



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0091910
(43) 공개일자 2023년06월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/26 (2006.01) H04L 23/02 (2006.01)
H04L 5/00 (2006.01) H04L 5/14 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H04L 27/2613 (2023.05)
H04L 23/02 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7014275
- (22) 출원일자(국제) 2021년10월14일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2023년04월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2021/071881
- (87) 국제공개번호 WO 2022/087569
국제공개일자 2022년04월28일
- (30) 우선권주장
63/093,449 2020년10월19일 미국(US)

- (71) 출원인
엑스콤 랩스 인코퍼레이티드
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 캐롤 파크 드
라이브 9450
- (72) 발명자
지양, 정
미국, 92121 캘리포니아, 샌디에고, 캐롤 파크 드
라이브 9450
에크페농, 앤서니 에멧
미국, 92121 캘리포니아, 샌디에고, 캐롤 파크 드
라이브 9450
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인더웨이브

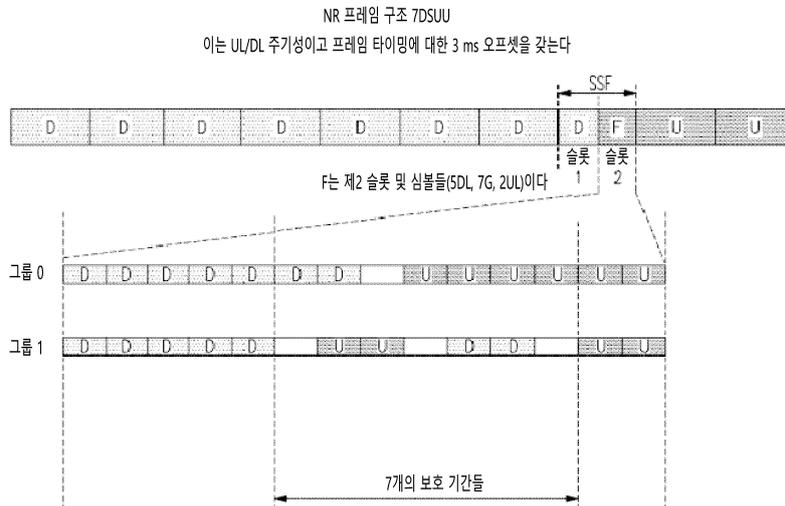
전체 청구항 수 : 총 40 항

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서의 참조 신호

(57) 요약

본 개시의 양태들은 참조 심볼을 송신 및/또는 수신하는 것에 관한 것이다. 제1 참조 심볼은 심볼 및 심볼의 순환 시프트된 부분을 포함하며, 순환 시프트된 부분은 순환 시프트 길이를 갖는다. 제2 참조 심볼은 순환 시프트 길이만큼 제1 참조 심볼에 대해 순환 시프트되는 제1 참조 심볼의 순환 시프트된 버전을 포함한다. 제1 및 제2 참조 심볼들은 적어도 하나의 안테나로부터 연속 송신된다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04L 27/2607 (2013.01)

H04L 27/2636 (2023.05)

H04L 5/0048 (2023.05)

H04L 5/1469 (2013.01)

(72) 발명자

레인, 마크 버논

미국, 92121 캘리포니아, 샌디에고, 캐롤 파크 드
라이브 9450

로, 마이클 제이.

미국, 92121 캘리포니아, 샌디에고, 캐롤 파크 드
라이브 9450

메이, 리앙

미국, 92121 캘리포니아, 샌디에고, 캐롤 파크 드
라이브 9450

고즈란, 하산

미국, 92121 캘리포니아, 샌디에고, 캐롤 파크 드
라이브 9450

카도스, 테이머 아델

미국, 92121 캘리포니아, 샌디에고, 캐롤 파크 드
라이브 9450

명세서

청구범위

청구항 1

참조 심볼(reference symbol)들을 송신하는 방법으로서,

상기 방법은,

심볼 및 상기 심볼의 순환 시프트된 부분(cyclically shifted portion)을 포함하는 제1 참조 심볼을 생성하는 단계 - 상기 순환 시프트된 부분은 순환 시프트 길이(cyclic shift length)를 가짐-;

제2 참조 심볼을 생성하는 단계 - 상기 제2 참조 심볼은 상기 주기적순환 시프트 길이만큼 상기 제1 참조 심볼에 대해 순환 시프트되는 제1 참조 심볼의 순환 시프트된 버전을 포함함 -; 및

적어도 하나의 안테나를 통해, 상기 제1 및 제2 참조 심볼들을 연속적으로 송신하는 단계를 포함하는, 참조 심볼들을 송신하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 순환 시프트된 부분은 순환 프리픽스(cyclic prefix)이고, 상기 심볼은 상기 제1 참조 심볼 내의 순환 프리픽스를 뒤따르는, 참조 심볼들을 송신하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

업링크 심볼들과 다운링크 심볼들 사이의 프레임 오프셋은 상기 순환 시프트 길이보다 더 큰, 참조 심볼들을 송신하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 참조 심볼을 생성하는 단계는,

주파수 도메인 위상 램프(frequency domain phase ramp)를 적어도 상기 제1 참조 심볼의 심볼(symbol of the first reference symbol)에 적용하는 단계를 포함하는, 참조 심볼들을 송신하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 참조 심볼을 생성하는 단계는,

시간 도메인에서 상기 순환 시프트된 부분을 추가하는 단계를 포함하는, 참조 심볼들을 송신하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 참조 심볼을 생성하는 단계는,

가중 오버랩 및 애드 롤 오프(overlap and add roll off)를 적용하는, 참조 심볼들을 송신하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

업링크 심볼들과 다운링크 심볼들 사이의 적어도 프레임 오프셋을 사전 보상하기 위해 위상 램핑(phase

ramping)을 상기 제1 및 제2 참조 심볼들에 적용하는 단계를 더 포함하는, 참조 심볼들을 송신하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 위상 램핑을 적용하는 단계는,

추가 오프셋을 사전 보상(pre-compensate)하는, 참조 심볼들을 송신하는 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 위상 램핑을 적용하는 단계는,

뉴 라디오 표준 지정 위상 회전(New Radio standard specified phase rotation)을 사전 보상하는, 참조 심볼들을 송신하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 참조 심볼들을 연속적으로 송신하는 단계는, 시간 도메인 듀플렉스(Time Domain Duplex) 송신을 포함하는, 참조 심볼들을 송신하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 참조 심볼들은,

직교 주파수 분할 멀티플렉싱(OFDM) 심볼들인, 참조 심볼들을 송신하는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 참조 심볼들은,

이산 푸리에 변환 확산 직교 주파수 분할 다중 액세스 심볼들(Discrete Fourier Transform-spread Orthogonal Frequency Division Multiple Access symbols), 인터리브 주파수 분할 다중 액세스 심볼들(Interleaved-Frequency Division Multiple Access symbols), 또는 다른 시간 도메인 파형 심볼들(other time domain waveform symbol) 중 적어도 하나를 포함하는, 참조심볼들을 송신하는 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 제1 참조 심볼은,

골드 시퀀스(Gold sequence)와 자도프-추 시퀀스(Gold sequence or Zadoff-Chu sequence.) 중 적어도 하나에 기초하여 생성되는 방법.

청구항 14

참조 심볼들을 송신하기 위한 시스템으로서, 상기 시스템은,

적어도 하나의 안테나;

베이스 밴드 유닛; 및

상기 베이스 밴드 유닛과 통신하는 무선 주파수 처리 유닛을 포함하며;

상기 베이스 밴드 유닛 및 무선 주파수 처리 유닛은,

심볼 및 상기 심볼의 순환 시프트된 부분을 포함하는 제1 참조 심볼을 생성하며, 상기 순환 시프트된 부분은 순환 시프트 길이를 갖고;

제 2 참조 심볼을 생성하고, 상기 제 2 참조 심볼은 상기 순환 시프트 길이만큼 상기 제 1 참조 심볼에 대해 순환 시프트되는 제 1 참조 심볼의 순환 시프트된 버전을 포함하고;

상기 제1 및 제2 참조 심볼들이 상기 적어도 하나의 안테나로부터 연속적으로 송신되게 하도록 함께 구성되는, 참조 심볼들을 송신하기 위한 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 무선 주파수 처리 유닛은,

원격 무선 유닛을 포함하는, 참조 심볼들을 송신하기 위한 시스템.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 무선 주파수 처리 유닛은,

프린트홀 회로를 포함하는, 참조 심볼들을 송신하기 위한 시스템.

청구항 17

제14항에 있어서,

업링크 심볼들과 다운링크 심볼들 사이의 프레임 오프셋은 상기 순환 시프트 길이보다 더 큰, 참조 심볼들을 송신하기 위한 시스템.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 제1 및 제2 참조 심볼들은,

시간 도메인 듀플렉스(Time Domain Duplex) 송신의 일부로서 송신되는, 참조 심볼들을 송신하기 위한 시스템.

청구항 19

제14항에 있어서,

상기 베이스 밴드 유닛은,

위상 램핑을 상기 심볼에 적용하도록 구성된 위상 램핑 블록을 포함하고,

상기 제2 참조 심볼은,

상기 위상 램핑 블록으로부터의 출력 신호에 기초하여 생성되는, 참조 심볼들을 송신하기 위한 시스템.

청구항 20

제14항에 있어서,

상기 무선 주파수 처리 유닛은,

상기 베이스 밴드 유닛에 의해 제공되는 심볼의 주파수 도메인 버전에 대해 역 고속 푸리에 변환을 수행하고, 상기 순환 시프트된 부분을 상기 제1 참조 심볼에 추가하도록 구성되는, 참조 심볼들을 송신하기 위한 시스템.

청구항 21

참조 심볼들을 처리하는 방법으로서, 상기 방법은,

적어도 하나의 안테나로부터, 제1 송신된 참조 심볼의 일부 및 제2 송신된 참조 심볼의 일부를 포함하는 참조

심볼을 수신하는 단계 - 상기 제1 송신된 참조 심볼은 심볼 및 순환 시프트 길이를 갖는 심볼의 순환 시프트된 부분을 포함하고, 상기 제2 송신된 참조 심볼은 상기 순환 시프트 길이만큼 상기 제1 송신된 참조 심볼에 대해 순환 시프트되는 제1 송신된 참조 심볼의 순환 시프트 버전을 포함함 -;

상기 참조 심볼을 처리하는 단계를 포함하는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 참조 심볼을 처리하는 단계는,

업링크 심볼들과 다운링크 심볼들 사이의 프레임 오프셋을 처리하는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 참조 심볼을 처리하는 단계는,

다운링크 송신과 업링크 수신 사이의 다른 타이밍 오프셋을 처리하는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 24

제21항에 있어서,

상기 참조 심볼은,

송신기 측(transmitter side)으로부터 사전 보상(pre-compensated)되는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 25

제21항에 있어서,

상기 참조 심볼은,

다운링크 채널 상태 정보 참조 신호 시퀀스(downlink channel state information reference signal sequence)에 기초하여 생성되는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 26

제25항에 있어서,

동일한 채널 상태 정보 참조 신호 시퀀스(channel state information reference signal sequence)는 상기 참조 심볼 생성 및 다운링크 채널 상태 정보 처리에 사용되는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 27

제21항에 있어서,

상기 참조 심볼의 처리에 기초하여 적어도 하나의 채널 추정치를 생성하는 단계를 더 포함하는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 28

제21항에 있어서,

상기 참조 심볼의 처리에 기초하여 안테나 교정 계수들을 생성하는 단계를 더 포함하는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 29

제21항에 있어서,

상기 처리하는 단계는, 주파수 도메인에서 위상 램프를 적용하는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 30

제21항에 있어서,

상기 처리하는 단계는,

프레임 오프셋 및/또는 업링크 수신과 다운링크 송신 사이의 임의의 다른 타이밍 오프셋을 처리하기 위해 선택적 정보를 사용하는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 31

제21항에 있어서,

상기 처리하는 단계는,

상기 순환 시프트 길이에 대응하는 참조 심볼의 시간 도메인 샘플들을 제거하는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 32

제21항에 있어서,

상기 처리하는 단계는,

시간 도메인에서 샘플들을 순환 시프트시키는 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 33

제21항에 있어서,

적어도 하나의 원격 무선 유닛은,

상기 참조 심볼을 처리하는 단계의 적어도 일부를 수행하는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 34

제21항에 있어서,

프론트홀 회로(fronthaul circuitry)가 상기 참조 심볼을 처리하는 단계의 적어도 일부를 수행하는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 35

제21항에 있어서,

상기 프레임 오프셋은,

상기 순환 시프트 길이보다 더 큰, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 36

제21항에 있어서,

상기 참조 심볼을 수신하는 단계는,

시간 도메인 듀플렉스(Time Domain Duplex) 수신(reception)을 포함하는, 참조 심볼들을 처리하는 방법.

청구항 37

제21항에 있어서,

상기 제1 및 제2 송신된 참조 심볼들은, 직교 주파수 분할 멀티플렉싱(OFDM) 심볼들인 방법.

청구항 38

참조 심볼들을 처리하기 위한 시스템으로서, 상기 시스템은,

적어도 하나의 안테나;

베이스 밴드 유닛; 및

상기 베이스 밴드 유닛과 통신하는 무선 주파수 처리 유닛을 포함하며;

상기 베이스 밴드 유닛 및 무선 주파수 처리 유닛은,

적어도 하나의 안테나로부터, 제1 송신된 참조 심볼의 일부 및 제2 송신된 참조 심볼의 일부를 포함하는 참조 심볼을 수신하며, 상기 제1 송신된 참조 심볼은 심볼 및 순환 시프트 길이를 갖는 심볼의 순환 시프트된 부분을 포함하고, 상기 제2 송신된 참조 심볼은 상기 순환 시프트 길이만큼 상기 제1 송신된 참조 심볼에 대해 순환 시프트되는 제1 참조 심볼의 순환 시프트된 버전을 포함하고;

(i) 업링크 심볼들과 다운링크 심볼들 사이의 프레임 오프셋(frame offset) 및 (ii) 다운링크 송신과 업링크 수신 사이의 다른 타이밍 오프셋(another timing offset)을 처리하기 위해 상기 참조 심볼을 처리하도록 함께 구성되는, 참조 심볼들을 처리하기 위한 시스템.

청구항 39

제38항에 있어서,

상기 무선 주파수 처리 유닛은,

상기 참조 심볼로부터 상기 순환 시프트 길이에 대응하는 시간 도메인 샘플들을 제거하도록 구성되는, 참조 심볼들을 처리하기 위한 시스템.

청구항 40

제38항에 있어서,

상기 베이스 밴드 유닛은,

상기 참조 심볼의 처리결과에 기초하여 적어도 하나의 채널 추정치를 생성하도록 구성되는, 참조 심볼들을 처리하기 위한 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시의 실시예들은 무선 통신 시스템에서 사용되는 참조 신호에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 통신 시스템에서는, 서로 무선 통신하는 장치들 사이의 통신 채널들의 정확한 추정치를 갖는 것이 바람직하다. 상호 채널 추정이 시간 분할 듀플렉스(Time Division Duplex) 시스템에 사용될 때, 업링크 및 다운링크 채널 차이의 교정(calibration)이 전형적으로 수행된다. 특정 통신 표준들은 통신 채널을 추정하는 데 사용될 수 있는 참조 신호들을 포함한다. 특정 통신 시스템들에서, 다운링크 프레임들 및 업링크 프레임들은 정렬되지 않는다. 이는 채널 추정 및/또는 교정에서 기술적 문제를 나타낼 수 있다. 통신 시스템을 구성하는 여러 상이한 파트들이 참조 신호들을 처리하기 때문에, 업링크 프레임들 및 다운링크 프레임들을 정렬하는 것이 더 어려울 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 무선 통신 시스템에서 사용되는 참조 신호를 생성하고 송수신하는 방법 및 그 방법을 구현하기 위한 시스템을 구현하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0004] 청구항들에 설명된 혁신들은 몇 개의 양태들을 각각 가지며, 그 중 어떤 하나도 그 바람직한 속성들에 대해 단

독으로 책임지지 않는다. 청구항들의 범위를 제한하지 않고, 본 개시의 일부 현저한 특징들이 이제 간단히 설명될 것이다.

