



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년10월18일
(11) 등록번호 10-2456268
(24) 등록일자 2022년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/02 (2018.01) H04B 7/06 (2017.01)
H04L 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/02 (2021.08)
H04B 7/0626 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7003381
(22) 출원일자(국제) 2017년08월10일
심사청구일자 2020년08월03일
(85) 번역문제출일자 2019년01월31일
(65) 공개번호 10-2019-0049689
(43) 공개일자 2019년05월09일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/046350
(87) 국제공개번호 WO 2018/031807
국제공개일자 2018년02월15일
(30) 우선권주장
62/373,206 2016년08월10일 미국(US)
62/454,555 2017년02월03일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020150058175 A
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 20 항

(73) 특허권자
아이디에이씨 홀딩스, 인크.
미국, 텔라웨어주 19809-3727, 윌밍턴, 벨뷰 파크
웨이 200, 스위트 300
(72) 발명자
이, 문-일
미국 11747 뉴욕 델빌 리븐델 코트 104
오테리, 오게네콤
미국 92127 캘리포니아 샌 디에고 로워 스칼보로
레인 8488
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김태홍, 김진희

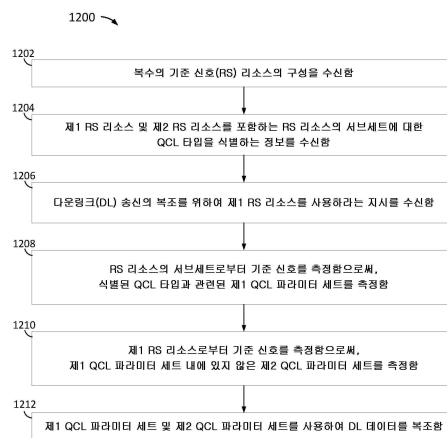
심사관 : 이미현

(54) 발명의 명칭 **대규모 안테나 시스템에서의 채널 상태 정보 보고를 위한 방법**

(57) 요약

본 명세서에 기술된 실시 예들은 패널 특유의 채널 상태 정보 기준 신호(CSI-RS) 구성 및 유사-배치(QCL) 표시를 갖는 다중 패널에 대한 기준 신호 구성을 위한 시스템 및 방법을 제공하며, QCL 표시는 QCL 타입 정의 및 패널 특유의 CSI-RS 구성을 위한 표시를 포함한다. 예시적인 실시 예들은 또한 패널 특유의 컴포넌트 프리코더 및 패널 공통 프리코더를 가진 다중 컴포넌트 프리코더 구조를 제공한다. 실시 예들은 패널 공통 프리코더 및/또는 패널 특유의 프리코더를 위한 랜덤 프리코딩을 사용하는 (반) 개방 루프 방식; 패널 공통 프리코더로 패널 선택/제한; 상이한 패널 세트를 사용하는 MU-MIMO 동작; 패널-방식 CSI 보고를 포함한다.

대표도 - 도12



- (52) CPC특허분류
HO4L 5/0048 (2021.01)
- (72) 발명자
하기갯, 아프신
캐나다 에이치9씨 3에이7 퀘백 일레-비자드 헤론-버트 407
바라, 엘렘
미국 11554 뉴욕 이스트 메도우 테븐 스트리트 2385
마, 리양평
미국 92130 캘리포니아 샌 디에고 도그우드 웨이 13581
판, 카일 중-린
미국 11780 뉴욕 세인트 제임스 컨트리 우드스 드라이브 9
울센, 로버트 엘
미국 11743 뉴욕 헌팅턴 컨트리 클럽 드라이브 3
카노네-벨라스케스, 로익
캐나다 에이치3이 1티2 퀘백 베르딩 루 데 라 메타리 609
- (56) 선행기술조사문헌
US20150257130 A1
3GPP R1-156779
3GPP R1-156824
3GPP R1-160236
3GPP R1-156713*
KR1020150035556 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
-

명세서

청구범위

청구항 1

무선 송수신 유닛(wireless transmit/receive unit; WTRU)에서 구현되는 방법에 있어서,

복수의 기준 신호(reference signal; RS) 리소스 구성에 대해 각각의 복수의 하나 이상의 리소스를 표시하는 정보를 포함하는 하나 이상의 송신을 수신하는 단계 - 상기 복수의 RS 리소스 구성 중 제1 채널 상태 정보 기준 신호(channel state information reference signal; CSI-RS) 리소스 구성에 대해 표시된 하나 이상의 리소스는 제1 CSI-RS 및 제1 주기성을 포함하고, 상기 복수의 RS 리소스 구성 중 제2 CSI-RS 리소스 구성에 대해 표시된 하나 이상의 리소스는 제2 CSI-RS 및 제2 주기성을 포함함 -;

유사 배치(quasi collocation) 타입 정보를 포함하는 하나 이상의 무선 리소스 제어(radio resource control) 송신을 수신하는 단계 - 상기 유사 배치 타입 정보는 제1 유사 배치 파라미터 세트 및 제2 유사 배치 파라미터 세트를 표시하고, 상기 제1 유사 배치 파라미터 세트는 상기 제1 CSI-RS 리소스 구성과 연관되고, 상기 제2 유사 배치 파라미터 세트는 상기 제2 CSI-RS 리소스 구성과 연관되고, 상기 제2 유사 배치 파라미터 세트는 상기 제1 유사 배치 파라미터 세트와 공통인 하나 이상의 유사 배치 파라미터를 포함하고, 상기 제1 유사 배치 파라미터 세트는 상기 제2 유사 배치 파라미터 세트와 상이한 적어도 하나의 유사 배치 파라미터를 포함하고, 상기 제1 유사 배치 파라미터 세트 및 상기 제2 유사 배치 파라미터 세트 각각은 더 큰 유사 배치 파라미터 세트의 서브세트를 포함함 - ;

다운링크 데이터 송신과 연관된 다운링크 제어 정보를 수신하는 단계 - 상기 다운링크 제어 정보는 상기 다운링크 데이터 송신과 연관된 다운링크 기준 신호와 상기 제1 CSI-RS 리소스 구성 사이의 유사 배치 관계를 표시하는 정보를 포함함 - ;

상기 제1 CSI-RS의 측정된 신호 특성으로부터 상기 제1 유사 배치 파라미터 세트에 대한 값을 결정하는 단계;

상기 제2 CSI-RS의 측정된 신호 특성으로부터 상기 제1 유사 배치 파라미터 세트와 공통인 하나 이상의 유사 배치 파라미터에 대한 각각의 하나 이상의 값을 결정하는 단계; 및

상기 다운링크 기준 신호, 상기 결정된 제1 유사 배치 파라미터 세트에 대한 값 및 상기 결정된 제1 유사 배치 파라미터 세트와 공통인 하나 이상의 유사 배치 파라미터에 대한 하나 이상의 값을 사용하여, 상기 다운링크 데이터를 디코딩하는 단계

를 포함하는 WTRU에서 구현되는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 더 큰 유사 배치 파라미터 세트는 지연 확산, 도플러 확산, 주파수 시프트, 수신 타이밍, 및 공간 수신 파라미터를 포함하는 것인, WTRU에서 구현되는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 유사 배치 파라미터 세트는 지연 확산, 도플러 확산, 주파수 시프트 및 수신 타이밍 중 둘 이상을 포함하는 것인, WTRU에서 구현되는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 유사 배치 파라미터 세트는 도플러 확산, 주파수 시프트 및 수신 타이밍 중 하나 이상을 포함하는 것인, WTRU에서 구현되는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 다운링크 기준 신호는 다운링크 복조 기준 신호인 것인, WTRU에서 구현되는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 CSI-RS 리소스 구성은 상기 제1 CSI-RS의 단일(single) 송신의 측정에 기초하여 결정된 제1 CSI 피드백과 연관되고,

상기 제2 CSI-RS 리소스 구성은 상기 제2 CSI-RS의 다중(multiple) 송신의 측정에 기초하여 결정된 제2 CSI 피드백과 연관된 것인, WTRU에서 구현되는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 주기성 및 제2 주기성 각각은 주기적 및 비주기적 중 하나인 것인, WTRU에서 구현되는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 주기성 및 제2 주기성은 각각 주기적 및 비주기적인 것인, WTRU에서 구현되는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 CSI-RS 구성과 상기 제2 CSI-RS 구성은 다중 계층 송신을 위한 다중 계층들 중의 주어진 계층과 연관된 것인, WTRU에서 구현되는 방법.

청구항 10

복수의 명령어들을 포함한 적어도 하나의 머신 판독가능 매체에 있어서, 상기 명령어들은 컴퓨팅 디바이스 상에서 실행될 때, 상기 컴퓨팅 디바이스로 하여금, 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하게 하는 것인 적어도 하나의 머신 판독가능 매체.

청구항 11

회로를 포함하는 장치에 있어서, 상기 회로는 송신기, 수신기, 프로세서 및 메모리를 포함하고,

복수의 기준 신호(reference signal; RS) 리소스 구성에 대해 각각의 복수의 하나 이상의 리소스를 표시하는 정보를 포함하는 하나 이상의 송신을 수신하고 - 상기 복수의 RS 리소스 구성 중 제1 채널 상태 정보 기준 신호(channel state information reference signal; CSI-RS) 리소스 구성에 대해 표시된 하나 이상의 리소스는 제1 CSI-RS 및 제1 주기성을 포함하고, 상기 복수의 RS 리소스 구성 중 제2 CSI-RS 리소스 구성에 대해 표시된 하나 이상의 리소스는 제2 CSI-RS 및 제2 주기성을 포함함 -;

유사 배치(quasi collocation) 타입 정보를 포함하는 하나 이상의 무선 리소스 제어(radio resource control) 송신을 수신하고 - 상기 유사 배치 타입 정보는 제1 유사 배치 파라미터 세트 및 제2 유사 배치 파라미터 세트를 표시하고, 상기 제1 유사 배치 파라미터 세트는 상기 제1 CSI-RS 리소스 구성과 연관되고, 상기 제2 유사 배치 파라미터 세트는 상기 제2 CSI-RS 리소스 구성과 연관되고, 상기 제2 유사 배치 파라미터 세트는 상기 제1 유사 배치 파라미터 세트와 공통인 하나 이상의 유사 배치 파라미터를 포함하고, 상기 제1 유사 배치 파라미터 세트는 상기 제2 유사 배치 파라미터 세트와 상이한 적어도 하나의 유사 배치 파라미터를 포함하고, 상기 제1 유사 배치 파라미터 세트 및 상기 제2 유사 배치 파라미터 세트 각각은 더 큰 유사 배치 파라미터 세트의 서브 세트를 포함함 - ;

다운링크 데이터 송신과 연관된 다운링크 제어 정보를 수신하고 - 상기 다운링크 제어 정보는 상기 다운링크 데

이더 송신과 연관된 다운링크 기준 신호와 상기 제1 CSI-RS 리소스 구성 사이의 유사 배치 관계를 표시하는 정보를 포함함 - ;

상기 제1 CSI-RS의 측정된 신호 특성으로부터 상기 제1 유사 배치 파라미터 세트에 대한 값들을 결정하고;

상기 제2 CSI-RS의 측정된 신호 특성으로부터 상기 제1 유사 배치 파라미터 세트와 공통인 하나 이상의 유사 배치 파라미터에 대한 각각의 하나 이상의 값을 결정하고;

상기 다운링크 기준 신호, 상기 결정된 제1 유사 배치 파라미터 세트에 대한 값들 및 상기 결정된 제1 유사 배치 파라미터 세트와 공통인 하나 이상의 유사 배치 파라미터에 대한 하나 이상의 값을 사용하여, 상기 다운링크 데이터를 디코딩하도록 구성되는 것인, 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 더 큰 유사 배치 파라미터 세트는 지연 확산, 도플러 확산, 주파수 시프트, 수신 타이밍, 및 공간 수신 파라미터를 포함하는 것인, 장치.

청구항 13

제11항 또는 제12항에 있어서,

상기 제1 유사 배치 파라미터 세트는 지연 확산, 도플러 확산, 주파수 시프트 및 수신 타이밍 중 둘 이상을 포함하는 것인, 장치.

청구항 14

제11항 또는 제12항에 있어서,

상기 제2 유사 배치 파라미터 세트파라미터 세트주파수 시프트 및 수신 타이밍 중 하나 이상을 포함하는 것인, 장치.

청구항 15

제11항 또는 제12항에 있어서,

상기 다운링크 기준 신호는 다운링크 복조 기준 신호인 것인, 장치.

청구항 16

제11항 또는 제12항에 있어서,

상기 제1 CSI-RS 리소스 구성은 상기 제1 CSI-RS의 단일 송신의 측정에 기초하여 결정된 제1 CSI 피드백과 연관되고,

상기 제2 CSI-RS 리소스 구성은 상기 제2 CSI-RS의 다중 송신의 측정에 기초하여 결정된 제2 CSI 피드백과 연관된 것인, 장치.

청구항 17

제11 또는 제12항에 있어서,

상기 장치는 무선 송수신 유닛인 것인, 장치.

청구항 18

제11항 또는 제12항에 있어서,

상기 제1 주기성 및 제2 주기성 각각은 주기적 및 비주기적 중 하나인 것인, 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 제1 주기성 및 제2 주기성은 각각 주기적 및 비주기적인 것인, 장치.

청구항 20

제11항에 있어서,

상기 제1 CSI-RS 리소스 구성과 상기 제2 CSI-RS 리소스 구성은 다중 계층 송신을 위한 다중 계층들 중의 주어진 계층과 연관된 것인, 장치.

청구항 21

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 대규모 안테나 시스템에서의 채널 상태 정보 보고 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다중 안테나 기술은 단일 패널 기반 안테나 구성을 기반으로 설계 및 개발되었다. 예를 들어, MIMO 송신 방식(예를 들어, SU-MIMO, MU-MIMO, 송신 다이버시티, 개방 루프 MIMO 및 폐 루프 MIMO) 및 관련 채널 상태 정보(channel state information, CSI) 피드백은 단일 패널 기반 안테나 모델을 기초로 설계되었다.

[0003] 대규모 안테나 모델은 다중 패널을 포함한다. 타이밍과 위상이 패널들에 걸쳐 동기화되지 않을 수 있다. 결과적으로, 다중 패널을 사용하는 대규모 안테나 모델의 상황에서 발생하는 문제를 해결하는 다중 안테나 기술에 대한 필요성이 존재한다.

[0004] 프리코딩(precoding)은 다중-안테나 무선 통신에서 다중-스트림(또는 다중-계층) 송신을 지원하기 위한 빔포밍의 일반화이다. 종래의 단일 스트림 빔포밍에서, 신호 전력이 수신기 출력에서 최대가 되도록 동일한 신호가 각각의 송신 안테나로부터 적절한 가중치(위상 및 이득)를 가지고 방출된다. 수신기가 다중 안테나를 갖는 경우, 단일 스트림 빔포밍은 모든 수신 안테나에서 신호 레벨을 동시에 최대화할 수 없다. 다중 수신 안테나 시스템에서 쓰루풋을 최대화하기 위하여 다중-스트림 송신이 일반적으로 필요하다.

[0005] 포인트-투-포인트 시스템에서, 프리코딩은 링크 쓰루풋이 수신기 출력에서 최대가 되도록 다중 데이터 스트림이 송신 안테나로부터 독립적이고 적절한 가중치를 가지고 방출되는 것을 의미한다. 다중 사용자 MIMO에서, 데이터 스트림은 상이한 사용자(SDMA로 알려져 있음)를 위한 것이고, 총 쓰루풋(예를 들어, 합계 성능 또는 최대-최소 공정성)의 일부 측정치가 최대화된다. 포인트-투-포인트 시스템에서, 프리코딩의 이점 중 일부는 송신기에서 채널 상태 정보를 요구하지 않고 실현될 수 있지만, 이러한 정보는 다중 사용자 시스템에서 사용자 간 간섭을 처리하는 데 필수적이다. 네트워크 MIMO 또는 코디네이트된 다중 포인트(coordinated multipoint, CoMP)로 알려진 셀룰러 네트워크의 다운링크에서의 프리코딩은 동일한 수학적 기술로 분석될 수 있는 다중 사용자 MIMO의 일반화된 형태이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0006] 본 명세서에 기술된 실시 예들은 QCL(quasi-collocation) 타입 정의 및 패널 특유의 CSI-RS(channel state information reference signal) 구성을 위한 표시를 포함하는, 패널 특유의 CSI-RS 구성, 및 QCL 표시를 갖는 다중 패널에 대한 기준 신호 구성을 위한 시스템 및 방법을 제공한다.

[0007] 예시적인 실시 예들은 패널 특유의 컴포넌트 프리코더 및 패널 공통 프리코더를 갖는 다중 컴포넌트 프리코더 구조를 더 제공한다. 실시 예들은: 패널 공통 프리코더 및/또는 패널 특유의 프리코더를 위한 랜덤 프리코딩을 사용하는 (세미)-개방 루프 방식; 패널 공통 프리코더로 패널 선택/제한; 상이한 패널 세트를 사용하는 MU-MIMO

동작; 패널-방식(panel-wise) CSI 보고를 포함한다.

- [0008] 예시적인 실시 예들은 다중 패널 기반 안테나 구성을 위한 하이브리드 아날로그 및 디지털 프리코더를 제공한다.
- [0009] 패널 선택 표시를 위한 예시적인 업링크(UL) 피드백 채널이 설명된다.
- [0010] 예시적인 실시 예는 패널 특유의 PMI 보고를 다중 패널 코드북에 더 제공한다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 더 상세한 이해는 첨부된 도면과 함께 예로서 제시된 다음의 설명으로부터 얻어질 수 있다.
- 도 1a는 하나 이상의 개시된 실시 예가 구현될 수 있는 예시적인 통신 시스템을 도시한다.
- 도 1b는 도 1a의 통신 시스템 내에서 사용될 수 있는 예시적인 무선 송수신 유닛(wireless transmit/receive unit, WTRU)을 도시한다.
- 도 1c는 도 1a의 통신 시스템 내에서 사용될 수 있는 예시적인 무선 액세스 네트워크(radio access network, RAN) 및 예시적인 코어 네트워크를 도시한다.
- 도 1d는 도 1a의 통신 시스템 내에서 사용될 수 있는 제2 예시적인 RAN 및 제2 예시적인 코어 네트워크를 도시한다.
- 도 1e는 도 1a의 통신 시스템 내에서 사용될 수 있는 제3 예시적인 RAN 및 제3 예시적인 코어 네트워크를 도시한다.
- 도 1f는 도 1a의 통신 시스템 내에서 사용될 수 있는 예시적인 네트워크 엔티티를 도시한다.
- 도 2는 송신-수신 포인트(transmit-receive point, TRP) 및 무선 송수신 유닛(WTRU)에 대한 안테나 모델의 개략도이다.
- 도 3은 일 실시 예에 따른 복합 프리코더(W_c) 및 패널 특유의 프리코더(W_p)의 개략도이다.
- 도 4는 패널 특유의 CSI-RS 구성의 일례의 개략도이다.
- 도 5는 빔 측정 기준 신호 송신의 일례의 개략도이다.
- 도 6은 패널 당 유사한 요소 선택을 갖는 안테나 선택의 일례의 개략도이다.
- 도 7은 패널 당 유사한 요소 선택을 갖는 안테나 선택의 일례의 개략도이다.
- 도 8은 예시적인 2-스테이지 피드백 프로세스를 도시한다.
- 도 9는 패널 표시자를 포함하는 PUSCH 상의 UL-SCH를 가진 업링크 제어 다중화의 예를 도시한다.
- 도 10은 패널 표시자를 포함하는 PUSCH 상의 UL-SCH를 가진 업링크 제어 다중화의 또다른 예를 도시한다.
- 도 11은 암시적 패널 표시자를 포함하는 PUSCH 상의 UL-SCH를 가진 업링크 제어 다중화의 또다른 예를 도시한다.
- 도 12는 측정 기준 신호(reference signal, RS)를 사용하여 데이터를 수신하는 방법의 흐름도이다.
- 도 13은 WTRU로부터의 피드백에 기초하여 송신기 및/또는 안테나 시스템을 구성하는 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이제 예시적인 실시 예의 상세한 설명이 다양한 도면을 참조하여 제공될 것이다. 이 설명은 가능한 구현 예에 대한 상세한 예를 제공하지만, 제공된 세부 사항은 예시로서 의도된 것이며 적용의 범위를 결코 제한하지 않는다는 것을 알아야 한다.
- [0013] 하나 이상의 설명된 실시 예의 다양한 하드웨어 요소들은 각각의 모듈과 관련하여 본 명세서에 기술된 다양한 기능들을 수행(carry out)(즉, 수행(perform), 실행(execute) 등)하는 "모듈(module)"로서 지칭된다. 본 명세서에서 사용되는 모듈은 주어진 구현에 대하여 관련 기술의 당업자에 의해 적합하다고 간주되는 하드웨어(예를 들어, 하나 이상의 프로세서, 하나 이상의 마이크로 프로세서, 하나 이상의 마이크로 제어기, 하나 이상의 마이

크로 칩, 하나 이상의 주문형 집적 회로(application-specific integrated circuit, ASIC), 하나 이상의 필드 프로그래머블 게이트 어레이(field programmable gate array, FPGA), 하나 이상의 메모리 디바이스)를 포함할 수 있다. 각각의 설명된 모듈은 또한 각각의 모듈에 의해 수행되는 것으로 기술된 하나 이상의 기능을 수행하기 위하여 실행 가능한 명령어들을 포함할 수 있으며, 이들 명령어들은 하드웨어(즉, 하드 와이어드) 명령어들, 펌웨어 명령어들, 소프트웨어 명령어들 및/또는 이와 유사한 것의 형태를 취하거나 포함할 수 있으며, 통상적으로 RAM, ROM 등으로 언급되는 임의의 적절한 비-일시적 컴퓨터 판독 가능 매체 또는 매체들에 저장될 수 있다는 것을 유의해야 한다.

[0014] 네트워크 아키텍처

[0015] 본 명세서에 개시된 시스템 및 방법은 도 1a 내지 도 1f와 관련하여 설명된 무선 통신 시스템과 함께 사용될 수 있다. 처음 문제로서, 이들 무선 시스템이 설명될 것이다. 도 1a는 하나 이상의 개시된 실시 예가 구현될 수 있는 예시적인 통신 시스템(100)의 다이어그램이다. 통신 시스템(100)은 음성, 데이터, 비디오, 메시징, 브로드캐스트 등과 같은 콘텐츠를 다수의 무선 사용자들에게 제공하는 다중 액세스 시스템일 수 있다. 통신 시스템(100)은 다수의 무선 사용자가 무선 대역폭을 포함하는 시스템 리소스의 공유를 통하여 그러한 콘텐츠에 액세스할 수 있게 할 수 있다. 예를 들어, 통신 시스템(100)은 코드 분할 다중 액세스(code division multiple access, CDMA), 시분할 다중 액세스(time division multiple access, TDMA), 주파수 분할 다중 액세스(frequency division multiple access, FDMA), 직교 FDMA(orthogonal FDMA, OFDMA), 단일-캐리어 FDMA(single-carrier FDMA, SC-FDMA) 등과 같은 하나 이상의 채널 액세스 방법을 사용할 수 있다.

[0016] 도 1a에 도시된 바와 같이, 통신 시스템(100)은 WTRU(102a, 102b, 102c 및/또는 102d)(일반적으로 또는 집합적으로 WTRU(102)라고도 함), RAN(103/104/105), 코어 네트워크(106/107/109), PSTN(public switched telephone network)(108), 인터넷(110) 및 다른 네트워크(112)를 포함할 수 있지만, 개시된 실시 예가 임의의 수의 WTRU, 기지국, 네트워크 및/또는 네트워크 요소를 고려함을 알 수 있을 것이다. WTRU(102a, 102b, 102c, 102d) 각각은 무선 환경에서 동작 및/또는 통신하도록 구성된 임의의 타입의 디바이스일 수 있다. 예를 들어, WTRU(102a, 102b, 102c, 102d)는 무선 신호를 송신하고/하거나 수신하도록 구성될 수 있으며, 무선 송수신 유닛(WTRU), 이동국, 고정 또는 이동 가입자 유닛, 페이지, 셀룰러 폰, PDA(personal digital assistant), 스마트폰, 랩톱, 넷북, 개인용 컴퓨터, 무선 센서, 가전 제품 등을 포함할 수 있다.

[0017] 통신 시스템(100)은 또한 기지국(114a) 및 기지국(114b)을 포함할 수 있다. 각각의 기지국(114a, 114b)은 코어 네트워크(106/107/109), 인터넷(110), 및/또는 네트워크들(112)과 같은 하나 이상의 통신 네트워크로의 액세스를 용이하게 하기 위하여 WTRU(102a, 102b, 102c, 102d) 중 적어도 하나와 무선으로 인터페이스하도록 구성된 임의의 타입의 디바이스일 수 있다. 예를 들어, 기지국(114a, 114b)은 BTS(base transceiver station), 노드 B, eNode B, 홈 노드 B, 홈 eNode B, 사이트 제어기, 액세스 포인트(access point, AP), 무선 라우터 등일 수 있다. 기지국(114a, 114b) 각각은 단일 요소로서 도시되지만, 기지국(114a, 114b)은 임의의 수의 상호 접속된 기지국들 및/또는 네트워크 요소들을 포함할 수 있음을 알 것이다.

[0018] 기지국(114a)은 기지국 제어기(base station controller, BSC), 무선 네트워크 제어기(radio network controller, RNC), 중계 노드(relay node) 등과 같은 다른 기지국들 및/또는 네트워크 요소들(도시되지 않음)을 포함할 수 있는 RAN(103/104/105)의 일부일 수 있다. 기지국(114a) 및/또는 기지국(114b)은 셀(도시되지 않음)로 지칭될 수 있는 특정 지리적 영역 내에서 무선 신호를 송신하고/하거나 수신하도록 구성될 수 있다. 셀은 섹터로 더 분할될 수 있다. 예를 들어, 기지국(114a)과 연관된 셀은 3개의 섹터로 분할될 수 있다. 따라서, 일 실시 예에서, 기지국(114a)은 3 개의 트랜시버, 즉 셀의 각 섹터에 하나씩을 포함할 수 있다. 다른 실시 예에서, 기지국(114a)은 다중 입력 다중 출력(multiple input multiple output, MIMO) 기술을 사용할 수 있고, 따라서 셀의 각 섹터에 대하여 다중 트랜시버를 사용할 수 있다.

[0019] 기지국(114a, 114b)은 무선 인터페이스(115/1 16/117)를 통하여 WTRU(102a, 102b, 102c, 102d) 중 하나 이상과 통신할 수 있으며, 무선 인터페이스(115/1 16/117)는 임의의 적절한 무선 통신 링크(예를 들어, 무선 주파수(radio frequency, RF), 마이크로파, 적외선(infrared, IR), 자외선(ultraviolet, UV), 가시광 등)일 수 있다. 무선 인터페이스(115/116/117)는 임의의 적합한 무선 액세스 기술(radio access technology, RAT)을 사용하여 구축될 수 있다.

[0020] 보다 구체적으로, 전술한 바와 같이, 통신 시스템(100)은 다중 액세스 시스템일 수 있고, CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA 등과 같은 하나 이상의 채널-액세스 방식을 사용할 수 있다. 예를 들어, RAN(103/104/105) 내의 기지국(114a) 및 WTRU(102a, 102b, 102c)는 UTRA(Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)

Terrestrial Radio Access)와 같은 무선 기술을 구현할 수 있으며, 이는 광대역 CDMA(wideNBand CDMA, WCDMA)를 사용하는 무선 인터페이스(115/116/117)를 구축할 수 있다. WCDMA는 고속 패킷 액세스(High-Speed Packet Access, HSPA) 및/또는 진화된 HSPA(Evolved HSPA, HSPA+)와 같은 통신 프로토콜을 포함할 수 있다. HSPA는 고속 다운링크 패킷 액세스(High-Speed Downlink Packet Access, HSDPA) 및/또는 고속 업링크 패킷 액세스(High-Speed Uplink Packet Access, HSUPA)를 포함할 수 있다.

[0021] 다른 실시 예에서, 기지국(114a) 및 WTRU(102a, 102b, 102c)는 EUTRA(Evolved UMTS Terrestrial Radio Access)와 같은 무선 기술을 구현할 수 있으며, 이는 LTE(Long Term Evolution) 및/또는 LTE A(LTE Advanced)를 사용하여 무선 인터페이스(115/116/117)를 구축할 수 있다.

[0022] 다른 실시 예에서, 기지국(114a) 및 WTRU(102a, 102b, 102c)는 IEEE 802.16(즉, WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)), CDMA2000, CDMA2000 1X, CDMA2000 EV-DO, IS 2000(Interim Standard 2000), IS 95(Interim Standard 95), IS 856(Interim Standard 856), GSM(Global System for Mobile communications), EDGE(Enhanced Data rates for GSM Evolution), GERAN(GSM EDGE) 등과 같은 무선 기술을 구현할 수 있다.

[0023] 도 1a의 기지국(114b)은 예를 들어, 무선 라우터, 홈 노드 B, 홈 eNode B, 또는 액세스 포인트일 수 있고, 사업장, 가정, 차량, 캠퍼스 등과 같은 국부적인 영역에서의 무선 접속을 용이하게 하기 위한 임의의 적합한 RAT를 사용할 수 있다. 일 실시 예에서, 기지국(114b) 및 WTRU(102c, 102d)는 무선 근거리 통신망(wireless local area network, WLAN)을 구축하기 위하여, IEEE 802.11과 같은 무선 기술을 구현할 수 있다. 다른 실시 예에서, 무선 개인 영역 네트워크(wireless personal area network, WPAN)를 구축하기 위하여 기지국(114b) 및 WTRU(102c, 102d)는 IEEE 802.15와 같은 무선 기술을 구현할 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 기지국(114b) 및 WTRU(102c, 102d)는 피코 셀 또는 펌토셀을 구축하기 위하여 셀룰러 기반 RAT(예를 들어, WCDMA, CDMA2000, GSM, LTE, LTE-A 등)를 사용할 수 있다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 기지국(114b)은 인터넷(110)과 직접 접속을 가질 수 있다. 따라서, 기지국(114b)은 코어 네트워크(106/107/109)를 통하여 인터넷(110)에 액세스할 필요가 없을 수 있다.

