



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년08월04일
(11) 등록번호 10-2563063
(24) 등록일자 2023년07월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/06 (2017.01) H04B 7/04 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/0626 (2013.01)
H04B 7/0413 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0128153
(22) 출원일자 2016년10월05일
심사청구일자 2021년10월05일
(65) 공개번호 10-2018-0037685
(43) 공개일자 2018년04월13일
(56) 선행기술조사문헌
3GPP R1-155403*
3GPP R1-156401*
3GPP R1-167197*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
노훈동
경기도 수원시 영통구 영통로290번길 26 벽적골주공아파트 834동 503호
임성묵
서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 2공학관 718호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이건주, 김정훈

전체 청구항 수 : 총 16 항

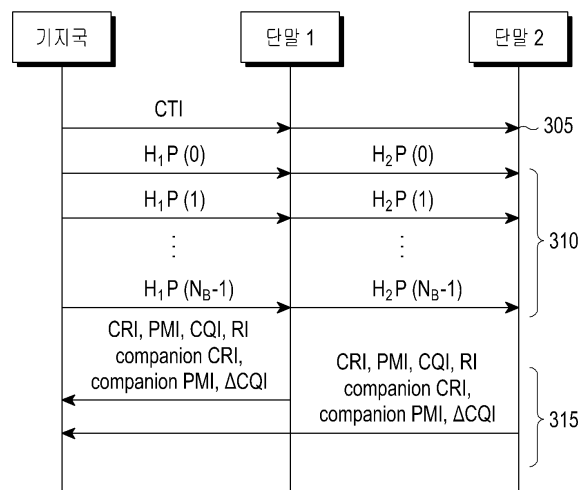
심사관 : 김수남

(54) 발명의 명칭 채널 상태 정보의 피드백 방법 및 장치

(57) 요약

본 개시는 LTE와 같은 4G 통신 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 위한 5G 또는 pre-5G 통신 시스템에 관련된 것이다. 채널 상태 정보(CSI)의 피드백을 수행하는 방법 및 장치를 개시한다. 상기 방법은, 기지국의 복수의 빔들을 통해 송신되는 CSI 기준 신호(CSI-RS)들을 수신하는 과정과, 상기 CSI-RS들에 대한 채널 측정을 기반으로 상기 복수의 빔들 중 하나인 제1 빔에 대한 제1 빔 지시자를 포함하는 제1 CSI를 결정하는 과정과, 상기 제1 빔과 상기 복수의 빔들 중 다른 빔들의 조합들에 대해 상기 단말이 측정한 SINR들을 기반으로 다중 사용자 전송을 지원하기 위한 적어도 하나의 제2 빔에 대한 적어도 하나의 제2 빔 지시자를 포함하는 제2 CSI를 결정하는 과정과, 상기 제1 CSI 및 상기 제2 CSI를 포함하는 피드백 정보를 상기 기지국으로 전송하는 과정을 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H04B 7/0645 (2013.01)