- [0005] 본 개시의 일 양태는 참조 심볼(reference symbol)들을 송신하는 방법이다. 이 방법은 심볼 및 심볼의 순환 시프트된 부분(cyclically shifted portion)을 포함하는 제1 참조 심볼을 생성하는 단계를 포함한다. 순환 시프트된 부분은 순환 시프트 길이를 갖는다. 방법은 제2 참조 심볼을 생성하는 단계를 포함하며, 제2 참조 심볼은 순환 시프트 길이(cyclic shift length)만큼 제1 참조 심볼에 대해 순환 시프트되는 제1 참조 심볼의 순환 시프트된 버전을 포함한다. 방법은 또한 적어도 하나의 안테나를 통해, 제1 및 제2 참조 심볼들을 연속적으로 송신하는 단계를 포함한다.
- [0006] 순환 시프트된 부분은 제1 참조 심볼 내의 순환 프리픽스(cyclic prefix) 다음에 심볼을 갖는 순환 프리픽스일 수 있다.
- [0007] 업링크 심볼들과 다운링크 심볼들 사이의 프레임 오프셋은 순환 시프트 길이보다 더 클 수 있다.
- [0008] 제1 참조 심볼을 생성하는 단계는 시간 도메인에서 순환 시프트된 부분을 추가하는 단계를 포함할 수 있다. 제1 참조 심볼을 생성하는 단계는 가중 오버랩 및 애드 롤 오프(overlap and add roll off)를 적용하는 단계를 포함할 수 있다. 제1 참조 심볼은 특정 응용들에서 골드 시퀀스(Gold sequence) 또는 자도프 추 시퀀스(Gold sequence or Zadoff-Chu sequence) 중 적어도 하나를 기반으로 생성될 수 있다. 제2 참조 심볼을 생성하는 단계는 주파수 도메인 위상 램프(frequency domain phase ramp)를 적어도 제1 참조 심볼의 심볼(symbol of the first reference symbol)에 적용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 방법은 업링크 심볼들과 다운링크 심볼들 사이의 적어도 프레임 오프셋을 사전 보상하기 위해 위상 램핑(phase ramping)을 제1 참조 심볼들 및 제2 참조 심볼들에 적용하는 단계를 포함할 수 있다. 위상 램핑을 적용하는 것은 또한, 추가 오프셋을 사전 보상(pre-compensate)할 수 있다. 위상 램핑을 적용하는 것은 뉴 라디오 표준 지정 위상 회전(New Radio standard specified phase rotation)을 사전 보상할 수 있다.
- [0010] 송신하는 단계는 시간 도메인 듀플렉스(Time Domain Duplex) 송신을 포함할 수 있다. 제1 참조 심볼들 및 제2 참조 심볼들은 직교 주파수 분할 멀티플렉싱(OFDM) 심볼들일 수 있다. 제1 참조 심볼들 및 제2 참조 심볼들은 이산 푸리에 변환 확산 직교 주파수 분할 다중 액세스 심볼들(Discrete Fourier Transform-spread Orthogonal Frequency Division Multiple Access symbols), 인터리브 주파수 분할 다중 액세스 심볼들(Interleaved-Frequency Division Multiple Access symbols), 또는 다른 시간 도메인 파형 심볼들(other time domain waveform symbol) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0011] 본 개시의 다른 양태는 참조 심볼들을 송신하기 위한 시스템이다. 시스템은 적어도 하나의 안테나, 베이스 밴드 유닛, 및 베이스 밴드 유닛과 통신하는 무선 주파수 처리 유닛을 포함한다. 베이스 밴드 유닛 및 무선 주파수 처리 유닛은 제1 참조 심볼을 생성하고, 제2 참조 심볼을 생성하고, 제1 참조 심볼들 및 제2 참조 심볼들이 적어도 하나의 안테나로부터 연속적으로 송신되게 하도록 함께 구성된다. 제1 참조 심볼은 심볼 및 심볼의 순환 시프트된 부분을 포함한다. 순환 시프트된 부분은 순환 시프트 길이를 갖는다. 제2 참조 심볼은 순환 시프트 길이만큼 제1 참조 심볼에 대해 순환 시프트되는 제1 참조 심볼의 순환 시프트된 버전을 포함한다.
- [0012] 제1 및 제2 참조 심볼들은 시간 도메인 듀플렉스(Time Domain Duplex) 송신의 일부로서 송신될 수 있다. 업링크 심볼들과 다운링크 심볼들 사이의 프레임 오프셋은 순환 시프트 길이보다 더 클 수 있다.
- [0013] 무선 주파수 처리 유닛은 원격 무선 유닛을 포함할 수 있다. 무선 주파수 처리 유닛은 프런트홀 회로를 포함할 수 있다.
- [0014] 무선 주파수 처리 유닛은 베이스 밴드 유닛에 의해 제공되는 심볼의 주파수 도메인 버전에 대해 역 고속 푸리에 변환을 수행하도록 구성될 수 있다. 무선 주파수 처리 유닛은 순환 시프트된 부분을 제1 참조 심볼에 추가하도록 구성될 수 있다.
- [0015] 베이스 밴드 유닛은 위상 램핑을 심볼에 적용하도록 구성된 위상 램핑 블록을 포함할 수 있다. 제2 참조 심볼은 위상 램핑 블록으로부터의 출력 신호에 기초하여 생성될 수 있다.
- [0016] 본 개시의 다른 양태는 컴퓨터 실행 가능 명령어들을 포함하는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 스토리지이다. 컴퓨터 실행 가능 명령어들은 베이스 밴드 유닛에 의해 실행될 때, 방법이 수행되게 한다. 방법은 심볼 및 심볼의 순환 시프트된 부분을 포함하는 제1 참조 심볼을 생성하는 단계 - 순환 시프트된 부분은 순환 시프트 길이를 가짐 -; 제2 참조 심볼을 생성하는 단계 - 제2 참조 심볼은 순환 시프트 길이만큼 제1 참조 심볼에 대해 순환 시

프트되는 제1 참조 심볼의 순환 시프트된 버전을 포함함 -; 및 적어도 하나의 안테나를 통해, 제1 및 제2 참조 심볼들을 연속적으로 송신하는 단계를 포함한다.

- [0017] 본 개시의 다른 양태는 참조 심볼들을 처리하는 방법이다. 방법은 적어도 하나의 안테나로부터 참조 심볼을 수신하고 참조 심볼을 처리하는 단계를 포함한다. 참조 심볼은 제1 송신된 참조 심볼의 일부 및 제2 송신된 참조 심볼의 일부를 포함한다. 제1 송신된 참조 심볼은 심볼과 순환 시프트 길이를 갖는 심볼의 순환 시프트된 부분을 포함한다. 제2 송신된 참조 심볼은 순환 시프트 길이만큼 제1 송신된 참조 심볼에 대해 순환 시프트되는 제1 송신된 참조 심볼의 순환 시프트된 버전을 포함한다.
- [0018] 참조 심볼을 처리하는 단계는 업링크 심볼들과 다운링크 심볼들 사이의 프레임 오프셋을 처리하는 단계를 포함할 수 있다. 참조 심볼을 처리하는 단계는 또한 다운링크 송신과 업링크 수신 사이의 다른 타이밍 오프셋을 처리하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 참조 심볼은 송신기 측(transmitter side)으로부터 사전 보상(pre-compensated)될 수 있다.
- [0020] 참조 심볼은 다운링크 채널 상태 정보 참조 신호 시퀀스(downlink channel state information reference signal sequence)에 기초하여 생성될 수 있다. 동일한 채널 상태 정보 참조 신호 시퀀스는 참조 심볼 생성 및 다운링크 채널 상태 정보 처리에 사용될 수 있다.
- [0021] 방법은 처리에 기초하여 적어도 하나의 채널 추정치를 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은 처리에 기초하여 안테나 교정 계수들을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 처리하는 단계는 주파수 도메인에서 위상 램프를 적용하는 단계를 포함할 수 있다. 처리하는 단계는 프레임 오프셋 및/또는 업링크 수신과 다운링크 송신 사이의 임의의 다른 타이밍 오프셋을 처리하기 위해 선험적 정보를 사용하는 단계를 포함할 수 있다. 처리하는 단계는 순환 시프트 길이에 대응하는 참조 심볼의 시간 도메인 샘플들을 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 처리하는 단계는 시간 도메인에서 샘플들을 순환 시프트시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 적어도 하나의 원격 무선 유닛은 처리의 적어도 일부를 수행할 수 있다. 프론트홀 회로(fronthaul circuitry)는 처리의 적어도 일부를 수행할 수 있다.
- [0024] 프레임 오프셋은 순환 시프트 길이보다 더 클 수 있다.
- [0025] 수신은 시간 도메인 듀플렉스(Time Domain Duplex) 수신(reception)을 포함할 수 있다. 제1 송신된 참조 심볼 및 제2 송신된 참조 심볼은 직교 주파수 분할 멀티플렉싱(OFDM) 심볼들이다.
- [0026] 본 개시의 다른 양태는 참조 심볼들을 처리하기 위한 시스템이다. 시스템은 적어도 하나의 안테나, 베이스 밴드 유닛, 및 베이스 밴드 유닛과 통신하는 무선 주파수 처리 유닛을 포함한다. 베이스 밴드 유닛 및 무선 주파수 처리 유닛은 적어도 하나의 안테나로부터, 참조 심볼을 수신하고 (i) 업링크 심볼들과 다운링크 심볼들 사이의 프레임 오프셋 및 (ii) 다운링크 송신과 업링크 수신 사이의 다른 타이밍 오프셋을 처리하기 위해 참조 심볼을 처리하도록 함께 구성된다. 참조 심볼은 제1 송신된 참조 심볼의 일부 및 제2 송신된 참조 심볼의 일부를 포함한다. 제1 송신된 참조 심볼은 심볼 및 순환 시프트 길이를 갖는 심볼의 순환 시프트된 부분을 포함한다. 제2 송신된 참조 심볼은 순환 시프트 길이만큼 제1 송신된 참조 심볼에 대해 순환 시프트되는 제1 참조 심볼의 순환 시프트된 버전을 포함한다.
- [0027] 무선 주파수 처리 유닛은 참조 심볼로부터 순환 시프트 길이에 대응하는 시간 도메인 샘플들을 제거하도록 구성될 수 있다.
- [0028] 베이스 밴드 유닛은 참조 심볼의 처리에 기초하여 적어도 하나의 채널 추정치를 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0029] 본 개시의 다른 양태는 컴퓨터 실행 가능 명령어들을 포함하는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 스토리지이다. 컴퓨터 실행 가능 명령어들은 베이스 밴드 유닛에 의해 실행될 때, 방법이 수행되게 한다. 방법은 적어도 하나의 안테나로부터, 제1 송신된 참조 심볼의 일부 및 제2 송신된 참조 심볼의 일부를 포함하는 참조 심볼을 수신하는 단계 - 제1 송신된 참조 심볼은 심볼 및 순환 시프트 길이를 갖는 심볼의 순환 시프트된 부분을 포함하고, 제2 송신된 참조 심볼은 순환 시프트 길이만큼 제1 송신된 참조 심볼에 대해 순환 시프트되는 제1 송신된 참조 심볼의 순환 시프트된 버전을 포함함 -; 및 참조 심볼을 처리하는 단계를 포함한다.
- [0030] 개시를 요약하는 목적들을 위해, 혁신들의 특정 양태들, 장점들 및 새로운 특징들이 본원에 설명되었다. 이러한 모든 장점들이 임의의 특정 실시예에 따라 반드시 달성될 수 있는 것은 아니라는 점이 이해되어야 한다.

따라서, 혁신들은 본원에 교시되거나 제안될 수 있는 바와 같은 다른 장점들을 반드시 달성하지 않고 본원에 교시된 바와 같은 하나의 장점 또는 장점들의 그룹을 달성하거나 최적화하는 방식으로 구현되거나 수행될 수 있다.

발명의 효과

[0031] 본 발명에 따르면, 무선통신 시스템의 통신 프로세스를 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 본 개시의 실시예들은 이제 첨부 도면들을 참조하여 비제한적 예로서 설명될 것이다.

도 1a는 프레임 구조 및 교정 참조 신호 타이밍을 예시하는 예시적인 뉴 라디오(NR) 프레임에 대한 타이밍도이다. 도 1b는 프레임 구조 및 교정 참조 신호 타이밍을 예시하는 NR 프레임들의 다른 예에 대한 타이밍도이다.

도 2a는 업링크(UL) 프레임과 다운링크(DL) 프레임 사이의 타이밍 오프셋을 예시하는 예시적인 타이밍도이다. 도 2b는 UL 프레임과 DL 프레임 사이의 타이밍 오프셋을 예시하는 다른 예시적인 타이밍도이다.

도 3은 일 실시예에 따른 교정 참조 심볼들의 예시적인 타이밍도이다.

도 4a는 일 실시예에 따른 교정 참조 신호를 송신하기 위한 시스템의 개략적인 블록도이다.

도 4b는 다른 실시예에 따른 교정 참조 신호를 송신하기 위한 시스템의 개략적인 블록도이다.

도 5는 일 실시예에 따른 수신된 교정 참조 신호를 처리하기 위한 시스템의 개략적인 블록도이다.

도 6은 다른 실시예에 따른 수신된 교정 참조 신호를 처리하기 위한 시스템의 개략적인 블록도이다.

도 7은 일 실시예에 따른 가중 오버랩 및 애드 홀 오프를 갖는 교정 참조 신호의 타이밍도를 예시한다.

도 8은 일 실시예에 따른 교정 참조 신호들을 송신 및 수신하기 위한 타이밍을 예시하는 타이밍도이다.

도 9는 일 실시예에 따른 베이스 밴드 유닛 및 원격 무선 유닛들을 포함하는 예시적인 네트워크 시스템을 예시하는 블록도이다.

도 10은 일 실시예에 따른 교정 참조 신호를 송신하는 예시적인 방법의 흐름도이다.

도 11은 일 실시예에 따른 수신된 교정 참조 신호를 처리하는 예시적인 방법의 흐름도이다.

도 12는 참조 신호들이 무선 송신 및 수신될 수 있는 예시적인 다중 입력 다중 출력(MIMO) 네트워크 환경을 예시하는 도해이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 특정 실시예들의 다음 설명은 특정 실시예들의 다양한 설명들을 제시한다. 그러나, 본원에 설명된 혁신들은 예를 들어, 청구항들에 의해 정의되고 커버되는 바와 같이, 다수의 상이한 방식들로 구현될 수 있다. 본 설명에서, 비슷한 참조 번호들이 동일하거나 기능적으로 유사한 요소들을 표시할 수 있는 도면들이 참조된다. 도면들에 예시된 요소들은 반드시 축척에 따라 도시되는 것은 아니라는 점이 이해될 것이다. 더욱이, 특정 실시예들은 도면에 예시된 것보다 더 많은 요소들 및/또는 도면에 예시된 요소들의 서브셋을 포함할 수 있다는 점이 이해될 것이다. 게다가, 일부 실시예들은 2개 이상의 도면들로부터의 특징들의 임의의 적절한 조합을 포함할 수 있다.

[0034] 시간 분할 듀플렉스(TDD: Time Domain Duplex) 통신 시스템들에서, 참조 신호는 제1 노드의 안테나에서 제2 노드의 안테나로 송신될 수 있다. 특정 TDD 시스템들에서, 업링크 채널 추정치는 채널 상호성(channel reciprocity)에 기초하여 다운링크 채널 품질을 추정하는 데 사용될 수 있다. 상호성(reciprocity)에 기초하여 다운링크 채널 품질을 추정하기 위해, 송신 및 수신 회로에서 발생하는 업링크 및 다운링크 채널 차이들의 교정이 수행될 수 있다. 채널 상호성은 다운링크 송신 빔포밍에 사용될 수 있다. 임의의 적절한 채널 추정치 및/또는 교정 데이터(예를 들어, 교정 계수)는 수신된 참조 신호(reference signal)에 기초하여 생성될 수 있다. 복수의 상이한 원격 무선 유닛들(RRUs: Remote Radio Units) 및/또는 다른 네트워크 노드들이 시간에 따라(예를 들어, 주기적으로) 무선 교정을 수행하는 것이 바람직할 수 있다.

[0035] TDD 프레임 구조에서, 다운링크 프레임들 및 업링크 프레임들은 다양한 어플리케이션들에서 정렬되지 않는다.

이러한 어플리케이션들에서 업링크 프레임들과 다운링크 프레임들 사이에는 프레임 오프셋(frame offset)이 있다. 프레임 오프셋은 다운링크(DL: DownLink) 송신된 파형의 심볼 경계가 업링크(UL: UpLink) 수신 신호 심볼 경계와 정렬되지 않는 교정을 위한 과제들을 제시할 수 있다.