[0024] RAN(103/104/105)은 코어 네트워크(106/107/109)와 통신할 수 있고, 코어 네트워크(106/107/109)는 음성, 데이터, 애플리케이션 및/또는 VoIP(voice over internet protocol) 서비스를 하나 이상의 WTRU(102a, 102b, 102c, 102d)에 제공하도록 구성된 임의의 타입의 네트워크일 수 있다. 예를 들어, 코어 네트워크(106/107/109)는 호 제어, 과금 서비스, 이동 위치 기반 서비스, 선불 전화, 인터넷 접속, 비디오 분배 등을 제공할 수 있고/있거나, 사용자 인증과 같은 높은 수준의 보안 기능을 수행할 수 있다. 도 1a에는 도시되지 않았지만, RAN(103/104/105) 및/또는 코어 네트워크(106/107/109)는 RAN(103/104/105)과 동일한 RAT 또는 상이한 RAT을 사용하는 다른 RAN과 직접 또는 간접적으로 통신할 수 있다. 예를 들어, E-UTRA 무선 기술을 사용할 수 있는 RAN(103/104/105)에 접속되는 것에 부가하여, 코어 네트워크(106/107/109)는 또한 GSM 무선 기술을 사용하는 다른 RAN(도시되지 않음)과 통신할 수 있다.

[0025] 코어 네트워크(106/107/109)는 WTRU(102a, 102b, 102c, 102d)가 PSTN(108), 인터넷(110) 및/또는 다른 네트워크(112)에 액세스하기 위한 게이트웨이로서의 역할을 할 수 있다. PSTN(108)은 POTS(plain old telephone service)를 제공하는 회선 교환 전화망(circuit-switched telephone network)을 포함할 수 있다. 인터넷(110)은 TCP/IP 인터넷 프로토콜 슈트에서 TCP(transmission control protocol), UDP(user datagram protocol) 및 IP와 같은 공통 통신 프로토콜을 사용하는 상호 연결된 컴퓨터 네트워크 및 디바이스의 글로벌 시스템을 포함할 수 있다. 네트워크(112)는 다른 서비스 제공자에 의해 소유되고/되거나 운영되는 유선 및/또는 무선 통신 네트워크를 포함할 수 있다. 예를 들어, 네트워크(112)는 RAN(103/104/105)과 동일한 RAT 또는 상이한 RAT을 사용할 수 있는 하나 이상의 RAN에 연결된 다른 코어 네트워크를 포함할 수 있다.

[0026] 통신 시스템(100)에서 WTRU(102a, 102b, 102c, 102d)의 일부 또는 전부는 다중 모드 기능을 포함할 수 있다. 즉, WTRU(102a, 102b, 102c, 102d)는 상이한 무선 링크를 통하여 상이한 무선 네트워크와 통신하기 위한 다중 트랜시버를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 1a에 도시된 WTRU(102c)는 셀룰러 기반 무선 기술을 사용할 수 있는 기지국(114a) 및 IEEE 802 무선 기술을 사용할 수 있는 기지국(114b)과 통신하도록 구성될 수 있다.

[0027] 도 1b는 예시적인 WTRU(102)의 시스템도이다. 도 1b에 도시된 바와 같이, WTRU(102)는 프로세서(118), 트랜시버(120), 송신/수신 요소(122), 스피커/마이크로폰(124), 키패드(126), 디스플레이/터치 패드(128), 착탈가능형 메모리(130), 착탈가능형 메모리(132), 전력원(134), GPS(global positioning system) 칩셋(136), 및 다른 주변 장치(138)를 포함할 수 있다. 트랜시버(120)는 디코더 로직(119)의 컴포넌트로서 구현될 수 있다. 예를

들어, 트랜시버(120) 및 디코더 로직(119)은 단일 LTE 또는 LTE-A 칩 상에서 구현될 수 있다. 디코더 로직은 비-일시적 컴퓨터 판독 가능 매체에 저장된 명령어들을 수행하도록 동작하는 프로세서를 포함할 수 있다. 대안적으로, 또는 부가적으로, 디코더 로직은 커스텀 및/또는 프로그램 가능한 디지털 로직 회로를 사용하여 구현될 수 있다.

[0028] WTRU(102)는 일 실시 예와 일관성을 유지하면서 전문화된 요소들의 임의의 서브-조합을 포함할 수 있음을 알 것이다. 또한, 실시 예는 기지국(114a 및 114b) 및/또는 기지국(114a 및 114b)이 나타낼 수 있는 노드, 예를 들어, 특히 BTS, 노드-B, 사이트 제어기, 액세스 포인트(AP), 홈 노드-B, 진화된 홈 노드-B(eNode B), 홈 진화된 노드-B(HeNB), 홈 진화된 노드-B 게이트웨이 및 프록시 노드(이에 제한되지 않음)는 도 1b에 도시되고 본 명세서에 설명된 요소들의 일부 또는 전부를 포함할 수 있다는 것을 고려한다.

[0029] 프로세서(118)는 범용 프로세서, 특수 목적 프로세서, 종래 프로세서, 디지털 신호 프로세서(digital signal processor, DSP), 복수의 마이크로 프로세서, DSP 코어와 관련된 하나 이상의 마이크로 프로세서, 제어기, 마이크로 제어기, ASIC, FPGA 회로, 임의의 다른 타입의 집적 회로(integrated circuit, IC), 상태 머신(state machine) 등일 수 있다. 프로세서(118)는 신호 코딩, 데이터 처리, 전력 제어, 입력/출력 처리, 및/또는 WTRU(102)가 무선 환경에서 동작할 수 있게 하는 임의의 다른 기능을 수행할 수 있다. 프로세서(118)는 트랜시버(120)에 연결될 수 있고, 트랜시버(120)는 송신/수신 요소(122)에 연결될 수 있다. 도 1b는 프로세서(118) 및 트랜시버(120)를 별개의 컴포넌트로서 도시하지만, 프로세서(118) 및 트랜시버(120)는 전자 패키지 또는 칩에 함께 통합될 수 있음을 알 것이다.

[0030] 송신/수신 요소(122)는 무선 인터페이스(115/116/117)를 통하여 기지국(예를 들어, 기지국(114a))에 신호를 송신하거나 기지국(예를 들어, 기지국(114a))으로부터 신호를 수신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 일 실시 예에서, 송신/수신 요소(122)는 RF 신호를 송신하고/하거나 수신하도록 구성된 안테나일 수 있다. 다른 실시 예에서, 송신/수신 요소(122)는 예로서 IR, UV 또는 가시광 신호를 송신하고/하거나 수신하도록 구성된 이미터/검출기일 수 있다. 또 다른 실시 예에서, 송신/수신 요소(122)는 RF 및 광 신호 모두를 송신하고 수신하도록 구성될 수 있다. 송신/수신 요소(122)는 무선 신호들의 임의의 조합을 송신하고/하거나 수신하도록 구성될 수 있음을 알 것이다.

[0031] 또한, 송신/수신 요소(122)가 도 1b에 단일 요소로서 도시되어 있지만, WTRU(102)는 임의의 수의 송신/수신 요소(122)를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, WTRU(102)는 MIMO 기술을 사용할 수 있다. 따라서, 일 실시 예에서, WTRU(102)는 무선 인터페이스(115/116/117)를 통하여 무선 신호를 송신하고 수신하기 위한 2 개 이상의 송신/수신 요소(122)(예를 들어, 다중 안테나)를 포함할 수 있다.

[0032] 트랜시버(120)는 송신/수신 요소(122)에 의해 송신될 신호를 변조하고, 송신/수신 요소(122)에 의해 수신되는 신호를 복조하도록 구성될 수 있다. 전문화된 바와 같이, WTRU(102)는 다중 모드 기능을 가질 수 있다. 따라서, 트랜시버(120)는 예로서 UTRA 및 IEEE 802.11과 같은 다중 RAT를 통하여 WTRU(102)가 통신할 수 있게 하는 다중 트랜시버를 포함할 수 있다.

[0033] WTRU(102)의 프로세서(118)는 스피커/마이크로폰(124), 키패드(126), 및/또는 디스플레이/터치 패드(128)(예를 들어, LCD(liquid crystal display) 디스플레이 유닛 또는 OLED(organic light-emitting diode) 디스플레이 유닛)와 연결되고 이로부터 사용자 입력 데이터를 수신할 수 있다. 또한, 프로세서(118)는 사용자 데이터를 스피커/마이크로폰(124), 키패드(126) 및/또는 디스플레이/터치 패드(128)에 출력할 수 있다. 또한, 프로세서(118)는 착탈가능형 메모리(130) 및/또는 착탈가능형 메모리(132)와 같은 임의의 타입의 적절한 메모리로부터 정보를 액세스하고, 여기에 데이터를 저장할 수 있다. 착탈가능형 메모리(130)는 랜덤 액세스 메모리(random-access memory, RAM), 판독 전용 메모리(read-only memory, ROM), 하드 디스크, 또는 임의의 다른 타입의 메모리 저장 디바이스를 포함할 수 있다. 착탈가능형 메모리(132)는 가입자 식별 모듈(subscriber identity module, SIM) 카드, 메모리 스틱, SD(secure digital) 메모리 카드 등을 포함할 수 있다. 다른 실시 예에서, 프로세서(118)는 서버 또는 가정용 컴퓨터(도시되지 않음)와 같은 WTRU(102) 상에 물리적으로 위치하지 않는 메모리로부터 정보를 액세스하고 여기에 데이터를 저장할 수 있다.

[0034] 프로세서(118)는 전력원(134)으로부터 전력을 수신할 수 있고, 전력을 WTRU(102) 내의 다른 컴포넌트에 분배하고/하거나 제어하도록 구성될 수 있다. 전력원(134)은 WTRU(102)에 전력을 공급하기 위한 임의의 적절한 디바이스일 수 있다. 예로서, 전력원(103)은 하나 이상의 건전지(예를 들어, 니켈-카드뮴(NiCd), 니켈-아연(NiZn), 니켈 수소 전지(nickel metal hydride, NiMH), 리튬 이온(Li-ion) 등), 태양 전지, 연료 전지 등을 포함할 수 있다.

- [0035] 또한, 프로세서(118)는 WTRU(102)의 현재 위치에 관한 위치 정보(예를 들어, 경도 및 위도)를 제공하도록 구성될 수 있는 GPS 칩셋(136)에 연결될 수 있다. WTRU(102)는 GPS 칩셋(136)으로부터의 정보에 추가하거나 그 대신에, 기지국(예를 들어, 기지국(114a, 114b))으로부터 무선 인터페이스(115/116/117)를 통하여 위치 정보를 수신할 수 있고/있거나 2 개 이상의 인접한 기지국으로부터 수신되는 신호들의 타이밍에 기초하여 그 위치를 결정할 수 있다. WTRU(102)는 실시 예와 일관성을 유지하면서, 임의의 적절한 위치 결정 방법에 의해 위치 정보를 획득할 수 있다는 것을 알 것이다.
- [0036] 프로세서(118)는 추가 특징, 기능 및/또는 유선 또는 무선 연결을 제공하는 하나 이상의 소프트웨어 및/또는 하드웨어 모듈들을 포함할 수 있는 다른 주변 장치들(138)에 추가로 연결될 수 있다. 예를 들어, 주변 장치(138)는 가속도계, 전자 나침반, 위성 트랜시버, 디지털 카메라(사진용 또는 비디오용), USB(universal serial bus) 포트, 진동 디바이스, 텔레비전 트랜시버, 핸드즈프리 헤드셋, 블루투스(Bluetooth®) 모듈, FM(frequency modulated) 라디오 유닛, 디지털 뮤직 플레이어, 미디어 플레이어, 비디오 게임 플레이어 모듈, 인터넷 브라우저 등을 포함할 수 있다.
- [0037] 도 1c는 일 실시 예에 따른 RAN(103) 및 코어 네트워크(106)의 시스템도이다. 전술한 바와 같이, RAN(103)은 UTRA 무선 기술을 사용하여 무선 인터페이스(115)를 통하여 WTRU(102a, 102b, 102c)와 통신할 수 있다. RAN(103)은 또한 코어 네트워크(106)와 통신할 수 있다. 도 1c에 도시된 바와 같이, RAN(103)은 노드 B(140a, 140b, 140c)를 포함할 수 있고, 노드 B(140a, 140b, 140c)는 무선 인터페이스(115)를 통하여 WTRU(102a, 102b, 102c)와 통신하기 위한 하나 이상의 트랜시버를 각각 포함할 수 있다. 노드 B(140a, 140b, 140c) 각각은 RAN(103) 내의 특정 셀(도시되지 않음)과 관련될 수 있다. RAN(103)은 또한 RNC(142a, 142b)를 포함할 수 있다. RAN(103)은 실시 예와 일관성을 유지하면서, 임의의 수의 노드-B 및 RNC를 포함할 수 있다는 것을 알 것이다.
- [0038] 도 1c에 도시된 바와 같이, 노드 B(140a, 140b)는 RNC(142a)와 통신할 수 있다. 또한, 노드 B(140c)는 RNC(142b)와 통신할 수 있다. 노드 B(140a, 140b, 140c)는 Iub 인터페이스를 통하여 각각의 RNC(142a, 142b)와 통신할 수 있다. RNC(142a, 142b)는 Iur 인터페이스를 통하여 서로 통신할 수 있다. 각각의 RNC(142a, 142b)는 자신이 접속된 각각의 노드 B(140a, 140b, 140c)를 제어하도록 구성될 수 있다. 또한, RNC(142a, 142b) 각각은 외부 루프 전력 제어, 부하 제어, 승인 제어, 패킷 스케줄링, 핸드오버 제어, 매크로다이버시티, 보안 기능, 데이터 암호화 등과 같은 다른 기능을 수행하거나 지원하도록 구성될 수 있다.
- [0039] 도 1c에 도시된 코어 네트워크(106)는 MGW(media gateway)(144), MSC(mobile switching center)(146), SGSN(serving GPRS support node)(148), 및/또는 GGSN(gateway GPRS support node)(150)를 포함할 수 있다. 전술한 요소들 각각은 코어 네트워크(106)의 일부로서 도시되었지만, 이들 요소들 중 임의의 요소는 코어 네트워크 오퍼레이터 이외의 엔티티에 의해 소유되고/되거나 운영될 수 있음을 알 것이다.
- [0040] RAN(103) 내의 RNC(142a)는 IuCS 인터페이스를 통하여 코어 네트워크(106) 내의 MSC(146)에 접속될 수 있다. MSC(146)는 MGW(144)에 접속될 수 있다. MSC(146) 및 MGW(144)는 WTRU(102a, 102b, 102c) 및 전통적인 유선 통신 디바이스 사이의 통신을 용이하게 하기 위하여 PSTN(108)과 같은 회선 교환 네트워크에 대한 액세스를 WTRU(102a, 102b, 102c)에 제공할 수 있다.
- [0041] RAN(103) 내의 RNC(142a)는 또한 IuPS 인터페이스를 통하여 코어 네트워크(106)의 SGSN(148)에 접속될 수 있다. SGSN(148)은 GGSN(150)에 접속될 수 있다. SGSN(148) 및 GGSN(150)은 WTRU(102a, 102b, 102c) 및 IP 가능 디바이스 사이의 통신을 용이하게 하기 위하여 인터넷(110)과 같은 패킷 교환 네트워크에 대한 액세스를 WTRU(102a, 102b, 102c)에 제공할 수 있다.
- [0042] 전술한 바와 같이, 코어 네트워크(106)는 또한 다른 서비스 제공자에 의해 소유되고/되거나 운영되는 다른 유선 및/또는 무선 네트워크를 포함할 수 있는 네트워크(112)에 접속될 수 있다.
- [0043] 도 1d는 일 실시 예에 따른 RAN(104) 및 코어 네트워크(107)의 시스템도이다. 전술한 바와 같이, RAN(104)은 E-UTRA 무선 기술을 사용하여 무선 인터페이스(116)를 통하여 WTRU(102a, 102b, 102c)와 통신할 수 있다. RAN(104)은 또한 코어 네트워크(107)와 통신할 수 있다.
- [0044] RAN(104)은 eNode B(160a, 160b, 160c)를 포함할 수 있지만, RAN(104)은 실시 예와 일관성을 유지하면서 임의의 수의 eNode B를 포함할 수 있다는 것을 알 것이다. eNode B(160a, 160b, 160c)는 무선 인터페이스(116)를 통하여 WTRU(102a, 102b, 102c)와 통신하기 위한 하나 이상의 트랜시버를 각각 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, eNode B(160a, 160b, 160c)는 MIMO 기술을 구현할 수 있다. 따라서, eNode B(160a)는 예를 들어

WTRU(102a)에 무선 신호를 송신하고 WTRU(102a)로부터 무선 신호를 수신하기 위하여 다중 안테나를 사용할 수 있다.

- [0045] eNode B(160a, 160b, 160c) 각각은 특정 셀(도시되지 않음)과 연관될 수 있으며, 무선 리소스 관리 결정들, 핸드오버 결정들, 업링크 및/또는 다운링크에서의 사용자들의 스케줄링 등을 처리하도록 구성될 수 있다. 도 1d에 도시된 바와 같이, eNode B(160a, 160b, 160c)는 X2 인터페이스를 통하여 서로 통신할 수 있다.
- [0046] 도 1d에 도시된 코어 네트워크(107)는 MME(mobility management entity)(162), 서빙 게이트웨이(164) 및 PDN(packet data network) 게이트웨이(166)를 포함할 수 있다. 상기 요소들 각각은 코어 네트워크(107)의 일부로서 도시되지만, 이들 요소 중 임의의 요소는 코어 네트워크 오퍼레이터가 아닌 다른 엔티티에 의해 소유되고/되거나 운영될 수 있다는 것을 알 것이다.
- [0047] MME(162)는 S1 인터페이스를 통하여 RAN(104) 내의 eNode B(160a, 160b, 160c) 각각에 접속될 수 있고 제어 노드로서 기능할 수 있다. 예를 들어, MME(162)는 WTRU(102a, 102b, 102c)의 사용자 인증, 베어러 활성화/비활성화, WTRU(102a, 102b, 102c)의 초기 접속 동안 특정 서빙 게이트웨이 선택 등을 담당할 수 있다. MME(162)는 RAN(104) 및 GSM 또는 WCDMA와 같은 다른 무선 기술을 사용하는 다른 RAN들(도시되지 않음) 사이를 스위칭하기 위한 제어 평면 기능을 또한 제공할 수 있다.
- [0048] 서빙 게이트웨이(164)는 S1 인터페이스를 통하여 RAN(104) 내의 eNode B(160a, 160b, 160c) 각각에 접속될 수 있다. 서빙 게이트웨이(164)는 일반적으로 WTRU(102a, 102b, 102c)로/로부터 사용자 데이터 패킷을 라우팅하고 포워딩할 수 있다. 서빙 게이트웨이(164)는 또한, eNode B 간의 핸드오버 동안 사용자 평면을 앵커링(anchoring)하는 것, WTRU(102a, 102b, 102c)에 대한 다운링크 데이터가 사용 가능할 때 페이징을 트리거하는 것, WTRU(102a, 102b, 102c)의 콘텍스트를 관리 및 저장하는 것과 같은 다른 기능을 수행할 수 있다.
- [0049] 서빙 게이트웨이(164)는 또한 PDN 게이트웨이(166)에 접속될 수 있고, WTRU(102a, 102b, 102c) 및 IP 가능 디바이스 사이의 통신을 용이하게 하기 위하여 인터넷(110)과 같은 패킷 교환 네트워크에 대한 액세스를 WTRU(102a, 102b, 102c)에 제공할 수 있다.
- [0050] 코어 네트워크(107)는 다른 네트워크와의 통신을 용이하게 할 수 있다. 예를 들어, 코어 네트워크(107)는 WTRU(102a, 102b, 102c)와 전통적인 유선 통신 디바이스 사이의 통신을 용이하게 하기 위하여 PSTN(108)과 같은 회선 교환 네트워크에 대한 액세스를 WTRU(102a, 102b, 102c)에 제공할 수 있다. 예를 들어, 코어 네트워크(107)는 코어 네트워크(107)와 PSTN(108) 사이의 인터페이스 역할을 하는 IP 게이트웨이(예를 들어, IP 멀티미디어 서브 시스템(IP multimedia subsystem, IMS) 서버)를 포함할 수 있거나, 이와 통신할 수 있다. 또한, 코어 네트워크(107)는 다른 서비스 제공자에 의해 소유되고/되거나 운영되는 다른 유선 및/또는 무선 네트워크를 포함할 수 있는 네트워크(112)에 대한 액세스를 WTRU(102a, 102b, 102c)에 제공할 수 있다.
- [0051] 도 1e는 일 실시 예에 따른 RAN(105) 및 코어 네트워크(109)의 시스템도이다. RAN(105)은 무선 인터페이스(117)를 통하여 WTRU(102a, 102b, 102c)와 통신하기 위하여 IEEE 802.16 무선 기술을 사용하는 액세스 서비스 네트워크(access service network, ASN)일 수 있다. 아래에 더 논의되는 바와 같이, WTRU(102a, 102b, 102c), RAN(105) 및 코어 네트워크(109)의 상이한 기능 엔티티 사이의 통신 링크는 기준점(reference point)로서 정의될 수 있다.
- [0052] 도 1e에 도시된 바와 같이, RAN(105)은 기지국(180a, 180b, 180c) 및 ASN 게이트웨이(182)를 포함할 수 있지만, RAN(105)은 실시 예와 일관성을 유지하면서, 임의의 수의 기지국 및 ASN 게이트웨이를 포함할 수 있다는 것을 알 것이다. 기지국(180a, 180b, 180c)은 각각 RAN(105) 내의 특정 셀(도시되지 않음)과 연관될 수 있고, 각각은 무선 인터페이스(117)를 통하여 WTRU(102a, 102b, 102c)와 통신하기 위한 하나 이상의 트랜시버를 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 기지국(180a, 180b, 180c)은 MIMO 기술을 구현할 수 있다. 따라서, 예를 들어, 기지국(180a)은 WTRU(102a)에 무선 신호를 송신하고 WTRU(102a)로부터 무선 신호를 수신하기 위하여 다중 안테나를 사용할 수 있다. 기지국(180a, 180b, 180c)은 또한 핸드오프 트리거, 터널 구축, 무선 리소스 관리, 트래픽 분류, 서비스 품질(QoS) 정책 집행 등과 같은 이동성 관리 기능을 제공할 수 있다. ASN 게이트웨이(182)는 트래픽 집성 포인트로서 기능할 수 있고, 페이징, 가입자 프로파일의 캐싱, 코어 네트워크(109)로의 라우팅 등을 담당할 수 있다.
- [0053] WTRU(102a, 102b, 102c)와 RAN(105) 사이의 무선 인터페이스(117)는 IEEE 802.16 사양을 구현하는 R1 기준점으로서 정의될 수 있다. 또한, WTRU(102a, 102b, 102c) 각각은 코어 네트워크(109)와의 논리적 인터페이스(도시되지 않음)를 구축할 수 있다. WTRU(102a, 102b, 102c)와 코어 네트워크(109) 사이의 논리적 인터페이스는 R2 기

준점(도시되지 않음)으로서 정의될 수 있고, R2 기준점은 인증(authentication), 인가(authorization), IP 호스트 구성 관리 및/또는 이동성 관리를 위해 사용될 수 있다.

- [0054] 각각의 기지국(180a, 180b, 180c) 사이의 통신 링크는 WTRU 핸드오버 및 기지국 사이의 데이터 전달(data transfer)을 용이하게 하기 위한 프로토콜을 포함하는 R8 기준점로서 정의될 수 있다. 기지국(180a, 180b, 180c)과 ASN 게이트웨이(182) 사이의 통신 링크는 R6 기준점로서 정의될 수 있다. R6 기준점은 각각의 WTRU(102a, 102b, 102c)와 연관된 이동성 이벤트에 기초하여 이동성 관리를 용이하게 하기 위한 프로토콜을 포함할 수 있다.
- [0055] 도 1e에 도시된 바와 같이, RAN(105)은 코어 네트워크(109)에 접속될 수 있다. RAN(105)과 코어 네트워크(109) 사이의 통신 링크는 예로서 데이터 전달 및 이동성 관리 능력을 용이하게 하기 위한 프로토콜을 포함하는 R3 기준점으로서 정의될 수 있다. 코어 네트워크(109)는 모바일-IP 홈 에이전트(a mobile-IP home agent, MIP-HA)(184), AAA(authentication, authorization, accounting) 서버(186) 및 게이트웨이(188)를 포함할 수 있다. 상기 요소들 각각은 코어 네트워크(109)의 일부로서 도시되어 있지만, 이들 요소들 중 임의의 요소는 코어 네트워크 오퍼레이터 이외의 엔티티에 의해 소유되고/되거나 운영될 수 있음을 알 것이다.
- [0056] MIP-HA(184)는 IP 어드레스 관리를 담당할 수 있고, WTRU(102a, 102b, 102c)가 상이한 ASN들 및/또는 상이한 코어 네트워크들 사이에서 로밍할 수 있게 할 수 있다. MIP-HA(184)는 WTRU(102a, 102b, 102c)와 IP 가능 디바이스 사이의 통신을 용이하게 하기 위하여 인터넷(110)과 같은 패킷 교환 네트워크에 대한 액세스를 WTRU(102a, 102b, 102c)에 제공할 수 있다. AAA 서버(186)는 사용자 인증 및 사용자 서비스 지원을 담당할 수 있다. 게이트웨이(188)는 다른 네트워크와의 상호 작용을 용이하게 할 수 있다. 예를 들어, 게이트웨이(188)는 WTRU(102a, 102b, 102c)와 전통적인 유선 통신 디바이스 사이의 통신을 용이하게 하기 위하여 PSTN(108)과 같은 회선 교환 네트워크에 대한 액세스를 WTRU(102a, 102b, 102c)에 제공할 수 있다. 또한, 게이트웨이(188)는 다른 서비스 제공자에 의해 소유되고/되거나 운영되는 다른 유선 및/또는 무선 네트워크를 포함할 수 있는 네트워크(112)에 대한 액세스를 WTRU(102a, 102b, 102c)에 제공할 수 있다.
- [0057] 도 1e에 도시되지는 않았지만, RAN(105)은 다른 ASN에 접속될 수 있고, 코어 네트워크(109)는 다른 코어 네트워크에 접속될 수 있음을 알 것이다. RAN(105)과 다른 ASN들 사이의 통신 링크는 R4 기준점(도시되지 않음)로서 정의될 수 있고, R4 기준점은 RAN(105)과 다른 ASN들 사이의 WTRU(102a, 102b, 102c)의 이동성을 조정(coordinate)하기 위한 프로토콜을 포함할 수 있다. 코어 네트워크(109)와 다른 코어 네트워크 사이의 통신 링크는 R5 기준점(도시되지 않음)로서 정의될 수 있고, R5 기준점은 홈 코어 네트워크와 방문된 코어 네트워크 사이의 연동을 용이하게 하기 위한 프로토콜을 포함할 수 있다.
- [0058] 도 1f는 도 1a의 통신 시스템(100) 내에서 사용될 수 있는 예시적인 네트워크 엔티티(190)를 도시한다. 도 1f에 도시된 바와 같이, 네트워크 엔티티(190)는 통신 인터페이스(192), 프로세서(194) 및 비-일시적 데이터 스토리지(196)를 포함하고, 이들 모두는 버스, 네트워크 또는 다른 통신 경로(198)에 의해 통신 가능하게 링크된다.
- [0059] 통신 인터페이스(192)는 하나 이상의 유선 통신 인터페이스 및/또는 하나 이상의 무선 통신 인터페이스를 포함할 수 있다. 유선 통신과 관련하여, 통신 인터페이스(192)는 예로서 이더넷 인터페이스와 같은 하나 이상의 인터페이스를 포함할 수 있다. 무선 통신과 관련하여, 통신 인터페이스(192)는 하나 이상의 안테나, 하나 이상의 타입의 무선(예를 들어, LTE) 통신을 위하여 설계되고 구성된 하나 이상의 트랜시버/칩셋, 및/또는 관련 기술 분야의 당업자에 의해 적절한 것으로 여겨지는 임의의 다른 컴포넌트와 같은 컴포넌트를 포함할 수 있다. 또한, 무선 통신과 관련하여, 통신 인터페이스(192)는 무선 통신(예를 들어, LTE 통신, Wi-Fi 통신 등)의 클라이언트 측과는 대조적으로 네트워크 측에서 동작하기에 적합한 구성 및 규모로 구비될 수 있다. 따라서, 통신 인터페이스(192)는 다수의 이동국, WTRU, 또는 커버리지 영역 내의 다른 액세스 단말기를 서비스하기 위한 적절한 장비 및 (아마도 다중 트랜시버를 포함하는) 회로를 포함할 수 있다.
- [0060] 프로세서(194)는 관련 기술 분야의 당업자에게 적합한 것으로 여겨지는 임의의 타입의 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있으며, 일부 예는 범용 마이크로 프로세서 및 전용 DSP를 포함한다.
- [0061] 데이터 스토리지(196)는 임의의 비-일시적 컴퓨터 판독 가능 매체 또는 이러한 매체의 조합의 형태를 취할 수 있으며, 일부 예는 몇 개만 들자면 플래시 메모리, ROM 및 RAM을 포함하고, 관련 기술 분야의 당업자에 의해 적절한 것으로 간주되는 임의의 하나 이상의 타입의 비-일시적 데이터 스토리지가 사용될 수 있다. 도 1f에 도시된 바와 같이, 데이터 스토리지(196)는 본 명세서에 기술된 다양한 네트워크-엔티티 기능들의 다양한 조합을 수행하기 위하여 프로세서(194)에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들(197)을 포함한다.