(72) 발명자

김윤선

경기도 성남시 분당구 내정로 186 파크타운대림아파트 103동 803호

이충용

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 2공학관 626호

이상근

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 2공학관 718호

곽영우

경기도 수원시 영통구 센트럴파크로 34 광교센트럴타운62단지아파트 6209동 1402호

명세서

청구범위

청구항 1

채널 상태 정보(channel state information: CSI)의 피드백 방법에 있어서,
 기지국의 복수의 빔들을 통해 송신되는 CSI 기준 신호(CSI-RS)들을 단말에 의해 수신하는 과정과,
 상기 CSI-RS들에 대한 채널 측정을 기반으로 상기 복수의 빔들 중 하나인 제1 빔에 대한 제1 빔 지시자를 포함하는 제1 CSI를 생성하는 과정과,
 상기 제1 빔과 상기 복수의 빔들 중 다른 빔들의 조합들에 대해 상기 단말이 측정한 SINR(signal to interference and noise ratio)들을 기반으로 다중 사용자 전송을 지원하기 위한 적어도 하나의 제2 빔에 대한 적어도 하나의 제2 빔 지시자를 포함하는 제2 CSI를 생성하는 과정과,
 상기 제1 CSI 및 상기 제2 CSI를 포함하는 피드백 정보를 상기 기지국으로 전송하는 과정을 포함하고,
 상기 제2 CSI는, 상기 기지국이 상기 제1 CSI 및 상기 제2 CSI에 기반하여 상기 단말 및 다른 단말을 동시에 스케줄하고 상기 단말 및 상기 다른 단말을 위한 다중 사용자 신호를 전송할 때 상기 단말이 수신할 것으로 예상되는 수신 신호에 대한 채널 품질 지시자(channel quality indicator: CQI)에 대한 정보를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 피드백 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제2 CSI는,
 상기 제1 빔과 상기 복수의 빔들 중 다른 빔들의 조합들 중 베스트 혹은 위스트 SINR을 가지는 상기 적어도 하나의 제2 빔에 대한 빔 지시자와 상기 빔 지시자에 대응하는 프리코딩 행렬 지시자(PMI)를 포함하는 것을 특징으로 하는 피드백 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 제2 빔이 베스트 SINR에 대응하는지 혹은 위스트 SINR에 대응하는지를 지시하는 동료 타입 지시자를 상기 기지국으로 시그널링하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 피드백 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2 빔은,
 상기 복수의 빔들 중 상기 제1 빔을 제외한 하나 또는 그 이상의 빔들을 포함하는 것을 특징으로 하는 피드백 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 제2 CSI는,
 상기 복수의 빔들 중 피드백되지 않는 적어도 하나의 제3 빔에 대한 적어도 하나의 제3 빔 지시자를 포함하며,
 상기 적어도 하나의 제2 빔은, 상기 복수의 빔들 중 상기 제1 빔 및 상기 적어도 하나의 제3 빔을 제외한 모든 빔들을 포함하는 것을 특징으로 하는 피드백 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 제1 CSI는 상기 제1 빔에 대응하는 제1 프리코딩 행렬 지시자(PMI)를 포함하고, 상기 제2 CSI는, 상기 적어도 하나의 제2 빔에 대응하는 적어도 하나의 제2 PMI를 포함하며,

상기 제1 PMI 및 상기 적어도 하나의 제2 PMI는 동일한 적어도 하나의 코드북을 기반으로 결정되거나, 혹은 서로 다른 복수의 코드북들을 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 피드백 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 피드백 정보는,

상기 단말이 다중 사용자 전송을 선호하는지를 지시하는 지시자를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 피드백 방법.

청구항 8

채널 상태 정보(channel state information: CSI)의 수신 방법에 있어서,

기지국의 복수의 빔들을 통해 CSI 기준 신호(CSI-RS)들을 송신하는 과정과,

상기 복수의 빔들 중 하나인 제1 빔에 대한 제1 빔 지시자를 포함하는 제1 CSI와, 다중 사용자 전송을 지원하기 위한 적어도 하나의 제2 빔에 대한 적어도 하나의 제2 빔 지시자를 포함하는 제2 CSI를 포함하는 피드백 정보를 단말로부터 수신하는 과정과, 상기 제1 CSI는, 상기 CSI-RS들에 대한 채널 측정을 기반으로 생성되며, 상기 제2 CSI는, 상기 제1 빔과 상기 복수의 빔들 중 다른 빔들의 조합들에 대해 상기 단말이 측정한 SINR들을 기반으로 생성되고,

상기 제1 CSI 및 상기 제2 CSI를 기반으로 다중 사용자 스케줄링을 수행하는 과정을 포함하고,

상기 제2 CSI는, 상기 기지국이 상기 제1 CSI 및 상기 제2 CSI에 기반하여 상기 단말 및 다른 단말을 동시에 스케줄하고 상기 단말 및 상기 다른 단말을 위한 다중 사용자 신호를 전송할 때 상기 단말이 수신할 것으로 예상되는 수신 신호에 대한 채널 품질 지시자(channel quality indicator: CQI)에 대한 정보를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 피드백 수신 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 제2 CSI는,

상기 제1 빔과 상기 복수의 빔들 중 다른 빔들의 조합들 중 베스트 혹은 워스트 CINR을 가지는 상기 적어도 하나의 제2 빔에 대한 빔 지시자와 상기 빔 지시자에 대응하는 프리코딩 행렬 지시자(PMI)를 포함하는 것을 특징으로 하는 피드백 수신 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서, 상기 제2 빔이 베스트 CINR에 대응하는지 혹은 워스트 CINR에 대응하는지를 지시하는 동료 타입 지시자를 상기 단말에게 시그널링하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 피드백 수신 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2 빔은,

상기 복수의 빔들 중 상기 제1 빔을 제외한 하나 또는 그 이상의 빔들을 포함하는 것을 특징으로 하는 피드백 수신 방법.