[0036] 본 개시의 양태들은 참조 심볼들을 포함하는 참조 신호를 송신하는 것 및/또는 모든 원격 무선 유닛들(RRUs)에 걸친 UL/DL 채널의 교정에 사용될 수 있는 수신된 참조 신호를 처리하는 것에 관한 것이다. 제1 참조 심볼은 심볼 및 심볼의 순환 시프트된 부분(cyclically shifted portion)을 포함할 수 있다. 제2 참조 심볼은 심볼의 순환 시프트된 부분의 길이만큼 제1 참조 심볼에 대해 순환 시프트되는(cyclically) 제1 참조 심볼의 순환 시프트된 버전(cyclically shifted version)일 수 있다. 제1 참조 심볼들 및 제2 참조 심볼들은 적어도 하나의 안테나를 통해 연속적으로 무선 송신될 수 있다. 수신된 참조 심볼은 송신된 제1 참조 심볼의 일부 및 송신된 제2 참조 심볼의 일부를 포함할 수 있다. 이는, UL/DL 프레임 오프셋으로 인해 2개의 송신된 심볼들 중간에 도달하는 심볼의 수신기 윈도우(receiver window)로 인해 발생할 수 있다. 수신된 참조 심볼은 업링크 프레임과 다운링크 프레임 사이의 프레임 오프셋 및 심볼의 순환 시프트된 부분의 길이를 처리(account for)하도록 처리될 수 있다. 따라서, 심볼은 프레임 오프셋에 관계없이 수신된 참조 심볼로부터 복구(recovered)될 수 있다. 심볼은 채널 추정치 및/또는 다른 교정 데이터를 생성하는 데에 사용될 수 있다.

[0037] 도 1a는 프레임 구조 및 교정 참조 신호 타이밍을 예시하는 예시적인 뉴 라디오(NR: New Radio) 프레임들에 대한 타이밍도이다.

[0038] 프레임 구조는 TDD 조정된 다지점(COMP: Coordinated MultiPoint) 무선 통신들을 사용하는 오픈 무선 액세스 네트워크(ORAN: Open Radio Access Network) 아키텍처들을 위한 것일 수 있다. ORAN 아키텍처들은 예를 들어, ORAN 옵션 7.x 및/또는 옵션 8에 기초할 수 있다.

[0039] 도 1a에 도시된 바와 같이, NR 프레임 구조는 7개의 다운링크(DL) 슬롯들, 1개의 특수 슬롯 SSF(Special SubFrame) 및 2개의 업링크(UL) 슬롯들을 포함할 수 있다. 제3 세대 파트너십 프로젝트(3GPP) NR 슬롯 지속시간은 3GPP 롱 텀 에볼루션(LTE) 서브프레임에 대한 데이터 스케줄링의 관점에서 동등할 수 있다. 특수 슬롯 SSF는 DL 슬롯들과 UL 슬롯들 사이에 있다. 7개의 DL 슬롯들, 1개의 특수 슬롯 SSF 및 2개의 UL 슬롯들의 각각의 그룹은 5밀리초(ms) 길이일 수 있다. TDD 프레임 구조에 따라서, 도 1a와 다른 지속시간들이 가능하다. 7개의 DL 슬롯들, 1개의 특수 슬롯 SSF 및 2개의 UL 슬롯들의 각각의 그룹은 반복될 수 있다.

[0040] 특수 슬롯 SSF는 DL 심볼들, UL 심볼들 및 DL, UL로 구성되거나 DL과 UL 사이의 보호 기간(guard period)의 역할을 할 수 있는 플렉시블 심볼(flexible symbol)들을 포함할 수 있다. 도 1a에서, 특수 슬롯 SSF는 DL 부분 및 플렉시블 부분으로 구성된다. 교정(calibration)은 특수 슬롯 SSF에서 플렉시블 기간(flexible period) 내에 발생할 수 있다. 도 1a를 참조하면, 플렉시블 기간은 특수 슬롯 SSF에서 7개의 심볼 길이이다.

[0041] 도 1b는 프레임 구조 및 교정 참조 신호 타이밍을 예시하는 NR 프레임 구조의 다른 예의 타이밍도이다. 도 1b의 NR 프레임 구조에서, 특수 슬롯 S는 2개의 DL 심볼들, 6개의 플렉시블 심볼들 및 6개의 UL 심볼들을 포함한다. 2개의 DL 심볼들은 물리 다운링크 제어 채널(PDCCH: Physical Downlink Control Channel) 통신들을 포함할 수 있다. 교정(calibration)은 특수 슬롯 S의 플렉시블 부분의 처음 4개의 심볼들 내에서 발생할 수 있다. 네트워크 안테나들의 제1 그룹은 플렉시블 심볼들의 처음 2개의 심볼들에서 교정 참조 심볼(calibration reference symbol)들을 송신할 수 있고, 네트워크 안테나들의 제2 그룹은 플렉시블 심볼들의 다음 2개의 심볼에서 교정 참조 심볼들을 송신할 수 있다. 네트워크 안테나들의 2개의 그룹들 각각은 다른 그룹으로부터 2개의 송신된 2개의 교정 참조 심볼들의 일부들을 포함하는 교정 참조 심볼을 각각 수신할 수 있다. 특수 슬롯의 6개의 UL 심볼들은 사용자 장비들로부터 사운드링 참조 신호(SRS: Sounding Reference Signal) 통신들(communications)을 수신하는 데 사용될 수 있다. 교정이 특수 슬롯 S에서 수행되지 않으면, 물리 다운링크 공유 채널(PDSCH: Physical Downlink Shared Channel) 통신들에 이용가능한 4개의 심볼들이 있다. 일부 사례들에서, 특수 슬롯의 UL 부분은 더 긴 PDSCH를 지원하기 위해 감소될 수 있다.

[0042] LTE 또는 NR에서, UL 및 DL 심볼들은 완전히 정렬되지 않을 수 있다. 따라서, 다수의 그룹들, 예를 들어 안테나들의 그룹들(G0 및 G1)에서 교정 참조 신호 송신을 위한 심볼들은 정렬되지 않을 수 있다. 안테나들 그룹들(G0 및 G1)은 하나 이상의 원격 무선 유닛들에 각각 포함될 수 있다. 그룹 G0은 그룹 G1에 의해 측정된 참조 신호(RS)를 채널 추정치 0으로서 송신될 수 있다. 그 다음, 그룹 G1은 그룹 G0에 의해 측정된 RS를 채널 추정치 1로서 송신될 수 있다. 특수 슬롯 동안 그룹 G0 및 그룹 G1 송신 및 수신 타이밍 예들은 도 1a 및 도 1b에 도시된다. 채널 추정치 0 및 채널 추정치 1의 차이를 비교함으로써, gNode B(gNB)는 각각의 안테나에 대한 교정 계수를 계산할 수 있다. 일 예에서, DL 모드에서의 그룹 G0 송신들(group G0 transmits) 및 UL 모드에서의 그룹

G1 수신들(group G1 receives)은 정렬된 심볼이 아니며, 그 반대도 마찬가지이다. ORAN 아키텍처들에서 시간 도메인 샘플들은 공통 공중 무선 인터페이스(CPRI: Common Public Radio Interface)를 갖는 프론티홀(FH: FrontHaul) 회로 및/또는 강화된 CPRI(eCPRI: enhanced CPRI)를 갖는 원격 무선 유닛들(RRUs)에서 처리될 수 있다. FH 회로 및/또는 하나 이상의 RRU들에서 시간 도메인 샘플들을 처리하는 이동(migration)은 송신 및 수신 시간 도메인 심볼 경계를 정렬하는 것을 훨씬 더 어렵게 만들 수 있다. 예를 들어, 타이밍 오프셋에 대한 지식을 갖고/갖거나 FH 및/또는 RRU 측으로 전달되는 심볼 경계들을 정렬하는 것이 더 어려울 수 있다.

[0043] 본 개시의 양태는 시간 영역 샘플을 처리하기 위해 상이한 RRU 및/또는 FH 구현에 투명하게 교정 프로세스를 만드는 교정 기준 신호 파형에 관한 것이다. 본원에 개시된 참조 신호들은 업링크 프레임과 다운링크 프레임 사이의 프레임 오프셋에 대한 지식 없이 시간 도메인에서 처리될 수 있다. 교정 신호는 프레임 오프셋에 관계없이 주파수 도메인 처리에 의해 복구될 수 있다.

[0044] 도 2a는 UL 프레임과 DL 프레임 사이의 타이밍 오프셋을 예시하는 예시적인 타이밍도이다.

[0045] 도 2a에 설명된 예에서, UL 및 DL 프레임들은 시간 도메인 샘플들의 프레임 오프셋(T_{offset})을 갖는다. 프레임 오프셋은 송신에서 수신으로의 스위칭 시간(a transmit to receive switching time) 또는 수신에서 대 송신으로의 스위칭 시간(a receive to transmit switching time)일 수 있다. 도 2a에서, 프레임 오프셋은 F0로 라벨링된다. 송신에서 수신으로의 스위칭의 끝과 다음 업링크 심볼 경계 사이에는, 시간 도메인 샘플들의 갭(T_{delta})이 있다. 갭은 도 2a에서 델타로 라벨링된다. 갭(T_{delta})은 슬롯 길이에서 프레임 오프셋의 2배를 뺀 것과 같을 수 있다. 일 예로서, 100MHz 시스템 대역폭에 대해 프레임 오프셋(T_{offset})은 1600개의 시간 도메인 샘플들일 수 있고 갭(T_{delta})은 1184개의 시간 도메인 샘플들일 수 있다. 다른 예로서, 50MHz 시스템 대역폭에 대해 프레임 오프셋(T_{offset})은 800개의 시간 도메인 샘플들일 수 있고 갭(T_{delta})은 592개의 시간 도메인 샘플들일 수 있다. 각각의 슬롯 또는 프레임은 순환 시프트 길이(CP에서 교정 참조 심볼 길이 N을 더한 것에 대응하는 길이를 갖는다. 여기서, 길이는 시간 도메인 샘플들에서 측정될 수 있다. 수신된 UL 프레임들은 심볼 경계에서 DL 송신 프레임과 정렬되지 않는다. 이때, 프레임 오프셋은 교정 참조 심볼의 순환 시프트된 부분보다 더 길다. 따라서, 수신기 측(receiver side)은 송신기로부터 2개의 인접한 OFDM 심볼들의 중간(middle)에 수신해야 한다.

[0046] 도 2b는 100MHz 시스템 대역폭에서 동작하는 NR 시스템에 대한 UL 프레임과 DL 프레임 사이의 타이밍 오프셋을 예시하는 제2 예시적인 타이밍도이다. 도 2b의 도시된 예에서, UL 및 DL 프레임들은 $T_{\text{offset}} = 1600$ 시간 도메인 샘플들의 프레임 오프셋을 갖는다. 각각의 슬롯 또는 프레임은 도 2b에서 4384(288+4096)시간 도메인 샘플들의 길이를 갖는다. 이는, 도 2a로부터 순환 시프트 길이CP에 교정 참조 심볼 길이인 N을 더한 일 예이다. 도 2b는, 뉴 라디오(NR)에서의 일 예이다. 여기서, 심볼들은 직교 주파수 도메인 멀티플렉싱(OFDM) 심볼들일 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 본원에 개시된 임의의 적절한 원리들 및 장점들에 따른 참조 심볼들은 이산 푸리에 변환 확산 주파수 분할 다중 액세스(DFT-spread-FDMA) 심볼들, 인터리브 FDMA(Interleaved-FDMA), 또는 다른 시간 도메인 파형 심볼들과 같은, 다른 유형들의 참조 심볼들일 수 있다.

[0047] 도 2a 및 도 2b의 예시적인 타이밍도들은 안테나들의 그룹들 사이에서 참조 신호를 송신하는 것과 관련된다. 2개의 연속 송신된 교정 참조 심볼들을 포함하는 참조 신호는 안테나들의 각각의 그룹(G0 및 G1)으로부터 송신된다. 연속 송신된 참조 심볼들은 끊김 없이 전달되어 송신된다. 예를 들어, 도 3을 참조하여 아래의 교정 참조 심볼들에 대한 더 많은 상세한 설명들이 제공될 것이다.

[0048] 안테나들의 각각의 그룹(G0 및 G1)은 2개의 연속 송신된 교정 참조 심볼들의 일부들을 포함하는 교정 참조 심볼을 수신한다. 안테나들의 그룹(G0 또는 G1) 및 대응하는 수신 처리 회로는 송신기로부터 2개의 연속 송신된 교정 참조 심볼들의 중간에서 수신하도록 배열될 수 있다. 이는 업링크 심볼과 다운링크 심볼 사이의 프레임 오프셋이 교정 참조 신호의 순환 시프트된 부분의 길이보다 더 큰 결과일 수 있다. 예를 들어, 안테나들의 제1 그룹(G0)은 교정 참조 심볼(22)을 수신한다. 교정 참조 심볼(22)은 업링크 심볼과 다운링크 심볼 사이의 오정렬로 인해 2개의 상이한 송신된 참조 신호들의 일부들을 포함한다. 유사하게, 안테나의 제2 그룹(G1)은 업링크 심볼과 다운링크 심볼 사이의 오정렬로 인해 2개의 상이한 송신된 참조 신호들의 일부들을 포함하는 교정 참조 심볼(24)을 수신한다. 송신된 교정 참조 심볼들의 구조로 인해, 수신된 교정 참조 심볼들은 순환 시프트로 수신기 측에서 수신된다. 그 다음, 수신 측은 이러한 순환 시프트를 처리하기 위해 수신된 교정 참조 심볼을 처리할 수 있다.

[0049] 도 3은 일 실시예에 따른 교정 참조 심볼들의 예시적인 타이밍도이다.