[0062] 일부 실시 예에서, 본 명세서에서 설명된 네트워크-엔티티 기능은 도 1f의 네트워크 엔티티(190)의 구조와 유사한 구조를 갖는 네트워크 엔티티에 의해 수행된다. 일부 실시 예들에서, 이러한 기능들 중 하나 이상은 조합된 다중 네트워크 엔티티들의 세트에 의해 수행되며, 여기서 각각의 네트워크 엔티티는 도 1f의 네트워크 엔티티(190)의 것과 유사한 구조를 갖는다. 다양한 상이한 실시 예들에서, 네트워크 엔티티(190)는 RAN(103) 내의 (하나 이상의 엔티티), RAN(104) 내의 (하나 이상의 엔티티), RAN(105) 내의 (하나 이상의 엔티티), 코어 네트워크(106) 내의 (하나 이상의 엔티티), 코어 네트워크(107) 내의 (하나 이상의 엔티티), 코어 네트워크(109) 내의 (하나 이상의 엔티티), 기지국(114a), 기지국(114b), 노드 B(140a), 노드 B(140b), 노드 B(140c), RNC(142a), RNC(142b), MGW(144), MSC(146), SGSN(148), GGSN(150), eNode B(160a), eNode B(160b), eNode B(160c), MME(162), 서빙 게이트웨이(164), PDN 게이트웨이(166), 기지국(180a), 기지국(180b), 기지국(180c), ASN 게이트웨이(182), MIP-HA(184), AAA(186) 및 게이트웨이(188) 중 하나 이상이거나, 하나 이상을 적어도 포함한다. 그리고 전술한 리스트는 제한이 아닌 예로서 제공되므로, 분명히 다른 네트워크 엔티티 및/또는 네트워크 엔티티의 조합은 본 명세서에 기술된 네트워크-엔티티 기능을 수행하기 위한 다른 실시 예에서 사용될 수 있다.

[0063] 단일 패널 안테나 구성을 위한 코드북 구조.

[0064] 일부 시나리오에서, 단일 패널 안테나 구성에 대한 $W_p = W_1 W_2$ 인 코드북 구조가 사용될 수 있으며, 여기서 W_p 는

$$W_p = \begin{pmatrix} X_1 \otimes X_2 & 0 \\ 0 & X_1 \otimes X_2 \end{pmatrix}$$

패널 특유의 프리코더일 수 있다; W_1 및 W_2 는 컴포넌트 프리코더이다. 경우에 따라

이고, X_1 은 L_1 열 벡터가 길이 N_1 의 O_1 오버샘플링된 DFT 벡터인 $N_1 \times L_1$ 행렬이다:

$$v_l = \begin{bmatrix} 1 & e^{\frac{j2\pi l}{N_1 O_1}} & \dots & e^{\frac{j2\pi(N_1-1)l}{N_1 O_1}} \end{bmatrix}^T$$

, X_2 은 L_2 열 벡터가 길이 N_2 의 O_2 오버샘플링된 DFT 벡터인 $N_2 \times L_2$ 행렬

이다:
$$v_l = \begin{bmatrix} 1 & e^{\frac{j2\pi l}{N_2 O_2}} & \dots & e^{\frac{j2\pi(N_2-1)l}{N_2 O_2}} \end{bmatrix}^T$$

. N_1 및 N_2 는 제1 및 제2 차원(예를 들어, 수직 및 수평 차원)에서

폴(poll) 당 안테나 포트의 수이다. 경우에 따라, $W_2 = \begin{bmatrix} s_1 \\ \alpha s_2 \end{bmatrix}$ 이고, 여기서 s_1 및 s_2 는 열 선택 벡터일 수

$$s_1 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \right\} \quad \text{및} \quad s_2 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \right\}$$

이고, α 는 예를 들어 $\alpha \in \{1, -1, j, -j\}$ 인 동시-페이징(co-phasing) 요소일 수 있다

[0065] 대규모 안테나 모델

[0066] 도 2는 수직 차원 당 M_g 안테나 패널 및 수평 차원 당 N_g 안테나 패널로서 구성될 수 있는 다중 안테나 패널(202)을 포함하는 대규모 안테나 모델(200)을 도시한다. 각각의 안테나 패널(202)은 도 2의 204에 도시된 바와 같이, 편광을 가지거나 가지지 않는 N 열 및 M 행의 안테나 요소, 또는 방사 요소로 구성될 수 있다. 다중 패널이 동일한 eNB에 장착될 수 있지만, 타이밍 및 위상은 패널들에 걸쳐 캘리브레이션(calibrate)되거나 캘리브레이션되지 않을 수 있다.

[0067] 베이스라인 대규모 안테나 구성은 표 1에 나열된 동작 주파수 대역에 따라 상이할 수 있다.

표 1

고밀도 도시 및 도시 매크로에 대한 베이스라인 대규모 안테나 구성.

4GHz에서	30GHz에서	70GHz에서
고밀도 도시 및 도시 매크로: (M, N, P, Mg, Ng) = (8, 8, 2, 1, 1) (d _v , d _h) = (0.8, 0.5)λ	고밀도 도시 및 도시 매크로: (M, N, P, Mg, Ng) = (4, 8, 2, 2, 2) (d _v , d _h) = (0.5, 0.5)λ (d _{g,v} , d _{g,h}) = (2.0, 4.0)λ	고밀도 도시: 베이스라인: (M, N, P, Mg, Ng) = (8, 16, 2, 2, 2) (d _v , d _h) = (0.5, 0.5)λ (d _{g,v} , d _{g,h}) = (4.0, 8.0)λ

<ul style="list-style-type: none"> ■ 단일 패널 ■ 폴 당 64개 요소 ■ 총 128개 요소 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 4 패널 ■ 폴 당 32개 요소 ■ 총 256개 요소 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 4 패널 ■ 폴 당 128개 요소 ■ 총 1024개 요소
--	---	---

- [0069] 다중 안테나 기술은 단일 패널 기반 안테나 구성에 기초하여 설계되고 개발되었다. 예를 들어, 단일 패널 기반 안테나 모델에 기초하여 MIMO 송신 방식(예를 들어, SU-MIMO, MU-MIMO, 송신 다이버시티, 개방 루프 MIMO 및 페 루프 MIMO) 및 관련 CSI 피드백이 설계되었다.
- [0070] 대규모 안테나 모델은 다중 패널을 포함하고, 타이밍 및 위상은 패널들에 걸쳐 동기화되지 않을 수 있기 때문에, 다중 안테나 기술은 다중 패널을 사용하는 대규모 안테나 모델에 기초한 개선으로부터 이익을 얻을 수 있다.
- [0071] **예시적인 실시 예의 개관**
- [0072] 다중 컴포넌트 프리코더 구조는 대규모 안테나 구성을 위한 다중 안테나 기술을 설계하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 프리코더는 하나 이상의 패널을 사용할 수 있는 대규모 안테나 구성을 위하여 사용될 수 있다. 하나 이상의 패널을 갖는 대규모 안테나 구성을 위하여 설계, 사용 및/또는 보고되는 프리코더는 복합 프리코더 (composite precoder)(예를 들어, W_c)로 지칭될 수 있다. 대규모 안테나 구성을 위하여 하나 이상의 패널 내의 특정 패널에 대하여 설계, 사용 및/또는 보고되는 컴포넌트 프리코더는 패널 특유의 프리코더(예를 들어, W_p)로 지칭될 수 있다.
- [0073] 도 3은 대규모 안테나 구성을 위하여 사용되는 예시적인 복합 프리코더(302) 및 패널 특유의 프리코더(W_p)(304)를 나타낸다.
- [0074] 복합 프리코더(302)는 하나 이상의 패널 특유의 프리코더 및 확장 행렬(W_n)의 함수로서 결정, 생성 또는 구성될 수 있으며, 여기서 확장 행렬이라는 용어는 본 개시의 범위를 벗어나지 않고, 패널 선택 벡터/행렬, 패널 동시-페이징 벡터/행렬, 및 패널 선택 프리코더 또는 패널 동시-페이징 프리코더와 상호 교환 가능하게 사용될 수 있다.
- [0075] 패널 특유의 프리코더(W_p)(304)는 컴포넌트 프리코더(W_1 및 W_2)를 가질 수 있다. 일부 실시 예에서, W_1 는 광대역 빔 그룹 보고를 위한 컴포넌트 프리코더일 수 있다. 예를 들어, 빔 그룹은 광대역 방식으로 보고될 수 있으며, 빔 그룹은 수직 및 수평 안테나 포트에 대한 오버샘플링된 DFT 빔에 기초할 수 있다. 일부 실시 예들에서, W_2 는 편광 안테나 포트들의 부대역 빔 선택 및 동시-페이징을 위한 컴포넌트 프리코더일 수 있다.
- [0076] **복합 프리코더 함수의 결정**
- [0077] 복합 프리코더를 결정하거나 구성하기 위한 함수 $f(W_n, W_p)$ 는 다음 중 적어도 하나에 기초하여 구성, 사용, 결정, 미리 결정 또는 선택될 수 있다.
- [0078] 일부 실시 예들에서, $f(W_n, W_p)$ 는 사용되거나, 구성되거나, 결정되는 송신 방식에 기초하여 결정된다. 예를 들어, 제1 함수(예를 들어, 패널-선택)가 제1 송신 방식(예를 들어, 송신 다이버시티)에 대하여 사용될 수 있고, 제2 함수(예를 들어, 패널 동시-페이징)가 제2 송신 방식(예를 들어, 빔포밍)에 대하여 사용될 수 있다.
- [0079] 일부 실시 예에서, $f(W_n, W_p)$ 는 사용, 구성 또는 결정되는 MIMO 동작 모드에 기초하여 결정된다. 예를 들어, 제1 함수(예를 들어, 패널-선택)가 제1 MIMO 동작 모드(예를 들어, MU-MIMO 동작 모드)에 대하여 사용될 수 있고, 제2 함수(예를 들어, 패널 동시-페이징)가 제2 MIMO 동작 모드(예를 들어, SU-MIMO 작동 모드)에 대하여 사용될 수 있다. MIMO 동작 모드는 MU-MIMO, SU-MIMO, 개방 루프 MIMO, 페 루프 MIMO 및 CoMP 중 적어도 하나를 포함할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0080] 일부 실시 예에서, $f(W_n, W_p)$ 는 동작 주파수 대역에 기초하여 결정된다. 예를 들어, 제1 함수는 제1 동작 주파수 대역(예를 들어, 6GHz 미만)에 대하여 사용될 수 있고 제2 함수는 제2 동작 주파수 대역(예를 들어, 6GHz 초과)에 대하여 사용될 수 있다.
- [0081] 일부 실시 예에서, $f(W_n, W_p)$ 는 대규모 안테나 구성으로 구성, 사용 또는 결정된 패널의 수에 기초하여

결정된다. 이 함수는 M_g 및 N_g 파라미터에 기초하여 결정될 수 있다.

- [0082] 기준 신호를 위한 패널 구성
- [0083] 예시적인 실시 예에서, 패널은 기준 신호의 송신을 위하여 구성, 결정, 정의 또는 사용될 수 있다. 예를 들어, 제1 패널은 제1 CSI-RS 구성으로서 구성될 수 있고, 제2 패널은 제2 CSI-RS 구성으로서 구성될 수 있다.
- [0084] CSI-RS 구성은 다음 중 적어도 하나를 포함할 수 있다: (i) 하나 이상의 CSI-RS 재사용 패턴, 여기서 CSI-RS 재사용 패턴은 특정 시간 윈도우(예를 들어, 서브 프레임 또는 TTI) 내의 CSI-RS 포트의 시간/주파수 위치일 수 있다; (ii) CSI-RS의 송신 전력; (iii) 비-제로 전력 또는 제로 전력; 및/또는 (iv) 하나 이상의 CSI-RS 재사용 패턴의 듀티 사이클 및/또는 타이밍 오프셋.
- [0085] 패널과 관련된 CSI-RS 구성은 클래스-A CSI-RS(예를 들어, 프리코딩되지 않은 CSI-RS) 또는 클래스-B CSI-RS(예를 들어, 빔포밍된 CSI-RS)로서 정의될 수 있다. 클래스-A 또는 클래스-B CSI-RS는 패널 내의 2D 안테나 배열과 연관될 수 있다.
- [0086] 패널은 셀(또는 섹터)로서 구성, 결정, 정의 또는 사용될 수 있다. 예를 들어, 각 패널은 물리적 또는 가상 셀 ID와 연관될 수 있다. 연관된 셀-ID는 연관된 기준 신호(예를 들어, CSI-RS)를 스크램블링하는데 사용될 수 있다.
- [0087] 기준 신호 구성
- [0088] 예시적인 실시 예에서, 안테나 포트는 기준 신호로서 정의되거나 구성될 수 있으며, 여기서 기준 신호 구성은: (i) 시간/주파수 리소스 요소 패턴(또는 재사용 패턴); (ii) 변조된 심볼 시퀀스로 변조될 수 있는 비트 시퀀스; (iii) 기준 신호 전력(또는 상대적 기준 신호 전력); (iv) 주기성(주기적 또는 비주기적); 및/또는 (v) 다중 안테나 포트가 코드 도메인에서 다중화되는 경우 확산 코드 인덱스 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0089] 안테나 구성의 안테나 요소는 하나 이상의 안테나 포트에 가상화될 수 있고, WTRU는 하나 이상의 안테나 포트의 채널 특성을 측정, 수신 또는 추정할 수 있다. 이러한 측정에는 본 명세서에 QCL 파라미터로서 설명된 파라미터가 포함될 수 있다. 안테나 포트의 수는 안테나 요소의 수 이하일 수 있다.
- [0090] 일부 실시 예들에서, 제1 타입의 CSI 피드백이 안테나 포트들의 세트와 관련될 수 있고, 제2 타입의 CSI 피드백이 안테나 포트들의 하나 이상의 세트와 관련될 수 있는 두가지 타입의 CSI 피드백이 사용될 수 있다. 이하, "안테나 포트 세트"라는 문구는 "CSI-RS" 및 "CSI-RS 구성"이라는 문구와 서로 바꿔 쓸 수 있다. 제1 타입의 CSI 피드백은 CSI-RS(또는 CSI-RS 구성)와 연관될 수 있다. 제1 타입의 CSI 피드백은 단일 CSI-RS에 기초하여 계산, 결정 또는 추정될 수 있는 프리코딩 행렬 표시자(precoding matrix indicator, PMI), 랭크 표시자(rank indicator, RI) 및/또는 채널 품질 표시자(channel quality indicator, CQI)를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제2 타입의 CSI 피드백은 다중 CSI-RS(또는 CSI-RS 구성)와 관련될 수 있다. 제2 타입의 CSI 피드백은 다중 CSI-RS에 기초하여 계산, 결정 또는 추정될 수 있는 CSI-RS 인덱스(CRI), PMI, RI 및/또는 CSI를 포함할 수는 있지만 이에 한정되지는 않는다.
- [0091] 예시적인 실시 예에서, CSI-RS는 각각의 패널에 대하여 구성될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 CSI-RS는 하나 이상의 패널을 가진 송신점(transmission point, TRP)에 대하여 구성될 수 있고, CSI-RS는 TRP 내의 패널과 관련될 수 있다. CSI-RS 구성의 수는 TRP 내의 패널의 수와 동일할 수 있다. 패널과 CSI-RS 구성은 호환 가능하게 사용될 수 있다. 안테나 포트의 수는 TRP와 관련될 수 있는 모든 CSI-RS 구성에 대하여 동일할 수 있다. $M_g \times N_g$ 패널이 TRP에서 사용된다면, $M_g \times N_g$ CSI-RS 구성은 도 4에 도시된 바와 같이 사용될 수 있다.
- [0092] 일부 실시 예에서, WTRU는 N_a CSI-RS 구성으로 구성될 수 있고, N_a CSI-RS 구성은 다음 중 적어도 하나에 기초할 수 있다.
- [0093] 관련된 패널 위치가 표시될 수 있다. 예를 들어, CSI-RS와 관련된 패널의 2차원 위치가 표시될 수 있다.
- [0094] $M_g=2$ 및 $N_g=2$ 의 경우에, 4개의 CSI-RS 구성(즉, $N_a=4$, $N_a=M_g \times N_g$)이 사용될 수 있고, 관련된 패널 위치가 (I_v , I_h) 로서 표시될 수 있으며, I_v 는 수직 차원의 위치로서 지칭될 수 있고, I_h 는 수평 차원의 위치로서 지칭될 수 있다. 따라서, $M_g=2$ 및 $N_g=2$ 의 경우에, 패널 위치는 (0, 0), (0, 1), (1, 0) 및 (1, 1) 중 하나일 수 있다.
- [0095] WTRU는 제2 타입의 CSI 피드백(예를 들어, 다중 CSI-RS와 관련된 CSI 피드백)을 보고할 수 있다. 예를 들어, 프리코딩 행렬 인덱스(PMI)는 관련 위치를 갖는 CSI-RS 구성 세트에 기초하여 결정될 수 있다.

- [0096] 코드북 구조(또는 코드북)는 연관된 패널 위치에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, $M_g=1$ 및 $N_g=4$ 인 경우 제 1 코드북이 사용될 수 있고, $M_g=2$ 및 $N_g=2$ 인 경우 제2 코드북이 사용될 수 있다. 따라서, PMI 보고를 위한 코드북은 Na 구성보다는 M_g 및 N_g 구성에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0097] 안테나 포트의 수는 Na CSI-RS 구성에 대하여 동일할 수 있다. 예를 들어, N_p 안테나 포트는 Na CSI-RS 구성에 대하여 사용될 수 있다.
- [0098] WTRU는 W_n 및 W_p 와 관련될 수 있는 하나 이상의 CSI를 보고할 수 있으며, 여기서 하나 이상의 CSI는 Na CSI-RS 구성에 기초하여 결정, 추정 또는 계산될 수 있다.
- [0099] 일 실시 예에서, 프리코딩되지 않은 CSI-RS는 상이한 패널의 안테나로부터 송신될 수 있고, 상이한 패널 상의 안테나는 공통 CSI-RS로 가상화될 수 있다.
- [0100] 다른 실시 예에서, 예를 들어, 패널들이 동일 위치에 있는 조건을 만족시키지 못하는 경우, 예를 들어, 패널 사이의 거리가 임계 값을 초과하는 경우, 프리코딩되지 않은 CSI-RS가 하나의 패널의 안테나들로부터 송신될 수 있다. 개별 패널들로부터의 프리코딩되지 않은 CSI-RS들은 시간 및/또는 주파수 및/또는 코드 도메인에서 다중화될 수 있다. WTRU는 프리코딩되지 않은 CSI-RS를 측정하고, 해당 CSI를 피드백할 수 있다.
- [0101] 또 다른 실시 예에서, CSI-RS는 TRP의 하나 이상의 패널에 대하여 사용될 수 있다. 예를 들어, $M_g \times N_g \times N_p$ 안테나 포트를 가진 CSI-RS는 하나 이상의 패널을 가진 TRP에 대하여 사용될 수 있다. 다음 중 하나 이상이 적용될 수 있다: (i) 안테나 포트의 서브셋이 패널과 연관될 수 있다; 및/또는 (ii) WTRU에 안테나 포트의 서브셋과 패널(및/또는 패널 위치) 사이의 연관성에 대한 표시를 제공할 수 있다.
- [0102] 예시적인 실시 예에서, 하나 이상의 QCL(quasi-collocation) 타입이 하나 이상의 CSI-RS 구성에 대하여 정의, 결정, 구성 또는 사용될 수 있으며, 여기서 QCL은 2개 이상의 CSI-RS 구성(또는 CSI-RS)이 지연 확산, 도플러 확산, 주파수 시프트, 평균 수신 전력, 수신 타이밍, 및 빔 인덱스(또는 공간 Rx 파라미터) 중 적어도 하나를 포함할 수 있는 QCL 파라미터(수신 신호 특성)의 관점에서 유사-배치(quasi-collocated)(또는 동일하다고 가정됨)된다는 것을 나타낼 수 있다. QCL 타입은 전체 또는 부분 QCL 파라미터가 QCL되는지(QCL-ed) 또는 비-QCL되는지(non-QCL-ed) 여부를 나타내는데 사용될 수 있는데, "QCL-ed"라는 문구는 일부 QCL 파라미터에 대하여 동일한 수신 신호 특성을 갖는 CSI-RS를 지칭하는데 사용될 수 있고, "non-QCL-ed"라는 문구는 QCL 파라미터와 관련하여 상이한 수신 신호 특성을 갖는다고 간주되는 CSI-RS를 지칭하는데 사용될 수 있다. 따라서, 공유된 QCL 타입을 갖는 것으로 분류된 RS 구성 세트는 주어진 데이터 송신을 처리하기 위하여 WTRU가 필요로 하는 QCL 파라미터의 전체 세트를 획득하기 위하여 각각의 RS 구성으로부터의 어떤 기준 신호가 측정될 수 있는지를 WTRU에게 나타내는데 사용될 수 있다. 보다 구체적으로, QCL 타입으로 지정된 RS 구성 세트는 채널 특성(QCL 파라미터)을 결정할 때 WTRU가 전체 RS 구성 세트로부터 지정된 특성(주어진 QCL 타입에 대하여 지정된 특성)을 측정할 수 있게 한다. WTRU는 그 후 QCL 파라미터의 관련 서브셋에 대하여 보다 신뢰성 있는 측정을 얻을 수 있다.
- [0103] 일 실시 예에서 제1 QCL 타입(예를 들어, 타입-1)은 하나 이상의 유사-배치된(quasi-collocated) CSI-RS 구성이 미리 결정된 QCL 파라미터 세트의 측면에서 동일한 신호 특성(또는 조건들)을 수신하였다고 추정되거나 간주될 수 있음을 나타낼 수 있다. 미리 결정된 세트는 지연 확산, 도플러 확산, 주파수 시프트, 평균 수신 전력 및 수신 타이밍 중 일부 또는 모두를 포함할 수 있다. 예를 들어, 타입-1 유사-배치된 CSI-RS 구성 중 하나 이상은 지연 확산, 도플러 확산, 주파수 시프트, 평균 수신 전력 및 수신 타이밍의 측면에서 동일한(또는 유사한) 신호 특성을 가질 수 있다. 그러한 실시 예들에서, 주어진 QCL 타입으로 함께 그룹화되는 RS 구성들을 나열하기 위하여, 더 높은 레벨(RRC) QCL-타입 메시지가 WTRU에 제공될 수 있다.
- [0104] 제2 QCL 타입(예를 들어, 타입-2)은 하나 이상의 유사-배치된 CSI-RS 구성으로부터의 수신 신호 특성의 서브셋이 동일함을 나타낼 수 있다. 서브셋 내의 신호 특성은 미리 결정될 수 있거나, 시스템에 의해 개별적으로 시그널링될 수 있다. 예를 들어, 타입-2 유사-배치된 CSI-RS 구성들 중 하나 이상으로부터의 수신 신호 특성들은 지연 확산, 도플러 확산 및 수신 전력의 관점에서 동일한(또는 유사한) 신호 특성을 가질 수 있는 반면, 주파수 시프트 및 수신 타이밍은 상이한 것으로 가정될 수 있다. 따라서, 일 실시 예에서, 제1 RS 구성에 대응하는 특정 수신 리소스를 할당받은 WTRU는 임의의 다른 RS 구성이 QCL 타입 메시지/표시(예를 들어, RSS에 의해 시그널링됨)에서 제1 RS 구성과 그룹화되었는지 여부를 결정할 수 있고, 그 후 WTRU는 QCL 타입(타입 1, 타입 2 등)에 따라 구체적으로 할당된 수신 리소스 이외의 RS 구성으로부터 어느 QCL 파라미터가 측정될 수 있는지를 응답적으로 결정할 수 있다. 공통 QCL 파라미터들에 따라 RS 구성들의 세트를 그룹화하는 QCL 타입 정보를 처리함으로써, WTRU는 그 할당된 데이터 RS 구성 이외의 RS 구성들로부터의 기준 신호들에 대한 신호 특성 측정을

할 수 있고, 이러한 측정들은 할당된 RS 구성에서 수신된 신호를 처리할 때 WTRU에게 여전히 유리할 것이다.

- [0105] 제3 QCL 타입(예를 들어, 타입-3)은 하나 이상의 타입-3 유사-배치된 CSI-RS 구성들로부터의 수신 신호 특성들이 상이함을 나타낼 수 있다. 따라서, 일 실시 예에서, WTRU는 WTRU로의 데이터 송신에 사용되는 RS 구성이 자신의 신호 특성 측정을 강화(augment)하는데 사용될 수 있는 보조 RS 구성을 갖지 않는다고 결정할 수 있다.
- [0106] WTRU는 하나 이상의 CSI-RS 구성(예를 들어, 하나 이상의 RS 구성 세트)에 대한 QCL 타입의 표시를 제공받을 수 있으며, 여기서 QCL 타입은 하나 이상의 CSI-RS 구성에 대하여 어느 QCL 파라미터가 QCL되는지(또는 비-QCL되는지)를 표시할 수 있다. 제1 QCL 타입은 어느 QCL 파라미터가 CSI-RS 구성들 사이에서 QCL되는지를 표시하기 위하여 사용될 수 있고, 제2 QCL 타입은 어느 QCL 파라미터가 CSI-RS 구성들 사이에서 비-QCL되는지를 표시하기 위하여 사용될 수 있다. 어느 QCL 파라미터가 비-QCL되는지 여부를 표시하기 위하여 다른 QCL 타입이 사용될 수 있고, 나머지 QCL 파라미터는 QCL되는 것으로 간주될 수 있다.
- [0107] CSI-RS 구성은 다중 계층 송신들, 다중 코드 블록 송신들과 호환 가능하게 사용될 수 있으며, 여기서 계층(layer)은 다중 계층 MIMO 송신의 공간 계층일 수 있고, 코드 블록(codeblock)은 송신 블록(transport block)과 관련된 코딩된 비트 시퀀스일 수 있다. QCL 타입은 송신된 하나 이상의 계층에 대하여 표시될 수 있으며, 각 계층에 대한 관련 CSI-RS 구성이 (예를 들어, DCI에서) 표시될 수 있다. QCL 타입은 송신된 하나 이상의 코드 블록에 대하여 표시될 수 있고, 각 코드 블록에 대한 관련 CSI-RS 구성이 (예를 들어, DCI에서) 표시될 수 있다.
- [0108] "CSI-RS"의 지정은 본 개시의 범위를 벗어나지 않고, "기준 신호", "측정 기준 신호", "복조 기준 신호" 및 "셀 특유의 기준 신호"라는 용어와 호환 가능하게 사용될 수 있다.
- [0109] 일부 실시 예들에서, 빔 측정 기준 신호들은 기준 신호 송신들이 시간적으로 다중화되고 상이한 방향으로 빔포밍될 수 있는 안테나들의 그룹으로부터 송신될 수 있다. WTRU는 모든 기준 신호들을 측정할 수 있고, 선호되는 방향, 및/또는 선호되는 방향으로 신호를 생성하는데 사용된 빔포밍 행렬 및/또는 이 행렬에 대한 인덱스를 나타내는 피드백을 제공할 수 있다. 다중 패널이 사용되는 경우, 상이한 패널로부터 송신된 빔 측정 기준 신호는 시간적으로 다중화될 수 있다. 2개의 패널 그룹으로부터의 빔 측정 기준 신호들(504 및 506)이 송신되며, 이들 송신들은 시간적으로 다중화되는 예가 도 5에 도시되어 있다. 그룹에는 하나 이상의 패널이 포함될 수 있다. 도 5의 실시 예에서, 송신 유닛(502)은 OFDM 또는 DFT-s-OFDM 심볼과 같은 파형 심볼일 수 있거나 파형 심볼들의 그룹일 수 있다. 각각의 송신 유닛(502)에서, 빔이 생성되고, 생성된 빔은 패터닝된 충전물(filling)과 함께 도시된다. 다른 실시 예에서, 다중 패널로부터의 빔은 동일한 송신 유닛 동안 동시에 송신될 수 있고, 이들 빔은 다수의 송신 유닛에 걸쳐 반복될 수 있고, 송신 유닛 동안의 각 빔은 계수로 스케일링될 수 있다. 이들 계수는 직각 커버를 형성하도록 선택될 수 있다. 일례로서, 제1 패널로부터의 하나의 빔은 2개의 OFDM 심볼을 통하여 송신되고, [1 1]에 의해 승산될 수 있다(n 번째 계수는 n 번째 OFDM 심볼상에서 빔을 승산함); 제2 패널로부터의 다른 빔은 동일한 2개의 OFDM 심볼을 통하여 송신되고, [1 -1]에 의해 승산될 수 있다
- [0110] **다중-컴포넌트 프리코더를 가진 송신 방식**
- [0111] 복합 프리코더(W_c), 확장 행렬(W_n), 및 패널 특유의 프리코더(W_p)에 대하여 사용된 함수(또는 프리코딩 구조)에 기초하여, 하나 이상의 다중 안테나 송신 방식이 정의, 구성, 사용 또는 결정될 수 있다..
- [0112] (세미) 개방 루프 송신 방식
- [0113] 예시적인 실시 예에서, 복합 프리코더는 W_c 는 $W_c = W_n \otimes W_p$ 로서 정의, 결정 또는 사용될 수 있고, 여기서 \otimes 는 크로네커 곱(kronencker product)일 수 있고, W_n 은 $N_a \times 1$ 벡터일 수 있고, W_p 는 패널과 관련된 $N_p \times R$ 프리코딩 벡터/행렬(예를 들어, CSI-RS)일 수 있다.
- [0114] W_n 은 랜덤 동시-페이징 벡터/행렬로서 사용, 정의 또는 구성될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 동시-페이징 벡터/행렬이 사용되거나, 구성되거나, 미리 결정될 수 있고, 동시-페이징 벡터/행렬 중 하나가 하나 이상의 리소스 파라미터에 기초하여 W_n 에 대하여 결정될 수 있다.
- [0115] 일 실시 예에서, 복합 프리코더 W_c 는 $W_c(k, i) = W_n(k) \otimes W_p(i)$ 로서 설정될 수 있으며, $W_n(k)$ 및 $W_p(i)$ 는 인덱스 k 와 i 에 기초하여 결정될 수 있는 컴포넌트 프리코더일 수 있다. 다음 중 하나 이상이 적용될 수 있다.

[0116] $W_n(k)$ 는 인덱스 k 의 함수로서 결정될 수 있다. k 는 부반송파, 부반송파 세트, PRB, PRB 쌍, 부대역, OFDM 심볼 및 서브프레임 중 적어도 하나를 포함할 수 있는 리소스 인덱스일 수 있다. W_n 에 대하여 미리 정의된 또는 구성된 벡터/행렬의 세트가 사용될 수 있으며, 여기서 W_n 에 대한 벡터/행렬의 세트는 코드북으로 지칭될 수 있다. 코드북은 N_c 벡터/행렬을 가질 수 있다. 벡터/행렬은 코드북의 코드워드와 상호 교환적으로 사용될 수 있다. k 및 N_c 에 기초한 모듈로 연산은 코드워드를 결정하는데 사용될 수 있다. 코드북 내의 하나 이상의 코드워드의 코드워드는 리소스 인덱스 k 에 기초하여 순환적으로 선택될 수 있고, 이는 코드워드 순환(cycling) 또는 프리코더 순환으로 지칭될 수 있다. 랜덤 시퀀스는 인덱스 k 에 기초하여 코드북 내의 코드워드를 결정하는데 사용될 수 있다. 코드북 내의 하나 이상의 코드워드의 코드워드는 랜덤 시퀀스에 기초하여 랜덤하게 선택될 수 있으며, 이는 랜덤 프리코딩으로 지칭될 수 있다.