청구항 12

제 8 항에 있어서, 상기 제2 CSI는,

상기 복수의 빔들 중 피드백되지 않는 적어도 하나의 제3 빔에 대한 적어도 하나의 제3 빔 지시자를 포함하며,

상기 적어도 하나의 제2 빔은, 상기 복수의 빔들 중 상기 제1 빔 및 상기 적어도 하나의 제3 빔을 제외한 모든 빔들을 포함하는 것을 특징으로 하는 피드백 수신 방법.

청구항 13

제 8 항에 있어서, 상기 제1 CSI는 상기 제1 빔에 대응하는 제1 프리코딩 행렬 지시자(PMI)를 포함하고, 상기 제2 CSI는, 상기 적어도 하나의 제2 빔에 대응하는 적어도 하나의 제2 PMI를 포함하며,

상기 제1 PMI 및 상기 적어도 하나의 제2 PMI는 동일한 적어도 하나의 코드북을 기반으로 결정되거나, 혹은 서로 다른 복수의 코드북들을 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 피드백 수신 방법.

청구항 14

제 8 항에 있어서, 상기 피드백 정보는,

상기 단말이 다중 사용자 전송을 선호하는지를 지시하는 지시자를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 피드백 수신 방법.

청구항 15

채널 상태 정보(channel state information: CSI)의 피드백을 수행하는 단말 내의 장치에 있어서,

기지국의 복수의 빔들을 통해 송신되는 CSI 기준 신호(CSI-RS)들에 대한 채널 측정을 기반으로 상기 복수의 빔들 중 하나인 제1 빔에 대한 제1 빔 지시자를 포함하는 제1 CSI를 생성하고, 상기 제1 빔과 상기 복수의 빔들 중 다른 빔들의 조합들에 대해 상기 단말이 측정한 CINR들을 기반으로 다중 사용자 전송을 지원하기 위한 적어도 하나의 제2 빔에 대한 적어도 하나의 제2 빔 지시자를 포함하는 제2 CSI를 생성하는 제어기와,

상기 제1 CSI 및 상기 제2 CSI를 포함하는 피드백 정보를 상기 기지국으로 전송하는 송수신기를 포함하고,

상기 제2 CSI는, 상기 기지국이 상기 제1 CSI 및 상기 제2 CSI에 기반하여 상기 단말 및 다른 단말을 동시에 스케줄하고 상기 단말 및 상기 다른 단말을 위한 다중 사용자 신호를 전송할 때 상기 단말이 수신할 것으로 예상되는 수신 신호에 대한 채널 품질 지시자(channel quality indicator: CQI)에 대한 정보를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 16

채널 상태 정보(channel state information: CSI)를 수신하는 기지국 내의 장치에 있어서,

상기 기지국의 복수의 빔들을 통해 CSI 기준 신호(CSI-RS)들을 송신하고, 상기 복수의 빔들 중 하나인 제1 빔에 대한 제1 빔 지시자를 포함하는 제1 CSI와, 다중 사용자 전송을 지원하기 위한 적어도 하나의 제2 빔에 대한 적어도 하나의 제2 빔 지시자를 포함하는 제2 CSI를 포함하는 피드백 정보를 단말로부터 수신하는 송수신기와, 상기 제1 CSI는, 상기 CSI-RS들에 대한 채널 측정을 기반으로 생성되며, 상기 제2 CSI는, 상기 제1 빔과 상기 복수의 빔들 중 다른 빔들의 조합들에 대해 상기 단말이 측정한 SINR들을 기반으로 생성되고,

상기 제1 CSI 및 상기 제2 CSI를 기반으로 스케줄링을 수행하는 제어기를 포함하고,

상기 제2 CSI는, 상기 기지국이 상기 제1 CSI 및 상기 제2 CSI에 기반하여 상기 단말 및 다른 단말을 동시에 스케줄하고 상기 단말 및 상기 다른 단말을 위한 다중 사용자 신호를 전송할 때 상기 단말이 수신할 것으로 예상되는 수신 신호에 대한 채널 품질 지시자(channel quality indicator: CQI)에 대한 정보를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이동 통신 시스템에서 빔 형성된 채널 상에서 다중 사용자(multi-user: MU)를 지원하기 위한 채널 상태 정보(channel state information: CSI)를 피드백하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 4G (4th-Generation) 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G (5th-Generation) 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후 (beyond 4G network) 통신 시스템 또는 LTE 시스템 이후 (post LTE)의 시스템이라 불리고 있다.