- [0050] 교정 참조 신호는 제1 교정 참조 심볼(31) 및 제2 교정 참조 심볼(32)을 포함하는 2개의 연속적인 교정 참조 OFDM 심볼들을 포함할 수 있다.
- [0051] 제1 교정 참조 심볼(31)은 심볼(33) 및 심볼(33)의 순환 시프트된 부분(34)을 포함한다. 제1 교정 참조 심볼(31)은 심볼(33) 및 순환 시프트된 부분(34)으로 구성될 수 있다. 순환 시프트된 부분(34)은 도 3에서의 순환 프리픽스이다. 심볼(33)은 제1 교정 참조 심볼(31) 내의 순환 시프트된 부분(34) 바로 뒤를 따른다. 순환 시프트된 부분(34)은 도 3에 도시된 예에서 288개의 시간 도메인 샘플들의 길이를 갖는다. 순환 시프트된 부분(34)의 길이는 표준 또는 다른 사양에 의해 설정될 수 있다. 순환 시프트된 부분(34)의 길이는 도 3에서의 순환 프리픽스 길이이다. 심볼(33)은 도 3에 도시된 예에서 4096개의 시간 도메인 샘플들을 포함한다. OFDM 심볼(33)의 길이는 표준 또는 다른 사양에 의해 설정될 수 있다. 순환 시프트된 부분(34)은 심볼(33)의 마지막 288개의 시간 도메인 샘플들을 포함한다.
- [0052] 제2 교정 참조 심볼(32)은 제1 교정 참조 심볼(31)의 순환 시프트된 버전이다. 특히, 제2 교정 참조 심볼(32)은 순환 시프트된 부분(34)의 길이만큼 좌측으로 순환 시프트된 제1 교정 참조 심볼(31)이다. 제2 교정 참조 심볼(32)은 심볼(35) 및 순환 시프트된 부분(36)을 포함한다. 제2 교정 참조 심볼(32)에서, 심볼(35)은 시간 도메인 샘플들이 순환 시프트된 부분(36)의 길이만큼 순환 시프트됨으로써 상이한 순서로 있는 것을 제외하고 제1 교정 참조 심볼(31)의 심볼(33)과 동일한 시간 도메인 샘플들을 포함한다. 제1 교정 참조 심볼(31)의 심볼(33)의 시간 도메인 샘플들은 제2 교정 참조 심볼(32)의 시작 4096개의 시간 도메인 샘플들이다. 따라서, 제1 및 제2 교정 참조 심볼들(31 및 32)에서, 심볼(33)의 시간 도메인 샘플들은 연달아 반복된다. 제2 교정 참조 심볼(32)의 순환 시프트된 부분(36)은 제1 교정 참조 심볼의 순환 시프트된 부분(34)과 동일한 길이를 갖는다. 순환 시프트된 부분들(34, 36)의 길이들이 상이하면, 제2 교정 참조 심볼들(32)은 순환 시프트된 부분(36)의 길이만큼 좌측으로 시프트될 수 있다.
- [0053] 수신 측 프레임 오프셋을 처리하기 위해, 제1 및 제2 교정 참조 심볼들(31 및 32)은 특정 실시예들에서 프레임 오프셋만큼 더 순환 시프트될 수 있다. 프레임 오프셋은 도 2b에 예시된 예에서 1600개의 시간 도메인 샘플들이다. 시간 도메인 순환 시프트는 주파수 도메인 위상 램프에 대응될 수 있다.
- [0054] 수신 측에서, 수신된 교정 참조 심볼(24)은 제1 교정 참조 심볼(31)의 일부 및 제2 교정 참조 심볼(32)의 일부를 포함할 수 있다. 교정 참조 심볼(31 및 32) 구조 및 연속 송신은, 수신 측에서 수신된 교정 참조 심볼(24)의 연속적인 위상을 초래할 수 있다. 도 3은 교정 참조 신호(24)가 제1 송신된 교정 참조 심볼들(31) 및 제2 송신된 교정 참조 심볼들(32)의 중간에 해당하는 시간에 수신될 수 있는 것을 예시한다. 이는 도 2b의 타이밍도에 대응될 수 있다. 수신된 교정 참조 심볼(24)은 심볼(33)의 일부 시간 도메인 샘플들, 순환 시프트된 부분(36)으로부터의 시간 도메인 샘플들 및 심볼(35)로부터의 일부 시간 도메인 샘플들을 포함한다. 수신된 교정 참조 심볼(24)은 전체 심볼(33)을 실제로 수신하지 않고도, 심볼(33)에 존재하는 모든 시간 도메인 샘플들을 포함한다. 유사하게, 수신된 교정 참조 심볼(24)은 전체 심볼(35)을 실제로 수신하지 않고 심볼(35)에 존재하는 모든 시간 도메인 샘플들을 포함한다. 심볼(33 또는 35)에 존재하는 모든 시간 도메인 샘플들에 더하여, 수신된 교정 참조 심볼(24)은 순환 시프트된 부분(36)의 길이에 대응하는 추가 시간 도메인 샘플들을 포함한다.
- [0055] 심볼(33)은 순환 시프트된 부분에 대응하는 수신된 교정 참조 심볼(24)의 양을 제거하고 프레임 오프셋에서 처리 체인 내의 임의의 다른 오프셋들을 뺀만큼 순환 시프트함으로써 수신된 교정 참조 심볼(24)로부터 결정될 수 있다. 다른 오프셋의 일 예는 순환 프리픽스의 끝 대신에 순환 프리픽스의 중간에서 고속 푸리에 전송 윈도우를 취하는 RRU이다. 순환 시프트 길이에 대응하는 시간 도메인 샘플들은 시간 도메인 처리에 의해 제거될 수 있다. 프레임 오프셋에서 다른 오프셋들을 뺀 만큼의 순환 시프트는 주파수 도메인 처리에서 위상 램핑에 의해 수행될 수 있다. 주파수 도메인 처리에서의 이러한 위상 램핑은 이러한 오프셋이 송신기 측으로부터 사전 보상되었으면 회피될 수 있다.
- [0056] 수신된 교정 참조 심볼을 처리하는 베이스 밴드 유닛(BBU)은 이전 처리를 수행하는 프런트홀 회로 및/또는 하나 이상의 RRU들에 액세스하지 않을 수 있다. BBU는 제1 및 제2 교정 참조 심볼들(31 및 32)을 포함하는 교정 참조 신호가 송신될 때 프런트홀 회로 및/또는 하나 이상의 RRU들을 통해 연속적인 위상 교정 참조 신호를 수신할 수 있다.
- [0057] 본원에 개시된 실시예들은 순환 프리픽스를 참조하여 논의될 수 있지만, 본원에 개시된 임의의 적절한 원리들 및 장점들은 순환 서픽스들을 갖는 연속적인 교정 참조 심볼들에 적용될 수 있다.
- [0058] 도 4a는 일 실시예에 따른 교정 참조 신호를 송신하기 위한 시스템(40)의 개략적인 블록도이다.

[0059] 시스템(40)은 베이스 밴드 유닛(41), 무선 주파수 처리 유닛(42) 및 적어도 하나의 안테나(43)를 포함한다. 무선 주파수 처리 유닛(42)은 원격 무선 유닛 및/또는 프런트홀 처리 회로를 포함할 수 있다.

[0060] 베이스 밴드 유닛(41)은 교정 참조 정보를 수신하고 수신된 교정 참조 정보에 기초하여 심볼들을 생성할 수 있다. 교정 참조 정보는 참조 신호 인덱스, 스크램블링 정보 또는 이들의 임의의 적절한 조합을 포함할 수 있다. 예시된 베이스 밴드 유닛(41)은 참조 심볼 생성 블록(44), 위상 램핑 블록(45) 및 주파수 도메인 샘플링 블록(46)을 포함한다. 베이스 밴드 유닛(41)은 주파수 도메인 처리를 수행할 수 있다. 베이스 밴드 유닛(41)은 베이스 밴드 신호들을 처리한다. 베이스 밴드 유닛(41)은 디지털 신호 프로세서를 포함할 수 있다.

[0061] 참조 심볼 생성 블록(44)은 교정 참조 심볼에 대한 제1 심볼을 생성할 수 있다. 제1 심볼은 주파수 도메인 심볼일 수 있다. 제1 주파수 도메인 심볼은 {A0, A1, ... A4095}에 의해 표현될 수 있다. 제2 주파수 도메인 심볼은 {B0, B1, ... B4095}에 의해 표현될 수 있다. 제2 주파수 도메인 심볼들(Bk)은 다음 방정식에 의해 표현될 수 있으며 Δ 순환 시프트 길이를 나타내고 N은 심볼의 시간 도메인 샘플들의 수이다.

수학식 1

$$B_k = A_k \times e^{2\pi\Delta(k/N)}, \text{ for } k = 0, 1, \dots, 4095,$$

[0062] 여기서 $\Delta = 288$ 이고, $N = 4096$ 이다.

[0063] 위상 램핑 블록(45)은 제1 심볼에 대해 순환 시프트되는 제2 심볼을 생성하기 위해 위상 램핑을 제1 심볼에 적용할 수 있다. 주파수 도메인 샘플링 블록(46)은 제1 및 제2 심볼들을 샘플링할 수 있다. 샘플링은 동위상(I) 샘플들 및 직각(Q) 샘플들을 수반할 수 있다. 주파수 도메인 샘플링 블록(46)은 무선 주파수 처리 유닛(42)에 송신하기 위해 샘플들을 버퍼링하고 큐잉할 수 있다. 주파수 도메인 샘플링 블록(46)은 제2 심볼이 큐에서 제1 심볼 후에 있는 다음 심볼이 되도록, 제1 심볼에 대한 제2 심볼의 하나의 심볼 지연(one symbol delay)을 제공할 수 있다. 제1 심볼 및 제2 심볼은 모두 프레임 오프셋을 사전 보상하기 위해 추가 주파수 도메인(FD) 위상 램프를 거칠 수 있어서, 수신기 측 상에서 어떤 추가 위상 램프 보상이 필요하지 않다. 2개의 FD 위상 램프들은 또한 제2 심볼에 대한 단일 위상 램프에서 조합될 수 있다.

[0064] 도 4b는 일 실시예에 따른 교정 참조 신호를 송신하기 위한 시스템(40')의 개략적인 블록도이다.

[0065] 시스템(40')은 프레임 오프셋을 사전 보상하기 위해 위상 램핑을 제1 심볼 및 제2 심볼에 적용할 수 있고, 2개의 FD 위상 램프들은 제2 심볼에 대해 조합된다. 시스템(40')은 위상 정정 없이 수신 측 상에서 처리될 수 있는 시간에 순환적으로 연속적인 2개의 연속적인 교정 참조 심볼들을 생성하고 송신할 수 있다. 초기 교정 시퀀스가 주어지면, 교정 참조 심볼들 둘 다는 콤(comb)에 매핑될 수 있고 상이한 위상 조정은 각각의 심볼에 적용될 수 있다. 이러한 위상 조정은 시간 도메인에서 적용될 수 있다. 위상 조정은 프레임 오프셋(TA_{offset}) 및 갭(T_{delta}) 둘 다를 처리하는 위상 램핑될 수 있다. 제2 교정 참조 심볼은 주파수 도메인 처리(예를 들어, 역 고속 푸리에 변환 및 순환 프리픽스 추가) 후에, 제2 교정 참조 심볼이 제1 교정 참조 심볼과 순환적으로 연속하도록 위상 시프트될 수 있다. 2개의 주파수 도메인 교정 참조 심볼들은 역 고속 푸리에 변환(IFFT)이 적용되고 순환 프리픽스가 추가되는 프런트홀과 같은 무선 주파수 처리 유닛에 제공될 수 있다.

[0066] LTE와 달리, NR 내의 송신기 및 수신기에서 상이한 캐리어 주파수들이 있을 수 있으며, 이는 보상이 없는 위상 회전 문제들을 생성할 수 있다. 상이한 캐리어 주파수들은 심볼들 사이에 상이한 위상 오프셋들을 도입할 수 있다. 위상 보상은 NR에서 적용되어 OFDM 심볼들에 걸쳐 위상 회전을 회피할 수 있다. 송신기 및 수신기는 그 자체 중심 주파수에 기초하여 위상 보상을 각각 적용할 수 있다. 이러한 방식으로 UE는 동기화 신호/물리적 브로드캐스트 채널(SS/PBCH) 블록, 나머지 최소 시스템 정보(RMSI) 또는 대역폭 부분(BWP)이 송신되는 경우에 대한 gNB에서 중심 주파수의 지식 없이 동작할 수 있다. 송신기에서, 위상 보상은 상향 변환 전에 심볼에 적용될 수 있다. 수신기에서, 위상 보상은 하향 변환 후에 적용될 수 있다. 위상 보상을 위한 위상 항들은 gNB와 UE 둘 다에서 알려져 있을 수 있다. 특정 실시예들에서, gNB 측 위상 보상은 프런트홀에서 적용될 수 있다.

[0067] 본원에 개시된 교정 참조 심볼 생성에서, 교정 참조 심볼들은 수신 측 또는 송신 측에서 위상 보상될 수 있다. 이러한 위상 보상은 프런트홀에 적용되는 NR 지정 위상 보상 값들에 추가될 수 있다. 사전 보상은 캐리어 주파수 특정일 수 있다.

- [0068] 도 4b를 참조하면, 시스템(40')은 참조 심볼 생성 블록(44), 위상 램핑 블록(45' 및 49), 및 주파수 도메인 샘플링 블록(46)을 갖는 베이스 밴드 유닛(41')을 포함한다. 베이스 밴드 유닛(41')에서, 제1 위상 램핑 블록(45')은 제1 심볼에 대해 순환 시프트되고 또한 프레임 오프셋에 대한 사전 보상을 포함하는 제2 심볼을 생성하기 위해 위상 램핑을 제1 심볼에 적용할 수 있다. 제1 위상 램핑 블록(45')은 송신 대 수신 스위치의 끝과 다음 업링크 심볼 경계 사이의 갭과 같은 하나 이상의 다른 오프셋들을 대안적으로 또는 추가적으로 사전 보상할 수 있다. 제2 위상 램핑 블록(49)은 프레임 오프셋을 사전 보상하기 위해서, 제1 심볼에 대해 순환 시프트되는 사전 보상된 제1 심볼을 생성하기 위한 위상 램핑을 제1 심볼에 적용할 수 있다. 제2 위상 램핑 회로(49)는 송신에서 수신으로의 스위치의 끝과, 다음 업링크 심볼 경계 사이의 갭과 같은 하나 이상의 다른 오프셋들을 대안적으로 또는 추가적으로 사전 보상할 수 있다. 각각의 교정 심볼에 대해, 위상 정정된 신호는 주파수 도메인 샘플링 블록(46)에 의해 저장될 수 있다. 대안적으로, 공통 위상 조정 항이 저장될 수 있고 각각의 안테나에 대한 순환 시프트가 송신 동안 생성될 수 있다.
- [0069] 특정 응용들에서, 추가 위상 램프 보상은 표준에 의해 지정된 OFDM 심볼 특정 위상 회전을 사전 보상하기 위해 적용될 수 있다. 예를 들어, NR 표준에서, 위상 회전은 1밀리초 지속 내에 각각의 OFDM 심볼에 적용된다. 도 4b에 도시된 사전 보상의 일 실시예는, 제1 및 제2 교정 심볼들에 적용되는 위상 회전을 사전 보상하기 위해 더 추가 위상 오프셋을 제1 심볼에 적용할 수 있다. 제2 예에서, 위상 램핑은 제1 및 제2 교정 심볼들에 적용되는 위상 회전을 사전 보상하기 위해 제2 교정 심볼에 적용될 수 있다.
- [0070] 본원에 개시된 베이스 밴드 유닛(41), 베이스 밴드 유닛(41'), 및 다른 베이스 밴드 유닛들은 설명된 기능들을 수행하기 위해 임의의 적절한 물리 하드웨어를 포함할 수 있다. 이러한 물리 하드웨어는 적어도 하나의 프로세서 및 메모리를 포함할 수 있다. 예시된 블록들은 특정 블록에 대한 전용 회로 및/또는 2개 이상의 블록들의 기능을 수행하도록 프로그래밍 및/또는 구성된 공유 하드웨어로 구현될 수 있다. 베이스 밴드 유닛(41)은 광섬유를 통해 무선 주파수 처리 유닛(42)에 연결될 수 있다.
- [0071] 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 무선 주파수 처리 유닛(42)은 RRU 또는 프런트홀일 수 있다. 일부 사례들에서, 무선 주파수 처리 유닛(42)은 RRU 및 프런트홀의 조합에 의해 구현될 수 있다. 무선 주파수 처리 유닛(42)은 RF 신호들을 처리할 수 있다. 예시된 무선 주파수 처리 유닛(42)은 IFFT 블록(47) 및 순환 프리픽스 블록(48)을 포함한다. IFFT 블록(47)은 BBU(41)로부터 수신된 심볼들을 주파수 도메인에서 시간 도메인으로 변환할 수 있다. 제1 주파수 도메인 심볼의 IFFT를 취함으로써 생성된 제1 시간 도메인 심볼은 $\{a_0, a_1, \dots, a_{4095}\} = \text{IFFT}\{A_0, A_1, \dots, A_{4095}\}$ 에 의해 표현될 수 있다. 제1 두번째 도메인 심볼의 IFFT를 취함으로써 생성된 제2 시간 도메인 심볼은 $\{b_0, b_1, \dots, b_{4095}\} = \text{IFFT}\{B_0, B_1, \dots, B_{4095}\}$ 에 의해 표현될 수 있다. 위상 램핑 블록(45 또는 45')에 의한 주파수 도메인 위상 램프로 인해, 유효 시간 도메인 제2 심볼은 제1 심볼의 (좌측으로의) 순환 시프트가 된다: $\{b_0, b_1, \dots, b_{4095}\} = \{a_{288}, a_{289}, \dots, a_{4095}, a_0, a_1, \dots, a_{287}\}$.
- [0072] 순환 프리픽스 블록(48)은 순환 프리픽스들을 시간 도메인 심볼들에 추가할 수 있다. 순환 시프트된 부분들(34 및 36)은 순환 프리픽스들의 예들이다. 무선 주파수 처리 유닛(42)에 의해 출력된 교정 참조 심볼들은 도 3의 교정 참조 심볼들(31 및 32)의 임의의 적절한 원리들 및 장점들을 포함할 수 있다. 시간 도메인 심볼들은 동위상 심볼들 및 직각 심볼들을 포함할 수 있다. 본원에 개시된 무선 주파수 처리 유닛(42) 및 다른 무선 주파수 처리 유닛들은 설명된 기능들을 수행하기 위해 임의의 적절한 물리 하드웨어를 포함할 수 있다. 예시된 블록들은 특정 블록에 대한 전용 회로 및/또는 2개 이상의 블록들의 기능을 수행하도록 구성된 공유 하드웨어로 구현될 수 있다.
- [0073] 안테나(43)는 무선 주파수 처리 유닛(42)에 의해 출력된 연속적인 교정 참조 심볼들을 포함하는 교정 참조 심볼을 무선 송신할 수 있다. 일부 사례들에서, 복수의 안테나들은 교정 참조 신호를 송신할 수 있다.
- [0074] 도 3에 도시된 바와 같이, 수신된 교정 참조 심볼(24)은 2개의 연속 송신된 교정 참조 심볼들(31, 32)의 중간에 수신될 수 있다. TDD 프레임 오프셋에 따라, 수신 측은 상이한 순환 시프트를 거치는 교정 참조 심볼을 관찰할 수 있다. 도 2b에 도시된 예에서, 업링크 심볼은 다운링크 심볼 전에 $T_{\text{offset}} = 1600$ 시간 도메인 샘플들에서 수신된다. 따라서, 수신된 교정 참조 심볼은 $\{a_{2495}, a_{2496}, \dots, a_{2783}, a_{2784}, a_{2785}, \dots, a_{4095}, a_0, \dots, a_{2782}, a_{2783}\}$ 에 의해 표현될 수 있으며, 수신 측 인지 순환 프리픽스는 $\{a_{2495}, a_{2496}, \dots, a_{2783}\}$ 이고, 수신 측 인지 OFDM 심볼은 $\{a_{2784}, a_{2785}, \dots, a_{4095}, a_0, \dots, a_{2782}, a_{2783}\}$ 이다. 수신된 교정 참조 심볼(24)은 UL/DL 프레임 오프셋과 순환 시프트 길이 사이의 차이만큼 좌측으로 순환 시프트되는 송신된 제1 교정 참조 심볼(31)이다. 이러한 예에서, 프레임 오프셋은 1600이고 순환 시프트 길이는 288이다. 따라서, 이러한 예에서, 수신된 교정 참조 심볼(24)의 순환 시프트는 $1600 - 288 = 1312$ 이다.

