 여기서 CSI 레포트는 CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 표시하고, CSI 레포트는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 빔 계수들의 수의 표시자를 더 포함한다. 일부 경우들에서, RI 및 표시자는 별도로 인코딩된다. 대안적으로, RI 및 표시자는 공동으로 인코딩될 수도 있다. 일부 경우들에서, 공동으로 인코딩하는 것은 RI 및 표시자의 페이로드를 직접 캐스케이드하는 것 또는 RI 및 표시자를 공동으로 양자화하는 것 중 하나를 포함한다. 일부 경우들에서, RI 를 공동으로 양자화하는 것은 RI 또는 표시자 중 적어도 하나의 서브샘플링, 또는 RI 및 표시자의 조합의 룩업 테이블에 기초한다. 일부 경우들에서, 각각의 빔의 인덱스 및 표시자는 공동으로 인코딩된다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하는 비트들의 세트는 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다.
- [0165] 일부 경우들에서, CSI 레포트는 빔들의 세트의 각각의 빔의 인덱스를 더 포함하고, 각각의 인덱스는 코드북에서의 빔 포지션 또는 레퍼런스 신호들의 세트에서의 레퍼런스 신호 포지션에 대응한다. 일부 경우들에서, 빔

들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 세트는 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, 표시자는 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함한다. 일부 경우들에서, 비트들의 각각의 세트는 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, 표시자는 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 2 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 제 1 수 (예를 들어, 또는 세트) 의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔 및 제 2 수 (예를 들어, 또는 세트) 의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용된다.

[0166] 일부 경우들에서, 비트들의 제 1 세트는 안테나 포트들의 제 1 세트를 통한 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하고 비트들의 제 2 세트는 안테나 포트들의 제 2 세트를 통한 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, 표시자는 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 수 (예를 들어, 또는 세트) 를 표시하는 비트들의 세트를 포함하고, 그 수 (예를 들어, 또는 세트) 의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용된다. 일부 경우들에서, 비트들의 개별의 세트들의 각각은 안테나 포트들의 대응하는 세트 및 대응하는 공간 계층에 대한 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, CSI 레포트는 RI 를 더 포함한다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수는 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 서브대역 빔 위상, 또는 이들의 조합을 포함한다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들의 레포팅 페이로드 사이즈는 표시자에 기초한다. 일부 경우들에서, 표시자는 비트들의 세트를 포함하고, 비트들의 세트의 사이즈는 빔들의 수에 기초하거나 또는 고정된다. 일부 경우들에서, 하나 이상의 공간 계층들은 공간 계층들의 세트를 포함하고, 표시자는 공간 계층들의 세트의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 수를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함한다.

[0167] 일부 경우들에서, 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들의 레포팅 페이로드 사이즈는 표시자에 기초한다. 일부 경우들에서, 표시자는 비트들의 세트를 포함하고, 비트들의 세트의 사이즈는 빔들의 수에 기초하거나 또는 고정된다. 일부 경우들에서, CSI 레포트는 빔들의 세트의 각각의 빔의 인덱스를 더 포함하고, 각각의 인덱스는 코드북에서의 빔 포지션 또는 레퍼런스 신호들의 세트에서의 레퍼런스 신호 포지션에 대응한다.

[0168] 빔 계수 컴포넌트 (1040) 는 비-제로 전력 빔들의 표시자에 기초하여 빔 계수들의 세트를 과싱할 수도 있다. 일부 경우들에서, 서브세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수는 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 서브대역 빔 위상, 또는 이들의 조합을 포함한다.

[0169] 송신기 (1020) 는 디바이스의 다른 컴포넌트들에 의해 생성된 신호들을 송신할 수도 있다. 일부 예들에서, 송신기 (1020) 는 트랜시버 모듈에서 수신기 (1010) 와 병치될 수도 있다. 예를 들어, 송신기 (1020) 는 도 12 를 참조하여 설명된 트랜시버 (1235) 의 양태들의 예일 수도 있다.

[0170] 도 11 은 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 기지국 통신 관리기 (1115) 의 블록 다이어그램 (1100) 을 도시한다. 기지국 통신 관리기 (1115) 는 도 9, 도 10, 및 도 12 를 참조하여 설명된 기지국 통신 관리기 (1215) 의 양태들의 예일 수도 있다. 기지국 통신 관리기 (1115) 는 구성 컴포넌트 (1120), 레퍼런스 신호 컴포넌트 (1125), CSI 레포트 컴포넌트 (1130), 및 빔 계수 컴포넌트 (1135) 를 포함할 수도 있다. 이들 모듈들의 각각은 (예를 들어, 하나 이상의 버스들을 통해) 서로 직접 또는 간접적으로 통신할 수도 있다.

[0171] 구성 컴포넌트 (1125) 는 UE 에, CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 송신할 수도 있다. 일부 경우들에서, 구성 컴포넌트는 트리거링 조건을 포함하고, 여기서 CSI 레포트는 트리거링 조건에 기초하여 생성된다. 구성 컴포넌트 (1125) 는 트리거링 조건에 적어도 부분적으로 기초하여 표시자의 포맷을 결정할 수도 있다. 구성 컴포넌트 (1125) 는 트리거링 조건이 만족된다고 결정할 수도 있고, 여기서 CSI 레포트의

포맷은 트리거링 조건이 만족되는지 여부를 결정하는 것에 적어도 부분적으로 기초한다. 구성 컴포넌트 (1125)는 트리거링 조건이 만족되지 않는다고 결정할 수도 있고, 여기서 제 2 CSI 레포트의 포맷은 트리거링 조건이 만족되지 않는다고 결정하는 것에 적어도 부분적으로 기초한다. 일부 경우들에서, 레퍼런스 신호들의 세트는 제 1 편파에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 제 2 편파에 대한 안테나 포트들의 제 2 세트와 연관된다. 일부 경우들에서, 안테나 포트들의 제 1 및 제 2 세트들 각각은 제 1 방향의 제 1 수의 안테나 포트들 및 제 2 방향의 제 2 수의 안테나 포트들을 포함한다. 제 1 방향은 제 1 오버샘플링 비율과 연관될 수도 있고 제 2 방향은 제 2 오버샘플링 비율과 연관될 수도 있다. 일부 경우들에서, 구성은 다운링크 제어 시그널링을 통해 송신된다.

[0172] 레퍼런스 신호 컴포넌트 (1130)는 레퍼런스 신호들의 세트를 송신할 수도 있다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트는 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용된다. 일부 경우들에서, 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하는 것은 비-프리코딩된 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하는 것을 포함하고, 여기서 빔들의 세트의 각각의 빔은 코드북의 코드워드에 대응한다. 일부 경우들에서, 레퍼런스 신호들의 세트를 송신하는 것은 개별의 안테나 포트들을 통해 프리코딩된 레퍼런스 신호들을 송신하는 것을 포함하고, 여기서 빔들의 세트의 각각의 빔은 안테나 포트들 중 하나에 대응한다.

[0173] CSI 레포트 컴포넌트 (1135)는 UE로부터 CSI 레포트를 수신할 수도 있고, 여기서 CSI 레포트는 CSI 레포트에서 레포트하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 표시하고, CSI 레포트는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 빔 계수들의 수의 표시자를 더 포함한다. 일부 경우들에서, RI 및 표시자는 별도로 인코딩된다. 대안적으로, RI 및 표시자는 공동으로 인코딩될 수도 있다. 일부 경우들에서, 공동으로 인코딩하는 것은 RI 및 표시자의 페이로드를 직접 캐스케이드하는 것 또는 RI 및 표시자를 공동으로 양자화하는 것 중 하나를 포함한다. 일부 경우들에서, RI를 공동으로 양자화하는 것은 RI 또는 표시자 중 적어도 하나의 서브샘플링, 또는 RI 및 표시자의 조합의 록업 테이블에 기초한다. 일부 경우들에서, 각각의 빔의 인덱스 및 표시자는 공동으로 인코딩된다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 수를 표시하는 비트들의 세트는 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다.

[0174] 일부 경우들에서, CSI 레포트는 빔들의 세트의 각각의 빔의 인덱스를 더 포함하고, 각각의 인덱스는 코드북에서의 빔 포지션 또는 레퍼런스 신호들의 세트에서의 레퍼런스 신호 포지션에 대응한다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 수 (예를 들어, 또는 세트)를 표시하는 비트들의 세트는 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, 표시자는 하나 이상의 공간 계층들의 제 1 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 1 수 (예를 들어, 또는 세트)를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 하나 이상의 공간 계층들의 제 2 공간 계층에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 비-제로 전력 빔들의 제 2 수 (예를 들어, 또는 세트)를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함한다. 일부 경우들에서, 비트들의 각각의 세트는 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, 표시자는 안테나 포트들의 제 1 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 1 수 (예를 들어, 또는 세트)를 표시하는 비트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 대한 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 제 2 수 (예를 들어, 또는 세트)를 표시하는 비트들의 제 2 세트를 포함하고, 제 1 수 (예를 들어, 또는 세트)의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔 및 제 2 수 (예를 들어, 또는 세트)의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 적용된다.