[0117] 인덱스 k 는 상위(higher) 계층 시그널링을 통하여 시그널링, 결정 또는 구성될 수 있는 인덱스일 수 있다. WTRU는 $W_n(k)$ 로 반-정적으로(semi-statically) 구성될 수 있다. $W_n(k)$ 는 WTRU 특유의 안테나 가상화 행렬일 수 있다. WTRU는 결정되거나 구성된 $W_n(k)$ 에 기초하여 하나 이상의 CQI를 측정, 추정 및/또는 보고할 수 있다.

[0118] $W_n(k)$ 는 k 의 함수로서 결정될 수 있는 위상 시프트 벡터/행렬일 수 있다

[0119]
$$W_c(k, i) = W_n(k) \otimes W_p(i) = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_{1k}} \\ e^{j\theta_{2k}} \\ e^{j\theta_{3k}} \end{bmatrix} \otimes W_p(i) \quad \theta_n = n \times \theta$$
 , 여기서

[0120] 위상 시프트 벡터/행렬은 송신된 기준 신호에 기초하여 수신기, 예를 들어, WTRU에 의해 결정될 수 있으며, 송신기, 예를 들어, eNB로 피드백된다. 각 CSI-RS 구성이 패널 그룹(그룹은 하나 이상의 패널로 구성될 수 있음)에서 안테나로부터 송신된 CSI-RS를 사용할 수 있는 N_a CSI-RS가 구성될 수 있다. 상이한 패널 그룹들로부터 송신된 CSI-RS들은 시간 및/또는 주파수 도메인에서 다중화될 수 있다; 그들은 또한 시간 및/또는 주파수에서 직교 커버 코드를 적용함으로써 다중화될 수 있다. 위상 시프트 행렬은 상이한 패널 그룹들로부터 CSI-RS들을 측정함으로써 수신기에 의해 결정될 수 있다. 위상 시프트 행렬은 미리 결정된 행렬 또는 구성된 행렬의 세트, 예를 들어, 코드북로부터 선택될 수 있다. WTRU는 CSI-RS 세트에 대한 위상 시프트 행렬을 결정할 수 있고, CSI-RS 세트가 eNB 또는 다른 제어기에 의해 구성되고 동적으로 시그널링될 수 있다. 결정된 위상 시프트 행렬은 제어기로 피드백될 수 있다. 다른 실시 예에서, 제어기는 위상 시프트 행렬이 필요한지 여부를 WTRU에 시그널링할 수 있다. 위상 시프트가 적용될 CSI-RS 세트(들)는 제어기에 의해 구성될 수 있다.

[0121] 일부 실시 예에서, $W_p(i)$ 는 인덱스 i 의 함수로서 결정될 수 있다. 인덱스 i 는 부반송파, 부반송파 세트, PRB, PRB 쌍, 부대역, OFDM 심볼 및 서브 프레임 중 적어도 하나를 포함할 수 있는 리소스 인덱스일 수 있다. 코드북은 W_p 에 대하여 사용될 수 있고, 인덱스 i 는 인덱스 i 와 연관된 리소스에 대한 코드북 내의 코드워드를 결정할 수 있다.

[0122] 일부 실시 예에서, $W_p(i)$ 는 하나 이상의 컴포넌트 프리코더에 의해 구성, 결정, 생성 또는 사용될 수 있다.

[0123] 일부 실시 예에서, $W_p(i) = W_p^v(i) \otimes W_p^h(i)$ 가 사용될 수 있고, $W_p^v(i)$ 는 패널(또는 CSI-RS) 내의 수직 안테나 포트에 대한 컴포넌트 프리코더일 수 있고 $W_p^h(i)$ 는 패널(또는 CSI-RS) 내의 수평 안테나 포트에 대한 컴포넌트 프리코더일 수 있다. 복합 프리코더는 $W_c(k, i) = W_n(k) \otimes (W_p^v(i) \otimes W_p^h(i))$ 에 기초하여 생성되거나 결정될 수 있다. 인덱스 k 및 i 는 리소스 인덱스일 수 있고, 상이한 리소스 그레인ולה리티(granularity)(또는 리소스 타입)를 가질 수 있다. 예를 들어, 리소스 인덱스 k 는 서브 프레임 번호(또는 무선 프레임 번호)일 수 있고, 리소스 인덱스 i 는 PRB(또는 PRB 쌍) 번호일 수 있다. 사용된 리소스에 기초하여 인덱스 i 가 결정될 수 있는 반면 인덱스 k 는 표시될 수 있고, 또는 그 반대일 수 있다. 예를 들어, 인덱스 k 는 eNB에 의해 시그널링, 표시 또는 구성될 수 있고, 인덱스 i 는 WTRU가 CSI를 보고할 수 있는 리소스 인덱스일 수 있다.

[0124] 일부 실시 예들에서, $W_p(i) = W_p^1(i_1)W_p^2(i_2)$ 가 사용될 수 있으며, 여기서 $W_p^1(i_1)$ 는 장기 및 광대역 방식의

로 결정될 수 있는 프리코더이고, $W_p^2(i_2)$ 는 단기 및 부대역 방식으로 결정될 수 있는 프리코더일 수 있다. 복합 프리코더는 $W_c(k, i) = W_n(k) \otimes (W_p^1(i_1) W_p^2(i_2))$ 에 기초하여 생성되거나 결정될 수 있다. 인덱스 i_1 및 i_2 는 사용된 리소스에 기초하여 결정될 수 있는 반면 인덱스 k 는 표시될 수 있고, 또는 그 반대일 수 있다. 인덱스 i_1 및 i_2 는 상이한 리소스 타입과 연관될 수 있다. 예를 들어, i_1 는 서브 프레임 번호(또는 무선 프레임 번호)일 수 있고, i_2 는 PRB(또는 PRB 쌍) 번호일 수 있다. 일부 실시 예들에서, 인덱스 i_1 는 WTRU에 의해 보고될 수 있고, i_2 는 리소스에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, WTRU는 우선, i_1 를 결정하고, 결정된 i_1 및 시간/주파수 리소스에 대한 관련 리소스 인덱스 i_2 에 기초하여 특정 시간/주파수 리소스에 대하여 하나 이상의 CQI를 계산/추정할 수 있다. WTRU는 i_1 및 대응하는 하나 이상의 CQI를 보고할 수 있다.

[0125] 일부 실시 예에서, 복합 프리코더 W_c 는 $W_c(k, i) = W_n(k) W_p(i)$ 로서 정의될 수 있고, $W_n(k)$ 는 $N_t \times N_p$ 행렬일 수 있고, $W_p(i)$ 는 $N_p \times R$ 벡터/행렬일 수 있다. N_t 는 안테나 포트의 수가 모든 패널에 대하여 동일하면 $M_g \times N_g \times N_p$ 와 증가될 수 있는 안테나 포트의 총 수라고 할 수 있다.

[0126] 일부 실시 예들에서, $W_n(k)$ 는 WTRU 특유의 방식으로 구성, 결정 또는 표시될 수 있는 안테나 가상화 행렬일 수 있다. 대안적으로, $W_n(k)$ 는 상위 계층 시그널링(예를 들어, 브로드캐스팅 채널)을 통하여 구성되거나 표시될 수 있는 셀 특유의 안테나 가상화 행렬일 수 있다.

[0127] 다른 그러한 실시 예들에서, $W_n(k)$ 는 고정(fixed) 행렬일 수 있고, WTRU 및 eNB에 알려질 수 있다. 이 경우, 복합 프리코더는 $W_c(i) = W_n W_p(i)$ 에 기초하여 생성될 수 있다.

[0128] 또 다른 실시 예에서, $W_n(k)$ 는 리소스 인덱스 k 의 함수로서 결정될 수 있는 행렬일 수 있다.

[0129] 대안적인 실시 예에서, 복합 프리코더 W_c 는 스파스(sparse) 행렬 $W_c = W_n \otimes W_p$ 로서 정의, 결정, 또는 행렬로서 사용될 수 있고, 여기서, \otimes , W_n , W_p 는 크로네커 곱, $N_a \times 1$ 패널 선택 스파스 벡터, 및 $N_p \times R$ 안테나 선택 스파스 행렬이다. W_n 및 W_p 는 선택된 모든 패널로부터의 요소들의 유사한 서브세트를 선택하도록 구성될 수 있다.

[0130] 도 6은 패널 당 4개의 안테나 요소가 존재하는 8개의 패널(602)을 갖는 예시적인 안테나 시스템(600)을 도시한다. 랭크 2 송신 및 각 패널로부터의 유사한 요소의 사용을 가정하면, 선택 행렬은 다음과 같이 설정될 수 있다:

$$W_n = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}_{8 \times 1}, W_p = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{4 \times 2} \rightarrow W_c = W_n \otimes W_p = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ \vdots & \vdots \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{32 \times 2}$$

[0131]

[0132] 또 다른 실시 예에서, 선택된 패널들로부터의 요소들의 비유사 서브세트의 선택을 가능하게 하기 위하여, 또한 요소마다 상이한 동시-페이징의 선택을 허용하기 위하여, 복합 프리코더 W_c 는 다음과 같이 구성(construct)될 수 있다:

[0133] $W_c = \sum_{j=1}^{N_a} W_{nj} \otimes W_{pj}$

[0134] 여기서, \otimes , W_{nj} , W_{pj} 는 크로네커 곱, $N_a \times 1$ 패널 선택 스파스 벡터, 및 $N_p \times R$ 안테나 선택 스파스 행렬이다. W_{nj} 및 W_{pj} 는 요소 당 임의적인 동시-페이징의 가능성을 가지고, 패널 당 요소들의 임의적인 서브세트를 선택하도

록 구성될 수 있다.

[0135] 일례로서, 상이한 패널의 비유사 요소를 사용하는 랭크 2 송신에 대하여, 도 7의 선택된 패널(702 및 704)에 대한 선택 행렬은 다음과 같이 설정될 수 있다.

$$\left. \begin{aligned} W_{n1} &= \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}_{8 \times 1}, W_{p1} = \begin{bmatrix} \rho_1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{4 \times 2} \\ W_{n2} &= \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}_{8 \times 1}, W_{p2} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \rho_2 \end{bmatrix}_{4 \times 2} \end{aligned} \right\} \rightarrow W_c = W_n \otimes W_p = \begin{bmatrix} \rho_1 & 0 \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ 0 & \rho_2 \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{bmatrix}_{32 \times 2}$$

[0136]

[0137] 패널 선택 행렬들 (W_n, W_{nj}) 및 안테나 요소 선택 행렬들 (W_p, W_{pj})은 셀 구성의 일부로서 정의되거나, WTRU 특유의 것이거나, WTRU 그룹에 대하여 정의될 수 있다.

[0138] WTRU 특유의 구성의 경우에, 선택 행렬들은 WTRU 이동성, 경로 손실, 도달 각도 및 송신 모드에 기초하여 결정될 수 있다.

[0139] 그룹-기반 구성의 경우, 선택 행렬은 WTRU-특유의 것과 유사한 고려 사항에 기초하여 할당될 수 있지만, MU-MIMO 동작에 대한 고려에 기초할 수도 있다. 예를 들어, MU-MIMO 동작을 위하여 의도된 WTRU 쌍들은 셀간 간섭을 감소시키기 위하여 상이한 선택 그룹들에 할당될 수 있다.

[0140] 일부 실시 예에서, 패널 선택 행렬 (W_n, W_{nj}) 및 안테나 요소 선택 행렬 (W_p, W_{pj})은 동적으로 구성될 수 있다.

[0141] 선택 행렬들은 심볼, 서브 프레임 또는 프레임 단위로 업데이트될 수 있지만, 반드시 동일한 업데이트 레이트를 가질 필요는 없다. 예시적인 실시 예에서, 패널 선택 행렬은 안테나 선택 행렬보다 느린 레이트로 업데이트될 수 있다.

[0142] 하나의 해법에서, 동적 선택은 선택 행렬들의 치환(permutation)에 기초할 수 있다. 패널 선택 행렬, W_n 및 W_{nj} 는 패널의 동적 선택을 허용하도록 치환될 수 있다. 유사하게, 안테나 요소 선택 행렬 W_p 및 W_{pj} 는 또한 패널 선택 행렬과 관련하여 또는 독립적으로 치환될 수 있다. 일 실시 예에서, 치환 프로세스는 제로가 아닌 행을 또 다른 모든 제로 행 또는 비-제로 행과 스와핑하는 오퍼레이터 $\mathcal{P}(W)$ 에 의해 실현된다. 예를 들어, W 의 잠재적 치환은 다음과 같다.

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \rightarrow W_{permutated} = \mathcal{P}(W) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

[0143]

[0144] 치환은 셀 특유, WTRU 특유, 또는 WTRU 그룹에 대하여 정의되거나 랜덤하게 수행될 수 있다. WTRU 특유의 구성의 경우, 치환은 WTRU 이동성, 경로 손실, 도달 각도 및 송신 모드에 기초하여 결정될 수 있다. 그룹 기반 치환의 경우, 치환 프로세스는 WTRU 특유의 것과 유사한 고려 사항에 기초하여 할당될 수 있지만, 또한 MU-MIMO 동작에 대한 고려에 기초할 수도 있다. 예를 들어, MU-MIMO 동작을 위하여 의도된 WTRU 쌍들은 셀간 간섭을 감소시키기 위하여 상이한 선택 그룹들에 할당될 수 있다.

[0145] 복합 프리코더는 $W_c(k, i)$ 로 나타낼 수 있으며, k 및 i 는 패널 선택 행렬 (W_n, W_{nj})의 의존성, 및 인덱스 k 및 i 에 대한 안테나 요소 선택 행렬 (W_p, W_{pj})를 각각 표시한다.

[0146] 일부 실시 예들에서, ($W_n(k), W_{nj}(k)$)는 인덱스 k 의 함수로서 결정될 수 있다. 인덱스 k 는 부반송파, 부반송파 세트, PRB, PRB 쌍, 부대역, OFDM 심볼 및 서브 프레임 중 적어도 하나를 포함할 수 있는 리소스 인덱스일 수 있다. 미리 정의된 또는 구성된 벡터/행렬 세트는 (W_n, W_{nj})에 대하여 사용될 수 있고, 벡터/행렬 세트는 코드북으로 지칭될 수 있다. 코드북은 N_c 벡터/행렬을 가질 수 있다. 벡터/행렬은 코드북의 코드워드와 상호 교환적으로

사용될 수 있다. k 및 N_c 에 기초한 모듈로 연산은 코드워드를 결정하는데 사용될 수 있다. 코드북 내의 하나 이상의 코드워드의 코드워드는 리소스 인덱스 k 에 기초하여 순환적으로 선택될 수 있고 이는 코드워드 순환 또는 프리코더 순환이라 지칭될 수 있다. 랜덤 시퀀스는 인덱스 k 에 기초하여 코드북 내의 코드워드를 결정하는데 사용될 수 있다. 코드북 내의 하나 이상의 코드워드의 코드워드는 랜덤 시퀀스에 기초하여 랜덤하게 선택될 수 있으며, 이는 랜덤 프리코딩으로 지칭될 수 있다.

[0147] 일부 실시 예들에서, $(W_p(i), W_{pj}(i))$ 는 인덱스 i 의 함수로서 결정될 수 있다. 인덱스 i 는 부반송파, 부반송파들의 세트, PRB, PRB 쌍, 부대역, OFDM 심볼 및 서브 프레임 중 적어도 하나를 포함할 수 있는 리소스 인덱스일 수 있다. 미리 정의된 또는 구성된 벡터/행렬 세트가 (W_p, W_{pj}) 에 대하여 사용될 수 있으며, 벡터/행렬들의 세트는 코드북으로 지칭될 수 있다. 코드북은 N_c 벡터/행렬을 가질 수 있다. 벡터/행렬은 코드북 내의 코드워드와 상호 교환 가능하게 사용될 수 있다. i 및 N_c 에 기초한 모듈로 연산이 코드워드를 결정하는데 사용될 수 있다. 코드북 내의 하나 이상의 코드워드의 코드워드는 리소스 인덱스 k 에 기초하여 순환적으로 선택될 수 있고, 이는 코드워드 순환 또는 프리코더 순환이라 지칭될 수 있다. 랜덤 시퀀스가 인덱스 i 에 기초하여 코드북 내의 코드워드를 결정하기 위하여 사용될 수 있다. 코드북 내의 하나 이상의 코드워드의 코드워드는 랜덤 시퀀스에 기초하여 랜덤하게 선택될 수 있으며, 이는 랜덤 프리코딩으로 지칭될 수 있다.

[0148] 일부 실시 예들에서, WTRU는 $(W_n(i), W_{nj}(i))$ 및 $(W_p(i), W_{pj}(i))$ 의 업데이트와 관련된 레이트 및 타이밍을 L1/L2 시그널링을 통하여 결정할 수 있고, 레이트 및 타이밍은 상위(higher) 계층 시그널링을 통하여 구성될 수 있다.

[0149] 일부 실시 예들에서, WTRU는 결정된 L1/L2 시그널링을 통하여 (i, k) 인덱스들을 결정할 수 있거나, (i, k) 인덱스가 상위 계층 시그널링을 통하여 구성될 수 있다.

[0150] 일부 실시 예들에서, WTRU는 결정된 또는 구성된 (i, k) 인덱스에 기초하여 하나 이상의 CQI를 측정, 추정 및/또는 보고할 수 있다.

[0151] 폐-루프(closed-loop) MIMO 방식

[0152] 복합 프리코더는 W_c 는 $W_c = f(W_n, W_p)$ 와 같이, W_n 및 W_p 의 함수로서 정의될 수 있으며, 복합 프리코더 W_c 는 CSI 피드백, 다운링크 데이터 수신, 다운링크 데이터 송신을 위한 링크 적응 중 적어도 하나를 사용할 수 있다.

[0153] 일부 실시 예에서, $f(\cdot)$ 는 결정, 구성, 또는 미리 정의된 함수일 수 있다. 예를 들어, $f(\cdot)$ 은 \otimes 로 나타내어지는 크로네커 곱, \cdot 로 나타내어지는 내적, 아다마르 곱(hadamard product) \circ 중 적어도 하나일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 이 함수는 송신 방식, 동작 모드 및 안테나 포트의 수 중 적어도 하나에 기초하여 결정되거나 사용될 수 있다. 제1 함수는 주기적 CSI 보고 모드를 위하여 사용될 수 있는 반면, 제2 함수는 비주기적 CSI 보고 모드를 위하여 사용될 수 있다. 제1 함수는 개방 루프 송신 방식을 위하여 사용될 수 있는 반면, 제2 함수는 폐 루프 송신 방식을 위하여 사용될 수 있다. 이 함수는 시스템에 대한 주파수 대역 f_c 에 기초하여 결정되거나 사용될 수 있다. 예를 들어, 제1 함수는 제1 주파수 대역(예를 들어, $f_c < 6\text{GHz}$)에 대하여 사용될 수 있는 반면, 제2 함수는 제2 주파수 대역(예를 들어, $f_c > 6\text{GHz}$)에 대하여 사용될 수 있다.

[0154] 일부 실시 예에서, $W_c = f(W_n, W_p)$ 는 다음 중 적어도 하나로서 사용, 구성 또는 결정될 수 있다. 일 실시

예에서, $W_c = W_n \otimes W_p$ 이고, W_p 은 $W_p^1 \cdot W_p^2$ 로 더 특징지어질 수 있다. 따라서, $W_c = W_n \otimes (W_p^1 \cdot W_p^2)$ 로서

표현될 수 있다. 일부 실시 예에서, $W_p^1 = \begin{pmatrix} X_1 \otimes X_2 & 0 \\ 0 & X_1 \otimes X_2 \end{pmatrix}$ 또는 $W_p^1 = \begin{pmatrix} X_1 \otimes X_2 & X_1 \otimes X_2 \\ X_1 \otimes X_2 & -X_1 \otimes X_2 \end{pmatrix}$ 이다. 일부 실시

예에서, X_1 는 $N_1 \times L_1$ 행렬이고, L_1 열 벡터들은 N_1 길이의 O_1 오버샘플링된 DFT 벡터이다:

$$v_l = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi l / N_1 O_1} & \dots & e^{j2\pi(N_1-1)l / N_1 O_1} \end{bmatrix}^T$$

. 일부 실시 예에서, X_2 는 $N_2 \times L_2$ 행렬이고, L_2 열 벡터들은 N_2 길이의 O_2 오

버샘플링된 DFT 벡터이다: $v_l = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi l / N_2 O_2} & \dots & e^{j2\pi(N_2-1)l / N_2 O_2} \end{bmatrix}^T$. 일부 실시 예들에서, N_1 및 N_2 는 제1 및 제2 차

원에서(예를 들어, 수직 및 수평 차원에서) 폴 당 안테나 포트의 수이다. 일부 실시 예들에서, $W_p^2 = \begin{bmatrix} s_1 \\ as_2 \end{bmatrix}$ 고, 여기서, s_1 및 s_2 는 열 선택 벡터일 수 있고, a 는 복소수에 기초한 동시-페이징 요소일 수 있고, 예를

들어, $s_1 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \right\}$ 및 $s_2 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \right\}$ 이고 s_1 및 s_2 는 W_p^1 에서 열 벡터의 선형 조합일 수 있다.

[0155] 일부 실시 예에서, WTRU는 복합 프리코더를 위하여 사용되는 모든 패널과 연관될 수 있는 단일 W_p 를 보고할 수 있다. 예를 들어, 각 패널은 CSI-RS 구성과 연관될 수 있고, $M_g \times N_g$ CSI-RS 구성은 복합 프리코더에 대하여 사용되거나 또는 관련될 수 있다. WTRU는 복합 프리코더와 연관된 모든 패널(또는 모든 CSI-RS 구성)에 공통으로 사용될 수 있는 단일 W_p 를 결정할 수 있다. 일부 실시 예들에서, WTRU는 대표적인 CSI-RS 구성(예를 들어, 제1 패널과 연관된 제1 CSI-RS 구성)을 사용할 수 있고, 대표 CSI-RS 구성에 기초하여 W_p 를 결정할 수 있다. 예를 들어, gNB가 관련 CSI-RS 구성들 사이에서 대표 CSI-RS 구성을 표시할 수 있거나, WTRU는 대표 CSI-RS 구성을 자율적으로 결정할 수 있다. 일부 실시 예들에서, WTRU는 복합 프리코더의 CQI를 최대화하는 W_p 를 결정할 수 있다. 예를 들어, WTRU는 모든 W_p 후보 내의 W_p 를 철저히 검색하여, 복합 프리코더 W_c 의 CQI를 최대화하는 W_p 를 결정할 수 있다.

[0156] 일부 실시 예에서, $W_c = W_n \otimes (W_p^1 \cdot W_p^2)$ 의 각 컴포넌트 프리코더에 대한 주파수 대역폭(또는 그레놀래리티 (granularity))은 다음 중 적어도 하나에 기초하여 결정될 수 있다. 일 실시 예에서, 제1 주파수 그레놀래리티는 W_p^1 에 대하여 사용될 수도 있고; 제2 주파수 그레놀래리티는 W_p^2 에 대하여 사용될 수 있고; 제3 주파수 그레놀래리티는 W_n 에 대하여 사용될 수 있다. 일 실시 예에서, 제1 주파수 그레놀래리티는 제3 주파수 그레놀래리티보다 크거나 동일할 수 있다. 일 실시 예에서, 제2 주파수 그레놀래리티는 제3 주파수 그레놀래리티보다 작거나 동일할 수 있다.

[0157] 일 실시 예에서, 패널은 CSI-RS 구성과 연관될 수 있다. 일 실시 예에서, 패널은 CSI-RS 구성에서 안테나 포트들의 서브세트와 연관될 수 있다. 예를 들어, CSI-RS 구성은 복합 프리코더에 사용될 수 있고 안테나 포트의 서브세트는 패널 특유의 프리코더와 연관될 수 있다.

[0158] 일부 실시 예에서, 컴포넌트 프리코더 W_n 는 하나 이상의 서브 컴포넌트 프리코더의 함수로서 생성, 결정, 사용 또는 구성될 수 있다. 예를 들어, $W_n = f(W_n^1, W_n^2)$ 이 사용될 수 있고, 여기서 W_n^1 은 제1 서브 컴포넌트 프리코더이고, W_n^2 는 제2 서브 컴포넌트 프리코더이다. 제1 서브 컴포넌트 프리코더 W_n^1 는 패널에 대한 서브세트 동시-페이징 벡터를 결정할 수 있고, 제2 서브 컴포넌트 프리코더 W_n^2 는 W_n^1 에 의해 결정된 동시-페이징 벡터의 서브세트 내의 동시-페이징 벡터를 결정할 수 있다. 컴포넌트 프리코더 W_n 는 $W_n = W_n^1 W_n^2$ 로서 정의되거나 표현될 수 있다. 다음 중 하나 이상이 적용될 수 있다: (i) W_n^1 는 오버샘플링된 DFT 행렬의 서브세트, 초지 기반의 코드북, 코드북일 수 있다; (ii) W_n^2 는 열 선택 벡터일 수 있다; (iii) W_n^1 는 장기 및 광대역 기반 프리코더일 수 있다; (iv) W_n^2 는 단기 및 부대역 기반 프리코더일 수 있다; (v) 예 $W_n^1 = [w_1 w_2 \dots w_L]$ 에서, $w_l, l = 1, \dots, L$ 은 $N_a \times 1$ 동시-페이징 벡터일 수 있고, W_n^1 는 $N_a \times L$ 행렬일 수 있고, W_n^2 는

$W_n^2 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \right\}$ 와 같이 열 선택 벡터일 수 있다. 제1 서브 컴포넌트 프리코더 W_n^1 는 수직 도메인의

패널과 연관될 수 있고, 제2 서브 컴포넌트 프리코더 W_n^2 는 수평 도메인의 패널과 연관될 수 있다. 컴포넌트 프리코더 W_n 는 $W_n = W_n^1 \otimes W_n^2$ 로 나타낼 수 있다.

[0159] 예시적인 실시 예에서, 컴포넌트 프리코더 W_p 는 하나 이상의 서브 컴포넌트 프리코더의 함수로서 생성, 결정, 사용 또는 구성될 수 있다. 예를 들어, $W_p = f(W_p^1, W_p^2)$ 가 사용될 수 있고, W_p^1 은 제1 서브 컴포넌트 프리코더이고, W_p^2 는 제2 서브 컴포넌트 프리코더이다. 컴포넌트 프리코더는 $W_p = W_p^1 W_p^2$ 또는 $W_p = W_p^1 \otimes W_p^2$ 로 서 정의되거나 표현될 수 있다. W_n^1 에 대하여 결정되고 정의되고 생성된 하나 이상의 프리코딩 구조가 W_p^1 에 대하여 사용될 수 있고, 또는 그 반대의 경우도 가능하다. W_n^2 에 대하여 결정되고 정의되고 생성된 하나 이상의 프리코딩 구조가 W_p^2 에 대하여 사용될 수 있고, 또는 그 반대의 경우도 가능하다.

[0160] 일부 실시 예에서, 복합 프리코더 W_c 는 $W_c = f_1(f_2(W_n^1, W_n^2), f_2(W_p^1, W_p^2))$ 로서 정의되거나 표현될 수 있고, $f_1(\cdot)$, $f_2(\cdot)$ 및 $f_3(\cdot)$ 은 동일한 함수 또는 상이한 함수일 수 있다. $f_1(\cdot) = f_2(\cdot) = f_3(\cdot) = \otimes$ 의 예에서, 복합 프리코더는 $W_c = (W_n^1 \otimes W_n^2) \otimes (W_p^1 \otimes W_p^2)$ 로서 정의될 수 있다. $f_1(\cdot) = \cdot$, $f_2(\cdot) = f_3(\cdot) = \otimes$ 의 다른 예에서, 복합 프리코더는 $W_c = (W_n^1 \otimes W_n^2) \cdot (W_p^1 \otimes W_p^2)$ 로서 설정될 수 있다. W_c 는 하나 이상의 인덱스에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, W_c 는 k_1 , k_2 , i_1 및 i_2 중 하나 이상의 함수, $W_c(k_1, k_2, i_1, i_2) = (W_n^1(k_1) \otimes W_n^2(k_2)) \otimes (W_p^1(i_1) \otimes W_p^2(i_2))$ 로서 결정될 수 있다. WTRU는 k_1 , k_2 , i_1 및 i_2 인덱스 중 하나 이상을 보고할 수 있다. 보고 사이클(또는 피드백 주기)은 인덱스 별로 독립적으로 결정될 수 있다. k_1 , k_2 에 대한 보고 사이클은 i_1 , i_2 의 보고 사이클보다 길거나 동일할 수 있다. WTRU는 k_1 , k_2 , i_1 및 i_2 인덱스 중 하나 이상을 보고하도록 요구될 수 있다. WTRU는 하나 이상의 인덱스를 구성하거나 표시할 수 있다. 예를 들어, k_1 , k_2 는 구성되거나 WTRU에게 표시될 수 있고, WTRU는 구성되거나 표시된 인덱스 k_1 , k_2 에 기초하여 i_1 , i_2 를 결정할 수 있다.

[0161] 예시적인 실시 예에서, W_n 은 패널 선택 벡터/행렬로서 사용, 결정 또는 구성될 수 있다. 예를 들어, $M_g \times N_g$ 패널이 구성되거나 사용될 때 하나 이상의 패널(예를 들어, CSI-RS 구성)이 선택, 결정 또는 표시될 수 있다. 표 2는 $M_g=2$, $N_g=2$ 가 $W_c(k, i) = W_n(k) \otimes W_p(i)$ 와 함께 사용될 때, W_n 에 대해 사용될 수 있는 패널 선택 코드북의 일례를 도시하며, 'I' 요소는 선택된 패널을 나타낼 수 있다.