- [0075] 도 5는 일 실시예에 따른 수신된 교정 참조 신호를 처리하기 위한 시스템(50)의 개략적인 블록도이다. 시스템(50)은 적어도 하나의 안테나(51), 무선 주파수 처리 유닛(52), 및 베이스 밴드 유닛(53)을 포함한다. 무선 주파수 처리 유닛(52)은 원격 무선 유닛 및/또는 프런트홀 처리 회로를 포함할 수 있다. 베이스 밴드 유닛(53)은 특정 응용들에서 베이스 밴드 유닛(41)의 특징들의 임의의 적절한 조합을 포함할 수 있다. 무선 주파수 처리 유닛(52)은 특정 응용들에서 무선 주파수 처리 유닛(42)의 특징들의 임의의 적절한 조합을 포함할 수 있다.
- [0076] 안테나(51)는 송신된 교정 참조 심볼을 수신할 수 있다. 일부 사례들에서, 복수의 안테나들은 교정 참조 심볼을 수신할 수 있다. 위에 논의된 바와 같이, 수신된 교정 참조 심볼은 프레임 오프셋의 양만큼 순환 시프트되는 교정 참조 신호 심볼의 순환 시프트된 버전일 수 있다. 순환 시프트 보상 또는 사전 보상은 도 2 및 도 3의 예에서 좌측에 있다. 일부 다른 응용들에서, 순환 시프트는 다른 방향에 대한 것일 수 있다.
- [0077] 시스템(50)은 수신기 측 상에서 시간 도메인 순환 시프트를 보상하기 위해 위상 램프 보상을 적용할 수 있다. 특정 사례들에서, 각각의 송신 안테나 상에서 송신 파형에 대한 시간 도메인 순환 시프트를 사전 보상하는 것이 가능하고 수신기 측 보상은 필요하지 않을 수 있다.
- [0078] 무선 주파수 처리 유닛(52)은 RRU 또는 프런트홀일 수 있다. 일부 사례들에서, 무선 주파수 처리 유닛(52)은 RRU 및 프런트홀의 조합에 의해 구현될 수 있다. 무선 주파수 처리 유닛(52)은 RF 도메인에서 시간 도메인 샘플들을 처리할 수 있다. 예시된 무선 주파수 처리 유닛(52)은 순환 프리픽스 제거 블록(54) 및 고속 푸리에 변환(FFT) 블록(55)을 포함한다. 순환 프리픽스 제거 블록(54)은 순환 시프트 길이에 대응하는 수신된 교정 참조 심볼의 시작 시간 도메인 샘플들을 제거할 수 있다. FFT 블록(55)은 순환 프리픽스 제거 블록에 의해 출력된 심볼들을 시간 도메인에서 주파수 도메인으로 변환할 수 있다.
- [0079] 베이스 밴드 유닛(53)은 위상 램핑 블록(56) 및 채널 추정 블록(57)을 포함할 수 있다. 위상 램핑 블록(56)은 프레임 오프셋 및 임의의 다른 DL/UL 시프트 값들을 고려할 수 있다. 사전 보상을 갖는 실시예들에서, 이러한 위상 램핑이 회피될 수 있다. 예를 들어, 위상 램핑 블록(56)은 도 2a, 도 2b 및 도 3에 예시된 예들에서 프레임 오프셋에서 순환 프리픽스 길이를 뺀 것에 대응하는 위상 램프를 적용함으로써 수신된 교정 참조 신호의 순환 시프트를 보상할 수 있다. 다른 예로서, 위상 램핑 블록(56)은 다운링크 심볼들이 업링크 심볼들 전에 프레임 오프셋에 의해 수신되는 어플리케이션들에서 프레임 오프셋 및 임의의 다른 DL/UL 시프트 값에 대응하는 위상 램프를 적용함으로써 수신된 교정 참조 신호에서 순환 시프트를 보상할 수 있다. 채널 추정 블록(57)은 위상 램핑 블록(56)의 출력을 처리하고 채널 추정치 및/또는 다른 교정 데이터를 생성할 수 있다. 베이스 밴드 유닛(53)은 수신된 참조 심볼을 처리하는 것에 기초하여, 안테나(51)를 포함하는 하나 이상의 안테나들로부터 교정 계수들을 계산할 수 있다. 계산된 교정 계수는 채널 추정 블록(57)에 의해 생성된 채널 추정치에 기초할 수 있다.
- [0080] 도 6은 일 실시예에 따른 수신된 교정 참조 신호를 처리하기 위한 시스템(60)의 개략적인 블록도이다.
- [0081] 실제로, 상대적으로 긴 오프셋은 채널 추정을 위한 기술적인 과제들을 제시할 수 있다. 예를 들어, 1600개의 시간 도메인 샘플들의 프레임 오프셋에서, 프레임 오프셋으로 인한 순환 시프트는 OFDM 심볼의 길이의 1/4보다 더 클 수 있다. 이러한 수준의 프레임 오프셋은 SRS 시간 도메인 윈도우(time domain windowing)이 약영향을 받을 수 있으므로 UE 처리에 완전히 투명하지 않을 수 있다. 따라서, 오프셋 양의 선형적 정보가 필요할 수 있다. 특정 어플리케이션들에서, 위상 램프 보상 대신에, 수신 측에서 예상된 순환 시프트에 대한 선형적 정보는 각각의 안테나에 대한 정확한 채널 추정치를 추출하기 위해 각각의 안테나에 대한 시간 도메인 채널 추정 윈도우 위치를 조정하도록 채널 추정 단계에서 사용될 수 있다. 베이스 밴드 유닛(63)은 채널 추정 블록(67)을 포함한다. 채널 추정 블록(67)은 수신 측에서 예상된 순환 시프트에 대한 선형적 정보에 기초하여 각각의 안테나에 대한 채널 추정치를 추출하기 위해 시간 도메인 위치를 조정할 수 있다. 베이스 밴드 유닛(63)은 수신된 참조 심볼을 처리하는 것에 기초하여, 안테나(51)를 포함하는 하나 이상의 안테나들로부터 교정 계수들을 계산할 수 있다. 계산된 교정 계수는 채널 추정 블록(67)에 의해 생성된 채널 추정치에 기초할 수 있다. 교정 참조 신호들은 가중 오버랩 및 애드(WOLA)를 송신하는 응용들에서 구현될 수 있다.
- [0082] 도 7은 일 실시예에 따른 WOLA 롤오프가 OFDM 심볼들의 양 측면들 상에 적용된 교정 참조 신호의 타이밍도를 예시한다.
- [0083] WOLA 롤 오프에서, 인접 채널 누설 비율(ACLR: Adjacent Channel Leakage Ratio)이 감소될 수 있다. 도 7은 교정 참조 심볼들(71 및 72)을 예시한다. 이들 심볼들은 WOLA 롤 오프가 교정 참조 심볼들(71 및 72) 각각의 시작과 끝에 적용된다는 점을 제외하고, 심볼들(31 및 32)과 각각 같다. 본원에 개시된 교정 참조 심볼들은 가중치

값들이 적절하게 정규화되는 WOLA를 송신하는 데 견고하다. 연속적인 교정 참조 심볼들의 시간 도메인 샘플들의 오버래핑 부분들은 합이 1인 가중치 계수들을 가질 수 있다.

- [0084] 도 2b의 타이밍도는 교정 참조 프로세스가 시간 도메인 샘플들의 5개의 심볼들 내에서 발생할 수 있는 것을 표시한다. RRU 및 프런트홀 타이밍 시나리오의 전체 제어에서도, 교정 참조 프로세스에 대해 적어도 4개의 심볼들이 있을 수 있다. 교정을 위한 최소 시간량은 1 프레임 오프셋(FO) + 1 송신 대 수신 전환(TR) + 1 심볼 + 1TR + 1Symb + 1TR에 대응할 수 있다. 이는 FO + 3TR + 2개의 심볼들과 동등하다. 도 2b의 예에서, 1 심볼 = 4096+288개의 시간 도메인 샘플들, 1TR > 1200 또는 1600개의 시간 도메인 샘플들(3 TR들 = 3600 내지 4800), 1 FO = 1600개의 시간 도메인 샘플들이다. 동시에, 1 FO + 3TR은 이러한 예에서 약 5200 내지 6400개의 시간 도메인 샘플들이다. 적어도 4개의 심볼들은 교정 참조 프로세스에서 수반된다. 따라서, RRU 측 상에서 송신 및 수신 타이밍의 전체 제어를 가정할지라도, 1개의 추가 심볼만이 저장될 수 있다. 도 2b에서의 5개 심볼들 중, 1개는 RRU 측 상에서 송신 및 수신 타이밍의 차이를 처리(account for)하기 위한 오버헤드로 간주될 수 있다.
- [0085] 도 8은 일 실시예에 따른 교정 참조 신호들을 송신 및 수신하기 위한 타이밍을 예시하는 타이밍도이다.
- [0086] 이러한 실시예에서, 교정을 위해 슬롯에서 송신과 수신 사이에 단일 스위치(single switch)가 있을 수 있다. 안테나들의 제1 그룹(G0) 및 안테나들의 제2 그룹(G1) 둘 다는 동일하거나 실질적으로 동일한 송신/수신 스위치 과형을 사용할 수 있다. 특수 슬롯(81 또는 82)에서 DL로부터 UL로의 하나의 스위치만이 있을 수 있다. 제1 그룹(G0) 및 제2 그룹(G1)은 특수 슬롯들에서 교정 참조 신호들을 송신 및 수신하기 위해 DL/UL 패딩을 교번할 수 있다. 특수 슬롯(81)에서, 제1그룹(G0)은 교정 참조 신호들을 송신하고 제2그룹(G1)은 교정 참조 신호들을 수신한다. 그 다음, 특수 슬롯(82)에서, 제1 그룹(G0)은 교정 참조 신호들을 수신하고 제2 그룹(G1)은 교정 참조 신호들을 송신한다. 이러한 실시예에서, 특수 슬롯 전 마지막 다운링크 슬롯 후의 2개의 여분의 심볼들은 교정을 위해 충분할 수 있다. 도 8에 도시된 타이밍에 특수 슬롯들에서의 교정 참조 신호들의 송신 및 수신은 경우, 구체적으로 교정을 위해 어떤 추가적인 송신에서 수신으로 또는 수신에서 송신으로의 전환들도 없다. 즉, 각각의 그룹을 위해 하나의 스위칭 전환만이 있다. 하나의 스위칭 전환은 특수 슬롯 전의 다운링크에서 특수 슬롯 후의 업링크로 전환하기 위해 어떤 방법으로 구현될 것이다.
- [0087] 교정 참조 신호는 또한 슬롯의 DL 부분의 끝에서 송신될 수 있다. 교정 참조 신호는 채널 상태 정보 참조 신호(CSI-RS)와 함께 재사용될 수 있다. 제1 그룹(G0)은 하나의 특수 슬롯(예를 들어, 특수 슬롯(81)) 상에 CSI-RS를 송신할 수 있다. 제2 그룹(G1)은 대체 특수 슬롯(예를 들어, 특수 슬롯(82)) 상에 CSI-RS를 송신할 수 있다. G0/G1과 연관된 RRU들은 교정을 위해 CSI-RS를 사용할 수 있다. 하나 이상의 사용자 장비들(UE들)은 CSI 보고를 위해 CSI-RS를 사용할 수 있다.
- [0088] 본원에 개시된 교정 참조 신호들은 임의의 적절한 참조 신호들일 수 있다. 예를 들어, 본원에 개시된 교정 참조 신호들은 사운딩 참조 신호들(SRS), CSI-RS, 일반적인 처프 시퀀스(chirp sequence) 또는 이들의 임의의 적절한 조합의 임의의 적절한 원리들 및 장점들에 따라 구현될 수 있다. 교정 참조 심볼은 골드 시퀀스, 자도프 추 시퀀스, UL SRS 시퀀스, DL CSI-RS 시퀀스, 또는 DL 복조 참조 신호(DMRS) 시퀀스에 기초하여 생성될 수 있다. 교정 참조 신호의 리소스는 UE들이 DL CSI 처리를 위해 동일한 CSI-RS 시퀀스를 사용할 수 있도록 UE들에 시그널링 및/또는 구성될 수 있다.
- [0089] 특정 실시예들이 교정을 위해 전체 OFDM 심볼들을 사용하는 것을 참조하여 설명되지만, 본원에 개시된 임의의 적절한 원리들 및 장점들은 부분 OFDM 심볼(예를 들어, 하프 심볼)이 교정에 사용되는 응용들에서 적용될 수 있다. 예를 들어, 하프 심볼은 교정 참조 심볼을 송신하는 데 사용될 수 있다. 수신기 측에서, BBU 측은 주파수 도메인 샘플들을 수신하고, 시간 IFFT를 도메인으로 다시 수행하고, 대응하는 교정 참조 신호를 추출하고, FFT를 주파수 도메인으로 다시 수행하여 교정 참조 신호에 대한 채널 추정치를 획득할 수 있다.
- [0090] 네트워크 시스템은 본원에 개시된 임의의 적절한 원리들 및 장점들에 따라 교정 참조 신호들을 생성, 송신, 수신, 및/또는 처리하도록 구성될 수 있다. 네트워크 시스템은 무선 통신을 위한 UL/DL 상호 채널 추정치로 RRU 안테나들을 교정하도록 교정 참조 신호들에 기초하여 결정된 채널 추정치들을 사용할 수 있다. 네트워크 시스템은 TDD MIMO 정보를 UE들과 교환할 수 있다.
- [0091] 도 9는 예시적인 네트워크 시스템을 예시한다.
- [0092] 네트워크 시스템은 도 12의 네트워크 환경(230) 및/또는 임의의 적절한 네트워크 환경과 같은, 임의의 적절한 네트워크 환경에서 동작할 수 있다. 네트워크 시스템은 본원에 개시된 임의의 적절한 RRU들, 프런트홀 회로, 및/또는 BBU들을 포함할 수 있다.