[0175] 일부 경우들에서, 비트들의 제 1 세트는 안테나 포트들의 제 1 세트를 통한 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함하고 비트들의 제 2 세트는 안테나 포트들의 제 2 세트를 통한 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, 표시자는 빔들의 세트에서 비-제로 전력 빔들의 수 (예를 들어, 또는 세트)를 표시하는 비트들의 세트를 포함하고, 그 수 (예를 들어, 또는 세트)의 비-제로 전력 빔들의 각각의 비-제로 전력 빔은 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트에 적용된다. 일부 경우들에서, 비트들의 개별의 세트들의 각각은 안테나 포트들의 대응하는 세트 및 대응하는 공간 계층에 대한 빔들의 세트의 각각의 빔에 대한 전력 표시자 비트를 포함한다. 일부 경우들에서, CSI 레포트는 RI를 더 포함한다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들은 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 서브대역 빔 위상, 또는 이들의 조합을 포함한다. 일부 경우들에서, 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들의 레포팅 페이로드 사이즈는 표시자에 기초한다. 일부 경우들에서, 표시자는 비트들의 세트를 포함하고, 비트들의 세트의

사이즈는 빔들의 수에 기초하거나 또는 고정된다. 일부 경우들에서, 하나 이상의 공간 계층들은 공간 계층들의 세트를 포함하고, 표시자는 공간 계층들의 세트의 각각에 대한 안테나 포트들의 제 1 세트 및 안테나 포트들의 제 2 세트의 각각에 대한 비-제로 전력 빔들의 개별의 수를 표시하는 비트들의 개별의 세트를 포함한다.

[0176] 일부 경우들에서, 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 빔 계수들의 레포팅 페이로드 사이즈는 표시자에 기초한다. 일부 경우들에서, 표시자는 비트들의 세트를 포함하고, 비트들의 세트의 사이즈는 빔들의 수에 기초하거나 또는 고정된다. 일부 경우들에서, CSI 레포트는 빔들의 세트의 각각의 빔의 인덱스를 더 포함하고, 각각의 인덱스는 코드북에서의 빔 포지션 또는 레퍼런스 신호들의 세트에서의 레퍼런스 신호 포지션에 대응한다.

[0177] 빔 계수 컴포넌트 (1140) 는 비-제로 전력 빔들의 표시자에 기초하여 빔 계수들의 세트를 파싱할 수도 있다. 일부 경우들에서, 서브세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수는 광대역 빔 진폭, 서브대역 빔 진폭, 서브대역 빔 위상, 또는 이들의 조합을 포함한다.

[0178] 도 12 는 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 디바이스 (1205) 를 포함하는 시스템 (1200) 의 다이어그램을 도시한다. 디바이스 (1205) 는 예를 들어 도 1 을 참조하여 상기 설명된 바와 같은 기지국 (105) 의 예이거나 또는 그 컴포넌트들을 포함할 수도 있다. 디바이스 (1205) 는 기지국 통신 관리기 (1215), 프로세서 (1220), 메모리 (1225), 소프트웨어 (1230), 트랜시버 (1235), 안테나 (1240), 네트워크 통신 관리기 (1245), 및 스테이션간 통신 관리기 (1250) 를 포함하는, 통신물들을 송신 및 수신하기 위한 컴포넌트들을 포함하는 양방향 음성 및 데이터 통신을 위한 컴포넌트들을 포함할 수도 있다. 이들 컴포넌트들은 하나 이상의 버스들 (예를 들어, 버스 (1210)) 을 통해 전자 통신할 수도 있다. 디바이스 (1205) 는 하나 이상의 UE들 (115) 과 무선으로 통신할 수도 있다.

[0179] 기지국 통신 관리기 (1215) 는 UE 에, CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 송신할 수도 있다. 기지국 통신 관리기 (1215) 는 레퍼런스 신호들의 세트를 송신할 수도 있다. 기지국 통신 관리기 (1215) 는, UE 로부터 CSI 레포트를 수신할 수도 있고, 여기서 CSI 레포트는 CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 표시하고, CSI 레포트는 하나 이상의 공간 계층들의 각각에 대한 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 빔 계수들의 수의 표시자를 더 포함한다. 기지국 통신 관리기 (1215) 는 CSI 레포트에 기초하여 빔 계수들의 세트를 파싱할 수도 있다.

[0180] 프로세서 (1220) 는 지능형 하드웨어 디바이스 (예를 들어, 범용 프로세서, DSP, CPU, 마이크로제어기, ASIC, FPGA, 프로그래밍가능 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직 컴포넌트, 이산 하드웨어 컴포넌트, 또는 이들의 임의의 조합) 를 포함할 수도 있다. 일부 경우들에서, 프로세서 (1220) 는 메모리 제어기를 사용하여 메모리 어레이를 동작시키도록 구성될 수도 있다. 다른 경우들에서, 메모리 제어기는 프로세서 (1220) 에 통합될 수도 있다. 프로세서 (1220) 는 다양한 기능들 (예를 들어, 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하는 기능 또는 태스크들) 을 수행하기 위해 메모리에 저장된 컴퓨터 판독가능 명령들을 실행하도록 구성될 수도 있다.

[0181] 메모리 (1225) 는 RAM 및 ROM 을 포함할 수도 있다. 메모리 (1225) 는, 실행될 때, 프로세서로 하여금, 본 명세서에서 설명된 다양한 기능들을 수행하게 하는 명령들을 포함하는 컴퓨터 판독가능, 컴퓨터 실행가능 소프트웨어 (1230) 를 저장할 수도 있다. 일부 경우들에서, 메모리 (1225) 는 그 중에서도, 주변 컴포넌트들 또는 디바이스들과의 상호작용과 같은 기본 하드웨어 및/또는 소프트웨어 동작을 제어할 수도 있는 BIOS 를 포함할 수도 있다.

[0182] 소프트웨어 (1230) 는 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 지원하기 위한 코드를 포함하는, 본 개시의 양태들을 구현하기 위한 코드를 포함할 수도 있다. 소프트웨어 (1230) 는 시스템 메모리 또는 다른 메모리와 같은 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 저장될 수도 있다. 일부 경우들에서, 소프트웨어 (1230) 는 프로세서에 의해 직접 실행가능하지 않을 수도 있지만, 컴퓨터로 하여금 (예를 들어, 컴파일링 및 실행될 때) 본 명세서에서 설명된 기능들을 수행하게 할 수도 있다.

[0183] 트랜시버 (1235) 는, 상기 설명된 바와 같이 하나 이상의 안테나들, 유선, 또는 무선 링크들을 통해 양방향으로 통신할 수도 있다. 예를 들어, 트랜시버 (1235) 는 무선 트랜시버를 나타낼 수도 있고 다른 무선 트랜시버와 양방향으로 통신할 수도 있다. 트랜시버 (1235) 는 또한, 패킷들을 변조하고 변조된 패킷들을 송신을 위해 안테나들에 제공하며, 안테나들로부터 수신된 패킷들을 복조하기 위한 모뎀을 포함할 수도 있다.

[0184] 네트워크 통신 관리기 (1245) 는 (예를 들어, 하나 이상의 유선 백홀 링크들을 통해) 코어 네트워크와의 통신을

관리할 수도 있다. 예를 들어, 네트워크 통신 관리기 (1245) 는 하나 이상의 UE들 (115) 과 같은 클라이언트 디바이스들에 대한 데이터 통신의 전송을 관리할 수도 있다.