[0003] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파 (mmWave) 대역 (예를 들어, 60기가 (60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서 전파의 경로 손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍 (beamforming), 거대 배열 다중 입출력 (massive MIMO), 전차원 다중입출력 (full dimensional MIMO: FD-MIMO), 어레이 안테나 (array antenna), 아날로그 빔형성 (analog beam-forming), 및 대규모 안테나 (large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.

[0004] 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀 (advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크 (cloud radio access network: cloud RAN), 초고밀도 네트워크 (ultra-dense network), 기기 간 통신 (device to device communication: D2D), 무선 백홀 (wireless backhaul), 이동 네트워크 (moving network), 협력 통신 (cooperative communication), CoMP (coordinated multi-points), 및 수신 간섭제거 (interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다.

[0005] 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조 (advanced coding modulation: ACM) 방식인 FQAM (hybrid FSK and QAM modulation) 및 SWSC (sliding window superposition coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC (filter bank multi carrier), NOMA (non-orthogonal multiple access), 및 SCMA (sparse code multiple access) 등이 개발되고 있다.

[0006] 전차원 다중 입출력(full dimension multiple input multiple output: FD-MIMO) 시스템은 2차원의 평면 배열 안테나를 이용하여 수직 빔형성(elevation beam-forming) 기법을 지원할 수 있다. 또한 전차원 다중 입출력 시스템은 송수신기 유닛(transceiver unit: TXRU) 가상화 (virtualization)를 유동적(flexible)으로 수행할 수 있다는 장점을 가진다. 이러한 전차원 다중 입출력 시스템의 환경에서 기지국은 유동적인 TXRU 가상화를 이용하여 빔형성된(beam-formed: BF) 채널 상태 정보 기준 신호(channel state information reference signal: CSI-RS) 기반의 단말 채널 추정을 수행할 수 있다.

[0007] 빔형성된 CSI-RS를 사용하는 경우, 기지국은 빔형성 이득(beamforming gain)이 있는 채널의 CSI의 피드백을 단말로부터 수집할 수 있다. 기지국은 단말이 적합한 빔을 선택하여 선택된 빔에 대한 CSI를 피드백할 수 있도록, 여러 개의 다른 빔들을 통해 CSI-RS를 전송할 수 있다. 이때 단말은 CSI-RS가 송신된 여러 개의 빔들 중 최고의 수신 채널 품질을 가지는 빔을 선택하며, 상기 선택된 빔에 대한 빔 인덱스를 기지국으로 피드백할 수 있다.

[0008] 기지국은 다중 사용자 전송을 지원할 때, 각 단말이 피드백한 정보를 이용하여 복수의 단말들을 스케줄링할 수 있다. 일 예로 상기 피드백한 정보는 CSI를 포함하며, CSI는 프리코딩 행렬 지시자(precoding matrix indicator: PMI), 랭크 지시자(rank indication: RI), 채널 품질 지시자(channel quality indication: CQI) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 기지국은 피드백 받은 정보를 기반으로 복수의 단말들에게 송신할 심볼 시퀀스

들을 프리코딩하고, 복수의 단말들의 프리코딩된 신호들을 합하여 안테나를 통해 전송할 수 있다. 다중 입출력 시스템을 이용하는 기지국은 고정된 빔(들)을 이용하여 다중 사용자 전송을 지원하지만, 전차원 다중 입출력 시스템을 이용하는 기지국은 빔형성된 CSI-RS를 기반으로 단말에 의해 통보된 빔 인덱스를 이용하여, 상기 단말에 적합한 빔을 선택함으로써, 상기 단말을 지원하기 위한 빔을 유동적으로 변경할 수 있다.