- [0093] 도 9는 일 실시예에 따른 베이스 밴드 유닛(902) 및 원격 무선 유닛들(920)을 포함하는 예시적인 네트워크 시스템(900)을 예시하는 블록도이다. 도 9의 네트워크 시스템(900)은 본원에 개시된 임의의 적절한 원리들 및 장점들에 따라 참조 신호들을 생성, 송신, 수신, 및 처리할 수 있다. 베이스 밴드 유닛(902)은 적어도 하나의 원격 무선 유닛(920)과 결합될 수 있다. 베이스 밴드 유닛(902)은 본원에 개시된 임의의 적절한 원리들 및 장점들에 따라 교정 참조 신호들을 결정, 생성 및/또는 처리할 수 있는 처리 유닛의 일 예이다. 베이스 밴드 유닛(902)은 예시된 바와 같이 복수의 원격 무선 유닛들(920)과 결합될 수 있다. 이러한 원격 무선 유닛들(920)은 분산될 수 있다. 원격 무선 유닛들(920) 및/또는 프론트홀 회로는 본원에 개시된 무선 주파수 처리를 수행할 수 있다.
- [0094] 원격 라디오 유닛(920)은 무선 통신들을 위해, 적어도 제1 안테나(932) 및 제2 안테나(934)와 같은, 하나 이상의 안테나들을 포함할 수 있다. 무선 통신들은 예를 들어, MIMO 무선 통신들일 수 있다. 원격 무선 유닛은 임의의 적절한 수의 안테나들 및/또는 안테나들의 어레이를 포함할 수 있다. RRU(920)의 안테나들(932 및 934)은 송수신기(924)와 결합된다. 송수신기(924)는 본원에 개시된 무선 주파수 처리 유닛들을 참조하여 설명된 임의의 적절한 특징들을 수행할 수 있다. 송수신기(924)는 수신기 및 송신기를 포함한다. 수신기는 안테나들(932 및/또는 934)를 통해 수신된 신호들을 처리할 수 있다. 수신기는 도 5 및 도 6의 무선 주파수 처리 유닛(52)의 블록들을 포함할 수 있다. 송수신기(924)는 처리된 신호들을 BBU(902)에 포함된 RRU 인터페이스(916)에 제공할 수 있다. 송수신기(924)는 임의의 적절한 수의 수신 경로들을 포함할 수 있다. 송신기는 안테나들(932 및/또는 934)를 통한 송신을 위해 BBU(902)로부터 수신된 신호들을 처리할 수 있다. 송수신기(924)의 송신기는 송신을 위해 신호들을 안테나들(932 및/또는 934)에 제공할 수 있다. 송신기는 도 4a 및/또는 도 4b의 무선 주파수 처리 유닛(42)의 블록들을 포함할 수 있다. 송수신기(924)는 임의의 적절한 수의 송신 경로들을 포함할 수 있다. 송수신기(924)는 각각의 안테나(932 및 934)에 대한 상이한 송신 및 수신 경로들을 포함할 수 있다.
- [0095] 예시된 바와 같이, BBU(902)는 프로세서(904), 교정 블록(906), 채널 추정기(908), 데이터 저장소(914), 빔형성기(916), RRU 인터페이스(918), 및 버스(919)를 포함한다. 버스(919)는 BBU(902)의 몇 개의 요소들을 결합할 수 있다. 데이터는 버스(919)를 통해 BBU(902)의 요소들 사이에서 통신될 수 있다.
- [0096] 프로세서(904)는 프로세서(904)를 참조하여 설명된 기능을 수행하도록 구성된 임의의 적절한 물리 하드웨어를 포함할 수 있다. 프로세서(904)는 네트워크 시스템(900)과 UE들 및/또는 네트워크 노드들 사이의 통신들을 관리할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(904)는 트래픽을 스케줄링하고 제어 정보가 UE들에 송신되게 할 수 있다. 프로세서(904)는 본원에 설명된 기능들을 수행하도록 디자인되는 특정 실행가능 명령어들을 가지고 구성된 프로세서, 마이크로프로세서, 마이크로컨트롤러, 디지털 신호 프로세서(DSP), 주문형 집적 회로(ASIC), 프로그램가능 로직 장치 예컨대 필드 프로그램가능 게이트 어레이(FPGA) 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 프로세서(904)는 특정 어플리케이션들에서 컴퓨팅 장치들 및/또는 개별 처리 회로들의 임의의 적절한 조합에 의해 구현될 수 있다.
- [0097] 교정 블록(906)은 참조 신호들을 생성하고 수신된 참조 신호들을 처리하여 교정 계수를 계산할 수 있다. 예를 들어, 교정 블록(906)은 제1 참조 심볼에 기초하여 제2 참조 심볼을 생성하기 위해 위상 램핑을 적용할 수 있다. 다른 예로서, 교정 블록(906)은 프레임 오프셋 및 순환 시프트 길이를 처리하기 위해 수신된 참조 심볼을 처리할 수 있다. 교정 블록(906)은 교정을 위한 참조 신호들의 송신 및/또는 수신을 조정할 수 있다. 이들 참조 신호들은 RRU들(안테나 그룹(G0)에서 안테나 그룹(G1)으로 송신되고 안테나 그룹(G1)에 의해 수신되고, 그 역도 또한 마찬가지로) 사이에서 UL 및 DL 채널들을 추정하는데 사용되고 교정 계수들을 유도하여 상호 기반 채널 추정 및 빔포밍을 용이하게 하는 데 사용될 수 있다. 따라서, 교정 블록(906)은 안테나 그룹(G0)에서 그룹(G1)으로, 그리고 또한 안테나 그룹(G1)에서 안테나 그룹(G0)으로 송신되는 교정 참조 신호들의 채널 추정치를 생성할 수 있다. 그 다음, 교정 블록(906)은 상호 빔 형성 목적들을 위해서, 모든 RRU 안테나들의 교정 계수들을 유도하기 위한 이들 채널 추정치들을 사용할 수 있다. 교정 블록(906)은 본원에 개시된 타이밍도들의 임의의 적절한 원리들 및 장점들에 기초하여 참조 신호들의 송신 및 수신을 위한 슬롯들의 타이밍을 결정할 수 있다. 교정 블록(906)은 전용 회로 및/또는 프로세서(904)의 회로에 의해 구현될 수 있다.
- [0098] 채널 추정기(908)는 처리된 교정 참조 신호들에 기초하여 채널 추정치들을 생성할 수 있다. 채널 추정기(908)는 무선 통신 환경에서 다양한 링크들에 대한 채널 추정치들을 생성할 수 있다. 채널 추정기(908)는 전용 회로 및/또는 프로세서(904)의 회로에 의해 구현될 수 있다. 일부 사례들에서, 채널 추정기(908)는 SRS 및/또는 CSI-RS에 대한 채널 추정을 위한 회로를 포함할 수 있다. 채널 추정기(908)는 처리된 교정 참조 신호들로부터 임의의 적절한 교정 데이터를 생성할 수 있다.
- [0099] 예시된 바와 같이, 프로세서(904)는 데이터 저장소(914)와 통신한다. 데이터 저장소(914)는 본원에 설명된 특징

들의 임의의 적절한 조합을 구현하기 위해 프로세서(904), 교정 블록(906), 또는 채널 추정기(908) 중 하나 이상에 의해 실행될 수 있는 명령어들을 저장할 수 있다. 데이터 저장소(914)는 교정이 요구되는 안테나들 중 하나 이상과 연관된 정보, 네트워크 조건들, 네트워크 트래픽 정보, 채널 추정치들 등을 보유할 수 있다. 데이터 저장소(914)는 베이스 밴드 유닛(902)에 대한 임의의 다른 적절한 데이터를 저장할 수 있다.

- [0100] 빔형성기(916)는 UE들을 위한 서빙 노드들에 대한 파라미터들을 생성할 수 있다. 파라미터들은 송신 모드, 시간, 주파수, 전력, 빔포밍 매트릭스, 톤 할당 또는 채널 랭크 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 빔형성기(916)는 다운링크 데이터 송신들의 네트워크 와이드 최적화를 용이하게 하는 BBU(902)와 결합된 RRU들(920)에 대한 최적 파라미터들을 결정할 수 있다. 유사한 기능은 업링크 데이터 송신을 수신하기 위해 구현될 수 있다. 빔형성기(916)는 TDD MIMO 네트워크에서 무선 통신을 향상시킬 수 있는 고급 프리코딩 블록의 일 예이다. 빔형성기(916)는 본원에 개시된 수신된 교정 참조 신호로부터 생성되는 임의의 적절한 교정 데이터에 의해 생성된 교정 계수들을 적용할 수 있다.
- [0101] 예시된 프로세서(904)는 RRU 인터페이스(918)와 통신한다. RRU 인터페이스(918)는 신호들을 RRU(920)에 제공하고 RRU(920)로부터 신호들을 수신하기 위한 임의의 적절한 인터페이스일 수 있다. 일 예로서, RRU 인터페이스(918)는 공통 공중 무선 인터페이스일 수 있다.
- [0102] 도 10은 일 실시예에 따른 교정 참조 신호를 송신하는 예시적인 방법(100)의 흐름도이다.
- [0103] 방법(100)은 본원에 개시된 임의의 적절한 TDD MIMO 시스템에 의해 수행될 수 있다. 교정 참조 신호는 OFDM 심볼들을 포함할 수 있다. 본원에 개시된 교정 참조 신호들을 생성하는 것과 연관된 임의의 적절한 원리들 및 장점들은 방법(100)에서 구현될 수 있다. 방법(100)은 도 4 및/또는 도 9의 시스템들과 같은 임의의 적절한 하드웨어에 의해 수행될 수 있다. 본원에 개시된 방법의 임의의 동작들은 적절하게 임의의 적절한 순서로 수행될 수 있다.
- [0104] 블록(102)에서, 심볼 및 심볼의 순환 시프트된 부분을 포함하는 제1 참조 심볼이 생성된다. 순환 시프트된 부분은 순환 시프트 길이를 갖는다. 순환 시프트된 부분은 순환 프리픽스일 수 있다. 제1 참조 심볼을 생성하는 단계는 시간 도메인에서 순환 시프트된 부분을 추가하는 단계를 포함한다. 제1 참조 심볼의 예들은 도 3의 제1 교정 참조 심볼(31) 및 도 7의 제1 교정 참조 심볼(71)을 포함한다. WOLA는 제1 참조 심볼을 생성할 시에 적용될 수 있다.
- [0105] 제2 참조 심볼은 블록(104)에서 생성된다. 제2 참조 심볼은 순환 시프트 길이만큼 제1 참조 심볼에 대해 순환 시프트되는 제1 교정 심볼의 순환 시프트된 버전이다. 제2 참조 심볼을 생성하는 단계는 위상 램프를 적어도 제1 참조 심볼의 심볼에 적용하는 단계를 포함할 수 있다. 제2 참조 심볼의 예들은 도 3의 제2 교정 참조 심볼(32) 및 도 7의 제2 교정 참조 심볼(72)을 포함한다.
- [0106] 특정 사례들에서, 위상 램핑은 업링크 심볼들과 다운링크 심볼들 사이의 적어도 프레임 오프셋 및/또는 임의의 추가 DL/UL 오프셋을 사전 보상하기 위해 제1 및 제2 참조 심볼들에 추가로 적용될 수 있다.
- [0107] 블록(106)에서, 제1 및 제2 참조 심볼들은 연속적으로 송신된다. 송신은 특수 슬롯 동안 발생할 수 있다. 제1 및 제2 참조 심볼들은 적어도 하나의 안테나를 통해 무선으로 송신된다.
- [0108] 도 11은 일 실시예에 따른 수신된 교정 참조 신호를 처리하는 예시적인 방법(110)의 흐름도이다.
- [0109] 방법(110)은 본원에 개시된 임의의 적절한 TDD MIMO 시스템에 의해 수행될 수 있다. 교정 참조 신호는 방법(100)에 의해 송신될 수 있다. 교정 참조 심볼은 OFDM 심볼들을 포함할 수 있다. 본원에 개시된 교정 참조 신호들을 처리하는 것과 연관된 임의의 적절한 원리들 및 장점들은 방법(110)에서 구현될 수 있다. 방법(110)은 도 5, 도 6, 또는 도 9의 시스템들 중 어느 것과 같은 임의의 적절한 하드웨어에 의해 수행될 수 있다. 본원에 개시된 방법의 임의의 동작들은 적절하게 임의의 적절한 순서로 수행될 수 있다.
- [0110] 블록(112)에서, 참조 심볼은 적어도 하나의 안테나를 통해 수신된다. 참조 심볼은 제1 송신된 참조 심볼의 일부 및 제2 송신된 참조 심볼의 일부를 포함한다. 제1 송신된 참조 심볼은 심볼 및 순환 시프트 길이를 갖는 심볼의 순환 시프트된 부분을 포함한다. 제2 송신된 참조 심볼은 순환 시프트 길이만큼 제1 송신된 참조 심볼에 대해 순환 시프트되는 제1 송신된 참조 심볼의 순환 시프트된 버전이다.
- [0111] 수신된 참조 신호의 순환 시프트된 부분은 블록(114)에서 제거될 수 있다. 이는 순환 시프트 길이에 대응하는 참조 신호의 시간 도메인 샘플들을 제거하는 것을 수반할 수 있다. 시간 도메인 처리는 RRU 및/또는 프런트홀

회로에서 수행될 수 있다.

- [0112] 블록(116)에서, 참조 심볼은 업링크 심볼들과 다운링크 심볼들 사이의 프레임 오프셋 및 순환 시프트 길이를 처리(account for)하기 위해 주파수 도메인에서 처리된다. 주파수 도메인 처리는 위상 램프를 적용하는 단계를 포함할 수 있다. 주파수 도메인 처리는 프레임 오프셋 및/또는 임의의 다른 DL/UL 시프트 값들을 처리하기 위해 선형적 정보를 사용하는 단계를 포함할 수 있다. 블록(116)에서 처리된 후, 적어도 하나의 채널 추정치 및/또는 다른 교정 데이터(예를 들어, 계수)가 생성될 수 있다.
- [0113] 도 12는 참조 신호들이 무선 송신될 수 있는 예시적인 다중 입력 다중 출력(MIMO) 네트워크 환경(230)을 예시하는 도해이다.
- [0114] 다양한 UE들은 MIMO 네트워크 환경(230)에서 네트워크 시스템과 무선 통신할 수 있다. 이러한 무선 통신들은 높은 처리량들을 달성할 수 있다. UE들과 무선 통신하기 위한 MIMO 네트워크 환경(230)의 안테나들은 분산될 수 있다. 상이한 노드들 사이의 채널들에 대한 채널 추정들은 본원에 개시된 임의의 적절한 원리들 및 장점들에 따라 참조 신호들에 기초하여 MIMO 네트워크 환경(230)에서 수행될 수 있다.
- [0115] 다양한 표준 및/또는 프로토콜들은 기지국과 무선 통신 장치 사이에서 데이터를 무선 통신하기 위해 MIMO 네트워크 환경(230)에서 구현될 수 있다. 일부 무선 장치들은 물리 계층을 통해 직교 주파수 분할 멀티플렉싱(OFDM) 디지털 변조 방식을 사용하여 통신할 수 있다. 환경(230)에서 무선 통신을 위한 예시적인 표준들 및 프로토콜들은 제3 세대 파트너십 프로젝트(3GPP) 롱 텀 에볼루션(LTE), 롱 텀 에볼루션 어드밴스드(LTE Advanced), 또한 5G로 공지된 3GPP 뉴 라디오(NR), 이동 통신 세계화 시스템(GSM), 에지(EDGE), 와이맥스(WiMAX), 및 IEEE 802.11 표준을 포함할 수 있으며, 이는 Wi-Fi로 공지되어 있을 수 있다. 일부 시스템들에서, 무선 액세스 네트워크(RAN)는 하나 이상의 진화된 노드 B들(또한 일반적으로 향상된 노드 B들, eNodeB들, 또는 eNB들로 표시됨), gNB들, 또는 임의의 다른 적절한 노드 B들(xNB들)과 연관된 하나 이상의 기지국들을 포함할 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 무선 네트워크 제어기들(RNC들)은 기지국들로서 제공될 수 있다. 기지국은 무선 네트워크와 인터넷과 같은 코어 네트워크 사이에 브리지를 제공한다. 기지국은 무선 네트워크의 무선 통신 장치들에 대한 데이터의 교환을 용이하게 하기 위해 포함될 수 있다. 기지국은 본원에 개시된 임의의 적절한 원리들 및 장점들에 따라 참조 신호 채널 추정을 수행할 수 있다.
- [0116] 무선 통신 장치는 사용자 장비(UE)로 지칭될 수 있다. UE는 스마트폰, 랩탑, 태블릿 컴퓨터, 휴대 전화, 웨어러블 컴퓨팅 장치 예컨대 스마트 글래스 또는 스마트 워치 또는 이어피스, 하나 이상의 네트워크 기기들(예를 들어, 소비자 네트워크 기기들 또는 산업용 플랜트 장비), 연결을 갖는 산업용 로봇 또는 차량과 같은 사용자에게 의해 사용되는 장치일 수 있다. 일부 구현들에서, UE는 데이터를 수집하고 데이터를 인터넷과 같은 코어 네트워크에 연결된 디바이스(예를 들어, 서버)에 무선으로 제공하도록 구성된 센서 또는 다른 네트워크 장치를 포함할 수 있다. 이러한 장치들은 사물 인터넷(IoT) 장치들로 지칭될 수 있다. 다운링크(DL) 송신은 일반적으로 송수신기 기지국(BTS) 또는 eNodeB에서 UE로의 통신을 지칭한다. 업링크(UL) 송신은 일반적으로 UE에서 BTS로의 통신을 지칭한다.
- [0117] 도 12는 협력 또는 클라우드 무선 액세스 네트워크(C-RAN) 환경(230)을 예시한다. 환경(230)에서, eNodeB 기능은 베이스 밴드 유닛(BBU)(240) 및 다수의 원격 무선 유닛들(RRU들)(예를 들어, RRU(255), RRU(265), 및 RRU(275)) 사이에서 세분된다. 도 12의 네트워크 시스템은 BBU(240) 및 RRU들(255, 265, 275)을 포함한다. RRU는 다수의 안테나들을 포함할 수 있고, 안테나들 중 하나 이상은 송신에서 수신으로의 지점(TRP)의 역할을 할 수 있다. RRU 및/또는 TRP는 서빙 노드로 지칭될 수 있다. BBU(240)는 광섬유 연결을 통해와 같이 RRU들에 물리적으로 연결될 수 있다. BBU(240)는 송신하기 위한 제어 데이터 및 페이로드 데이터와 함께 RRU로부터의 신호들의 송신 및 수신을 제어하기 위해 동작 정보를 RRU에 제공할 수 있다. RRU는 RRU와 연관된 서비스 영역 내의 UE들로부터 수신된 데이터를 네트워크에 제공할 수 있다. 도 12에 도시된 바와 같이, RRU(255)는 서비스를 서비스 영역(250) 내의 장치들에 제공한다. RRU(265)는 서비스를 서비스 영역(260) 내의 장치들에 제공한다. RRU(275)는 서비스를 서비스 영역(270) 내의 장치들에 제공한다. 예를 들어, 무선 다운링크 송신 서비스는 데이터를 서비스 영역(270) 내의 하나 이상의 장치들에 통신하기 위해 서비스 영역(270)에 제공될 수 있다.
- [0118] 환경(230)에서, 네트워크 시스템은 분산 MIMO를 통해 UE들과 무선 통신할 수 있다. 예를 들어, UE(283)는 RRU(255)의 적어도 하나의 안테나, RRU(265)의 적어도 하나의 안테나, 및 RRU(275)의 적어도 하나의 안테나를 포함하는 네트워크 시스템의 안테나들과 MIMO 데이터를 무선 통신할 수 있다. 다른 예로서, UE(282)는 RRU(255)의 적어도 하나의 안테나 및 RRU(265)의 적어도 하나의 안테나를 포함하는 분산 안테나들과 MIMO 데이터를 무선 통신할 수 있다. 하나 더의 예로서, UE(288)는 RRU(255)의 적어도 하나의 안테나 및 RRU(275)의 적어도 하나