- [0185] 스테이션간 통신 관리기 (1250) 는 다른 기지국 (105) 과의 통신을 관리할 수도 있고, 다른 기지국들 (105) 과 협력하여 UE들 (115) 과의 통신들을 제어하기 위한 제어기 또는 스케줄러를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 스테이션간 통신 관리기 (1250) 는 빔포밍 또는 공동 송신과 같은 다양한 간섭 완화 기법들을 위해 UE들 (115) 로의 송신들에 대한 스케줄링을 조정할 수도 있다. 일부 예들에서, 스테이션간 통신 관리기 (1250) 는 LTE/LTE-A 무선 통신 네트워크 기술 내에서 X2 인터페이스를 제공하여, 기지국들 (105) 간의 통신을 제공할 수도 있다.
- [0186] 도 13 은 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 위한 방법 (1300) 을 예시하는 플로우차트를 도시한다. 방법 (1300) 의 동작들은 본 명세서에서 설명된 바와 같은 UE (115) 또는 그 컴포넌트들에 의해 구현될 수도 있다. 예를 들어, 방법 (1300) 의 동작들은 도 5 내지 도 8 을 참조하여 설명된 바와 같이 UE 통신 관리기에 의해 수행될 수도 있다. 일부 예들에서, UE (115) 는 이하에 설명된 기능들을 수행하기 위해 디바이스의 기능적 엘리먼트들을 제어하기 위한 코드들의 세트를 실행할 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, UE (115) 는 특수 목적 하드웨어를 사용하여 이하에 설명된 기능들의 양태들을 수행할 수도 있다.
- [0187] 블록 (1305) 에서, UE (115) 는 CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 수신할 수도 있다. 블록 (1305) 의 동작들은 본 명세서에서 설명된 방법들에 따라 수행될 수도 있다. 소정의 예들에서, 블록 (1305) 의 동작들의 양태들은 도 5 내지 도 8 을 참조하여 설명된 바와 같이 구성 컴포넌트에 의해 수행될 수도 있다.
- [0188] 블록 (1310) 에서, UE (115) 는 레퍼런스 신호들의 세트를 수신할 수도 있다. 블록 (1310) 의 동작들은 본 명세서에서 설명된 방법들에 따라 수행될 수도 있다. 소정의 예들에서, 블록 (1310) 의 동작들의 양태들은 도 5 내지 도 8 을 참조하여 설명된 바와 같이 레퍼런스 신호 컴포넌트에 의해 수행될 수도 있다.
- [0189] 블록 (1315) 에서, UE (115) 는, 하나 이상의 공간 계층들 (예를 들어, 및 안테나 포트들의 하나 이상의 세트들) 에 대해, CSI 레포트에서 레포팅하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 식별할 수도 있다. 블록 (1315) 의 동작들은 본 명세서에서 설명된 방법들에 따라 수행될 수도 있다. 소정의 예들에 있어서, 블록 (1315) 의 동작들의 양태들은 도 5 내지 도 8 을 참조하여 설명된 바와 같이 빔 식별자에 의해 수행될 수도 있다.
- [0190] 블록 (1320) 에서, UE (115) 는 하나 이상의 공간 계층들의 각각 (예를 들어, 및 안테나 포트들의 하나 이상의 세트들의 각각) 에 대한 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 빔 계수들의 수의 표시자를 포함하는 CSI 레포트를 생성할 수도 있다. 블록 (1320) 의 동작들은 본 명세서에서 설명된 방법들에 따라 수행될 수도 있다. 소정의 예들에서, 블록 (1320) 의 동작들의 양태들은 도 5 내지 도 8 을 참조하여 설명된 바와 같이 CSI 생성기에 의해 수행될 수도 있다.
- [0191] 블록 (1325) 에서, UE (115) 는 CSI 레포트를 송신할 수도 있다. 블록 (1325) 의 동작들은 본 명세서에서 설명된 방법들에 따라 수행될 수도 있다. 소정의 예들에서, 블록 (1325) 의 동작들의 양태들은 도 5 내지 도 8 을 참조하여 설명된 바와 같이 송신기에 의해 수행될 수도 있다.
- [0192] 도 14 는 본 개시의 양태들에 따른 무선 시스템들에서 비-제로 전력 빔들을 위한 기법들을 위한 방법 (1400) 을 예시하는 플로우차트를 도시한다. 방법 (1400) 의 동작들은 본 명세서에서 설명된 바와 같이 기지국 (105) 또는 그 컴포넌트들에 의해 구현될 수도 있다. 예를 들어, 방법 (1400) 의 동작들은 도 9 내지 도 12 를 참조하여 설명된 바와 같이 기지국 통신 관리기에 의해 수행될 수도 있다. 일부 예들에서, 기지국 (105) 은 이하에 설명된 기능들을 수행하기 위해 디바이스의 기능적 엘리먼트들을 제어하기 위한 코드들의 세트를 실행할 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 기지국 (105) 은 특수 목적 하드웨어를 사용하여 이하에 설명된 기능들의 양태들을 수행할 수도 있다.
- [0193] 블록 (1405) 에서, 기지국 (105) 은 UE 에, CSI 레포트에서 레포팅될 빔들의 수를 표시하는 구성을 송신할 수도 있다. 블록 (1405) 의 동작들은 본 명세서에서 설명된 방법들에 따라 수행될 수도 있다. 소정의 예들에서, 블록 (1405) 의 동작들의 양태들은 도 9 내지 도 12 를 참조하여 설명된 바와 같이 구성 컴포넌트에 의해 수행될 수도 있다.
- [0194] 블록 (1410) 에서, 기지국 (105) 은 레퍼런스 신호들의 세트를 송신할 수도 있다. 블록 (1410) 의 동작들은

본 명세서에서 설명된 방법들에 따라 수행될 수도 있다. 소정의 예들에서, 블록 (1410)의 동작들의 양태들은 도 9 내지 도 12를 참조하여 설명된 바와 같이 레퍼런스 신호 컴포넌트에 의해 수행될 수도 있다.

[0195] 블록 (1415)에서, 기지국 (105)은 UE로부터 CSI 레포트를 수신할 수도 있고, 여기서 CSI 레포트는 CSI 레포트에서 레포트하기 위한 빔들의 수에 대응하는 빔들의 세트를 표시하고, CSI 레포트는 하나 이상의 공간 계층들의 각각 (예를 들어, 및 안테나 포트들의 하나 이상의 세트들의 각각)에 대한 빔들의 세트의 각각의 비-제로 전력 빔에 대한 적어도 하나의 빔 계수 및 빔 계수들의 수의 표시자를 더 포함한다. 블록 (1415)의 동작들은 본 명세서에서 설명된 방법들에 따라 수행될 수도 있다. 소정의 예들에서, 블록 (1415)의 동작들의 양태들은 도 9 내지 도 12를 참조하여 설명된 바와 같이 CSI 레포트 컴포넌트에 의해 수행될 수도 있다.

[0196] 블록 (1420)에서, 기지국 (105)은 CSI 레포트에 적어도 부분적으로 기초하여 빔 계수들의 세트를 파싱할 수도 있다. 블록 (1420)의 동작들은 본 명세서에서 설명된 방법들에 따라 수행될 수도 있다. 소정의 예들에서, 블록 (1420)의 동작들의 양태들은 도 9 내지 도 12를 참조하여 설명된 바와 같이 빔 계수 컴포넌트에 의해 수행될 수도 있다.

[0197] 상기 설명된 방법들은 가능한 구현들을 설명하고, 동작들 및 단계들은 다른 구현들이 가능하도록 재배열되거나 또는 다르게는 수정될 수도 있음에 유의해야 한다. 게다가, 2 개 이상의 방법들로부터의 양태들이 결합될 수도 있다.

[0198] 본 명세서에서 설명된 기법들은 코드 분할 다중 액세스 (CDMA), 시간 분할 다중 액세스 (TDMA), 주파수 분할 다중 액세스 (FDMA), 직교 주파수 분할 다중 액세스 (OFDMA), 단일 캐리어 주파수 분할 다중 액세스 (SC-FDMA), 및 다른 시스템들과 같은 다양한 무선 통신 시스템들을 위해 사용될 수도 있다. CDMA 시스템은 CDMA2000, UTRA (Universal Terrestrial Radio Access) 등과 같은 무선 기술을 구현할 수도 있다. CDMA2000은 IS-2000, IS-95, 및 IS-856 표준들을 커버한다. IS-2000 릴리스들은 보통 CDMA2000 1X, 1X 등으로 지칭될 수도 있다. IS-856 (TIA-856)은 보통 CDMA2000 1xEV-DO, HRPD (High Rate Packet Data) 등으로 지칭된다. UTRA는 광대역 CDMA (WCDMA) 및 CDMA의 다른 변형들을 포함한다. TDMA 시스템은 GSM (Global System for Mobile Communications)과 같은 무선 기술을 구현할 수도 있다.

[0199] OFDMA 시스템은 울트라 모바일 브로드밴드 (UMB), 진화된 UTRA (Evolved UTRA; E-UTRA), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, 플래시-OFDM 등과 같은 무선 기술을 구현할 수도 있다. UTRA 및 E-UTRA는 유니버설 모바일 원격통신 시스템 (UMTS)의 부분이다. LTE 및 LTE-A는 E-UTRA를 사용하는 UMTS의 릴리스들이다. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A, NR, 및 GSM은 "제 3세대 파트너십 프로젝트" (3GPP)로 명명된 조직으로부터의 문헌들에서 설명된다. CDMA2000 및 UMB는 "제 3세대 파트너십 프로젝트 2" (3GPP2)로 명명된 조직으로부터의 문헌들에서 설명된다.