[0162] 패널 선택 코드북은 다음 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. (i) $M_g \times N_g$ 패널 내의 패널을 선택 또는 결정할 수 있는 하나 이상의 패널 선택 벡터/행렬. (ii) $M_g \times N_g$ 패널 내의 패널들의 서브세트를 선택할 수 있는 하나 이상의 패널 선택 벡터/행렬, 하나 이상의 패널 그룹은 미리 정의되거나 구성될 수 있으며, 패널 그룹은 패널 선택 벡터/행렬에 따라 선택되거나 결정될 수 있다. (iii) 모든 $M_g \times N_g$ 패널을 사용할 수 있는 하나의 벡터/행렬(예를 들어, 표 2의 인덱스-13).

[0163] 패널의 수는 다음 중 적어도 하나에 기초하여 선택, 사용 또는 결정된다. (i) CSI 피드백과 관련된 계층의 수(예를 들어, RI). 예를 들어, 계층의 수가 미리 정의된 임계 값보다 작으면(예를 들어, $RI < 3$), 단일 패널이 사용, 결정, 또는 선택될 수 있고, 계층의 수가 미리 정의된 임계 값보다 크거나 동일하면(예를 들어, $RI \geq 3$), 다중 패널이 사용, 결정, 또는 선택될 수 있다. (ii) MCS 레벨. 예를 들어, 더 낮은 MCS 레벨이 사용되는 경우, 모든 패널은 더 나은 신호 커버리지를 위하여 사용될 수 있고, 패널의 서브세트는 더 높은 MCS 레벨을 위하여 사용될 수 있다. (iii) 동작 모드. 예를 들어, 제1 동작 모드(예를 들어, SU-MIMO)의 WTRU는 CSI 피드백에 대한 모든 패널을 사용하거나 결정할 수 있는 반면, 제2 동작 모드(예를 들어, MU-MIMO)의 WTRU는 CSI 피드백을 위하여 패널들의 서브세트를 사용 또는 결정할 수 있다. (iv) 트래픽 타입. 예를 들어, 모든 패널은 제1 트래픽 타입(예를 들어, URLLC)에 대해 사용될 수 있고, 패널의 서브세트는 제2 트래픽 타입(예를 들어, eMBB)에 대해

사용될 수 있다.

표 2

[0164] Mg = 2 및 Ng = 2에 대한 패널 선택 벡터/행렬 Wn의 예

인덱스-0	인덱스-1	인덱스-2	인덱스-3
$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$
인덱스-4	인덱스-5	인덱스-6	인덱스-7
$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$
인덱스-8	인덱스-9	인덱스-10	인덱스-11
$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$
인덱스-12	인덱스-13	인덱스-14	인덱스-15
$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	-	-

[0165] 다른 예시적인 실시 예에서, 복합 프리코더는 하나 이상의 개별 패널 특유의 프리코더 $W_{p,1}$ 로 정의, 구성 (configure), 구성(construct) 또는 생성될 수 있고, 여기서 l은 패널 인덱스(또는 CSI-RS 구성 인덱스)이고, $l = 1, \dots, N_a$ 이다. 예를 들어, 복합 프리코더는 $W_c = [W_{p,1}|W_{p,2}|\dots|W_{p,N_a}]$ 로서 정의될 수 있고, 여기서 '|'은 하나 이상의 패널 특유의 프리코더 $W_{p,l}$ 를 '스태킹(stackings)'하는 것을 나타내는데 사용될 수 있다.

[0166]
$$W_c = [W_{p,1}|W_{p,2}|\dots|W_{p,N_a}] = \begin{bmatrix} W_{p,1} \\ W_{p,2} \\ \vdots \\ W_{p,N_a} \end{bmatrix}$$

[0167] 일 실시 예에서, 패널 특유의 프리코더의 '스태킹'은 다음과 같이 표현될 수 있다. 일 실시 예에서, $W_c = \text{diag}[C_{p,1} C_{p,2} \dots C_{p,N_a}] \cdot W_n$ 이고, $C_{p,l}$ 은 패널들에 걸쳐 동시-페이징 없이 패널 l과 연관된 프리코딩 벡터 일 수 있고, $\text{diag}[]$ 는 패널 특유의 프리코더의 블록 대각화일 수 있고; W_n 은 패널들에 걸쳐 $N_a \times 1$ 동시-페이징 벡터일 수 있다. 그러므로, 패널들에 걸쳐 동시-페이징을 한 후에, 각각의 패널 특유의 프리코더는 $W_{p,l}$ 로 표현될 수 있다. 패널들에 걸친 동시-페이징은 $W_{p,l}$ 로서 보고될 수 있거나, 패널 특유의 프리코더 $C_{p,l}$ 로 W_n 로서 별도로 보고될 수 있다. 일부 실시 예들에서, $W_{p,l}$ 및 $C_{p,l}$ 는 상호 교환적으로 사용되며, 따라서 $W_c = \text{diag}[W_{p,1} W_{p,2} \dots W_{p,N_a}] \cdot W_n$ 이다. 일부 실시 예들에서, $C_{p,l}$ 는 연관된 CSI-RS 구성에 기초하여 결정될 수 있으며, N_a 개의 CSI-RS 구성들은 복합 코드북에 대한 CSI 보고를 위하여 사용될 수 있다.

[0168] 일부 실시 예들에서, $W_{p,l}$, $C_{p,l}$ 및 W_p 는 컴포넌트 프리코더들(예를 들어, W_p^1 및 W_p^2)과 동일한 프리코딩 구조를 가질 수 있다. 일 실시 예에서, W_p^1 는 모든 패널에 대하여 공통적일 수 있다(예를 들어, 패널 공통 W_p^1). 따라서, WTRU는 모든 패널(또는 모든 CSI-RS 구성)에 대하여 단일 W_p^1 를 보고할 수 있고, WTRU는 각각의 패널(예를 들어, 패널 l 또는 CSI-RS 구성 l)에 대하여 $W_{p,l}^2$ 를 보고할 수 있다. 이 경우, 코드북 구조는

$W_c = \text{diag}[W_{p,1}^1 W_{p,1}^2 W_{p,2}^1 W_{p,2}^2 \cdots W_{p,l}^1 W_{p,l}^2] \cdot W_n$ 으로 표현될 수 있으며, 여기서 W_n 은 모든 패널에 공통적일 수 있다. 일 실시 예에서, W_p^1 은 패널 특유의 것일 수 있다(예를 들어, 패널 특유의 W_p^1). 따라서, WTRU는 각각의 패널(예를 들어, 패널 1 또는 CSI-RS 구성 1)에 대하여 $W_{p,l}^1$ 및 $W_{p,l}^2$ 를 보고할 수 있다. 이 경우, 코드북 구조는 $W_c = \text{diag}[W_{p,1}^1 W_{p,1}^2 W_{p,2}^1 W_{p,2}^2 \cdots W_{p,l}^1 W_{p,l}^2] \cdot W_n$ 로서 표현될 수 있고 여기서 W_n 은 모든 패널에 공통적일 수 있다. 어떤 경우, W_n 은 W_p^1 와 동일한 주파수 그래놀래티티로 보고될 수 있다. 어떤 경우 W_n 은 W_p^2 와 동일한 주파수 그래놀래티티로 보고될 수 있다. 어떤 경우들에서, W_n 의 주파수 그래놀래티티는: 비주기적 또는 반영구적 CSI 보고를 트리거하는데 사용될 수 있는 관련 DL 제어 정보 내의 표시; 패널의 수(또는 복합 프리코더와 관련된 CSI-RS 구성의 수); 사용된 주파수 대역(예를 들어, 중심 주파수); 사용된 CSI 보고 설정 중 적어도 하나에 기초하여 결정될 수 있다.

[0169] 일부 실시 예에서, 패널 공통 W_p^1 또는 패널 특유의 W_p^1 의 사용은 다음 중 적어도 하나에 기초하여 결정될 수 있다. 일 실시 예에서, 패널들에 걸친 안테나 캘리브레이션 상태(예를 들어, 타이밍 및 주파수 오프셋)는 QCL로서 표시될 수 있다. 만일 미리 정의된 QCL 파라미터가 패널에 걸쳐(또는 CSI-RS 구성에 걸쳐) QCL되는 경우, 패널 공통 W_p^1 을 사용할 수 있고; 그렇지 않은 경우에는 패널 특유의 W_p^1 을 사용할 수 있다. 일 실시 예에서, CSI 보고가 트리거될 때 동적 표시(예를 들어, DCI 또는 MAC-CE). 예를 들어, 비주기적 CSI 보고 또는 반영구적 CSI 보고가 트리거될 때, 트리거 정보는 어느 타입의 W_p^1 가 사용되는지를 포함할 수 있다. 일 실시 예에서, 어느 타입의 W_p^1 가 사용되는지를 나타내기 위하여 상위 계층 시그널링이 사용될 수 있다.

[0170] 일 실시 예에서, WTRU는 하나 이상의 패널 특유의 프리코더 $W_{p,1}$ 를 보고할 수 있다. WTRU는 W_c 에 기초하여 CQI 및 RI를 보고할 수 있지만, WTRU는 하나 이상의 패널(예를 들어, CSI-RS 구성)과 연관된 패널 특유의 프리코더의 세트를 보고할 수 있다. WTRU는 변경될 수 있는 패널 특유의 프리코더의 서브세트를 보고할 수 있다. WTRU는 연관된 패널 인덱스(예를 들어, CSI-RS 구성 인덱스)로 하나 이상의 패널 특유의 프리코더를 보고할 수 있다.

[0171] 일 실시 예에서, WTRU는 적어도 QCL 타입 또는 상태에 기초하여 제1 복합 프리코더 구조 $W_c = [W_{p,1}|W_{p,2}|\cdots|W_{p,Na}]$ 또는 제2 복합 프리코더 구조 $W_c = W_n \otimes W_p$ 를 결정할 수 있다. 예를 들어, 제2 복합 프리코더 구조는 모든 CSI-RS 구성이 미리 정의된 QCL 파라미터 세트에 대하여 QCL될 경우 사용될 수 있고; 그렇지 않으면, 제1 복합 프리코더 구조가 사용될 수 있다. 일부 예에서, 미리 정의된 QCL 파라미터 세트는 미리 정의된 QCL 타입 또는 QCL 파라미터의 서브세트일 수 있다. 일부 예에서, 제1 복합 프리코더는 각 패널에 대하여 W_p 의 개별 보고를 사용할 수 있는 반면, 제2 복합 프리코더는 모든 패널에 대하여 W_p 의 공통 보고를 사용할 수 있다.

[0172] 일 실시 예에서, WTRU는 제1 복합 프리코더 구조 $W_c = \text{diag}[C_{p,1} C_{p,2} \cdots C_{p,Na}] \cdot W_n$ 을 사용할 수 있다.

[0173] 특정 경우에, 예를 들어 각각의 패널이 개별적인 국부 발진기를 갖고 국부 발진기가 완벽하게 동기화되지 않는다면, 안테나 패널 사이의 상대적 위상이 표류할 수 있다. 이 경우, 안테나 포트에 가상화된 하나의 물리적 안테나가 동일한 패널에 속하는 것이 바람직할 수 있다.

[0174] 예시적인 실시 예에서, WTRU는 패널들(예를 들어, CSI-RS 구성) 사이의 상대적 위상 드리프트 정보를 보고할 수 있다. 하나 이상의 CSI-RS가 상이한 패널들로부터 송신될 수 있고, 이러한 CSI-RS들은 WTRU에 의해 측정되어, 하나 이상의 CSI-RS 구성 사이의 상대적 위상 드리프트를 보고할 수 있다.

[0175] WTRU는 각각의 CSI-RS와 관련된 위상 드리프트를 결정할 수 있다. WTRU는 각각의 CSI-RS와 관련된 위상 드리프트의 절대 값 또는 상대적 위상 드리프트 값을 피드백할 수 있다.

[0176] 또 다른 실시 예에서, 위상 값 대신에, WTRU는 안테나 패널의 주파수 오프셋을 피드백할 수 있다.

[0177] 업링크 사운딩 기준 신호 송신

- [0178] 해결책에서, WTRU는 하나 이상의 패널을 통하여 하나 이상의 사운딩 기준 신호(sounding reference signal, SRS)를 송신할 수 있다. 다음 중 하나 이상이 적용될 수 있다.
- [0179] 하나 이상의 SRS 포트 세트가 SRS 송신을 위하여 사용될 수 있고 SRS 포트의 각 세트는 패널과 연관될 수 있다. 예를 들어, SRS 포트들의 제1 세트(예를 들어, SRS 포트 # 0 내지 # 3)는 제1 패널과 연관될 수 있고 SRS 포트들의 제2 세트(예를 들어, SRS 포트 # 4-7)는 제2 패널과 연관될 수 있고, 여기서, 상이한 세트의 SRS 포트들은 상호 배타적일 수 있다
- [0180] 하나 이상의 SRS 그룹 번호(또는 인덱스)가 연관 패널 정보를 나타내기 위하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 결정된 시간/주파수 위치에서 SRS 송신은 SRS 그룹과 연관될 수 있다. WTRU는 관련 SRS 그룹에 대하여 결정, 구성, 표시 또는 사용될 수 있는 시간/주파수 리소스에서 특정 SRS 그룹과 관련된 SRS를 송신할 수 있다. WTRU는 관련된 SRS 그룹 인덱스를 갖는 SRS를 송신할 수 있으며, 여기서 SRS 그룹 인덱스는 SRS 재사용 패턴(예를 들어, 시간/주파수 위치), SRS에 대한 스크램블링 시퀀스, 및 업링크 제어 채널을 통한 명시적 표시에 의해 표시될 수 있다.
- [0181] 하나 이상의 유사-배치(quasi-collocation, QCL) 표시가 사용될 수 있다. 예를 들어, WTRU는 패널들에 걸쳐 SRS 포트에 대한 유사-배치(QCL) 정보를 표시하거나 보고할 수 있다. 예를 들어, 공통의 국부 발진기가 WTRU 송신기에서 모든 패널에 대하여 사용되는 경우, WTRU는 모든 SRS 포트가 유사-배치되었음(예를 들어, QCL = 'TRUE')을 표시할 수 있는 반면, 개별 국부 발진기가 WTRU 송신기에서 각 패널에 대해 사용되고, WTRU는 SRS 포트가 유사-배치되지 않았음(예를 들어, QCL = 'FALSE')을 표시할 수 있다. QCL = 'FALSE'인 경우, SRS 그룹의 SRS 포트는 유사-배치로 간주되거나 가정되는 반면, 상이한 SRS 그룹에 걸친 SRS 포트는 비(non)-유사-배치로 간주되거나 가정될 수 있다. WTRU는 업링크 송신(예를 들어, 데이터 및/또는 제어)에 대한 관련 SRS 그룹 인덱스를 표시할 수 있다. 예를 들어, WTRU는 데이터 송신과 유사-배치될 수 있는 연관 SRS 그룹 인덱스를 갖는 업링크 데이터 송신(예를 들어, PUSCH)을 송신할 수 있다. SRS 그룹 인덱스 및 QCL 인덱스는 상호 교환적으로 사용될 수 있다. SRS 그룹 인덱스는 연관된 업링크 제어 정보에 표시될 수 있다. WTRU는 미리 결정되거나, 구성되거나 표시된 패널을 통하여 업링크 제어 정보를 송신할 수 있다.
- [0182] WTRU에는 업링크 송신을 위하여 eNB로부터 송신될 수 있는 패널들(또는 SRS 그룹들) 사이의 위상 오프셋의 표시가 제공될 수 있다. 위상 오프셋은 상위 계층 시그널링(예를 들어, RRC 시그널링)을 통하여 시그널링될 수 있다.
- [0183] 예시적인 실시 예에서, WTRU는 WTRU에 의해 계산, 결정 또는 사용되는 프리코딩 벡터/행렬 또는 중앙 제어기(예를 들어, eNB)에 의해 구성, 표시 또는 결정되는 프리코딩 벡터/행렬로 프리코딩될 수 있는 사운딩 기준 신호(SRS)를 송신할 수 있다.
- [0184] 프리코딩 벡터/행렬은 디지털 빔포밍에 사용되는 프리코딩 행렬 및/또는 아날로그 빔포밍 등에 사용되는 프리코딩 행렬 등을 포함하는 서브 행렬(또는 서브 컴포넌트 행렬)의 곱셈으로 구성될 수 있다.
- [0185] SRS 송신을 위하여 WTRU에 의해 결정된 프리코딩 벡터/행렬은 eNB에게 표시될 수 있다. 표시는 업링크 제어 신호를 통하여 송신될 수 있다.
- [0186] 또 다른 실시 예에서, 하나 이상의 SRS가 WTRU에 의해 송신될 수 있다. SRS를 송신하는 데 사용되는 안테나는 하나의 패널 또는 둘 이상의 패널에 속할 수 있다. 예를 들어, 하나의 패널에만 있는 안테나는 SRS 포트(또는 SRS 포트 세트)로 가상화될 수 있다; 반면, 다른 솔루션에서 상이한 패널에 있는 안테나는 SRS 포트(또는 SRS 포트 세트)로 가상화될 수 있다.
- [0187] WTRU는 다운링크에서 송신된 신호들을 사용하여 업링크 송신을 위한 프리코딩 행렬을 계산하거나 결정할 수 있다. SRS를 프리코딩하기 위하여 사용되는 행렬은 다운링크 신호들, 예를 들어, 다운링크 기준 신호들에 기초하여 WTRU에 의해 완전히 결정될 수 있거나, WTRU에 의해 부분적으로 그리고 eNB에 의해 부분적으로 결정될 수 있다.
- [0188] SRS는 비(non)-프리코딩될 수 있고, 하나의 SRS는 단일 패널 상의 안테나로부터 송신될 수 있다.
- [0189] SRS는 비-프리코딩될 수 있고, 하나의 SRS는 그룹이 둘 이상의 패널로 구성될 수 있는, 패널 그룹 상의 안테나로부터 송신될 수 있다.
- [0190] 위상 벡터/행렬은 eNB에 의해 결정될 수 있고, eNB로부터 상이한 패널 그룹으로부터의 송신을 동시-페이징하는

데 사용될 수 있는 WTRU로 송신될 수 있다.

- [0191] SRS는 프리코딩될 수 있고(프리코딩 행렬은 아날로그 빔포밍에 기초할 수 있음), 하나의 빔이 단일 패널 상의 안테나로부터 송신될 수 있는 와이드 빔을 생성할 수 있다.
- [0192] SRS는 프리코딩될 수 있고(프리코딩 행렬은 아날로그 빔포밍에 기초할 수 있음), 하나의 빔이 둘 이상의 패널로 구성될 수 있는 패널 그룹 상의 안테나로부터 송신될 수 있는 와이드 빔을 생성할 수 있다.
- [0193] SRS는 프리코딩될 수 있고(프리코딩 행렬은 아날로그 및 디지털 빔포밍의 조합에 기초할 수 있음), 하나의 빔이 단일 패널 상의 안테나로부터 송신될 수 있다.
- [0194] SRS는 프리코딩될 수 있고(프리코딩 행렬은 아날로그 및 디지털 빔포밍의 조합에 기초할 수 있음), 하나의 빔이 둘 이상의 패널로 구성될 수 있는 패널 그룹 상의 안테나로부터 송신될 수 있다.
- [0195] 일부 실시 예들에서, 채널 상호성은 또한 다운링크 데이터 수신에 사용되는 빔포밍 행렬에 기초하여 UL 데이터 송신을 위한 빔포밍 행렬을 결정하는데 사용될 수 있다.
- [0196] 일 예에서, 업링크 방향으로 송신될 데이터는 다운링크 송신을 수신하기 위하여 수신기에서 사용되는 빔포밍 행렬로 프리코딩될 수 있다. 수신기에 적용된 안테나 포트 가상화와 동일한 안테나가 송신기에 사용될 수 있다. 예를 들어, 다중 패널 당 하나의 빔이 수신 빔으로서 사용되면, 동일한 패널로부터 송신된 동일한 빔이 업링크 송신에 사용될 수 있다. 상이한 패널 그룹마다 다중 빔이 수신 빔으로서 사용되는 경우, 동일한 패널 그룹으로부터 송신된 동일한 빔이 업링크 송신에 사용될 수 있다.
- [0197] 또 다른 예에서, (수신 빔포밍을 사용하여) 수신하고 (송신 빔포밍을 사용하여) 송신하기 위하여 WTRU에서 생성된 빔의 폭은 송신 및 수신 하드웨어의 차이로 인하여 상이할 수 있다. 예를 들어, 송신 빔은 수신 빔보다 더 넓을 수 있다. 이 경우, 업링크 데이터 및/또는 SRS 송신에 사용되는 빔은 데이터 수신에 사용되는 다운링크 빔에 기초하여 도출될 수 있다. 예를 들어, UL 빔은 DL 빔과 동일한 방향의 빔이지만, 보다 넓은 빔 폭을 갖는 빔일 수 있다.
- [0198] *SU/MU-MIMO 방식*
- [0199] 예시적인 실시 예에서, eNB는 다중 빔을 형성하도록 프리코딩된 CSI-RS 신호를 구성할 수 있고, WTRU는 CSI를 보고한다.
- [0200] 이러한 일부 실시 예에서, 빔은 하나의 패널로부터 송신될 수 있다. WTRU는 최상의 채널을 갖는 빔에 대한 빔 인덱스를 eNB에 보고할 수 있다. 보고할 최상의 채널의 수는 eNB에 의해 결정되어, 구성으로서 WTRU에 송신될 수 있으며, 하나 또는 둘 이상일 수 있다. 채널 품질에 대한 메트릭은 채널의 용량 또는 채널의 등급(rank)일 수 있다. 이 정보는 WTRU에 대한 패널을 선택하기 위하여 eNB에 의해 사용될 수 있다.
- [0201] 다른 그러한 실시 예에서, 빔은 둘 이상의 패널로부터 송신될 수 있다. WTRU 및 eNB의 행동은 이전의 경우와 동일할 수 있다. 이는 eNB에서 WTRU로의 송신을 위하여 보다 높은 빔포밍 능력을 제공할 수 있으며, 이것은 초-신뢰성 통신을 지원하는데 유용할 수 있다. WTRU는 빔 인덱스를 eNB에 보고할 수 있으며, eNB는 모든 WTRU로부터의 정보를 사용하여 패널 선택을 결정할 수 있다.
- [0202] 추가의 실시 양태는 상기 두 가지 방식의 혼합을 사용한다. 모든 빔 중에서, 적어도 하나의 빔은 하나의 패널로부터 송신되고, 적어도 또 다른 빔은 다중 패널로부터 송신된다.
- [0203] 상기 실시 예에서, 패널은 아마도 다중 빔을 송신하기 위하여 다른 패널과 함께 가능하게 사용될 수 있다.
- [0204] 빔 인덱스 I는 다수의 파라미터들과 관련될 수 있다: $I=g(p, i, k, M)$, 여기서, p는 예를 들어, 표 2의 패널 선택 벡터/행렬 \mathbb{W}_n 에 의해 표시된 CSI-RS 신호의 송신을 위하여 사용된 패널들을 나타낼 수 있고, i는 부대역을 나타낼 수 있고, k는 리소스 요소를 나타낼 수 있고, M은 프리코딩 행렬의 인덱스일 수 있다.
- [0205] 대안적으로, eNB는 프리코딩되지 않은 CSI-RS 신호를 송신할 수 있다. 하나 이상의 패널이 송신을 위해 사용될 수 있다. 이 경우, 각 WTRU는 채널을 측정하고 추정하고, 채널의 지배적인 고유 방향(eigendirection)을 찾아가 그 정보를 다시 eNB에 보고한다. 고유 방향은 DFT 기반 코드북 또는 그라스만(Grassmanian) 기반 코드북을 사용하여 양자화될 수 있으며, 지배적인 고유 방향의 코드워드는 eNB로 피드백될 수 있다. CSI-RS 신호가 하나의 패널 또는 패널들의 콜렉션으로부터 송신될 수 있기 때문에, 표 2의 패널 선택 벡터/행렬 \mathbb{W}_n 과 같은 인덱스가 이를 표시하기 위하여 사용될 수 있다. 이 정보는 eNB에도 또한 피드백된다. eNB는 WTRU로부터의 보고된 고유 방향에

따라 빔을, 예를 들어, WTRU의 채널의 가장 강한 고유 방향과 일치하는 빔을 형성할 수 있다.

[0206] eNB는 WTRU가 PMI, RI 또는 CQI를 포함할 수 있는 CSI를 보고하는 패널을 제한할 수 있다. 이는 CSI 피드백 오버 헤드를 상당히 줄일 수 있다. 제한은 다음 접근법 중 하나에 따라 적용될 수 있다. WTRU 단위로, 제한이 개별적으로 WTRU에 적용된다. 각 패널 또는 패널들의 콜렉션은 표 2에 정의된 패널 선택 벡터/행렬 W_n 에 대응할 수 있는 인덱스를 가질 수 있다. WTRU가 CSI를 보고하는 패널은 분리될 수 있다. 예를 들어, eNB는 WTRU 1에게 패널 3에 대하여 보고하도록 요청하고, WTRU 2에게 패널 1 및 패널 2에 대하여 보고하도록 요청할 수 있다. 그룹 단위로, WTRU 그룹에 제한이 적용된다. eNB는 WTRU 그룹에게 특정 패널 또는 패널들의 콜렉션의 CSI를 보고하도록 요청할 수 있다. 그룹화는 WTRU의 위치/방향 정보에 기초할 수 있다. 예를 들어, eNB에 대한 유사한 방향의 WTRU는 동일한 그룹에 할당될 수 있다.

[0207] CSI 제한은 eNB에 의해 구성될 수 있고 제어 채널을 통하여 WTRU에 전송될 수 있다. WTRU 기반 CSI 보고 제한의 경우, eNB는 WTRU 단위로 제한을 전송한다. 그룹 기반 CSI 보고 제한의 경우에, eNB는 그룹 내의 모든 WTRU가 공통 시간-주파수 리소스 세트에 대한 CSI 보고 제한을 수신하도록 구성할 수 있고(예를 들어, 그룹 내 모든 WTRU로 제한을 멀티캐스팅함), 이로 인하여 제어 목적으로 사용되는 리소스의 양이 크게 줄어들 수 있다.

[0208] 제한은 상위 레벨 스케줄링, 즉 어느 패널이 특정 WTRU 또는 WTRU의 서브세트로의 송신에 잠재적으로 사용될 것인지의 필요성에 기초할 수 있다.

[0209] eNB는 WTRU들 사이의 상호 간섭이 최소화되도록 WTRU들로부터의 CSI 피드백에 기반하여 프리코딩 행렬들을 결정할 수 있다. 예를 들어, WTRU 1에 대한 가장 강한 고유 방향이 v_1, v_2 이고, WTRU 2에 대한 가장 강한 고유 방향

이 u_1, u_2 인 경우, eNB는 $(i, j) = \underset{m=1,2; n=1,2}{\operatorname{argmin}} |v_m^H u_n|$ 이 되도록 u_i 와 u_j 를 선택할 수 있고, 여기서 H 는 전송 쥬레 (transport conjugate)를 나타내고, 이에 따라 프리코딩 행렬을 결정할 수 있다.

[0210] 어떤 경우에는 SU-MIMO와 MU-MIMO 사이를 스위칭하는 것이 바람직할 수 있으며, 애플리케이션으로부터 QoS(quality of service) 요건을 만족시키는데 있어 WTRU에 대한 패널 및/또는 TXRU의 수를 재구성하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 트래픽이 URLLC 타입인 경우, 시간-주파수가 SU-MIMO 모드에서 사용되도록, 다른 WTRU에 대해 의도된 송신으로부터의 간섭을 최소화하기 위하여 전용 시간-주파수 리소스를 관련된 WTRU에 할당하는 것이 합리적일 수 있다; 또한, 그 WTRU에 사용될 패널 및/또는 TXRU의 수가 증가할 수 있다. 다른 예에서, 모두 적당한 쓰루풋 및 신뢰도를 필요로 하는, 많은 WTRU가 있는 경우, 특정 량의 시간-주파수 리소스가 그들에 할당될 수 있고 송신은 MU-MIMO 모드일 수 있다; 또한 WTRU에 사용되는 패널의 수는 1로 감소될 수 있다. 스위칭이 언제 발생하는지를 결정하기 위하여 기준이 사용될 수 있고, 기준은 달성된 QoS 만족도 및 트래픽 흐름/사용자의 우선 순위에 의존할 수 있고, 결정은 상위(upper) 계층으로부터 올 수 있다. 다음은 스위칭에 대한 결정의 예를 도시한다.

```

Determine the traffic flow with the highest priority, let the flow ID be j, and the WTRU receiving
flow j be  $\alpha(j)$ 
if (delay_of_flow_j > delay_requirement_j) or (latency_of_flow_j > latency_requirement_j)
then
    decrease the number of users assigned to the resources being used by WTRU  $\alpha(j)$ 
    increase the number of panels for WTRU  $\alpha(j)$ 
else
    increase the number of users assigned to the resources being used by WTRU  $\alpha(j)$ 
    decrease the number of panels and/or TXRUs for WTRU  $\alpha(j)$ 
end
    
```

[0211]

스위칭 상의 구성은 다운링크 제어 채널을 통하여 eNB로부터 WTRU로 전송될 수 있다.

[0212]

하이브리드 빔포밍을 사용한 다중 컴포넌트 프리코더

[0213]

[0214] 하이브리드 빔포밍에서, 아날로그 및 디지털 빔포밍의 조합이 사용될 수 있다. 다중 컴포넌트 하이브리드 빔포밍 프리코딩 구조는 대규모 안테나 구성을 위하여 사용될 수 있다. 이 경우, 전술한 복합 디지털 프리코더는 복합 아날로그 프리코더와 결합될 수 있다.

[0214]

[0215] 예시적인 실시 예에서, 데이터를 수정하는 프리코더는 아래와 같이 설정될 수 있다.