[0009] 이때, 기지국은 물리 채널 구조와 빔포밍 구조를 고려하여 복수의 단말들이 각각 선택한 빔들로 상기 단말들을 동시에 지원할 수 있다. 하지만 기지국은 여러 단말로부터 피드백된 빔 인덱스들을 함께 고려하여야 하기 때문에, 기지국은 각 단말이 통보한 빔이 아닌 여러 빔들을 사용하여 다중 사용자 전송을 지원하게 될 수 있다. 이로 인해 단말이 선택한 하나의 빔으로 지원받는 경우 대비, 각 단말을 위한 빔형성 이득이 감소할 수 있다. 또한 단말은 다른 단말의 신호로 인한 간섭 신호도 일부 수신하게 되기 때문에, 단말의 간섭 전력이 커지게 되는 문제점이 발생할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 통신 시스템에서 신호를 송수신하기 위한 방법 및 장치를 제공한다.

[0011] 본 발명은 이동 통신 시스템에서 기지국이 다중 사용자 전송을 지원할 때 예상되는 신호대 간섭 및 잡음비(signal to interference and noise ratio: SINR)에 대한 정보를 단말이 기지국으로 피드백하는 방법 및 장치를 제공한다.

[0012] 본 발명은 이동 통신 시스템에서 빔형성된 채널 상에서 기지국이 여러 단말들을 동시 지원할 수 있도록 단말의 동료(companion) 피드백 정보를 피드백하는 방법 및 장치를 제공한다.

[0013] 본 발명은 전차원 다중 입출력 시스템에서 빔형성된 CSI-RS에 기반하여 다중 사용자 스케줄링을 위한 채널 상태 정보를 피드백하는 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은; 채널 상태 정보의 피드백 방법에 있어서, 기지국의 복수의 빔들을 통해 송신되는 기준 신호들을 단말에 의해 수신하는 과정과, 상기 기준 신호들에 대한 채널 측정을 기반으로 상기 복수의 빔들 중 하나인 제1 빔에 대한 제1 빔 지시자를 포함하는 제1 채널 상태 정보를 결정하는 과정과, 상기 제1 빔과 상기 복수의 빔들 중 다른 빔들과의 조합들에 대한 신호 품질들을 기반으로 다중 사용자 전송을 지원하기 위한 적어도 하나의 제2 빔에 대한 적어도 하나의 제2 빔 지시자를 포함하는 제2 채널 상태 정보를 결정하는 과정과, 상기 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보를 포함하는 피드백 정보를 상기 기지국으로 전송하는 과정을 포함한다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은; 채널 상태 정보의 수신 방법에 있어서, 기지국의 복수의 빔들을 통해 기준 신호들을 송신하는 과정과, 상기 복수의 빔들 중 하나인 제1 빔에 대한 제1 빔 지시자를 포함하는 제1 채널 상태 정보와, 다중 사용자 전송을 지원하기 위한 적어도 하나의 제2 빔에 대한 적어도 하나의 제2 빔 지시자를 포함하는 제2 채널 상태 정보를 포함하는 피드백 정보를 단말로부터 수신하는 과정과, 상기 제1 채널 상태 정보는, 상기 기준 신호들에 대한 채널 측정을 기반으로 생성되며, 상기 제2 채널 상태 정보는, 상기 제1 빔과 상기 복수의 빔들 중 다른 빔들과의 조합들에 대한 신호 품질들을 기반으로 생성되고, 상기 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보를 기반으로 스케줄링을 수행하는 과정을 포함한다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 장치는; 채널 상태 정보의 피드백을 수행하는 단말 내의 장치에 있어서, 기지국의 복수의 빔들을 통해 송신되는 기준 신호들에 대한 채널 측정을 기반으로 상기 복수의 빔들 중 하나인 제1 빔에 대한 제1 빔 지시자를 포함하는 제1 채널 상태 정보를 결정하고, 상기 제1 빔과 상기 복수의 빔들 중 다른 빔들과의 조합들에 대한 신호 품질들을 기반으로 다중 사용자 전송을 지원하기 위한 적어도 하나의 제2 빔에 대한 적어도 하나의 제2 빔 지시자를 포함하는 제2 채널 상태 정보를 결정하는 제어기와, 상기 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보를 포함하는 피드백 정보를 상기 기지국으로 전송하는 송수신기를 포함한다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 장치는; 채널 상태 정보를 수신하는 기지국 내의 장치에 있어서, 기지국의 복수의 빔들을 통해 기준 신호들을 송신하고, 상기 복수의 빔들 중 하나인 제1 빔에 대한 제1 빔 지시자를 포함하는 제1 채널 상태 정보와, 다중 사용자 전송을 지원하기 위한 적어도 하나의 제2 빔에 대한 적어도 하나의 제2 빔 지시자를 포함하는 제2 채널 상태 정보를 포함하는 피드백 정보를 단말로부터 수신하는 송수신기와, 상기 제1 채널