본 명세서에서 설명된 기법들은 상기 언급된 시스템들 및 무선 기술들 뿐만 아니라 다른 시스템들 및 무선 기술들을 위해 사용될 수도 있다. LTE 또는 NR 시스템의 양태들이 예의 목적들을 위해 설명될 수도 있고, LTE 또는 NR 용어가 대부분의 설명에서 사용될 수도 있지만, 본 명세서에서 설명된 기법들은 LTE 또는 NR 애플리케이션들을 넘어서 적용가능하다.

[0200] 매크로 셀은 일반적으로 상대적으로 큰 지리적 영역 (예를 들면, 반경이 수 킬로미터임)을 커버하고 네트워크 제공자와의 서비스 가입들을 가진 UE들 (115)에 의한 제한되지 않은 액세스를 허용할 수도 있다. 소형 셀은 매크로 셀과 비교하여, 더 낮은 전력공급식 기지국 (105)과 연관될 수도 있고, 소형 셀은 매크로 셀들과 동일한 또는 상이한 (예를 들어, 허가, 비허가 등) 주파수 대역들에서 동작할 수도 있다. 소형 셀들은 다양한 예들에 따라 피코 셀들, 펌토 셀들, 및 마이크로 셀들을 포함할 수도 있다. 피코 셀은 예를 들어, 작은 지리적 영역을 커버할 수도 있고, 네트워크 제공자와의 서비스 가입들을 가진 UE들 (115)에 의한 제한없는 액세스를 허용할 수도 있다. 펌토 셀은 또한, 작은 지리적 영역 (예를 들어, 홈)을 커버할 수도 있고, 펌토 셀과의 연관을 갖는 UE들 (115) (예를 들어, CSG (Closed Subscriber Group) 내의 UE들 (115), 홈 내의 사용자들에 대한 UE들 (115) 등)에 의한 제한된 액세스를 제공할 수도 있다. 매크로 셀에 대한 eNB는 매크로 eNB로 지칭될 수도 있다. 소형 셀에 대한 eNB는 소형 셀 eNB, 피코 eNB, 펌토 eNB, 또는 홈 eNB로 지칭될 수도 있다. eNB는 하나 또는 다중 (예를 들어, 2 개, 3 개, 4 개 등) 셀들을 지원할 수도 있고, 또한 하나 또는 다중 컴포넌트 캐리어들을 사용하는 통신을 지원할 수도 있다.

[0201] 본 명세서에서 설명된 무선 통신 시스템 (100) 또는 시스템들은 동기식 또는 비동기식 동작을 지원할 수도 있다. 동기식 동작에 대해, 기지국들 (105)은 유사한 프레임 타이밍을 가질 수도 있고, 상이한 기지국들 (105)로부터의 송신들은 대략 시간적으로 정렬될 수도 있다. 비동기식 동작에 대해, 기지국들 (105)은 상

이한 프레임 타이밍을 가질 수도 있고, 상이한 기지국들 (105) 로부터의 송신들은 시간적으로 정렬되지 않을 수도 있다. 본 명세서에서 설명된 기법들은 동기식 또는 비동기식 동작들 중 어느 하나에 대해 사용될 수도 있다.

[0202] 본 명세서에서 설명된 정보 및 신호들은 다양한 상이한 기술들 및 기법들 중 임의의 것을 사용하여 표현될 수도 있다. 예를 들어, 상기 설명 전반에 걸쳐 언급될 수도 있는 데이터, 명령들, 커맨드들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들, 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기장들 또는 자기 입자들, 광학장 (optical field) 들 또는 광학 입자들, 또는 이들의 임의의 조합에 의해 표현될 수도 있다.

[0203] 본 명세서에서의 개시와 관련하여 설명된 다양한 예시적인 블록들 및 모듈들은 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서 (DSP), 주문형 집적 회로 (ASIC), 필드 프로그램가능 게이트 어레이 (FPGA) 또는 다른 프로그램가능 로직 디바이스 (PLD), 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본 명세서에서 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합으로 구현 또는 수행될 수도 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수도 있지만, 대안적으로, 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수도 있다. 프로세서는 또한, 컴퓨팅 디바이스들의 조합 (예를 들어, DSP 와 마이크로프로세서의 조합, 다중 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 이러한 구성) 으로서 구현될 수도 있다.

[0204] 본 명세서에서 설명된 기능들은 하드웨어, 프로세서에 의해 실행된 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합에서 구현될 수도 있다. 프로세서에 의해 실행된 소프트웨어에서 구현되면, 그 기능들은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 저장 또는 송신될 수도 있다. 다른 예들 및 구현들은 본 개시 및 첨부된 청구항들의 범위 내에 있다. 예를 들어, 소프트웨어의 본질로 인해, 상기 설명된 기능들은 프로세서에 의해 실행된 소프트웨어, 하드웨어, 펌웨어, 하드와이어링, 또는 이들 중 임의의 것의 조합들을 사용하여 구현될 수 있다. 기능들을 구현하는 피쳐들은 또한, 기능들의 부분들이 상이한 물리적 위치들에서 구현되도록 분산되는 것을 포함한 다양한 포지션들에서 물리적으로 위치될 수도 있다.

[0205] 컴퓨터 판독가능 매체들은 일 장소로부터 다른 장소로의 컴퓨터 프로그램의 전송을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체들 및 비일시적 컴퓨터 저장 매체들 양자 모두를 포함한다. 비일시적 저장 매체는, 범용 또는 특수 목적 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체일 수도 있다. 한정이 아닌 예로서, 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체들은 랜덤 액세스 메모리 (RAM), 판독 전용 메모리 (ROM), 전기적으로 소거가능한 프로그래밍가능 판독 전용 메모리 (EEPROM), 플래시 메모리, 콤팩트 디스크 (CD) ROM 또는 다른 광학 디스크 스토리지, 자기 디스크 스토리지 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 원하는 프로그램 코드 수단을 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 수록 또는 저장하는데 사용될 수 있고 범용 또는 특수 목적 컴퓨터, 또는 범용 또는 특수 목적 프로세서에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 비일시적 매체를 포함할 수도 있다. 또한, 임의의 접속이 적절히 컴퓨터 판독가능 매체로 불린다. 예를 들어, 소프트웨어가 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 동축 케이블, 광섬유 케이블, 트위스티드 페어, 디지털 가입자 회선 (DSL), 또는 적외선, 무선, 및 마이크로파와 같은 무선 기술들을 사용하여 송신되면, 매체의 정의에는 동축 케이블, 광섬유 케이블, 트위스티드 페어, DSL, 또는 적외선, 무선 및 마이크로파와 같은 무선 기술들이 포함된다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 디스크 (disk) 및 디스크 (disc) 는 CD, 레이저 디스크, 광학 디스크, 디지털 다기능 디스크 (DVD), 플로피 디스크 및 블루-레이 디스크를 포함하며, 여기서 디스크 (disk) 들은 보통 데이터를 자기적으로 재생하는 한편, 디스크 (disc) 들은 레이저들로 데이터를 광학적으로 재생한다. 상기의 조합들이 또한, 컴퓨터 판독가능 매체들의 범위 내에 포함된다.

[0206] 청구항들을 포함하여 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 아이템들의 리스트 (예를 들어, "중 적어도 하나" 또는 "중 하나 이상" 과 같은 어구에 의해 시작되는 아이템들의 리스트) 에서 사용된 바와 같은 "또는" 은, 예를 들어, A, B, 또는 C 중 적어도 하나의 리스트가 A 또는 B 또는 C 또는 AB 또는 AC 또는 BC 또는 ABC (즉, A 와 B 와 C) 를 의미하도록 하는 포괄적인 리스트를 표시한다. 또한, 본 명세서에 사용된 바와 같이, 어구 "에 기초하여" 는 조건들의 폐쇄된 세트에 대한 언급으로 해석되어서는 안된다. 예를 들어, "조건 A 에 기초하여" 로서 설명되는 예시적인 단계는 본 개시의 범위로부터 벗어남 없이 조건 A 와 조건 B 양자 모두에 기초할 수도 있다. 다시 말해서, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 어구 "에 기초하여" 는 어구 "에 적어도 부분적으로 기초하여" 와 동일한 방식으로 해석되어야 한다.