[0215]

$$W_{DATA} = f_a(W_{na}, W_T W_{RS} W_C)$$

[0216]

- [0217] 복합 하이브리드 프리코더를 결정하거나 구성(construct)하는 함수는 (i) 사용, 구성 또는 결정된 송신 방식; (ii) 사용, 구성 또는 결정된 MIMO 동작 모드; (iii) 동작 주파수 대역; (iv) 대규모 안테나 구성에서 구성, 사용 또는 결정된 패널의 수와 같이, 전술한 복합 디지털 프리코더와 동일하거나 유사한 파라미터 또는 계수에 기초하여 구성, 사용, 결정, 미리 결정 또는 선택될 수 있다.
- [0218] 이 실시 예에서, 복합 디지털 프리코더는 하이브리드 아날로그-디지털 프리코더의 컴포넌트가 되고, 복합 디지털 프리코더 함수 f 는 하이브리드 함수 f_a 의 함수일 수 있다. 예로서, 하나의 방법에서, 하이브리드 함수는 정해 질 수 있고(fixed), 이어서 복합 디지털 프리코더는 독립적인 함수에 기초하여 추정될 수 있다.
- [0219] W_{na} 는 아날로그 도메인에서의 다중 패널 프리코딩에 대한 아날로그 확장 행렬로서 설정될 수 있고, 아날로그 확장 행렬은 패널 선택 벡터/행렬, 패널 동시-페이징 벡터/행렬, 및 패널 선택 프리코더, 패널 동시-페이징 프리코더와 상호 교환적으로 사용될 수 있지만, 여전히 실시 예와 일관성을 유지한다.
- [0220] W_T 는 패널 내의 안테나 요소들에 대한 TXRU 사이의 아날로그 프리코더로서 설정될 수 있는 반면, W_{RS} 는 CSI-RS 포트와 TXRU 사이의 프리코더로서 설정될 수 있다. 프리코딩되지 않은 CSI-RS의 경우, W_{RS} 는 단위 행렬과 같지만, 빔포밍된 CSI-RS의 경우 W_{RS} 는 선택된 빔(들)의 위치에서 1을 갖는 제로 벡터와 동일하다. W_c 는 앞서 설명된 컴포넌트 디지털 프리코더이다.
- [0221] 하이브리드 빔포밍의 경우, 송신기에서의 CSI는 송신기에서의 W_{DATA} 의 모든 요소에 대한 지식을 사용할 수 있다. 이 지식은 구성 설정 및 피드백의 혼합에 의해 획득될 수 있고, 피드백은 명백하거나 암시적일 수 있다. 명시적 피드백은 다음 중 적어도 하나를 포함할 수 있다: (i) 요소의 수치 표현. 예를 들어, 각 벡터/행렬의 양자화된 버전; (ii) 요소의 압축된 표현. 예를 들어, 각 벡터/행렬의 양자화되고 압축된 버전, 또는 각 벡터/행렬의 시간/주파수 차동 버전이다. 암시적인 피드백은 다음 중 적어도 하나를 포함할 수 있다: (i) 요소의 CQI/PMI/RI 표현; (ii) 요소의 특정 인스턴스에 연결된 매트릭. 예를 들어, eNB/TRP가 특정 인스턴스의 성능을 식별할 수 있도록 각 벡터 행렬의 SNR 또는 RSSI 및 인덱스.
- [0222] 하이브리드 빔포밍에서, W_{DATA} 는 2-스테이지 절차에 의해 발견될 수 있다. 절차의 제1 스테이지에서, 네트워크는 W_{na} (다중 패널 아날로그 결합 방법) 및 W_{RS} (CSI-RS 타입)를 설정할 수 있다. 그 후, WTRU는 제1 스테이지에서 결정된 파라미터들에 기초하여 최상의 아날로그 빔포머(W_T 를 발견할 수 있다. WTRU는 W_T 를 기지국 또는 eNB/TRP로 피드백한다. 이것은 단일 인덱스(최상의 eNB 빔) 또는 일련의 인덱스(최상의 N 개의 빔, 또는 특정 빔을 가진 링크의 품질)일 수 있다. 절차의 제2 스테이지에서, eNB/TRP는 W_T 를 정하고, 그 후 WTRU에게 W_c 를 추정하도록 요구할 수 있으며, 이하에서 더 논의되는 바와 같이 W_c 의 컴포넌트를 피드백할 수 있다.
- [0223] 다른 실시 예에서, 데이터를 수정하는 프리코더는 다음과 같이 설정될 수 있다.
- [0224]
$$W_{DATA} = f(W_n, W_T, W_{RS}, W_c)$$
- [0225] 이 실시 예는 컴포넌트 디지털 프리코더에서 발생하는 모든 패널 조합을 갖는 각각의 패널에 대한 독립적인 아날로그 프리코딩을 가정할 수 있다.
- [0226] **다중 컴포넌트 프리코더로 CSI 피드백**
- [0227] *CSI 보고 타입 및 절차*
- [0228] 하이브리드 빔포밍에서, W_{DATA} 는 2-스테이지 절차에 의해 발견, 구성 또는 생성될 수 있다. 절차의 제1 스테이지에서, 네트워크는 아날로그 프리코더를 설정한다. 네트워크는 W_{na} (다중 패널 아날로그 결합 방법) 및 W_{RS} (CSI-RS 타입)를 설정할 수 있다. 이것은 다운링크 제어 채널(전용 또는 공유 제어 채널)에서 WTRU로 동적으로 시그널링 될 수 있거나, (예를 들어, 브로드캐스트 채널에 의해) 시스템 파라미터로 반-정적으로 설정될 수 있다.
- [0229] 그 후, WTRU는 제1 스테이지에서 설정된 파라미터들에 기초하여 최상의 아날로그 빔포머, W_T 를 발견할 수 있다. WTRU는 W_T 의 표현을 기지국 또는 eNB/TRP로 피드백할 수 있다. 프리코더 W_T 는 미리 결정된 빔 세트(아날로그 빔 코드북) 또는 미리 결정된 빔 세트의 패밀리(빔의 해상도를 변경할 수 있는 아날로그 빔 코드북 패밀리)로부터 도출될 수 있다. 프리코더 W_T 는 TRP/eNB가 아날로그 빔을 적합하다고 정의할 때 구현에 따라 달라질 수 있다.

이 경우, TRP/eNB는 WTRU가 최상의 빔(들)을 식별할 수 있도록 빔 탐색 절차 동안 빔의 수 및/또는 빔의 인덱스를 시그널링할 수 있다.

[0230] 그 후, WTRU는 W_T 에 관한 정보를 피드백할 수 있다. 하나의 해결책에서, WTRU는 단일 빔에 관한 정보를 피드백할 수 있다. 피드백은 다음을 포함하지만 이에 국한되지는 않는다: (i) 빔 인덱스, 패널 인덱스 및/또는 도달 빔 방향과 같은 빔 식별 정보; (ii) 시간 도메인 측정의 경우에 빔이 측정된 시간 슬롯 또는 제1 에너지 도달에 대한 각 빔 측정의 상대적 지연과 같은 빔 타이밍 정보; (iii) SNR 또는 RSSI와 같은 메트릭에 의해 측정된 빔 품질과 같은 빔 품질 정보. 단일 빔은 WTRU가 원하는 빔(최상의 빔)일 수 있다. 대안적으로, 단일 빔은 최악의 빔(WTRU가 MU-MIMO 송신을 돕기 위하여 최소로 원하는 빔)일 수 있다.

[0231] 일 실시 예에서, WTRU는 빔의 전부 또는 서브세트에 대한 정보를 피드백할 수 있다. 피드백 요소는 단일 빔에 대하여 식별된 피드백 요소와 유사할 수 있다. 이 경우, 이것은 eNB/TRP가 (a) 송신을 위한 최상의 빔(들)을 선택하거나 (b) 임의의 선택된 빔으로 최적의 송신을 할 수 있게 한다. 아날로그 빔포밍은 각각의 독립적인 편극에 대하여 각 컴포넌트 캐리어/주파수 대역에 걸쳐 수행될 수 있다. 대안적으로, 단일 아날로그 빔포머는 복잡도를 감소시키기 위하여 전체 WTRU에 대하여 사용될 수 있지만, 이는 성능에 대하여 약간의 비용이 들 수 있다. 두 경우 모두, 추가적인 디지털 프리코딩이 순수 디지털 프리코딩과 비교할 때 나타날 수 있는 성능 손실의 일부를 복구하는 데 사용될 수 있다. 일반적으로 W_T 피드백은 아날로그 빔 탐색 절차 타이밍을 기반으로 발생할 수 있다. 이는 주기적 또는 비주기적일 수 있지만, 전형적으로 디지털 프리코딩 피드백에 필요한 타이밍보다 훨씬 더 긴 간격이다.

[0232] 절차의 제2 스테이지에서, eNB/TRP는 W_{na} (다중 패널 아날로그 결합 방법), W_{RS} (CSI-RS 타입) 및 W_T (아날로그 빔포머)를 정하고, 그 후 WTRU에게 W_c 를 추정하여 W_c 를 식별하는 요소를 피드백하도록 요청할 수 있다.

[0233] $W_c(k)$ 가 $W_n(k)$ 및 $W_p(k)$ 모두의 함수이기 때문에, WTRU 및 eNB/TRP 모두는 복합 프리코더를 구성하는데 사용될 함수에 대한 정보를 갖추고 있다. WTRU는 이 정보를 사용하여 복합 프리코더의 적절한 추정을 가능하게 하고, eNB는 이 정보를 사용하여 적절한 빔 또는 공통 기준 신호를 전송할 수 있게 한다. 함수(또는 함수들의 세트)는 정적, 반-정적(semi-static) 또는 동적 방식으로 네트워크에 의해 결정, 구성 또는 미리 정의될 수 있다. 함수(또는 함수들의 세트)는 정적, 반-정적 또는 동적 방식으로 WTRU에 의해 자율적으로 결정, 구성 또는 미리 정의될 수 있다. WTRU-정의 모드의 경우, WTRU는 RACH 채널 상의 요구에 의해 전용 피드백 채널 또는 임의의 다른 업링크 제어 채널에서 사용될 함수를 피드백할 수 있다. 함수는 미리 정의된 인덱스에 의해 표시될 수 있다.

[0234] 네트워크는 $W_n(k)$ (디지털 다중-패널 복합 결합 방법)을 설정할 수 있다. 대안적으로, 각각의 WTRU는 $W_n(k)$ 의 특정 값을 자율적으로 정의할 수 있고, 네트워크로 하여금 그 특정 값에 대한 측정 정보를 전송하도록 요청할 수 있다. $W_n(k)$ 에 대한 피드백은 다음과 같을 수 있다.

[0235] 하나의 방법에서, WTRU는 일단 측정 패킷이 수신되면 $W_c(k)$ 의 컴포넌트들을 즉시 피드백할 수 있다. eNB/TRP 및 WTRU 모두 $W_n(k)$ 을 알고 있기 때문에 이것을 피드백할 필요가 없다. 이와 같이, WTRU는 $W_p(k)$ 를 단일 피드백 요소로서 식별하는 표현(예를 들어, 인덱스 또는 명시적 번호)을 피드백하거나, 그 컴포넌트들($W_p^1(k)$ 및 $W_p^2(k)$)의 표현들을 피드백할 수 있다.

[0236] 하나의 방법에서, WTRU는 $W_c(k)$ 에 추가하여 $W_n(k)$ 를 피드백할 수 있다. 이는 상이한 시간에 정보를 피드백할 수 있는 유연성을 WTRU에 제공하기 위하여 발생할 수 있거나, eNB가 $W_n(k)$ 의 상이한 값을 갖는 다수의 측정 프레임을 전송할 수 있다. 이 경우, 피드백은 $W_n(k)$ 를 시그널링한 다음, $W_c(k)$ 의 모든 요소를 시그널링할 수 있다. 대안적으로, 피드백은 $W_c(k)$ 의 각 값에 대하여 $W_n(k)$ 를 시그널링할 수 있다. 대안적으로, 피드백은 모든 $W_n(k)$ 에 공통인 $W_c(k)$ 의 요소들을 시그널링한 후, $W_n(k)$, 및 $W_n(k)$ 의 개별 값에 특유한 $W_c(k)$ 의 대응하는 요소들을 피드백할 수 있다. 간단한 예에서, $W_n(k)$ 는 패널 선택 벡터/행렬에서 패널을 시그널링할 수 있으며, 이는 후속 피드백이 단일 패널에 대한 것임을 표시한다. 이를 통하여 명시적 패널 선택 및 패널 특유의 CSI 보고가 가능하다. 간단한 예에서, $W_n(k)$ 는 후속 피드백이 특정한 동시-페이징 패널에 대한 것임을 표시하는 동시-페이징 구현에서 효과적인 동시-페이징 패널을 시그널링할 수 있다.

- [0237] 개방 루프 및 반 개방 루프 송신 방식의 경우, $W_n(k)$ 를 나타내는 피드백은 특정 리소스 인덱스에 대한 피드백을 나타내는 각각의 인덱스를 갖는 미리 정의되거나 구성된 벡터/행렬 세트를 나타내는 코드북 내의 코드워드를 나타내는 인덱스일 수 있다. 대안적으로, $W_n(k)$ 를 나타내는 피드백은 위상 시프트 벡터/행렬이 구성될 수 있는 양자화된 각도 θ 일 수 있다. 위상 시프트 벡터 요소가 관련되지 않은 경우, 위상 시프트 벡터의 각 요소는 독립적으로 피드백될 수 있다(예를 들어, 4 요소 벡터에서 $\theta_0, \theta_1, \theta_2$ 및 θ_3).
- [0238] 폐 루프 MIMO 방식의 경우, 피드백은 $W_n(k)$ 가 서브-컴포넌트들의 세트로부터 구성되는 경우에, 사용될 결합 함수를 식별하는 단계를 포함할 수 있다. 이것은 네트워크에 의해 또는 WTRU에 의해 자율적으로 결정, 구성, 또는 미리 정의될 수 있다. 피드백은 또한 $W_n(k)$ 가 서브 컴포넌트들의 세트로부터 구성되는 경우에, 사용될 서브 컴포넌트 프리코더 방법을 식별하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이것은 네트워크에 의해 또는 WTRU에 의해 자율적으로 결정, 구성, 또는 미리 정의될 수 있다. 피드백은 필요에 따라 $W_n^1(k)$ 및 $W_n^2(k)$ 의 서브 컴포넌트 값을 피드백하는 단계를 더 포함할 수도 있다. 일부 실시 예에서, 피드백은 코드북 내의 코드워드를 나타내는 인덱스일 수 있다. 일부 실시 예에서, 피드백은 열 선택 벡터 내의 열을 식별하는 인덱스일 수 있다. 일부 실시 예들에서, 피드백은 장기 및/또는 광대역 기반 프리코더를 식별하는 코드워드를 나타내는 인덱스일 수 있다. 일부 실시 예에서, 피드백은 장기 및 광대역 기반 프리코더 또는 단기 및 부대역 기반 프리코더를 식별하는 압축/비압축 양자화된 데이터 스트림일 수 있다. 일부 실시 예에서, 피드백은 장기 및 광대역 기반 프리코더 또는 단기 및 부대역 기반 프리코더를 식별하는 시간 또는 주파수 차분 데이터 스트림일 수 있다. 일부 실시 예에서, 피드백은 수직 및 수평 도메인에서 패널을 식별하는 인덱스일 수 있다. $W_n(k)$ 의 피드백은 eNB/TRP에 의해 요구되거나 WTRU에 의해 개시될 수 있다. 그것은 주기적 또는 비주기적일 수 있으며, 다중 컴포넌트 피드백 프레임워크의 다른 요소와 상이한 타이밍에서 발생할 수 있다.
- [0239] 서브 컴포넌트 프리코더 레벨에서, WTRU가 컴포넌트 $W_p^1(k)$ 및 $W_p^2(k)$ 의 적절한 값을 추정할 수 있게 하기 위하여, 결합 함수 $f_1(\cdot), f_2(\cdot), f_3(\cdot)$ 을 식별하는 정보를 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 함수(또는 함수들의 세트)은 정적, 반-정적 또는 동적인 방식으로 네트워크에 의해 또는 WTRU에 의해 자율적으로 결정, 구성, 또는 미리 정의될 수 있다. 일부 실시 예들에서, 피드백 $W_p^1(k)$ 및/또는 $W_p^2(k)$ 는 광대역 및 장기 피드백 또는 부대역 및 단기 피드백을 나타내는 벡터/행렬 코드북으로부터의 PMI에 의해 표현된 암시적 피드백에 기초할 수 있다. 등급뿐만 아니라, SNR, SINR 또는 RSSI와 같은 부가적인 채널 품질 정보가 또한 피드백될 수 있다. 일부 실시 예들에서, 피드백 컴포넌트, 타입 및 함수를 식별하는 정보, 예를 들어, $f_1(\cdot), f_2(\cdot), f_3(\cdot), W_n^1(k), W_n^2(k), W_p^1(k)$ 및 $W_p^2(k)$ 가 또한 피드백될 수 있다. WTRU는 복합 피드백(아날로그 및 디지털 모두), 예를 들어, (W_{na}, W_{RS} 및 W_T)을 생성하는데 사용된 가정을 피드백할 수도 있다. 일부 실시 예에서, 피드백 $W_p^1(k)$ 및/또는 $W_p^2(k)$ 가 비주기적 또는 주기적 방식으로 송신될 수 있다. 일부 실시 예에서, MU-MIMO의 경우에, $W_p^1(k)$ 및/또는 $W_p^2(k)$ 에 대한 최상의 또는 최악의 PMI를 식별하는 피드백은 또한 가능해질 수 있다. 일부 실시 예들에서, $W_p^1(k)$ 및/또는 $W_p^2(k)$ 는 Tx/Rx 다중 안테나 방식의 가정 없이 명시적인 방식으로 피드백될 수 있다. 예들은 양자화 및 압축/비 압축 채널 계수, 채널 공분산 벡터/행렬 또는 지배적인 고유 벡터(eigenvector)를 포함할 수 있다. 일부 실시 예에서, 컴포넌트 피드백은 암시적 피드백 및 명시적 피드백의 하이브리드일 수 있다. 일례로, 장기 정보는 암시적으로 되돌려 보내질 수 있고, 단기 정보는 장기 정보와의 명시적인 차이로서 다시 전송될 수 있다. 이 예는 차동 정보가 작을 수 있다는 사실로 인하여, 낮은 오버 헤드로 높은 정확도를 허용한다.
- [0240] 피드백을 갖는 예시적인 2-스태이지 절차가 도 8에 도시되고, 피드백은 밑줄로 표시된다.
- [0241] CSI 보고용 UL 채널
- [0242] WTRU는 빔포밍을 위하여 eNB 또는 TRP를 보조하기 위하여 패널 선택 보고(들)의 결과를 피드백할 수 있다. WTRU는 기준 신호를 통하여 측정된 신호 또는 채널 품질에 따라 최상의 K개의 패널을 선택할 수 있다. 대안적으로, WTRU는 임계치를 사용하여 패널을 선택할 수 있다. 패널의 신호 또는 채널 품질이 임계치를 초과할 때, 패널이 선택된다. 일단 패널이 선택되면, WTRU는 선택된 패널의 결과뿐만 아니라 CRI, RI, CQI 및 PMI와 같은 관련 CSI

피드백을 보고할 수 있다. eNB 또는 TRP는 WTRU에 의해 선택되고 보고되는 패널을 사용할 수 있기 때문에, 보고 패널의 중요성이 최우선 순위이다. 보고된 패널이 정확하지 않은 경우, 해당 RI, PMI 및 CQI도 해당 패널을 기반으로 하기 때문에 정확하지 않을 것이다.

- [0243] 이러한 예러를 피하기 위하여, 예시적인 실시 예에서, 업링크 제어 채널은 높은 레벨의 보호가 패널 보고에 주어지도록 구성된다. 패널 선택과 CSI가 동시에 피드백될 때, 하나의 옵션은 PUCCH를 사용하여 그러한 제어 정보를 전달하는 것이다. 또 다른 옵션은 PUSCH를 사용하거나, PUSCH를 사용하는 데이터와 업링크 제어 정보를 다중화하는 것이다. 패널 선택 보고는 향상된 채널 추정 성능을 위하여 기준 신호의 근처(nearby) 또는 인접하여(adjacent) 배치될 수 있다. 업링크 제어 정보가 PUSCH를 사용하여 UL-SCH 데이터와 다중화되는 경우, 코딩된 패널 선택 보고는 HARQ ACK/NACK 심볼 위치 다음에 배치될 수 있다.
- [0244] 도 9에 도시된 실시 예에서, PMI/CQI 리소스(902)는 UL-SCH 데이터 리소스의 시작에 배치되고, 다음 부반송파로 계속 진행하기 전에 하나의 부반송파 상의 모든 심볼에 순차적으로 매핑된다. UL-SCH 데이터는 PMI/CQI 데이터 주위에서 레이트 매칭된다. PUSCH(904) 상의 UL-SCH 데이터와 동일한 변조 차수가 PMI/CQI(902)에 대하여 사용될 수 있다.
- [0245] HARQ ACK/NACK 리소스들(906)은 UL-SCH PUSCH 데이터(904)를 평치렁함으로써 리소스 요소들 다음에 위치된다. RS 옆의 위치들이 최선의 가능한 채널 추정으로부터 이익을 얻기 위하여 사용된다. 코딩된 패널 선택 보고 또는 패널 표시자(panel indicator, PI)(908)는 HARQ ACK/NACK 심볼 위치들(906)의 옆에 위치된다. 이는 ACK/NACK이 주어진 서브 프레임 내에 실제로 존재하는지 여부에 관계 없을 수 있다. RI(910)는 PI 심볼 위치(908) 옆에 위치될 수 있다. PI 및 RI뿐만 아니라 PMI/CQI의 코딩은 분리될 수 있다. UL-SCH 데이터는 PI 및 RI RE 주위에서 레이트 매칭될 수 있다. 이것은 PMI/CQI의 경우와 유사하다.
- [0246] 또 다른 예가 도 10에 도시된다. 도 10의 실시 예에서, RS 옆의 위치는 최상의 가능한 채널 추정으로부터 이익을 얻는 데 사용된다. 코딩된 패널 선택 보고 또는 패널 표시자(PI)는 HARQ ACK/NACK과 유사하게 RS 심볼 위치 옆에 배치된다. 이것은 ACK/NACK이 주어진 서브 프레임에 실제로 존재하는지 여부에 관계 없을 수 있다. RI는 PI/ACK/NACK 심볼 위치 옆에 놓일 수 있다. 유사하게, PI 및 RI뿐만 아니라 PMI/CQI의 코딩은 분리될 수 있다. UL-SCH 데이터는 PI/RI 및 PMI/CQI RE 주변에서 레이트 매칭될 수 있다.
- [0247] 또 다른 실시 예에서, 패널 표시자는 또한 암시적으로 표시될 수 있다. 이 예에서 각 패널은 사용 중인 패널을 식별하는 데 사용할 수 있는 고유한 PUSCH RS 구성을 사용할 수 있다. 이것의 예가 도 10 및 도 11에 도시되어 있다. 이러한 암시적 표시를 위하여 다른 타입의 RS 정의가 사용될 수 있다. 예를 들어, PUSCH RS 이외에 사용될 수도 있고 패널을 표시할 수도 있는 패널 특유의 DMRS 사양이 있을 수 있다.
- [0248] 도 12는 데이터를 수신하기 위하여 측정 기준 신호(RS)를 사용하는 방법(1200)의 흐름도이다. 방법(1200)은 WTRU에서 수행될 수 있다.
- [0249] 단계(1202)에서, 복수의 기준 신호(RS) 리소스의 구성이 수신된다.
- [0250] 단계(1204)에서, RS 리소스의 서브세트에 대한 유사-배치(QCL) 타입을 식별하는 정보가 수신되며, 여기서 RS 리소스의 서브세트는 제1 RS 리소스 및 제2 RS 리소스를 포함한다.
- [0251] 단계(1206)에서, 다운링크(DL) 데이터 송신의 복조를 위하여 제1 RS 리소스를 사용하기 위한 표시(indication)가 수신된다.
- [0252] 단계(1208)에서, 식별된 QCL 타입과 관련된 제1 QCL 파라미터 세트는 RS 리소스들의 서브세트로부터의 기준 신호들을 측정함으로써 측정된다.
- [0253] 단계(1210)에서, 제1 RS 리소스로부터의 기준 신호를 측정함으로써 제1 QCL 파라미터 세트에 존재하지 않는 제2 QCL 파라미터 세트가 측정된다.
- [0254] 단계(1212)에서, DL 데이터는 제1 QCL 파라미터 세트 및 제2 QCL 파라미터 세트를 사용하여 복조된다.
- [0255] 일 실시 예에서, 적어도 하나의 QCL 타입은 RS 리소스들의 전체 QCL을 표시하고, 제2 QCL 타입은 RS 리소스들의 부분 QCL을 표시하고, RS 리소스들의 부분 QCL에 대응하는 QCL 파라미터들은 RS 리소스들의 전체 QCL에 대응하는 QCL 파라미터들의 서브세트이다.
- [0256] 일 실시 예에서, RS 리소스들의 전체 QCL에 대응하는 QCL 파라미터는 지연 확산, 도플러 확산, 주파수 시프트, 평균 수신 전력, 수신 타이밍 및 빔 인덱스 중 하나 이상을 포함한다.

- [0257] 일 실시 예에서, 제1 QCL 파라미터 세트 또는 제2 QCL 파라미터 세트는 비어 있는(empty) 세트, 전체 QCL에 대한 QCL 파라미터의 서브세트 및 전체 QCL에 대한 모든 파라미터 중 적어도 하나이다.
- [0258] 도 13은 WTRU로부터의 피드백에 기초하여 송신기 및/또는 안테나 시스템을 구성하는 방법(1300)의 흐름도이다. 방법(1300)은 송신기에서 수행될 수 있다.
- [0259] 단계(1302)에서, 기준 신호들은 본 명세서의 하나 이상의 예에서 설명된 바와 같이, 안테나 시스템의 다중 포트들로부터 송신된다. 송신은 안테나 그룹으로부터 빔 측정 기준 신호를 송신하는 것을 포함할 수 있다. 기준 신호 송신은 시간적으로 다중화될 수 있고 상이한 방향으로 빔포밍될 수 있다.
- [0260] 단계(1304)에서, 본 명세서의 하나 이상의 예에 기술된 것과 같은 기준 신호들에 관한 피드백이 WTRU로부터 수신된다. WTRU는 예를 들어, 기준 신호 및 선호되는 방향에 관한 피드백 정보를 측정하도록 구성될 수 있다.
- [0261] 단계(1306)에서, 송신기 및/또는 안테나 시스템은 피드백에 기초하여 구성된다. 구성은 본 명세서의 하나 이상의 예에서 설명된 바와 같이, 프리코더를 구성(construct) 및/또는 구성(configure)하는 것을 포함할 수 있다.
- [0262] 특정 및 요소가 특정 조합으로 상술되었지만, 당업자는 각각의 특정 또는 요소가 단독으로 또는 다른 특정 및 요소와 임의의 조합으로 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 본 명세서에 설명된 방법은 컴퓨터 또는 프로세서에 의한 실행을 위하여 컴퓨터 판독 가능 매체에 통합된 컴퓨터 프로그램, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체의 예는 ROM, RAM, 레지스터, 캐시 메모리, 반도체 메모리 디바이스, 내부 하드 디스크 및 착탈가능형 디스크와 같은 자기 매체, 광 자기 매체, 및 CD-ROM 디스크와 같은 광학 매체 및 DVD(digital versatile disk)를 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 소프트웨어와 관련된 프로세서는 WTRU, UE, 단말기, 기지국, RNC 또는 임의의 호스트 컴퓨터에서 사용하기 위한 무선 주파수 트랜시버를 구현하는데 사용될 수 있다.
- [0263] 추가의 예는 하기에 제공된다.
- [0264] 예 1은 함수 $f(W_n, W_p)$ 를 사용하여 복합 프리코더, W_c 를 구성하는 것을 포함하는 방법이고, (W_n) 은 확장 행렬이고, (W_p) 는 패널 특유의 프리코더이다.
- [0265] 예 2에서, 함수 $f(W_n, W_p)$ 는 송신 방식에 기초하여 결정된다.
- [0266] 예 3에서, 함수 $f(W_n, W_p)$ 는 MIMO 동작 모드에 기초하여 결정된다.
- [0267] 예 4에서, 함수 $f(W_n, W_p)$ 는 동작 주파수 대역에 기초하여 결정된다.
- [0268] 예 5에서, 함수 $f(W_n, W_p)$ 는 대규모 안테나 구성에 기초하여 결정된다.
- [0269] 예 6에서, 패널 특유의 프리코더 W_p 는 복수의 컴포넌트 프리코더를 포함한다.
- [0270] 예 7에서, W_p 의 제1 컴포넌트 프리코더는 광대역 빔 그룹 보고를 위한 컴포넌트 프리코더이다.
- [0271] 예 8에서, W_p 의 제2 컴포넌트 프리코더는 부대역 빔 선택 및 편광 안테나 포트의 동시-페이징을 위한 컴포넌트 프리코더이다.
- [0272] 예 9는 채널 상태 정보 기준 신호(CSI-RS)와 함께 사용하기 위한 안테나 패널을 구성하는 것을 포함하는 방법이다.
- [0273] 예 10에서, 예 9의 방법은, CSI-RS가 다중 패널 시스템에서 각 패널에 대하여 구성된다.
- [0274] 예 11에서, CSI-RS 구성은:
- [0275] 하나 이상의 CSI-RS 재사용 패턴;
- [0276] CSI-RS 구성의 송신 전력;
- [0277] 제로 전력 또는 제로가 아닌 전력의 표시;
- [0278] 하나 이상의 CSI-RS 재사용 패턴의 듀티 사이클; 및
- [0279] 하나 이상의 CSI-RS 재사용 패턴의 타이밍 오프셋 중 적어도 하나를 포함한다.