널 상태 정보는, 상기 기준 신호들에 대한 채널 측정을 기반으로 생성되며, 상기 제2 채널 상태 정보는, 상기 제1 빔과 상기 복수의 빔들 중 다른 빔들과의 조합들에 대한 신호 품질들을 기반으로 생성되고, 상기 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보를 기반으로 스케줄링을 수행하는 제어기를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0018]

본 발명의 특정한 바람직한 실시예들의 상기에서 설명한 바와 같은 또한 다른 측면들과, 특징들 및 이득들은 첨부 도면들과 함께 처리되는 하기의 설명으로부터 보다 명백하게 될 것이다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 채널 상태 정보의 피드백을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 빔형성된 CSI-RS를 이용하여 신호 CSI를 결정하는 동작을 설명하기 위한 신호 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 빔 형성된 CSI-RS를 이용하여 다중 사용자 MIMO를 지원하기 위한 피드백을 전송하는 동작을 설명하기 위한 신호 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 다중 사용자 전송을 지원하는 기지국의 송신 구조를 도시한 것이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 단말에서 동료 CSI를 결정하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 단말이 동료 피드백 정보를 결정하는 동작을 나타낸 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 다중 동료 피드백 정보를 선택하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 8a는 본 발명의 일 실시예에 따른 모든 빔들에 대한 동료 피드백 정보의 전송 포맷을 나타낸 것이다.

도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 제한된 빔들에 대한 동료 피드백 정보의 전송 포맷을 나타낸 것이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 다중 단말의 지원을 단말이 선택하는 동작을 설명하기 위한 신호 흐름도이다.

도 10a 및 도 10b는 본 발명의 일 실시예에 따라 동료 피드백을 위한 델타 값에 따라 다중 사용자 전송의 적합성을 판단하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국의 장치 구성을 예시하는 도면이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 단말의 장치 구성을 예시하는 도면이다.

상기 도면들을 통해, 유사 참조 번호들은 동일한 혹은 유사한 엘리먼트들과, 특징들 및 구조들을 도시하기 위해 사용된다는 것에 유의해야만 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019]

이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0020]

실시예를 설명함에 있어서 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려져 있고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.

[0021]

마찬가지 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 개략적으로 도시되었다. 또한, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다. 각 도면에서 동일한 또는 대응하는 구성요소에는 동일한 참조 번호를 부여하였다.

[0022]

본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0023]

이때, 처리 흐름도 도면들의 각 블록과 흐름도 도면들의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기

타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0024] 또한, 각 블록은 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실행 예들에서는 블록들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0025] 이 때, 본 실시 예에서 사용되는 '~부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA(field-Programmable Gate Array) 또는 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '~부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 '~부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '~부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들, 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '~부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부'들로 더 분리될 수 있다. 뿐만 아니라, 구성요소들 및 '~부'들은 디바이스 또는 보안 멀티미디어카드 내의 하나 또는 그 이상의 CPU들을 재생시키도록 구현될 수도 있다.

[0026] 본 개시의 실시예들을 구체적으로 설명함에 있어서, OFDM 기반의 무선통신 시스템을 주된 대상으로 할 것이지만, 본 명세서에서 청구하고자 하는 주요한 요지는 유사한 기술적 배경을 가지는 여타의 통신 시스템 및 서비스에도 본 명세서에 개시된 범위를 크게 벗어나지 아니하는 범위에서 적용 가능하며, 이는 당해 기술분야에서 숙련된 기술적 지식을 가진 자의 판단으로 가능할 것이다.

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 채널 상태 정보의 피드백을 설명하기 위한 도면이다.