[0207] 첨부된 도면들에서, 유사한 컴포넌트들 또는 피쳐들은 동일한 참조 라벨을 가질 수도 있다. 게다가, 동일한 타입의 다양한 컴포넌트들은 참조 라벨 다음에 대시 및 유사한 컴포넌트들 간을 구별하는 제 2 라벨이 오는 것

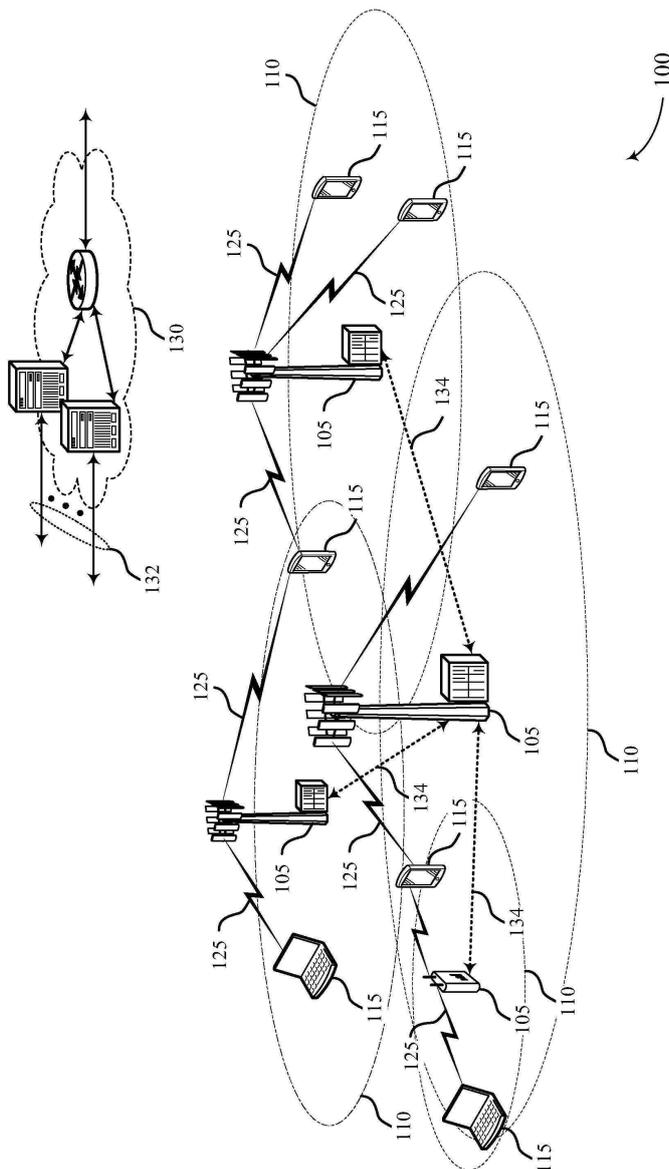
에 의해 구별될 수도 있다. 오직 제 1 참조 라벨만이 본 명세서에서 사용된다면, 그 설명은, 제 2 참조 라벨, 또는 다른 후속 참조 레벨과 관계없이 동일한 제 1 참조 라벨을 갖는 유사한 컴포넌트들 중 임의의 컴포넌트에 적용가능하다.

[0208] 첨부된 도면들과 관련하여 본 명세서에 기재된 설명은, 예의 구성들을 설명하고 구현될 수도 있거나 또는 청구항들의 범위 내에 있는 모든 예들을 나타내지는 않는다. 본 명세서에 사용된 용어 "예시적인"은 "예, 인스턴스, 또는 예로서 기능하는 것"을 의미하며, "바람직한" 또는 "다른 예들에 비해 유리한" 것을 의미하지는 않는다. 상세한 설명은 설명된 기법들의 이해를 제공할 목적으로 특정 상세들을 포함한다. 이들 기법들은, 그러나, 이들 특정 상세들 없이 실시될 수도 있다. 일부 인스턴스들에서, 널리 공지된 구조들 및 디바이스들은 설명된 예들의 개념들을 모호하게 하는 것을 회피하기 위하여 블록 다이어그램 형태로 도시된다.

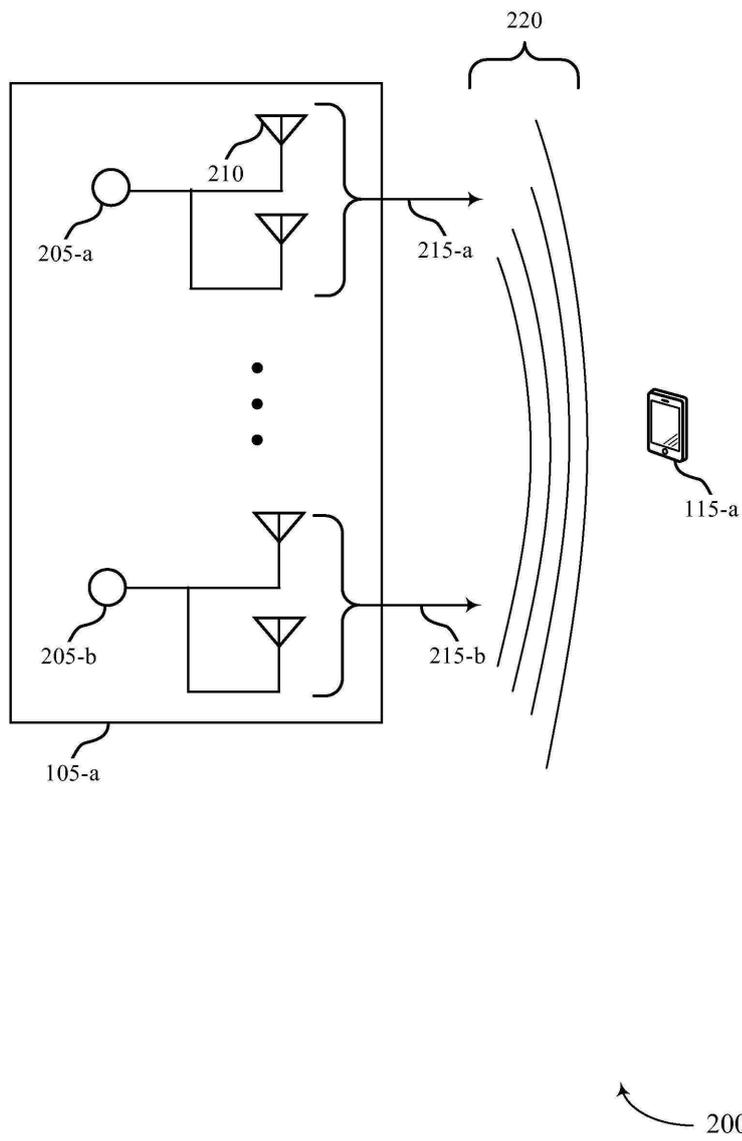
[0209] 본 명세서에서의 설명은 당업자가 본 개시를 실시 및 이용할 수 있도록 하기 위해 제공된다. 본 개시에 대한 다양한 수정들은 당업자들에게 용이하게 명백할 것이며, 본 명세서에서 정의된 일반적인 원리들은 본 개시의 범위로부터 벗어남 없이 다른 변동들에 적용될 수도 있다. 따라서, 본 개시는 본 명세서에서 설명된 예들 및 설계들로 한정되지 않고, 본 명세서에서 개시된 원리들 및 신규한 피쳐들과 부합하는 최광의 범위를 부여받아야 한다.