- [0280] 예 12에서, CSI-RS 구성은 프리코딩되지 않은 CSI-RS 또는 빔포밍된 CSI-RS로서 정의된다.
- [0281] 예 13은:
- [0282] 기준 신호 송신이 시간적으로 다중화되고 상이한 방향으로 빔포밍될 수 있는 안테나 그룹으로부터 빔 측정 기준 신호를 송신하는 단계; 및
- [0283] 기준 신호 및 선회되는 방향에 관한 피드백 정보를 측정하도록 WTRU를 동작시키는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0284] 예 14는 프리코딩되지 않은 CSI-RS를 송신하는 것은, 상이한 패널의 안테나가 공통 CSI-RS로 가상화되도록, 상이한 패널의 안테나로부터 송신될 수 있는 것을 포함하는 방법이다.
- [0285] 예 15는 패널들이 동일 위치에 있는 조건을 만족하지 않을 때 하나의 패널의 안테나로부터 프리코딩되지 않은 CSI-RS를 송신하는 것을 포함하는 방법이며, 여기서 별도의 패널로부터의 프리코딩되지 않은 CSI-RS는 시간 및/또는 주파수 및/또는 코드 도메인에서 다중화된다.
- [0286] 예 16은 하나 이상의 CSI-RS 구성에 대하여 하나 이상의 유사-배치(QCL) 타입을 구성하는 것을 포함하는 방법이며, 여기서 QCL은 둘 이상의 CSI-RS 구성들(또는 CSI-RS들)이 지연 확산, 도플러 확산, 주파수 시프트, 평균 수신 전력, 수신 타이밍 및 빔 인덱스 중 적어도 하나의 관점에서 유사-배치되는지(또는 동일하다고 가정되는지) 여부를 표시한다.
- [0287] 예 17에서, QCL 타입은 전체 또는 부분 QCL 파라미터가 QCL되는지 또는 비-QCL되는지 여부를 나타내며, 만일 QCL 파라미터가 QCL되면 QCL 파라미터에 대하여 동일한 수신 신호 특성을 가지며, 만일 QCL 파라미터가 비-QCL되면, QCL 파라미터의 수신 신호 특성에 차이가 있다.
- [0288] 예 18은 복합 프리코더 W_c 를 $W_c = W_n \otimes W_p$ 로서 구성하는 단계를 포함하는 방법이며, 여기서 \otimes 는 크로네커 곱이고, W_n 은 $N_a \times 1$ 벡터이며, W_p 는 패널과 연관된 $N_p \times R$ 프리코딩 벡터/행렬이다.
- [0289] 예 19에서, 각각의 패널에 대하여, 무선 송수신 유닛(WTRU)은 대표적인 CSI-RS 구성에 기초하여 W_p 를 결정할 수 있다.
- [0290] 예 20에서, 대표적인 CSI-RS 구성은 gNB로 표시된다.
- [0291] 예 21에서, 대표적인 CSI-RS 구성은 사용자 장비에 의해 자율적으로 결정된다.
- [0292] 예 22에서, 사용자 장비는 복합 프리코더의 CQI를 최대화하기 위하여 W_p 를 결정한다.
- [0293] 예 23은 복합 프리코더 W_c 를 $W_c(k, i) = W_n(k)W_p(i)$ 로서 구성하는 단계를 포함하는 방법이며, 여기서 $W_n(k)$ 는 $N_t \times N_p$ 행렬이고, $W_p(i)$ 는 $N_p \times R$ 벡터/행렬이다.
- [0294] 예 24는 복합 프리코더 W_c 를 스파스 행렬 $W_c = W_n \otimes W_p$ 로서 구성하는 단계를 포함하는 방법이며, 여기서, \otimes , W_n , W_p 는 크로네커 곱, $N_a \times 1$ 패널 선택 스파스 벡터, $N_p \times R$ 안테나 선택 스파스 행렬이다.
- [0295] 예 25는 복합 프리코더 W_c 를 아래와 같이 구성하는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0296] $W_c = \sum_{j=1}^{N_a} W_{nj} \otimes W_{pj}$
- [0297] 여기서, \otimes , W_{nj} , W_{pj} 는 크로네커 곱, $N_a \times 1$ 패널 선택 스파스 벡터, $N_p \times R$ 안테나 선택 스파스 행렬이다.
- [0298] 예 26은 복합 프리코더 W_c 를 $W_c = W_n \otimes (W_p^1 \cdot W_p^2)$ 로서 구성하는 단계를 포함하는 방법이고, 여기에서 \otimes 는 크로네커 곱이다.
- [0299] 예 27에서, $W_p^1 = \begin{pmatrix} X_1 \otimes X_2 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & X_1 \otimes X_2 \end{pmatrix}$ 또는 $W_p^1 = \begin{pmatrix} X_1 \otimes X_2 & X_1 \otimes X_2 \\ X_1 \otimes X_2 & -X_1 \otimes X_2 \end{pmatrix}$ 이다.

[0300] 예 28에서, X_1 는 $N_1 \times L_1$ 행렬이고, L_1 열 벡터들은 N_1 길이의 O_1 오버샘플링된 DFT 벡터이다:

$$v_l = \left[\mathbf{1} \quad e^{\frac{j2\pi l}{N_1 O_1}} \quad \dots \quad e^{\frac{j2\pi(N_1-1)l}{N_1 O_1}} \right]^T$$

[0301] 예 29에서, X_2 는 $N_2 \times L_2$ 행렬이고, L_2 열 벡터들은 N_2 길이의 O_2 오버샘플링된 DFT 벡터이다:

$$v_l = \left[\mathbf{1} \quad e^{\frac{j2\pi l}{N_2 O_2}} \quad \dots \quad e^{\frac{j2\pi(N_2-1)l}{N_2 O_2}} \right]^T \text{ 이다.}$$

[0302] 예 30에서, N_1 및 N_2 는 제1 및 제2 차원에서 폴 당 안테나 포트들의 수이다.

[0303] 예 31에서, $W_p^2 = \begin{bmatrix} s_1 \\ \alpha s_2 \end{bmatrix}$ 이고, 여기서, s_1 및 s_2 는 열 선택 벡터이고, α 는 복소수에 기초한 동시-페이징 요소이다.

[0304] 예 32에서, 예를 들어, $s_1 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \right\}$ 및 $s_2 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \right\}$ 이고 s_1 및 s_2 는 W_p^1 에서 열 벡터의 선형 조합이다.

[0305] 예 33에서, W_p^1 에 대하여서는 제1 주파수 그래놀래리티가 사용되고, W_p^2 에 대하여서는 제2 주파수 그래놀래리티가 사용되고, W_n 에 대하여서는 제3 주파수 그래놀래리티가 사용된다.

[0306] 예 34에서, 제1 주파수 그래놀래리티는 제3 주파수 그래놀래리티보다 크거나 같다.

[0307] 실시 예 35에서, 제2 주파수 그래놀래리티는 제3 주파수 그래놀래리티보다 작거나 같다.

[0308] 예 36에서, 복수의 패널 각각에 대하여, 패널 p 는 CSI-RS 구성과 관련된다.

[0309] 예 37에서, 복수의 패널 각각에 대하여, 패널 p 는 CSI-RS 구성에서 안테나 포트의 서브세트와 관련된다.

[0310] 예 38은 하나 이상의 개별 패널 특유의 프리코더 $W_{p,1}$ 를 사용하여 복합 프리코더를 구성하는 단계를 포함하는 방법이고, 여기서 l 은 패널 인덱스(또는 CSI-RS 구성 인덱스), $l = 1, \dots, N_a$ 이다.

[0311] 예 39에서, 복합 프리코더는 $W_c = [W_{p,1} | W_{p,2} | \dots | W_{p,N_a}]$ 로서 구성되고, 여기서 '|'은 아래와 같이 되도록, 하나 이상의 패널 특유의 프리코더 $W_{p,1}$ 를 '스태킹(stackings)'하는 것을 나타낸다.

$$W_c = [W_{p,1} | W_{p,2} | \dots | W_{p,N_a}] = \begin{bmatrix} W_{p,1} \\ W_{p,2} \\ \vdots \\ W_{p,N_a} \end{bmatrix}$$

[0313] 예 40에서, 패널 특유의 프리코더들의 스태킹은 $W_c = \text{diag}[C_{p,1} C_{p,2} \dots C_{p,N_a}] \cdot W_n$ 로서 구성되고, $C_{p,1}$ 은 패널들에 걸친 동시-페이징 없이 패널 l 과 연관된 프리코딩 벡터이고, $\text{diag}[\]$ 는 패널 특유의 프리코더의 블록 대각화이고, W_n 은 패널들에 걸친 $N_a \times 1$ 동시-페이징 벡터이다.

[0314] 예 41에서, 패널들에 걸친 동시-페이징 후에, 각각의 패널 특유의 프리코더는 $W_{p,1}$ 로서 표현된다.

[0315] 예 42에서, 패널들에 걸친 동시-페이징은 $W_{p,1}$ 로서 보고된다.

[0316] 예 43에서, 패널들에 걸친 동시-페이징은 패널 특유의 프리코더 $C_{p,1}$ 와 함께 W_n 으로서 개별적으로 보고된다.

[0317] 예 44에서, 각각의 $W_{p,1}$ 는 컴포넌트 프리코더 W_p^1 및 W_p^2 와 동일한 프리코딩 구조를 갖는다.

- [0318] 예 45에서, W_p^1 는 모든 패널에 공통이다.
- [0319] 예 46에서, 사용자 장비는 모든 패널에 대하여 단일 W_p^1 를 보고하고 사용자 장비는 각 패널에 대하여 $W_{p,l}^2$ 을 보고한다.
- [0320] 예 47에서, W_p^1 는 패널에 특유하다.
- [0321] 예 48에서, 사용자 장비는 각각의 패널에 대하여 $W_{p,l}^1$ 및 $W_{p,l}^2$ 을 보고한다.
- [0322] 예 49에서, W_n 은 W_p^1 와 동일한 주파수 그래놀래리티로 보고된다.
- [0323] 예 50에서, W_n 은 W_p^2 와 동일한 주파수 그래놀래리티로 보고된다.
- [0324] 예 51에서, W_n 의 주파수 그래놀래리티는:
- [0325] 비주기적 또는 반영구적 CSI 보고를 트리거하는 데 사용되는 관련 DL 제어 정보 내의 표시;
- [0326] 복합 프리코더와 관련된 패널의 수 또는 CSI-RS 구성의 수;
- [0327] 사용된 주파수 대역; 및
- [0328] 사용된 CSI 보고 설정 중 적어도 하나에 기초하여 결정된다.
- [0329] 예 52에서, 패널 공통 W_p^1 또는 패널 특유의 W_p^1 의 사용은:
- [0330] 패널들에 걸친 안테나 캘리브레이션 상태;
- [0331] CSI 보고가 트리거될 때 동적인 표시; 및
- [0332] 어느 타입의 W_p^1 가 사용되는지 표시하는 상위 계층 시그널링 중 적어도 하나에 기초하여 결정되고, 여기서 안테나 캘리브레이션 상태는 QCL로서 표시되어, 미리 정의된 QCL 파라미터가 패널들에 걸쳐 또는 CSI-RS 구성에 걸쳐 QCL될 경우 패널 공통 W_p^1 이 사용되며 그렇지 않으면 패널 특유의 W_p^1 이 사용된다.
- [0333] 예 53에서, $C_{p,1}$ 은 관련 CSI-RS 구성에 기초하여 결정되고, N_a 개의 CSI-RS 구성은 복합 코드북에 대한 CSI 보고를 위하여 사용된다.
- [0334] 예 54는 사용자 장비가 QCL 타입 또는 상태에 기초하여 제1 복합 프리코더 구조 $W_c = [W_{p,1}|W_{p,2}|\dots|W_{p,N_a}]$ 및 제2 복합 프리코더 구조 $W_c = W_n \otimes W_p$ 중 하나를 선택하는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0335] 예 55에서, 제2 복합 프리코더 구조는 모든 CSI-RS 구성이 미리 정의된 QCL 파라미터 세트에 대하여 QCL될 경우 선택된다.
- [0336] 예 56에서, 미리 정의된 QCL 파라미터 세트는 미리 정의된 QCL 타입 또는 QCL 파라미터의 서브세트를 포함한다.
- [0337] 예 57에서, 제1 복합 프리코더 구조는 모든 CSI-RS 구성이 미리 정의된 QCL 파라미터 세트에 대하여 QCL되는 것이 아니라면 선택된다.
- [0338] 예 58에서, 미리 정의된 QCL 파라미터 세트는 미리 정의된 QCL 타입 또는 QCL 파라미터의 서브세트를 포함한다.
- [0339] 예 59에서, 제1 복합 프리코더는 각 패널에 대하여 W_p 의 개별 보고를 사용하고, 제2 복합 프리코더는 모든 패널에 대하여 W_p 의 공통 보고를 사용한다.
- [0340] 예 60은 예 1 내지 59 중 임의의 한 방법에 따라 구성된 프리코더를 사용하여 RF 신호를 송신하는 단계를 포함하는 방법이다.

- [0341] 예 61은:
- [0342] 다중 포트 안테나 시스템의 하나 이상의 포트 - 각 포트는 안테나 시스템의 하나 이상의 방사 요소의 각각의 세트에 대응함 - 로부터 제1 신호를 송신하는 단계;
- [0343] 상기 제1 신호의 수신기로부터 상기 하나 이상의 포트의 채널 상태 정보(CSI)에 관한 피드백을 수신하는 단계;
- [0344] 상기 피드백에 기초하여 제2 신호를 프리코딩하는 단계; 및
- [0345] 상기 안테나 시스템으로부터 상기 프리코딩된 제2 신호를 송신하는 단계를 포함하는 방법이다.
- [0346] 예 62에서, 상기 제1 신호는:
- [0347] 재사용 패턴;
- [0348] 송신 전력의 표시;
- [0349] 재사용 패턴의 듀티 사이클의 표시; 및
- [0350] 상기 재사용 패턴의 타이밍 오프셋의 표시 중 하나 이상을 포함한다.
- [0351] 예 63에서, 상기 프리코딩은:
- [0352] 포트 선택기 행렬 W_n 및 포트 특유의 프리코더 W_p 의 함수인 복합 프리코더 W_c 에 더 기초하여 제2 신호를 프리코딩하는 것을 포함한다.
- [0353] 예 64에서, 프리코딩은 복합 프리코더 W_c 를 동적으로 구성하는 것을 포함한다.
- [0354] 예 65에서, 포트 특유의 프리코더 W_p 는 제1 및 제2 컴포넌트 프리코더의 함수이고, 제1 컴포넌트 프리코더는 광대역 빔 그룹 보고를 위하여 구성되고, 제2 컴포넌트 프리코더는 부대역 빔 선택 및 편광 포트의 동시-페이징을 위하여 구성된다.
- [0355] 예 66에서, 복합 프리코더 W_c 는 $W_n \otimes W_p$ 과 동일하고,
- [0356] \otimes 는 크로네커 곱이고,
- [0357] $W_p = W_p^1 \cdot W_p^2$ 이고,
- [0358] W_p^1 는 $\begin{pmatrix} X_1 \otimes X_2 & 0 \\ 0 & X_1 \otimes X_2 \end{pmatrix}$ 및 $\begin{pmatrix} X_1 \otimes X_2 & X_1 \otimes X_2 \\ X_1 \otimes X_2 & -X_1 \otimes X_2 \end{pmatrix}$ 중 하나이고,
- [0359] X_1 는 $N_1 \times L_1$ 행렬이고, L_1 열 벡터들은 N_1 길이의 O_1 오버샘플링된 DFT 벡터:
- $$v_l = \left[1 \quad e^{\frac{j2\pi l}{N_1 O_1}} \quad \dots \quad e^{\frac{j2\pi(N_1-1)l}{N_1 O_1}} \right]^T \text{ 이고;}$$
- [0360] X_2 는 $N_2 \times L_2$ 행렬이고, L_2 열 벡터들은 N_2 길이의 O_2 오버샘플링된 DFT 벡터:
- $$v_l = \left[1 \quad e^{\frac{j2\pi l}{N_2 O_2}} \quad \dots \quad e^{\frac{j2\pi(N_2-1)l}{N_2 O_2}} \right]^T \text{ 이고;}$$
- [0361] N_1 은 제1 차원에서 폴 당 안테나 포트의 수이며;
- [0362] N_2 은 제2 차원에서 폴 당 안테나 포트의 수이다.
- [0363] 예 67에서:
- [0364] $W_p^2 = \begin{bmatrix} s_1 \\ \alpha s_2 \end{bmatrix}$ 이고,
- [0365] 여기서, s_1 및 s_2 는 각각의 열 선택 벡터이고,

[0366] α 는 복소수에 기초한 동시-페이징 요소이다.

[0367] 예 68에서:

[0368]
$$s_1 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \right\}$$
 및

[0369]
$$s_2 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \right\}$$
 이다.

[0370] 예 69에서:

[0371]
$$W_p^2 = \begin{bmatrix} s_1 \\ \alpha s_2 \end{bmatrix}$$
 이고,

[0372] s_1 및 s_2 는 W_p^1 에서 열 벡터의 선형 조합이다.

[0373] 예 70에서, 프리코딩은:

[0374] W_p^1 에 대하여서는 제1 주파수 그래놀래리티, W_p^2 에 대하여서는 제2 주파수 그래놀래리티를 사용하는 것을 포함하고, 제1 주파수 그래놀래리티 및 제2 주파수 그래놀래리티는 서로 상이하다.

[0375] 예 71에서:

[0376] 포트 선택기 행렬 W_n 은 제1 서브 컴포넌트 프리코더 W_n^1 및 제2 서브 컴포넌트 프리코더 W_n^2 의 함수이고;

[0377] 제1 서브 컴포넌트 프리코더 W_n^1 는 서브세트 동시-페이징 벡터를 결정하도록 구성되고;

[0378] 제2 서브 컴포넌트 프리코더 W_n^2 는 제1 서브 컴포넌트 프리코더 W_n^1 에 의해 결정된 동시-페이징 벡터들의 서브세트 내의 동시-페이징 벡터를 결정하도록 구성된다.

[0379] 예 72에서, W_n^1 는 오버샘플링된 DFT 행렬의 서브세트, 그라스만 기반의 코드북 및 코드북을 포함한다.

[0380] 예 73에서, W_n^2 는 열 선택 벡터를 포함한다.

[0381] 예 74에서:

[0382] W_n^1 은 장기 광대역 기반 프리코더로서 구성되고;

[0383] W_n^2 는 단기 부대역 기반 프리코더로 구성된다.

[0384] 예 75에서, 예 63의 함수는 송신 방식, 송신 주파수 대역, 루프 동작 모드, 및 안테나 시스템의 포트의 수 중 하나 이상에 기초한다.

[0385] 예 76에서:

[0386] 송신은 포트 그룹으로부터 빔 측정 기준 신호를 송신하고, 시간적으로 빔 측정 기준 신호 송신을 다중화하고, 빔 측정 기준 신호 송신을 다수의 방향으로 빔포밍하는 것을 포함하고;

[0387] 수신은 방향들 중 선호되는 방향을 나타내는 피드백을 수신기로부터 수신하는 것을 포함한다.

[0388] 예 77에서:

[0389] 안테나 시스템은 방사 요소의 다중 패널을 포함하고;

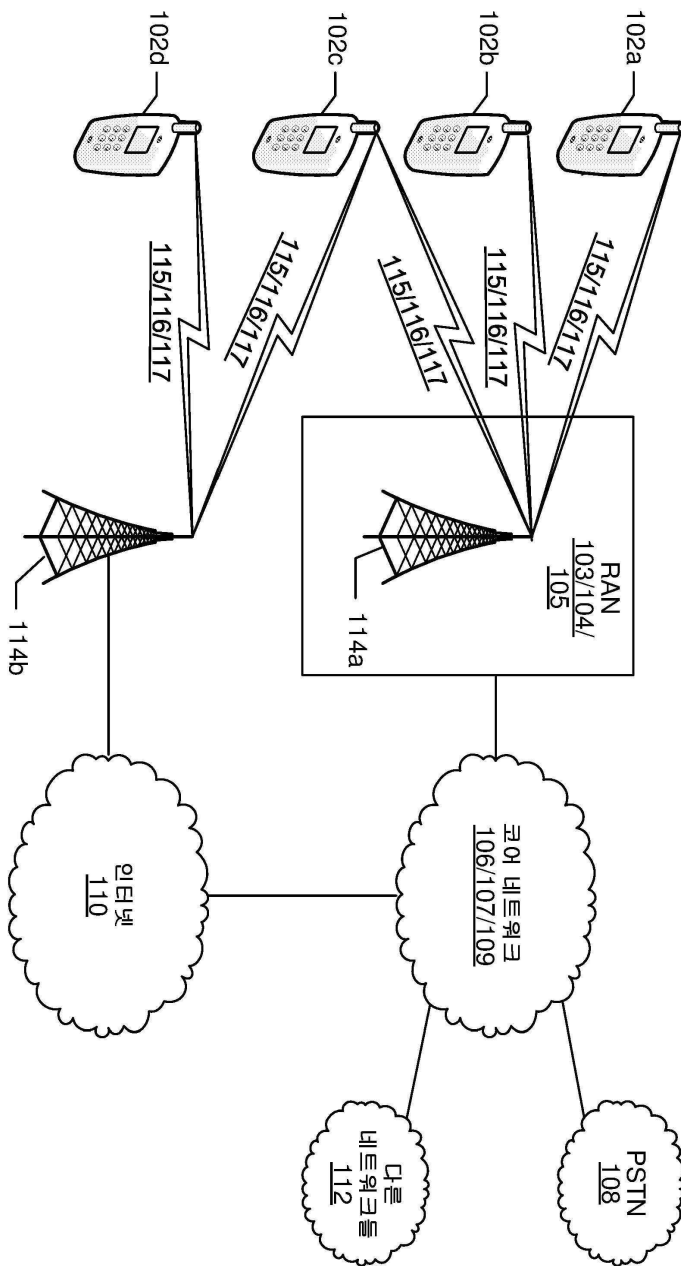
[0390] 송신은 패널들 중 제1 패널의 하나 이상의 포트로부터 상기 제1 신호를 송신하는 것을 포함하고;

- [0391] 수신은 상기 제1 패널의 CSI에 관한 피드백을 수신기로부터 수신하는 것을 포함하고;
- [0392] 상기 프리코딩은 상기 제1 및 제2 패널 사이의 거리가 임계 거리보다 작은 경우, 제1 패널의 CSI에 대한 피드백을 패널들 중 제2 패널의 CSI에 대한 피드백으로서 사용하는 것을 포함한다.
- [0393] 예 78에서:
- [0394] 상기 수신은 제1 패널의 지연 확산, 도플러 확산, 주파수 시프트, 평균 수신 전력, 수신 타이밍(도달 시간) 및 빔 인덱스 중 하나 이상에 관한 피드백을 수신하는 것을 더 포함하고;
- [0395] 상기 사용은 제1 및 제2 패널 사이의 거리가 임계 거리보다 작은 경우, 제1 패널의 지연 확산, 도플러 확산, 주파수 시프트, 평균 수신 전력, 수신 타이밍 및 빔 인덱스 중 하나 이상에 관한 피드백을 제2 패널에 관한 피드백으로서 사용하는 것을 포함한다.
- [0396] 예 79에서, 상기 송신은:
- [0397] 제1 및 제2 패널이 서로의 임계 거리 내에 있지 않으면, 제1 및 제2 패널의 각각으로부터 프리코딩되지 않은 제1 및 제2 기준 신호를 송신하고;
- [0398] 시간, 주파수 및 코드 도메인 중 하나 이상에서 프리코딩되지 않은 제1 및 제2 기준 신호를 다중화하는 것을 더 포함한다.
- [0399] 예 80은 안테나 시스템을 구성하는 방법이고, 상기 방법은 무선 송수신 유닛(WTRU)에서:
- [0400] 복수의 기준 신호(RS) 리소스의 구성을 수신하는 단계;
- [0401] 상기 RS 리소스들의 서브셋 - 상기 RS 리소스들의 서브셋은 제1 RS 리소스 및 제2 RS 리소스를 포함함 - 에 대한 유사-배치(QOL) 타입을 식별하는 정보를 수신하는 단계;
- [0402] 다운링크(DL) 데이터 송신의 복조를 위하여 상기 제1 RS 리소스를 사용하기 위한 표시를 수신하는 단계;
- [0403] 상기 RS 리소스들의 서브셋으로부터 기준 신호들을 측정함으로써 상기 식별된 QOL 타입과 관련된 제1 QCL 파라미터 세트를 결정하는 단계;
- [0404] 상기 제1 RS 리소스로부터 기준 신호들을 측정함으로써, 상기 제1 QCL 파라미터 세트 내에 있지 않은 제2 QCL 파라미터 세트를 결정하는 단계; 및
- [0405] 상기 제1 QCL 파라미터 세트 및 제2 QCL 파라미터 세트를 사용하여 상기 DL 데이터를 복조하는 단계를 포함한다.
- [0406] 예 81은 예 1 내지 80 중 어느 하나의 방법을 수행하기 위한 장치이다.
- [0407] 예 82는 예 1 내지 80 중 어느 하나의 방법을 수행하기 위한 수단을 포함하는 장치이다.
- [0408] 예 83은 컴퓨팅 디바이스에서 실행될 때 컴퓨팅 디바이스로 하여금 예 1 내지 80 중 어느 하나의 방법을 수행하게 하는 복수의 명령어들을 포함하는 적어도 하나의 머신 판독 가능 매체이다.
- [0409] 예 84는 예 1 내지 80 중 어느 하나의 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 시스템이다.
- [0410] 예 85는 예 1 내지 80 중 어느 하나에 따른 칩셋을 포함하는 컴퓨팅 디바이스이다.
- [0411] 예 86은 프로세서로 하여금 예 1 내지 80 중 어느 하나의 방법을 수행하게 하는 명령어들을 포함하는 컴퓨터 프로그램으로 인코딩된 비-일시적 컴퓨터 판독 가능 매체이다.
- [0412] 예 87은 예 1 내지 80 중 어느 하나의 방법을 수행하도록 구성된 프로세서 및 메모리이다.