의 안테나를 포함하는 분산 안테나들과 MIMO 데이터를 무선 통신할 수 있다. 본원에 개시된 참조 신호 채널 추정
의 임의의 적절한 원리들 및 장점들은 예를 들어, 이러한 분산 MIMO 응용들에서 구현될 수 있다.

[0119] 예시된 RRU들(255, 265, 및 275)은 다수의 안테나들을 포함하고 MIMO 통신들을 제공할 수 있다. 예를 들어, RRU
는 UE와 같은 하나 이상의 수신기들로의 송신을 위해 동시에 사용될 수 있는 다양한 수들의 송신 안테나들(예를
들어, 2개, 4개, 8개 이상)을 구비할 수 있다. 수신 장치들은 하나 초과수의 수신 안테나(예를 들어, 2개, 4개
등)를 포함할 수 있다. 수신 안테나들의 어레이는 RRU로부터 송신들을 동시에 수신하도록 구성될 수 있다. RRU
에 포함된 각각의 안테나는 특정 시간, 주파수, 전력, 및 방향 구성에 따라 송신 및/또는 수신하도록 개별적으
로 구성될 수 있다. 유사하게, UE에 포함된 각각의 안테나는 특정 시간, 주파수, 전력, 및 방향 구성에 따라 송
신 및/또는 수신하도록 개별적으로 구성될 수 있다. 구성은 BBU(240)에 의해 제공될 수 있다.

[0120] 도 12에 도시된 서비스 영역들은 통신 서비스들을 사용자 장비의 이종 모집단에 제공할 수 있다. 예를 들어, 서
비스 영역(250)은 대규모 이벤트에 참석하는 사용자들과 연관된 장치들의 그룹과 같은 UE들(290)의 클러스터를
포함할 수 있다. 서비스 영역(250)은 또한 UE들(290)의 클러스터로부터 떨어져서 위치되는 추가 UE(292)를 포함
할 수 있다. 이동 사용자 장비(294)는 서비스 영역(260)에서 서비스 영역(270)으로 이동할 수 있다. 이동 사용
자 장비의 다른 예는 실시간 내비게이션, 온보드 데이터 서비스들(예를 들어, 스트리밍 비디오 또는 오디오),
또는 다른 데이터 응용들을 위한 무선 통신들을 송수신기를 포함할 수 있는 차량(186)이다. 환경(230)은 무선
통신을 위해 구성된, 로봇 장치(288)(예를 들어, 로봇 팔, 자율 주행 유닛, 또는 다른 산업용 또는 상업용
로봇) 또는 텔레비전(284)과 같은, 반이동 또는 고정 UE들을 포함할 수 있다.

[0121] 사용자 장비(282)는 오버래핑 서비스를 갖는 영역(예를 들어, 서비스 영역(250) 및 서비스 영역(260))에 위치될
수 있다. 환경(230) 내의 각각의 장치는 일부 사례들에서, 다른 장치들의 요구들과 충돌할 수 있는 상이한 성능
요구들을 가질 수 있다.

[0122] 본원에 개시된 임의의 적절한 원리들 및 장점들에 따라 참조 신호들을 사용하는 UE들과 RRU들 사이의 채널들의
추정과 같은 네트워크 환경(230)에서의 채널 추정은 본원에 개시된 고정 참조 신호들의 임의의 적절한 원리들
및 장점들을 구현할 수 있다. 고정 참조 신호에 기초한 무선 통신 채널에 대한 정확한 추정은 고정 및/또는 프
리코딩에 유용할 수 있다.

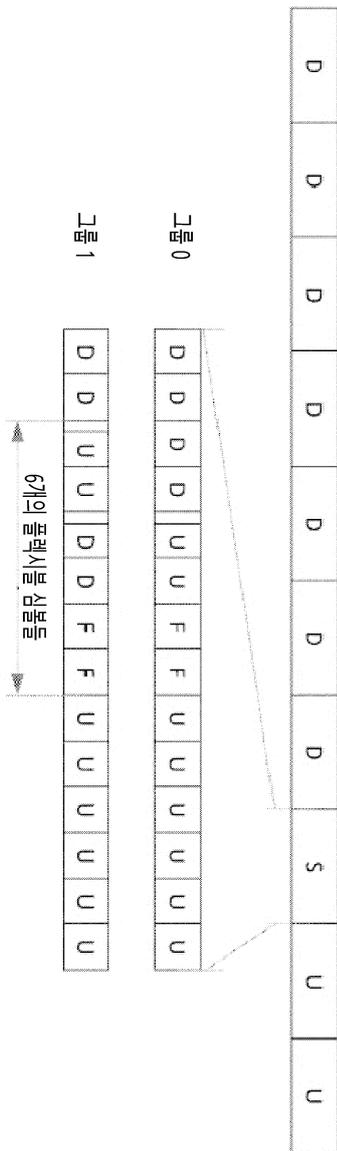
[0123] 실시예에 따라, 본원에 설명된 임의의 프로세스들 또는 알고리즘들의 특정 액트들, 이벤트들, 또는 기능들은 상
이한 시퀀스로 수행될 수 있고, 전체로서 추가, 병합 또는 생략될 수 있다(예를 들어, 모든 설명된 동작들 또는
이벤트들은 프로세스 또는 알고리즘의 실시예에 필요하지 않음). 더욱이, 특정 실시예들에서, 동작들, 또는 이벤
트들은 예를 들어, 순차적으로 수행되기보다는 다중 스레드 처리, 인터럽트 처리, 또는 다중 프로세서들 또는
프로세서 코어들을 통해 또는 다른 병렬 아키텍처들 상에 동시에 수행될 수 있다.

[0124] 달리 구체적으로 언급되지 않거나, 사용되는 바와 같은 맥락 내에서 달리 이해되지 않는 한, 특히, "할 수
있다", "할 수 있었다", "일 수 있었다", "일 수 있다", "예를 들어", "예컨대" 등과 같은 본원에 사용된 조건
적 언어는 일반적으로 특정 실시예들이 특정 특징들, 요소들, 및/또는 동작들을 포함하는 한편, 다른 실시예들
이 이들을 포함하지 않는 것을 전달하도록 의도된다. 따라서, 이러한 조건적 언어는 일반적으로 특징들,
요소들, 및/또는 동작들이 하나 이상의 실시예들에 임의의 방식으로 필요한 것 또는 이들 특징들, 요소들, 및/
또는 단계들이 포함되든 임의의 특정 실시예에서 수행되어야 하든, 하나 이상의 실시예들이 다른 입력을 갖거나
갖지 않고, 결정하거나 프롭팅하기 위한 로직을 반드시 포함하는 것을 암시하도록 의도되지 않는다. "구성하
는", "포함하는" 등이라는 용어들은 동의어이고 포괄적으로, 개방형 방식으로 사용되며, 추가 요소들, 특징들,
액트들, 동작들 등을 배제하지 않는다. 또한, "본원에", "위에", "아래에"라는 단어들 및 유사한 의미의 단어들
은 본 출원에서 사용될 때, 본 출원을 전체로서 지칭하고 본 출원의 특정 부분들을 지칭하지 않는다. 문맥이 허
용하는 경우, 단수 또는 복수를 사용하는 특정 실시예들의 상기 상세한 설명에서의 단어들은 또한 복수 또는 단
수를 각각포함할 수 있다. 또한, "또는"이라는 용어는 예를 들어, 요소들의 리스트를 연결하기 위해 사용될 때,
"또는"이라는 용어가 리스트 내의 요소들 중 하나, 일부, 또는 전부를 의미하도록 포괄적인 의미로 사용된다(배
타적인 의미로 사용되지 않음).

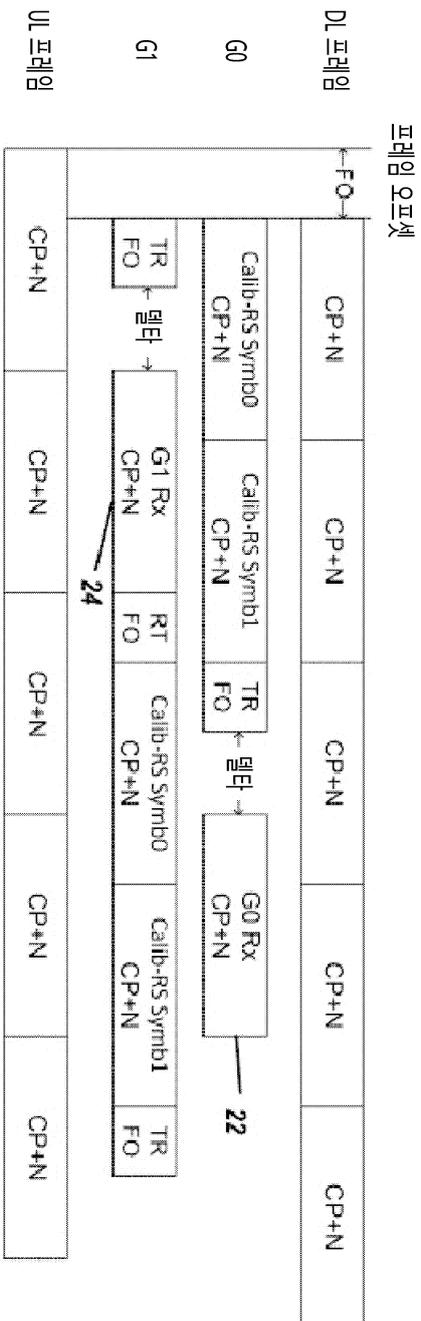
[0125] 달리 구체적으로 언급되지 않는 한 "X, Y, Z 중 적어도 하나"라는 문구와 같은 택일적 언어는 일반적으로 항목,
용어 등이 X, Y, 또는 Z, 또는 이들의 임의의 조합(예를 들어, X, Y, 및/또는 Z)일 수 있는 것을 제시하기 위해
사용되는 바와 같은 맥락에서 달리 이해된다. 따라서, 이러한 택일적 언어는 일반적으로 특정 실시예들이 각각
존재하기 위해 X 중 적어도 하나, Y 중 적어도 하나, 또는 Z 중 적어도 하나를 요구하는 것을 암시하도록 의도
되지 않고 암시하지 않아야 한다.

- [0126] 맥락에서 달리 명시적으로 언급되거나 일반적으로 이해되지 않는 한, "부정관사(a 또는an)"와 같은 관사들은 일반적으로 하나 이상의 설명된 항목들을 포함하는 것으로 해석되어야 한다. 따라서, "하도록 구성된 장치"와 같은 문구들은 하나 이상의 열거된 장치들을 포함하도록 의도된다. 이러한 하나 이상의 열거된 장치들은 또한 지정된 열거들을 수행하도록 집합적으로 구성될 수 있다. 예를 들어, "열거들(A, B 및 C)을 수행하도록 구성된 프로세서"는 열거들(설명 B 및 C_을 수행하도록 구성된 제2 프로세서와 함께 작동하는 열거(A)를 수행하도록 구성된 제1 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0127] 본원에 일반적으로 사용되는 바와 같은 "결합된"이라는 단어는 서로 직접 결합되거나, 하나 이상의 중간 요소들에 의해 결합될 수 있는 2개 이상의 요소들을 지칭한다. 마찬가지로, 본원에 일반적으로 사용되는 바와 같은 "연결된"이라는 단어는 직접 연결되거나, 하나 이상의 중간 요소들에 의해 연결될 수 있는 2개 이상의 요소들을 지칭한다. 연결들은 무선 인터페이스 및/또는 와이어들 및/또는 광섬유 및/또는 다른 적절한 연결을 통할 수 있다.
- [0128] 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "결정하다" 또는 "결정하는"은 매우 다양한 액션들을 포함한다. 예를 들어, "결정하는 것"은 사용자 개입 없이 하드웨어 요소를 통해 계산, 컴퓨팅, 처리, 유도, 생성, 획득, 검색(예를 들어, 테이블, 데이터베이스 또는 다른 데이터 구조에서 검색), 확인 등을 포함할 수 있다. 또한, "결정하는 것"은 사용자 개입 없이 하드웨어 요소를 통해 수신하는 것(예를 들어, 정보를 수신하는 것), 액세스하는 것(예를 들어, 메모리 내의 데이터에 액세스하는 것) 등을 포함할 수 있다. 또한, "결정하는 것"은 사용자 개입 없이 하드웨어 요소를 통해 해결하는 것, 선택하는 것, 선택하는 것, 설정하는 것 등을 포함할 수 있다.
- [0129] 상기 상세한 설명은 다양한 실시예들에 적용되는 바와 같이 새로운 특징들을 도시, 설명, 및 지적하였지만, 예시된 장치들 또는 알고리즘들의 형태 및 상세들에서의 다양한 생략들, 치환들, 및 변경들이 개시의 사상으로부터 벗어나지 않고 이루어질 수 있다는 점이 이해될 수 있다. 예를 들어, 본원에 설명된 회로 블록들 및/또는 방법 블록들은 삭제, 이동, 추가, 세분화, 조합, 다른 순서로 배열 및/또는 수정될 수 있다. 이들 블록들 각각은 여러가지 상이한 방식으로 구현될 수 있다. 본원에 개시된 임의의 방법의 임의의 부분은 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체 상에 저장된 특정 명령어들과 관련하여 수행될 수 있다. 인식될 수 있는 바와 같이, 본원에 설명된 특정 실시예들은 일부 특징들이 다른 것들과 별도로 사용되거나 실시될 수 있기 때문에, 본원에 제시된 특징들 및 장점들의 전부를 제공하지 않는 형태 내에서 구현될 수 있다. 본원에 개시된 특정 실시예들의 범위는 전술한 설명보다는 첨부된 청구항들에 의해 표시된다. 청구항들의 등가의 의미 및 범위 내에 있는 모든 변경들은 그들의 범위 내에 포함되어야 한다.