**도면**

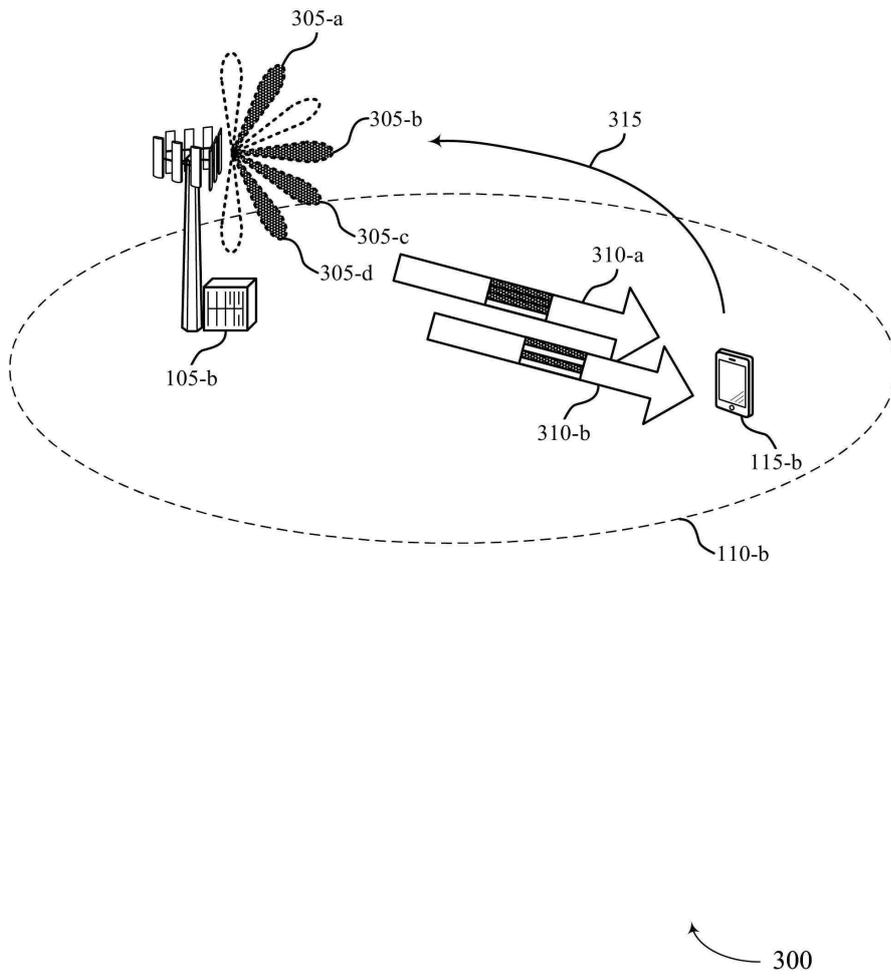
**도면1**



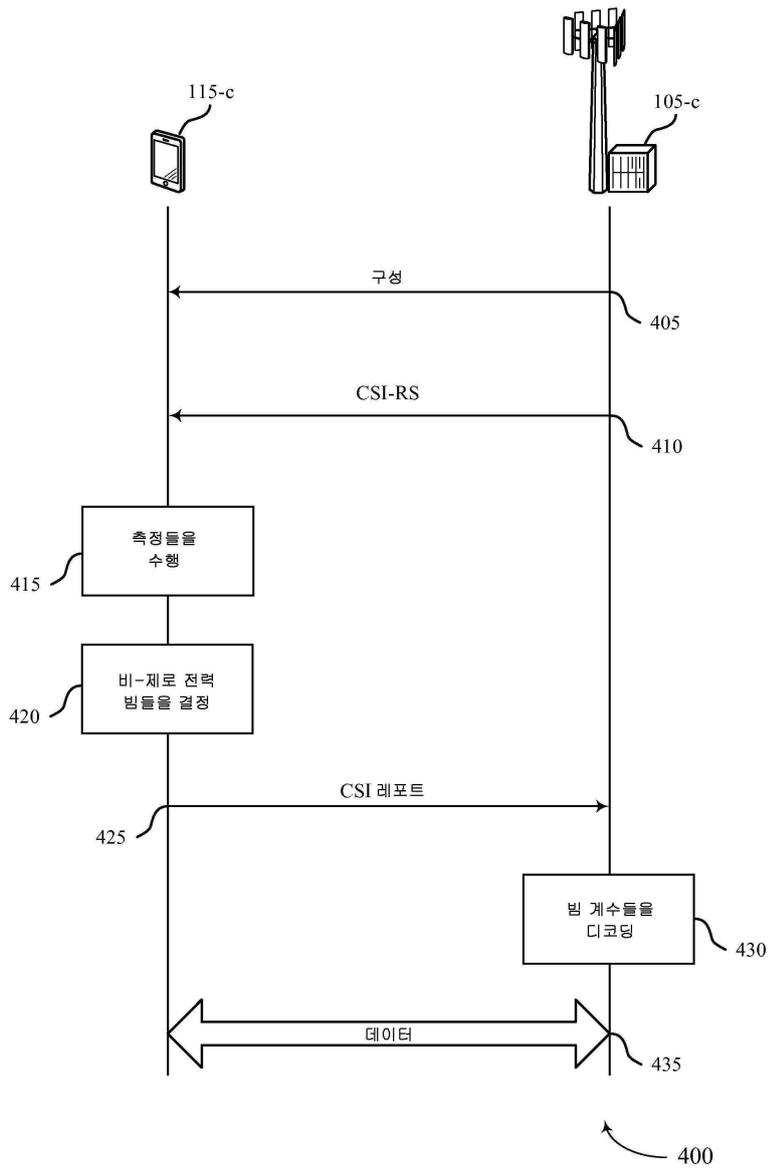
도면2



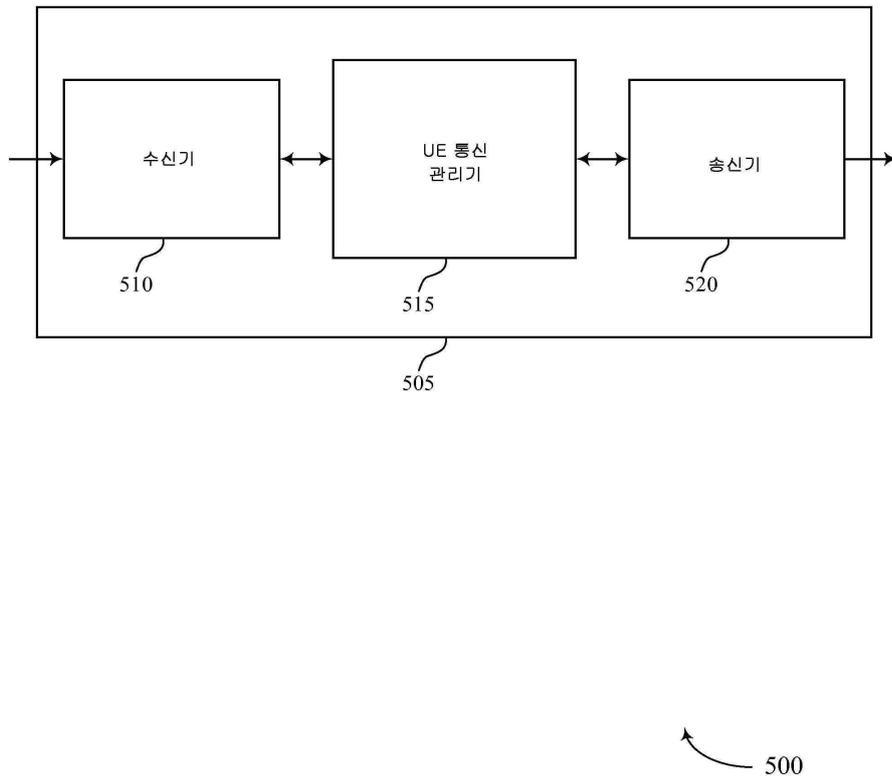
도면3



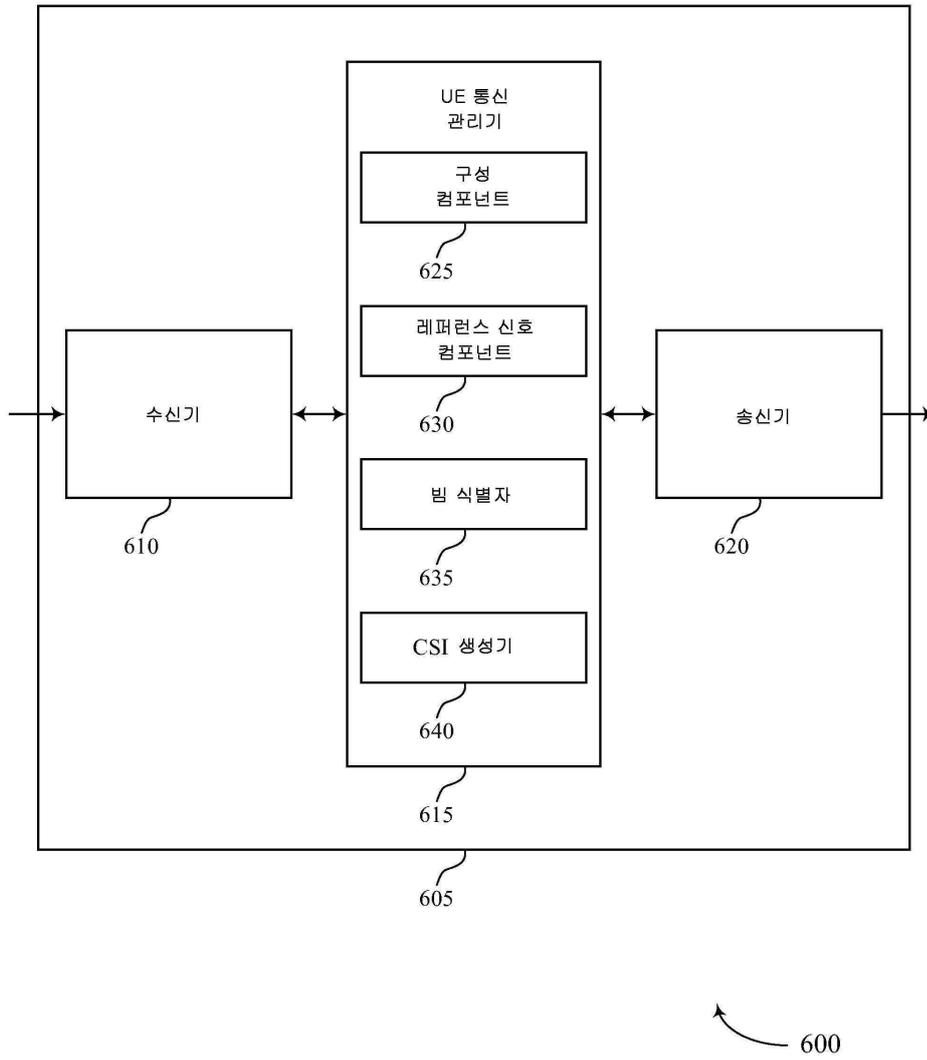