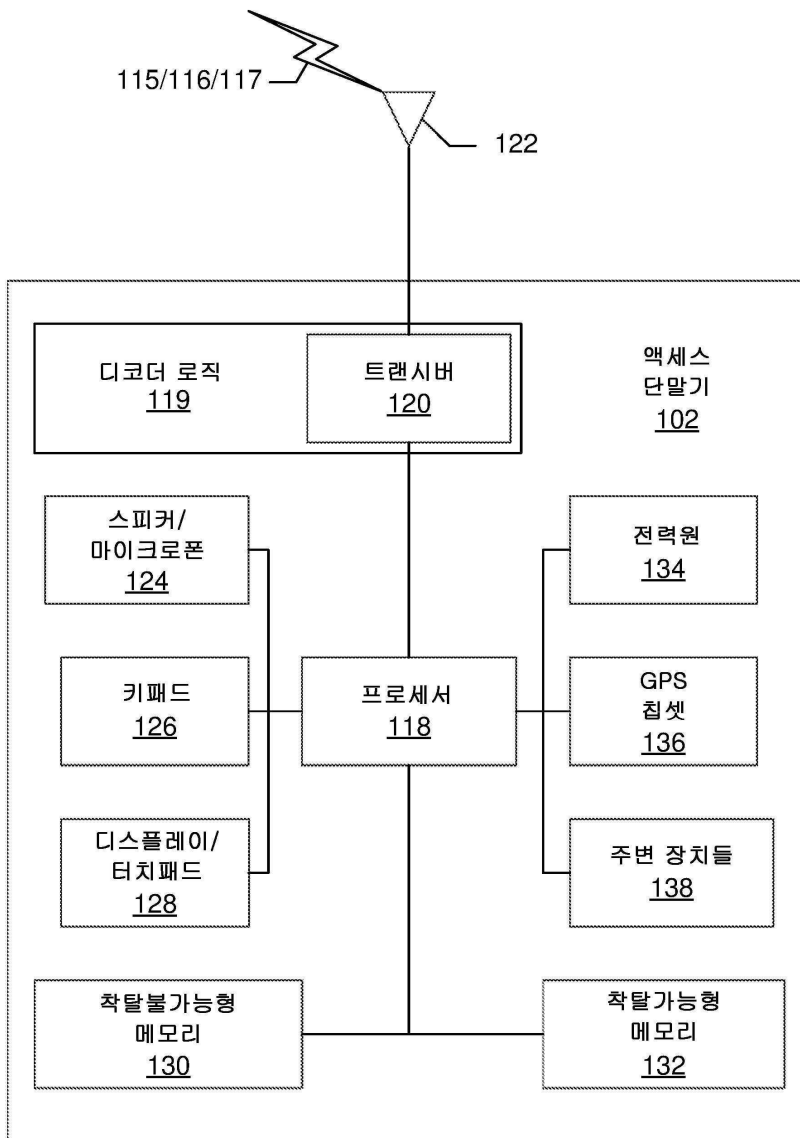
도면

도면1a

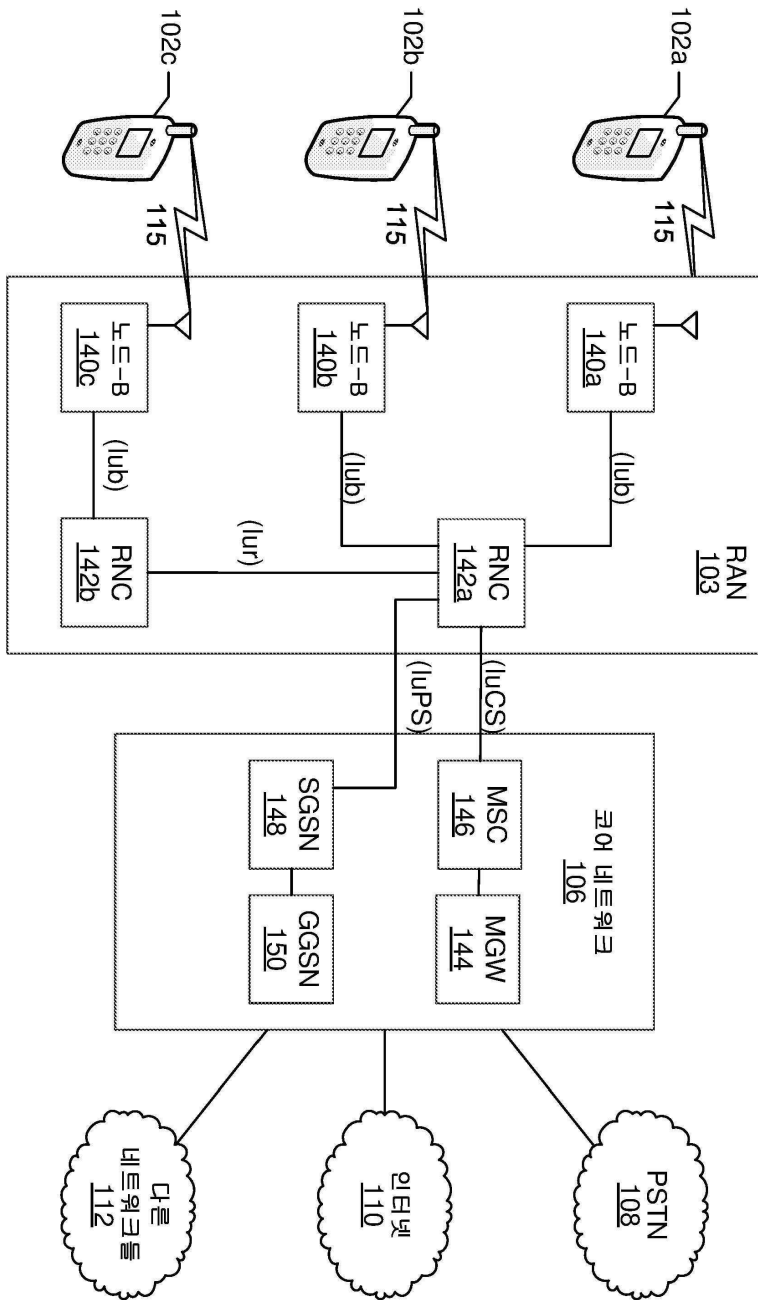
100 →



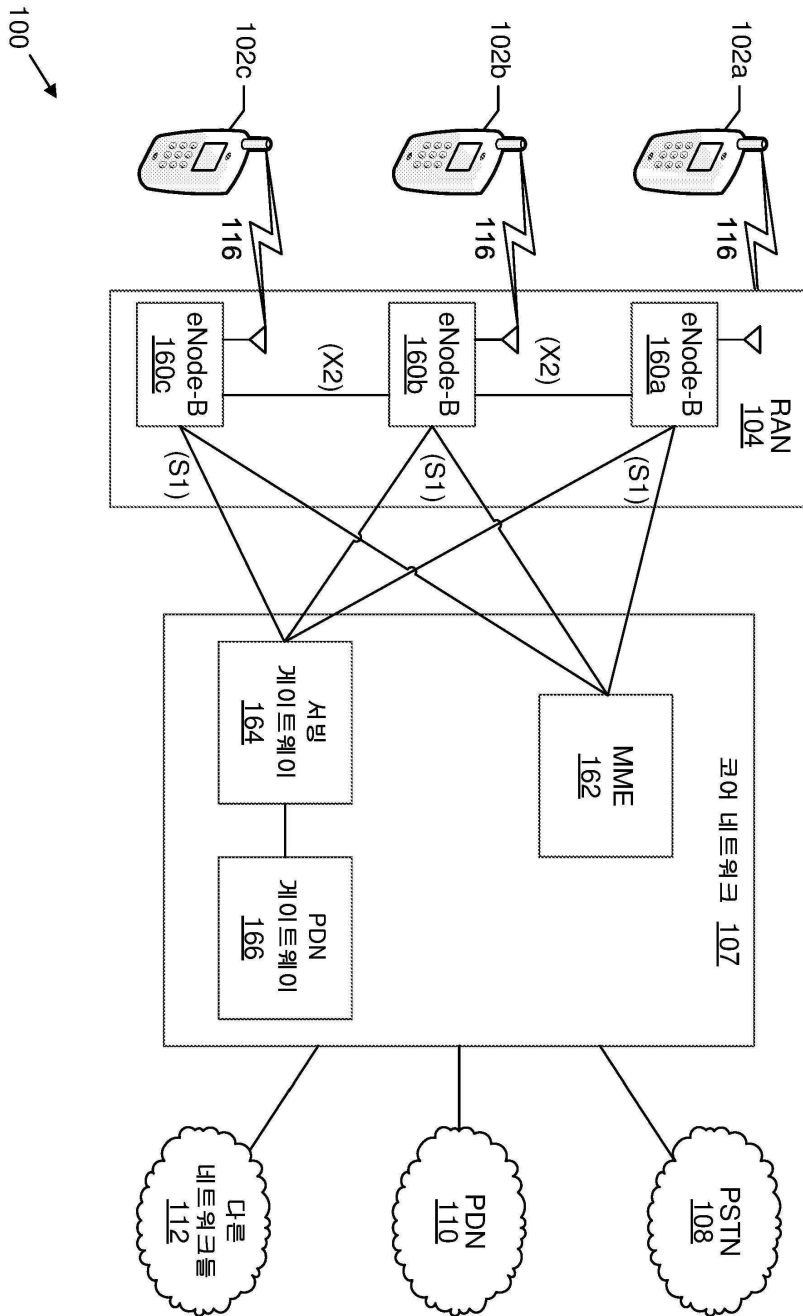
도면1b



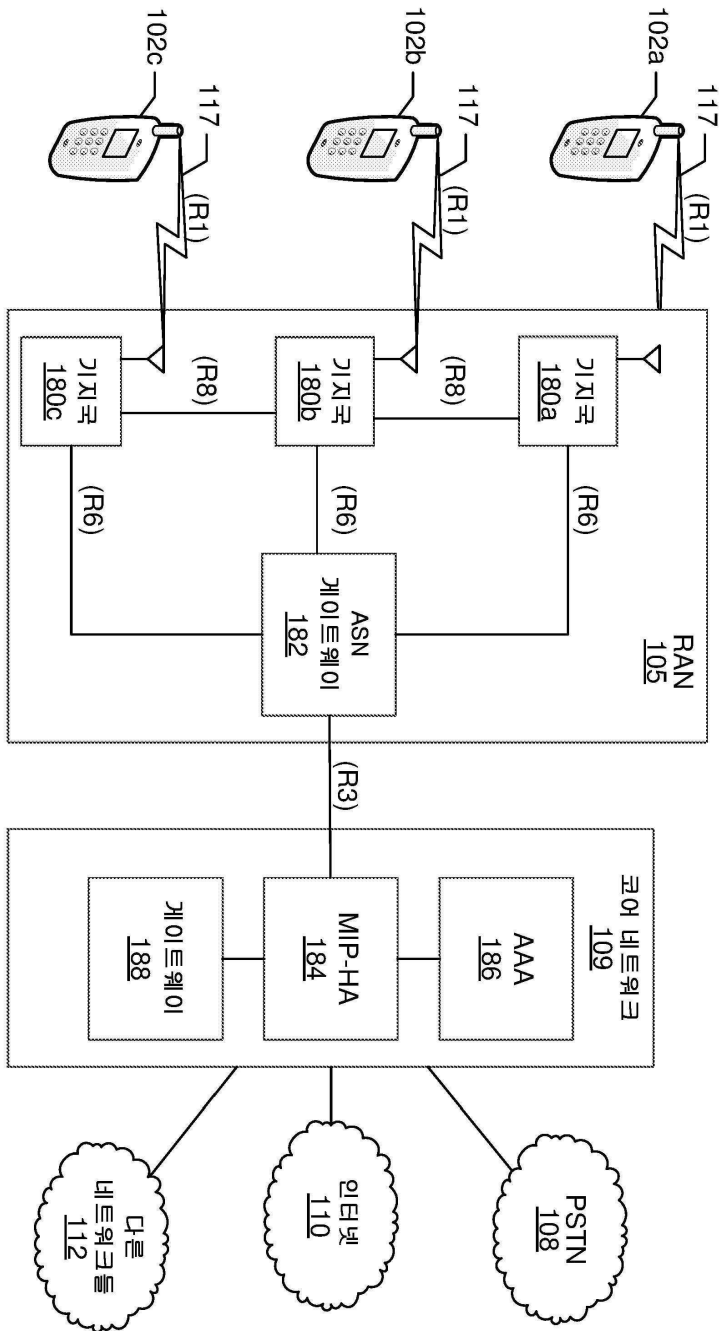
도면1c



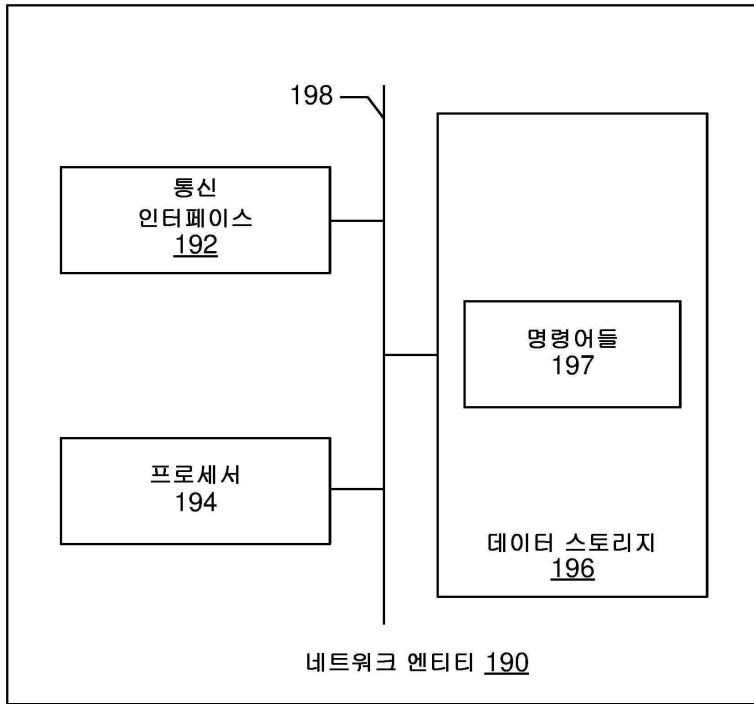
도면1d



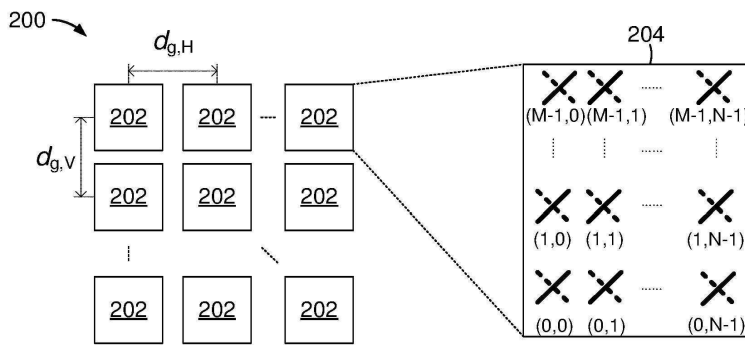
도면1e



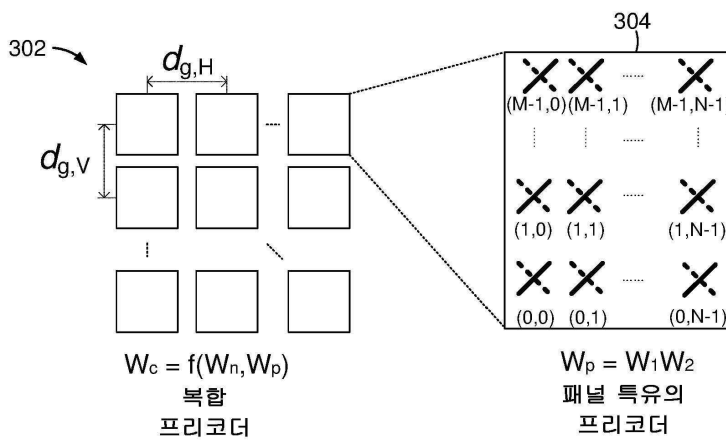
도면1f



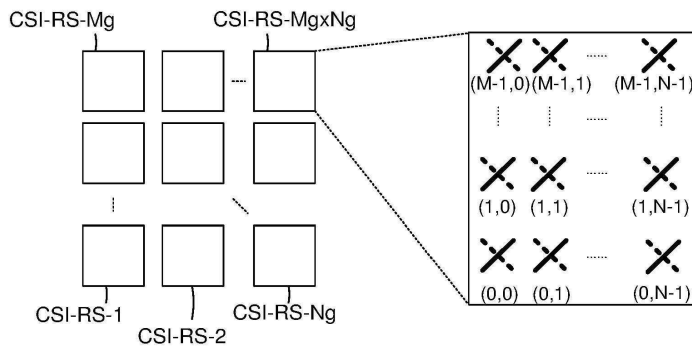
도면2



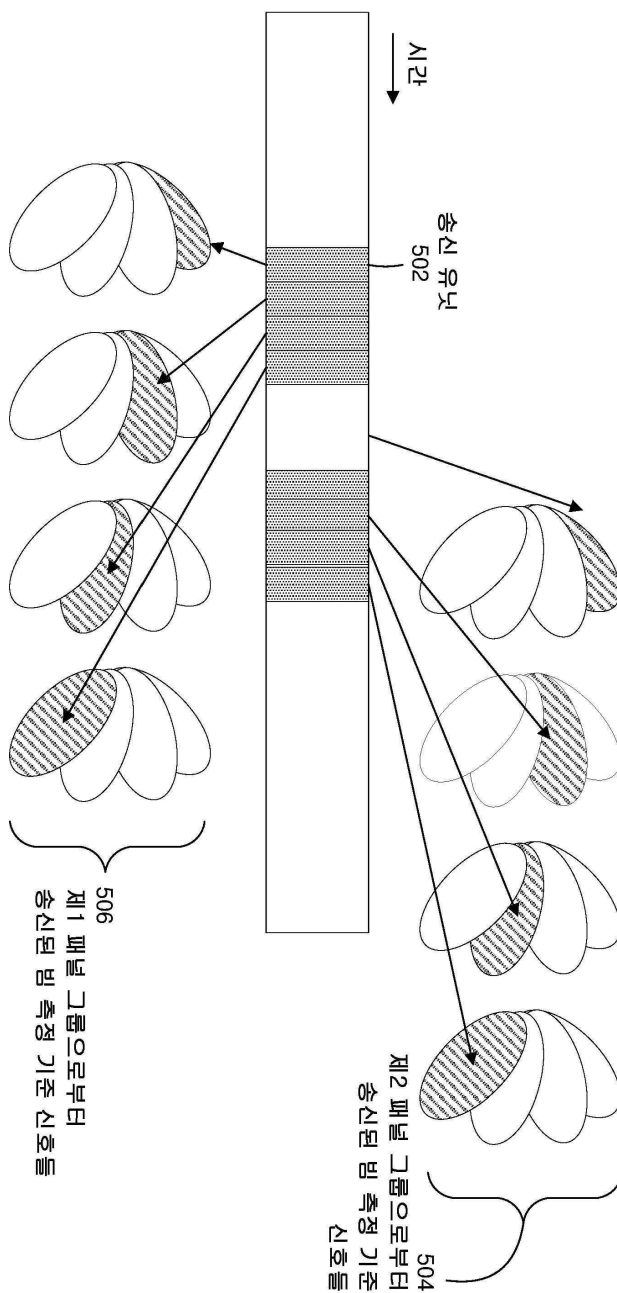
도면3



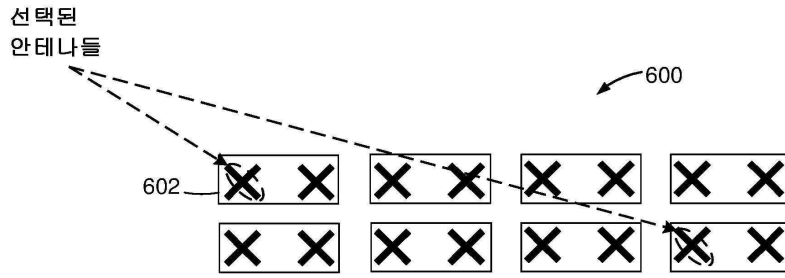
도면4



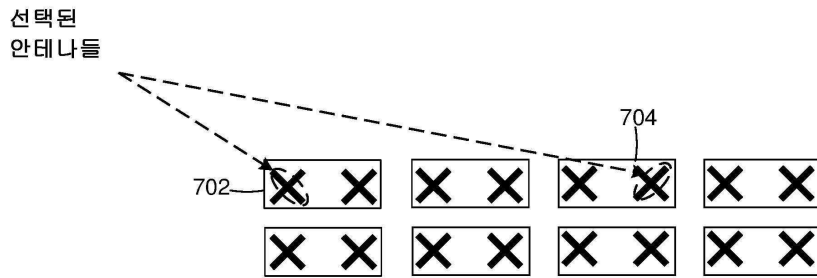
도면5



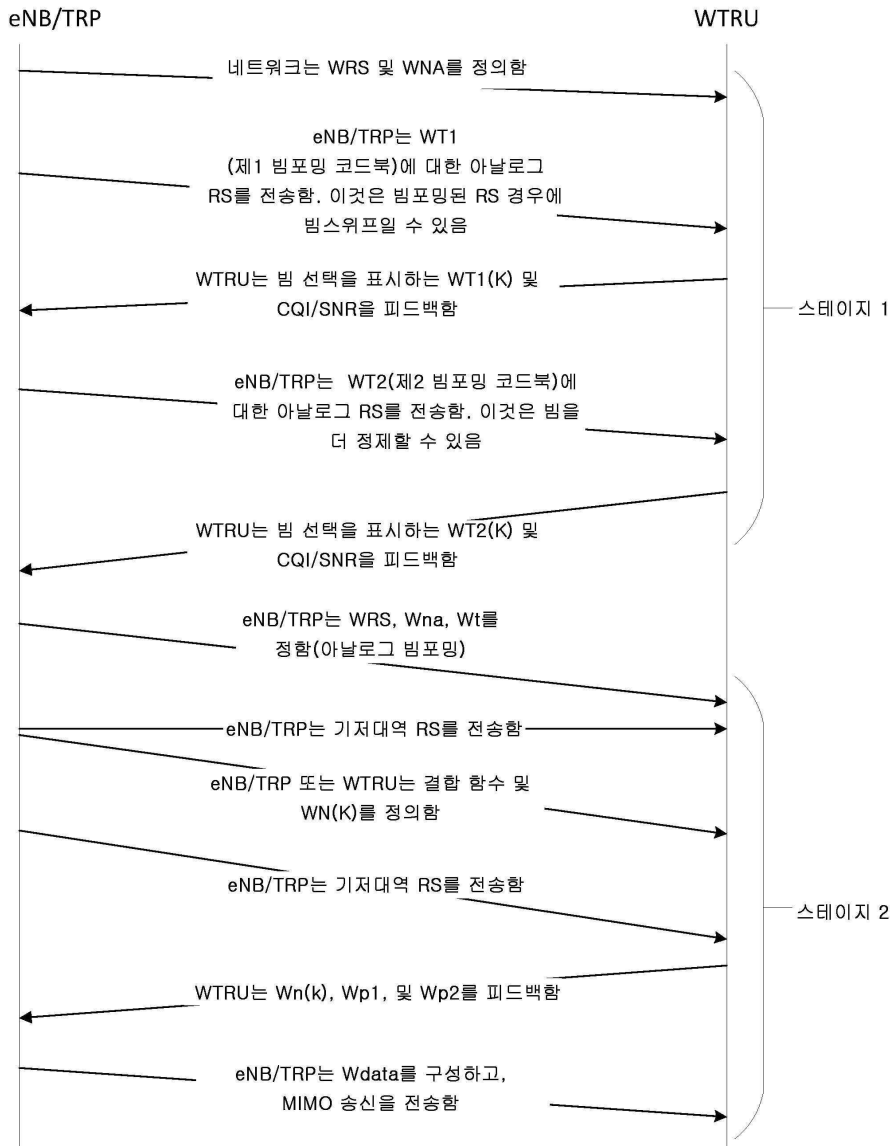
도면6



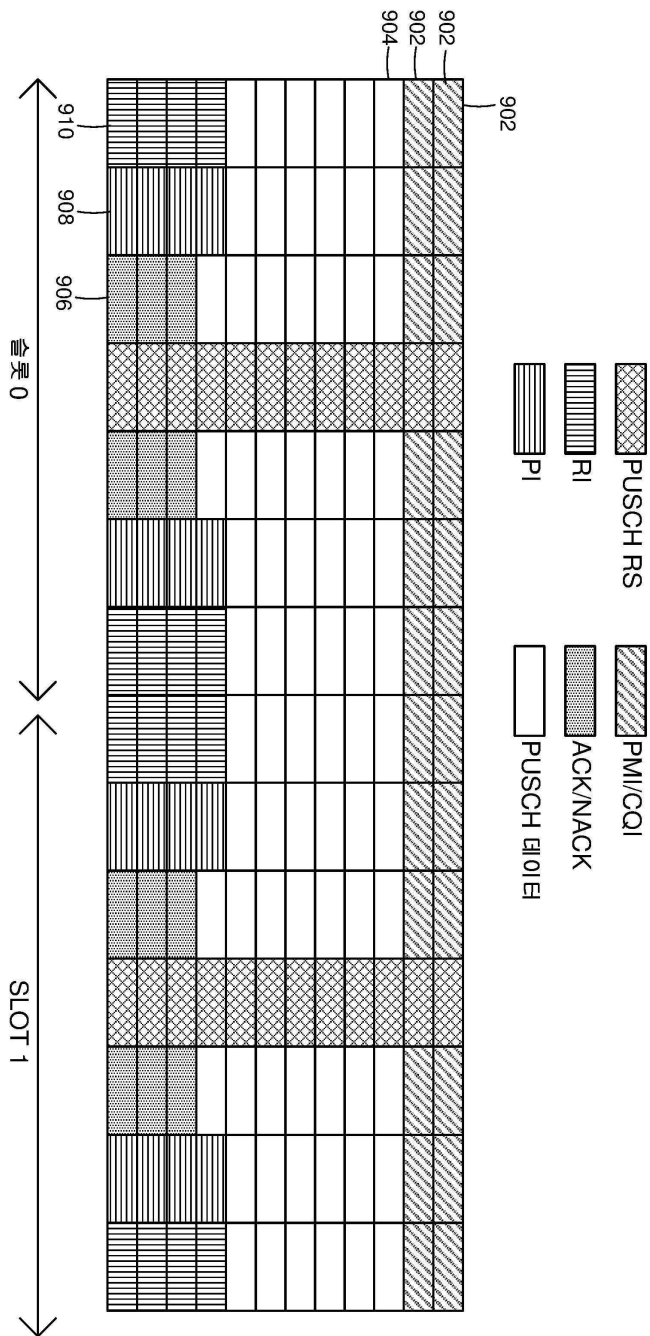
도면7



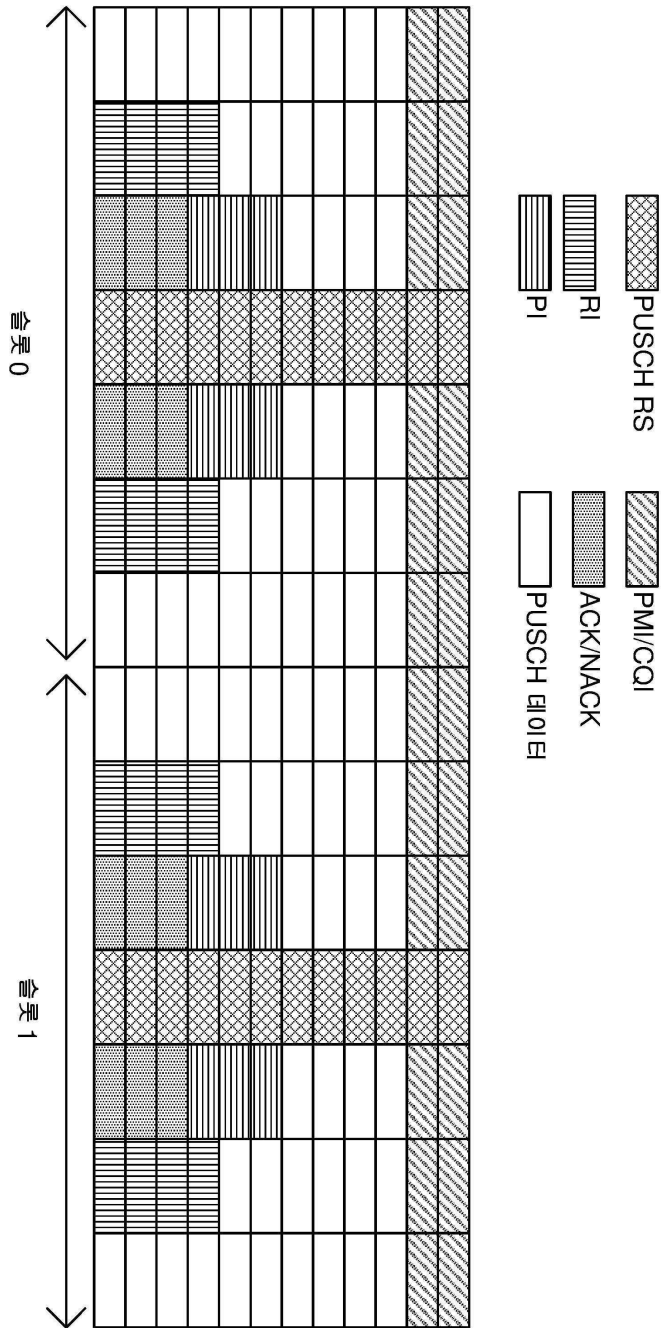
도면8



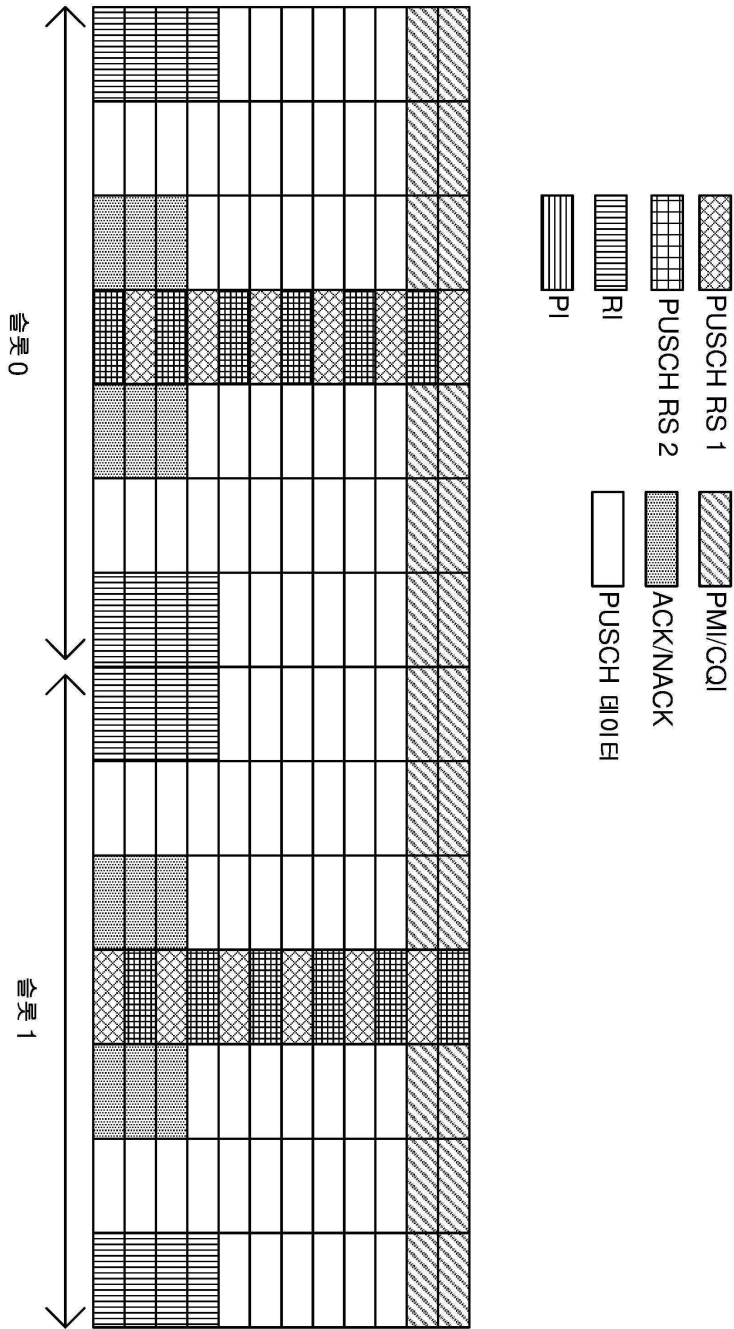
도면9



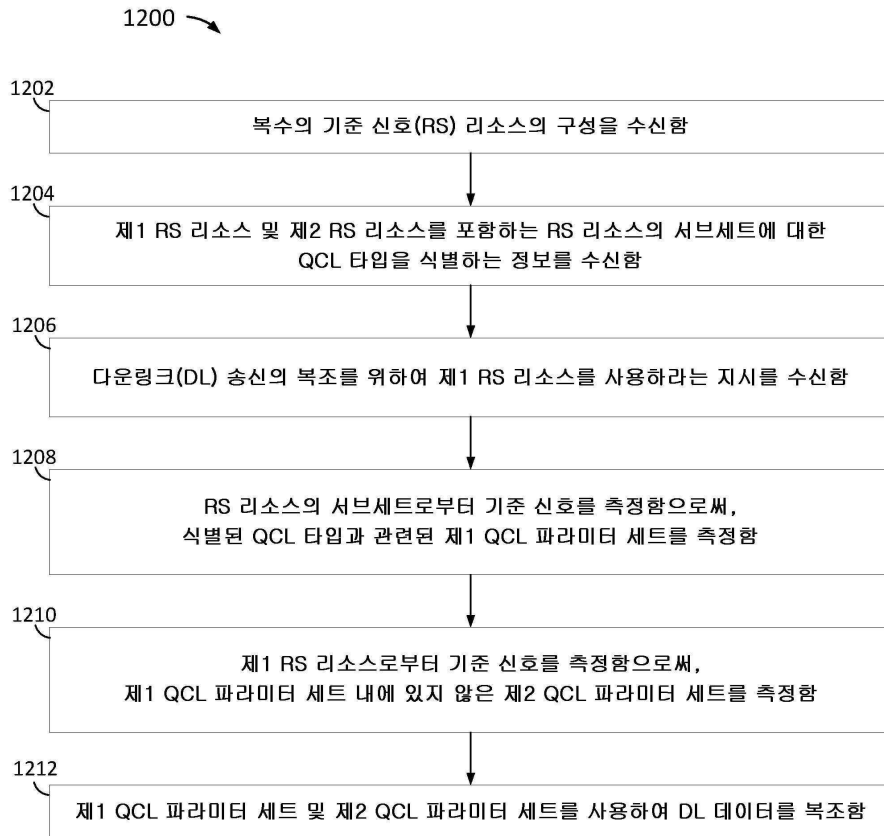
도면10



도면11



도면12



도면13