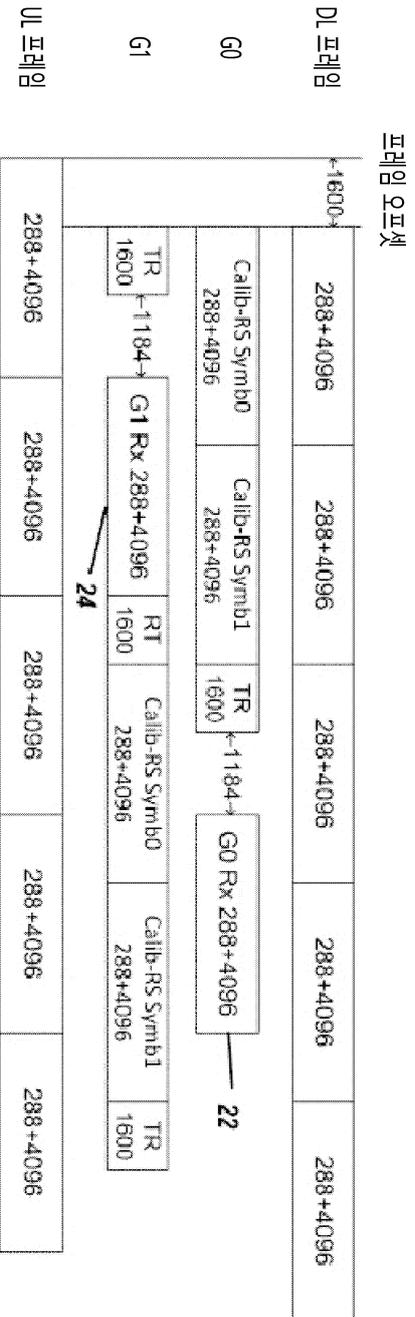
도면1b



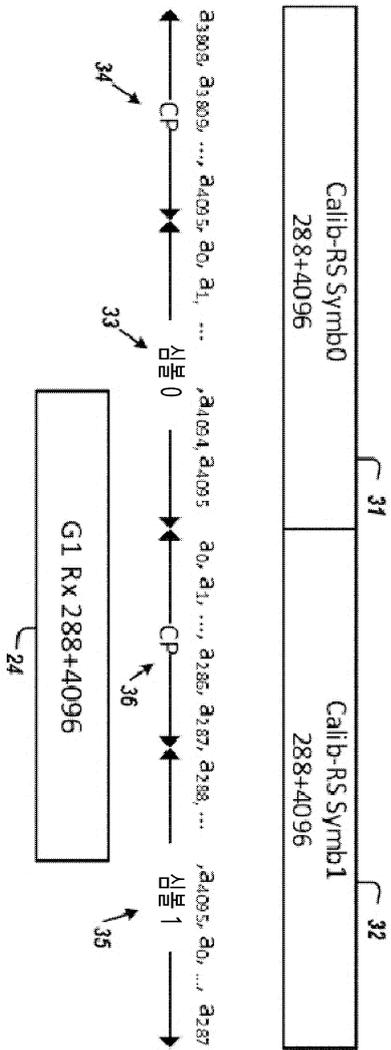
도면2a



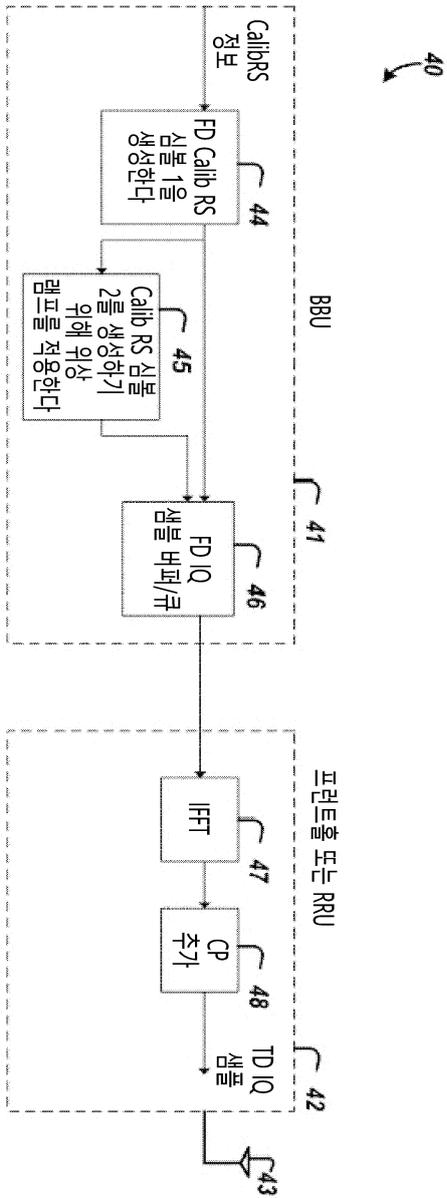
도면2b



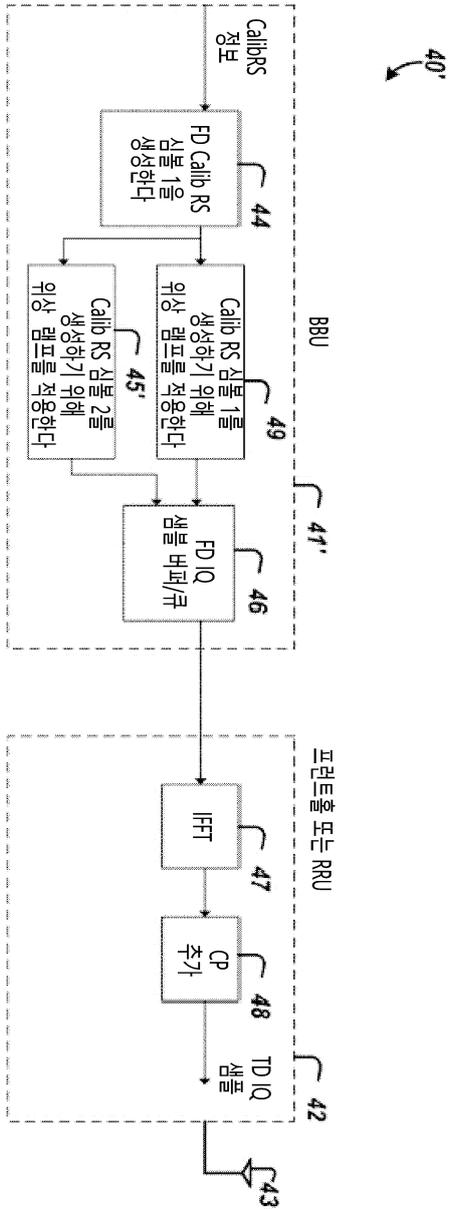
도면3



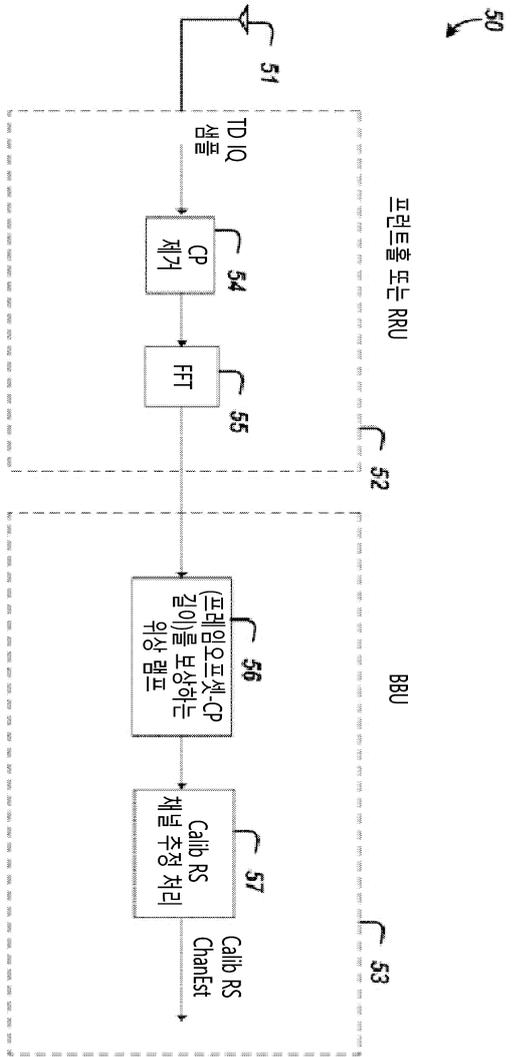
도면4a



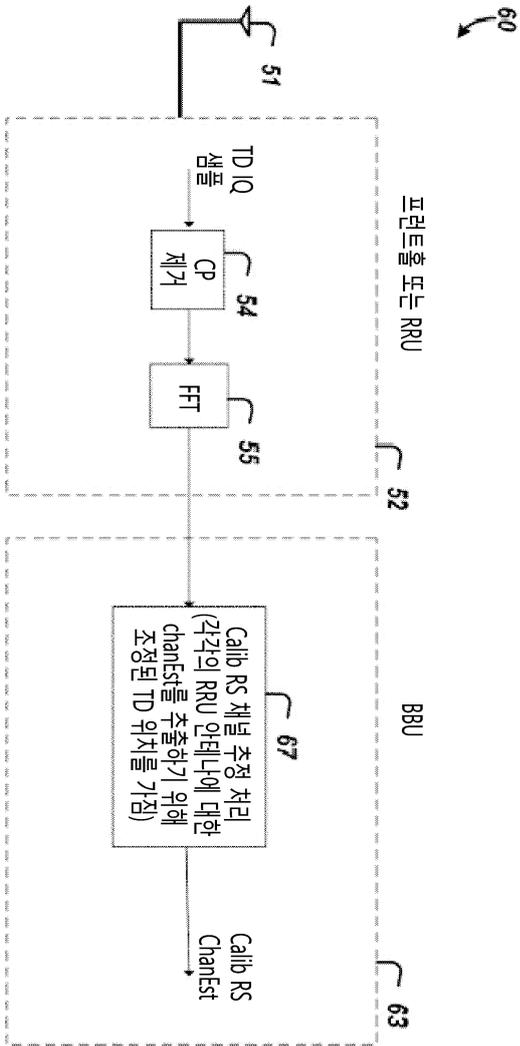
도면4b



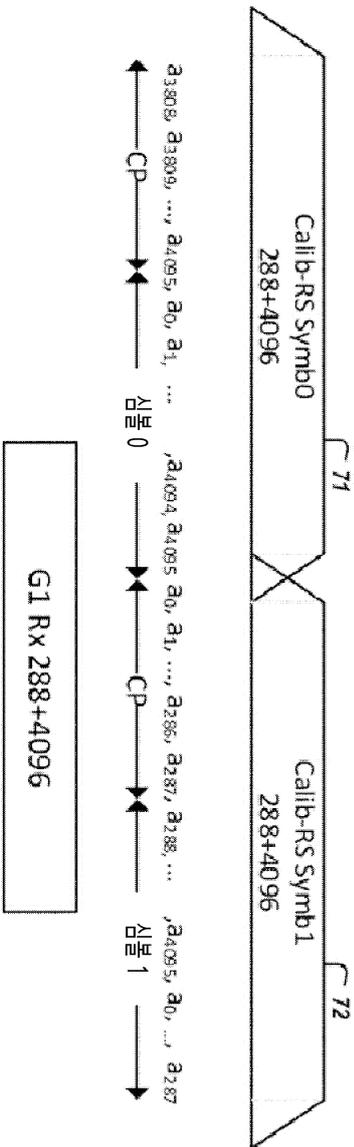
도면5



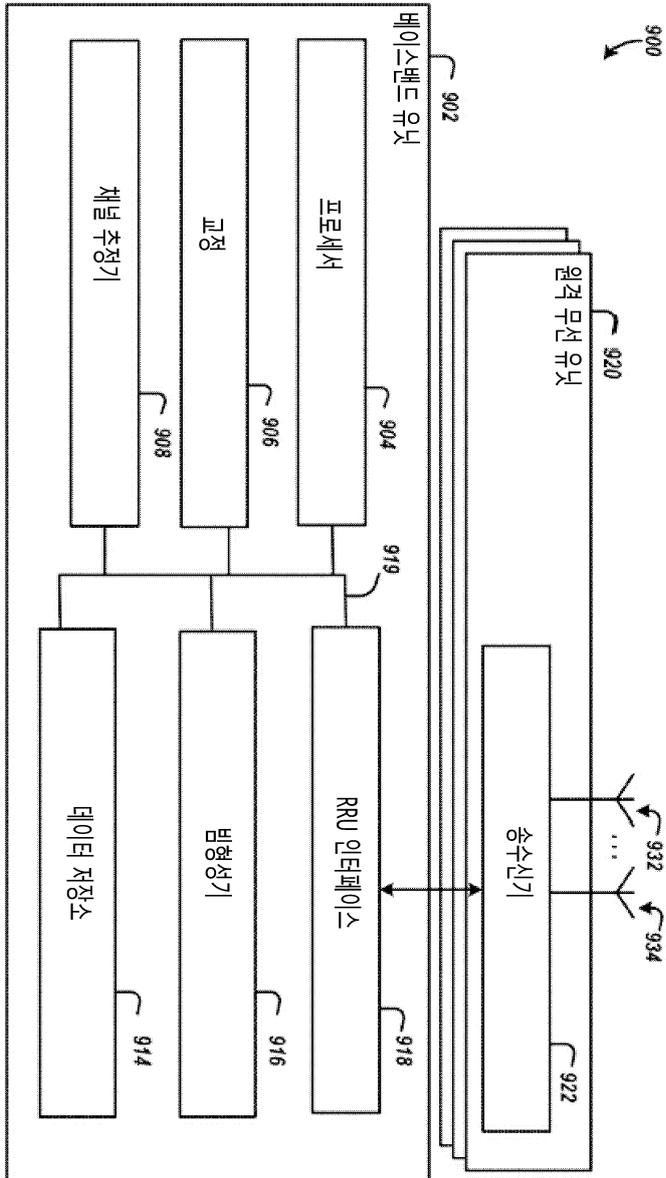
도면6



도면7

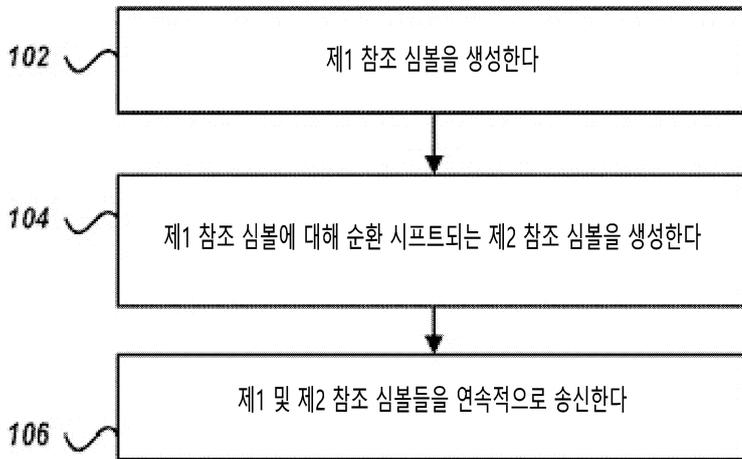


도면9



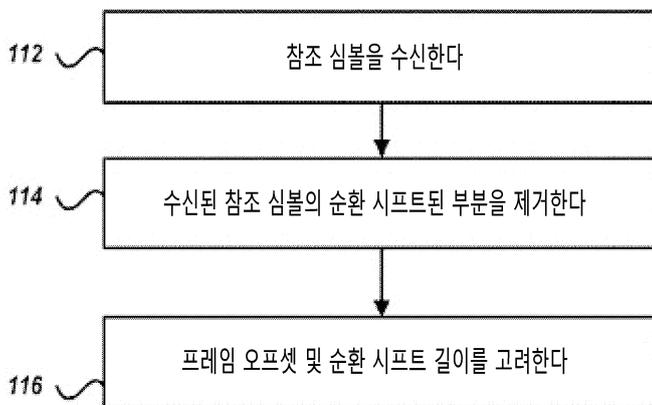
도면10

100



도면11

110



도면12