도면4



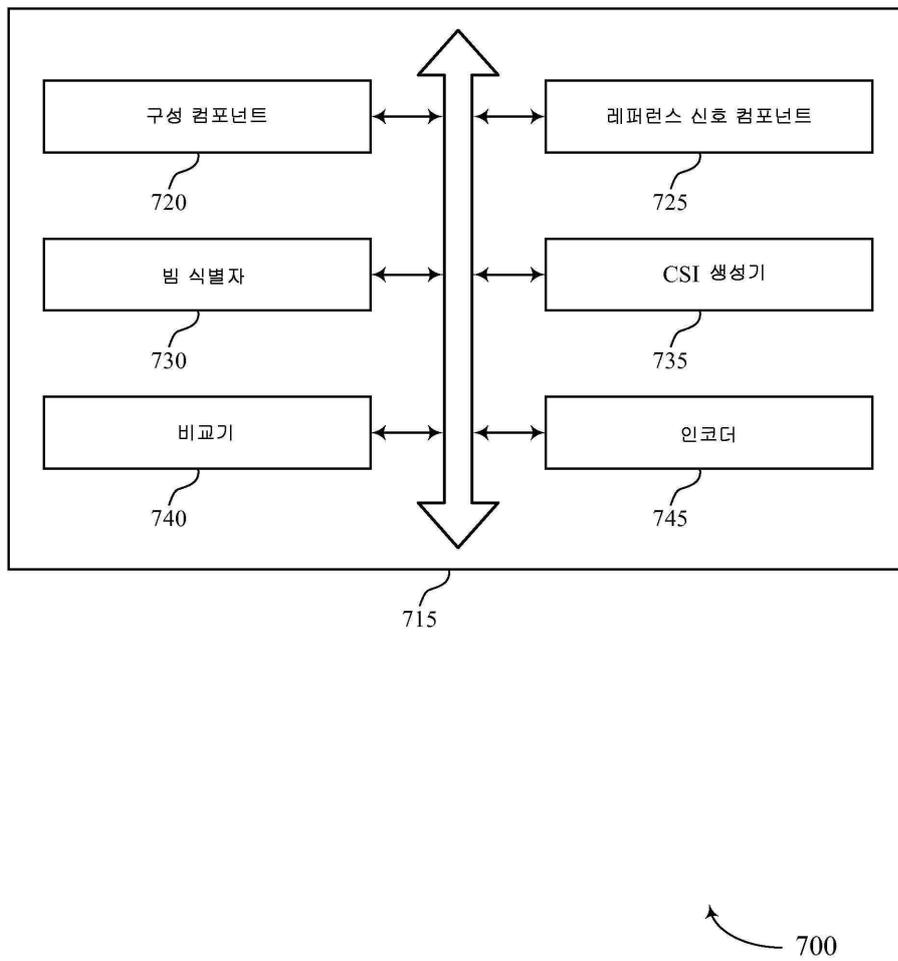
도면5



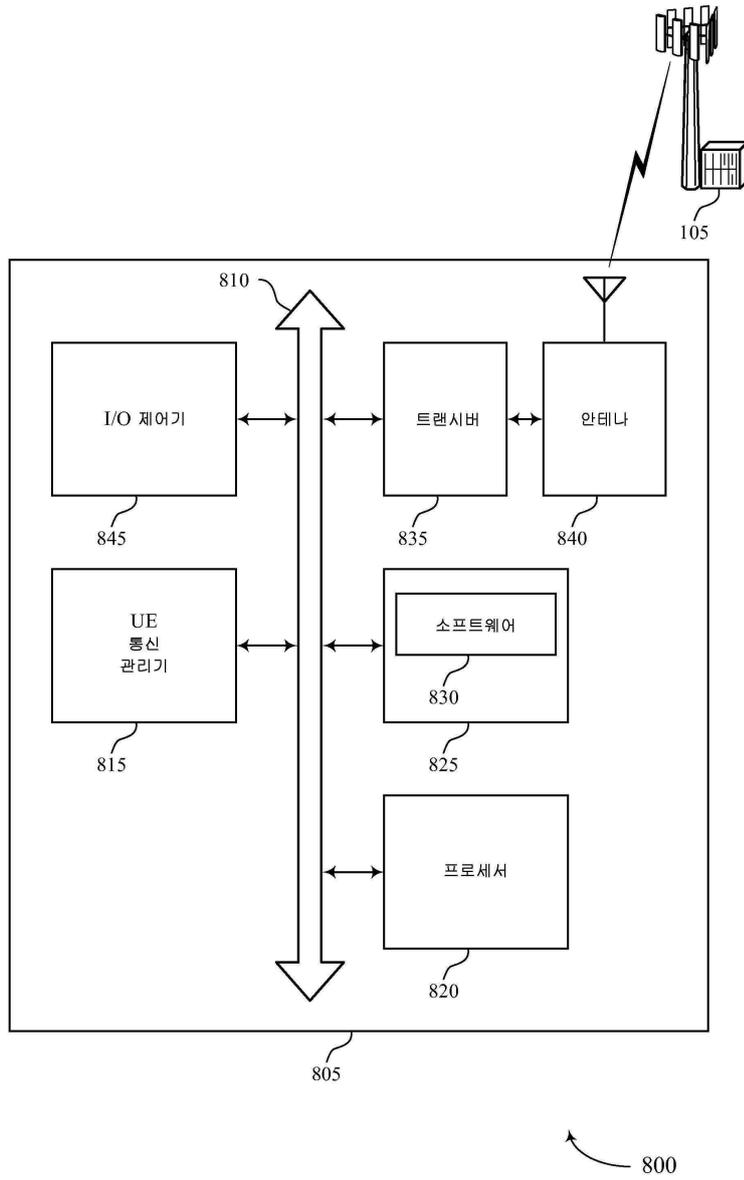
도면6



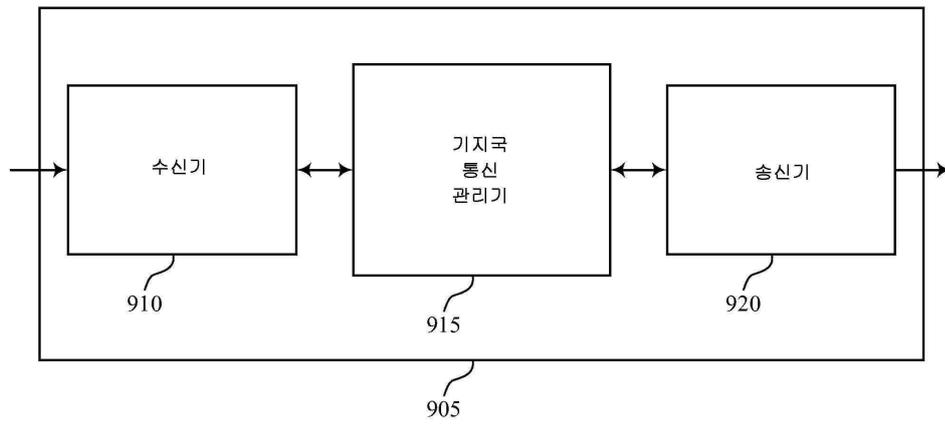
도면7



도면8

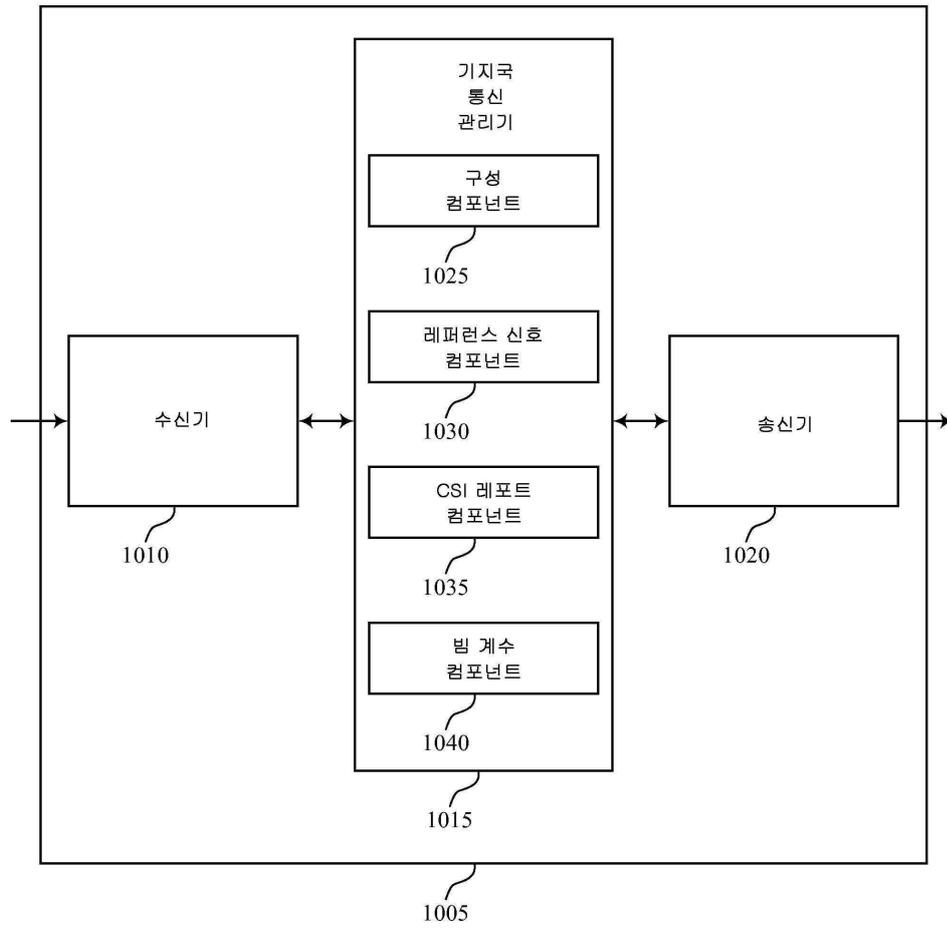


도면9

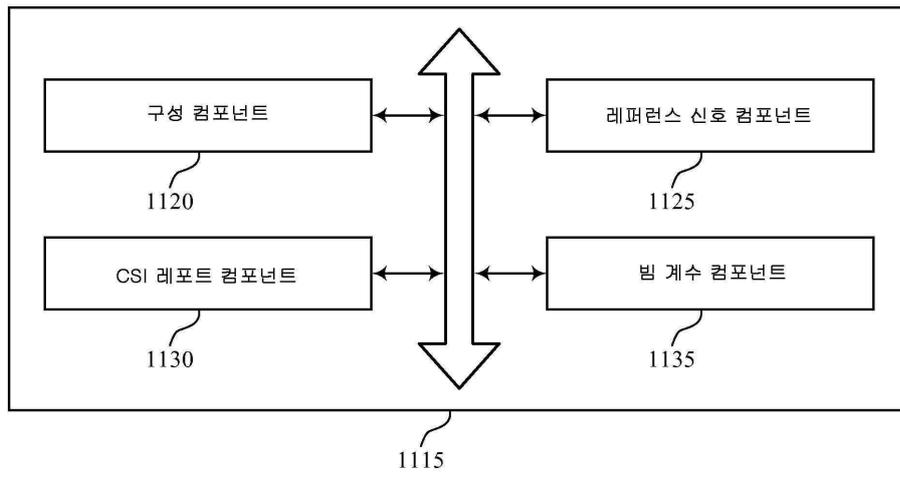


900

도면10

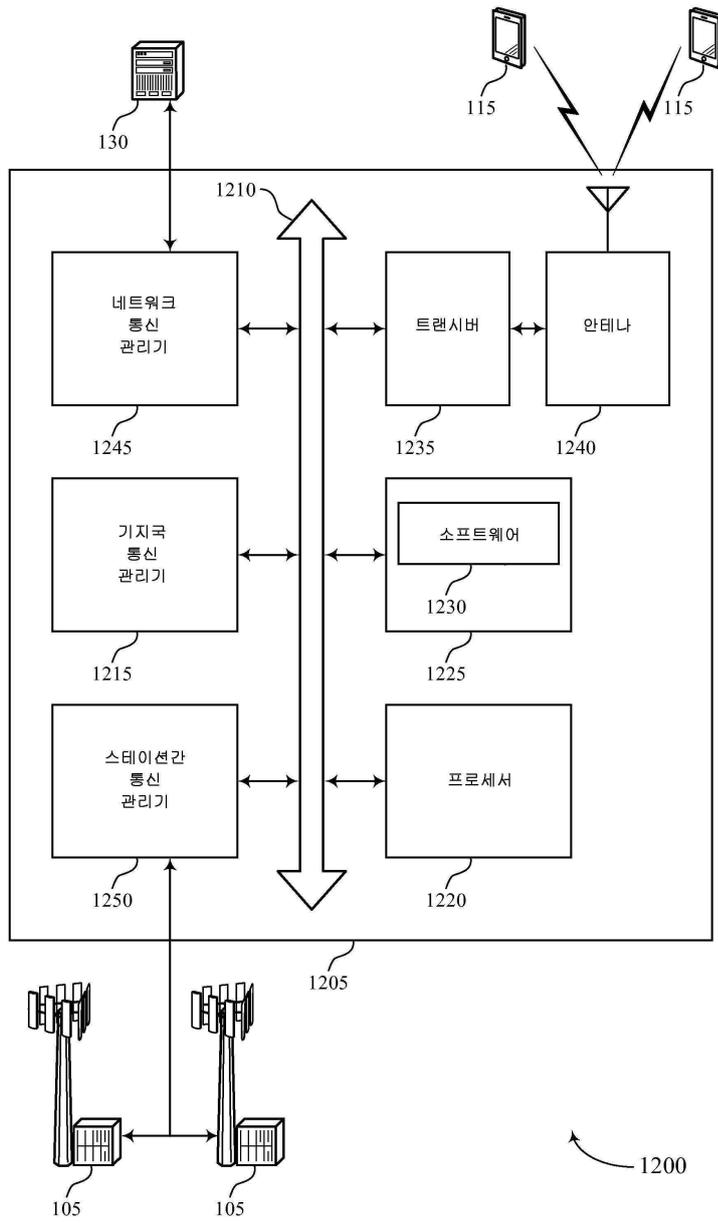


도면11

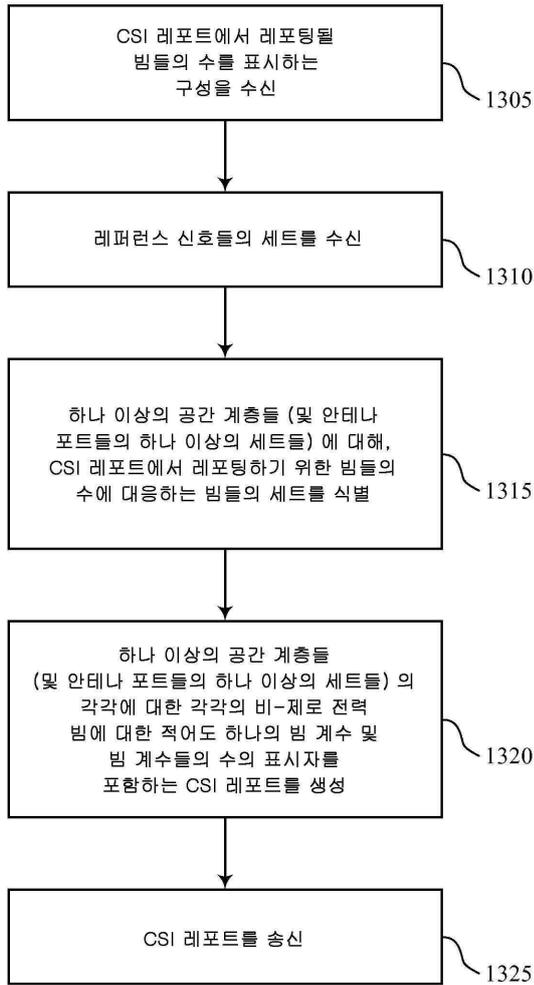


1100

도면12



도면13



1300

도면14