[0028] 도 1을 참조하면, 빔형성된 CSI-RS를 이용하는 전차원 다중 입출력 시스템에서 기지국(110)은 다중 사용자 전송을 지원하기 위하여 빔에 대한 정보를 각 단말(120)로부터 수집한다. 빔형성된 CSI-RS를 전송하기 위해 기지국(110)은 빔포밍 유닛(112), 송수신기 유닛(114), 안테나 유닛(116)을 포함하여 구성된다. 빔포밍 유닛(112)은 CSI-RS 시퀀스(102)를 다중 안테나 포트들(이하 CSI-RS 포트들이라 칭함) 각각에 매핑시킨다. 송수신기 유닛(114)은 상기 매핑된 신호들을 안테나 유닛(116)의 안테나 엘리먼트들 중 적어도 일부로 연결한다. 상기 안테나 엘리먼트들은 송수신기 유닛(114)으로부터 입력된 신호들에 대해 빔형성을 수행함으로써 상기 신호들을 기지국의 해당하는 빔들 상에서 전송한다. 상기 신호들은 기지국(110)과 단말(120) 간의 채널 H_1 을 통해 단말(120)에 도달한다.

[0029] 단말(120)은 빔형성된 CSI-RS에 대한 채널 측정을 기반으로, 선호 PMI와 선호 빔 인덱스를 선택하고, 복수의 단말들이 함께 스케줄링 되었을 때의 신호품질을 예측하며, 상기 예측된 신호품질을 기반으로, 다른 단말(들)의 피드백 정보를 나타내는 동료(companion) 피드백 정보와 단말(120)의 채널 상태 정보를 포함하는 피드백 정보(104)를 설정하고 기지국(120)으로 피드백한다. 상기 신호품질은 일 예로서 신호대 간섭 및 잡음비(signal to interference and noise ratio: SINR)이 될 수 있다. 상기 동료 피드백 정보는 일 예로 다른 단말(들)을 위한 PMI(이하 동료 PMI라 칭함)와 빔 인덱스(이하 동료 빔 인덱스라 칭함) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0030] 하기에서는 빔형성된 CSI-RS의 채널 추정을 지원하는 통신 환경에서 동료 피드백 기반 다중 사용자(multi user: MU) 스케줄링을 수행하기 위해 필요한 파라미터들을 설명하며, 상기 파라미터들을 지원할 수 있는 기지국과 단

말의 구조와 동작을 개시한다.

- [0031] 일 실시예로서, 동료 기반의 단일 셀 내 복수의 단말들을 지원하는 통신 기법은 PMI를 기반으로 수행될 수 있다. 단말은 기지국으로부터 수신한 CSI-RS를 이용하여 지원받고자 하는(즉 선호하는) PMI 및/또는 RI를 단일 사용자(single user: SU) MIMO 환경을 가정하여 선택하며, 상기 PMI/RI를 기반으로 CQI(이하 SU CQI라 칭할 수 있음)를 계산할 수 있다. CQI는 상기 PMI/RI에 따른 SINR을 기반으로 계산될 수 있으며, 상기 PMI/RI가 사용될 때 10%의 블록 에러율(block error ratio: BLER)을 만족하는 변조 및 코딩방식(modulation and code scheme: MCS)를 나타내는 지시자를 의미한다.
- [0032] 일 실시예로서, 단말은 모든 구성된(configured) 프리코더들의 간접 신호들이 수신된다고 가정하여 SINR을 예측하고, 그 중 최대의 SINR를 가지는 PMI를 동료 PMI로서 결정할 수 있다. 또한 단말은 상기 예측된 SINR을 기반으로 MU CQI를 결정하고, 다중 사용자 전송을 지원하기 위한 추가 CQI 피드백 오버헤드를 감소시키기 위해 MU CQI와 단일 사용자(SU) CQI의 관계를 나타내는 델타 CQI를 기지국으로 통보할 수 있다. 상기 델타 CQI는 SU CQI와 MU CQI 간의 차이로 계산될 수 있으며, 델타 CQI를 피드백함으로써 MU CQI를 피드백하는 경우에 비해 피드백 비트가 줄어들 수 있다.
- [0033] 또한 동료 피드백 정보를 이용한 다중 사용자 스케줄링을 지원하기 위하여 빔형성된 CSI-RS에 적합한 새로운 동료 피드백 정보를 선택하고 통보하는 동작을 설명한다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 빔형성된 CSI-RS를 이용하여 선호 CSI를 결정하는 동작을 설명하기 위한 신호 흐름도이다.
- [0035] 도 2를 참조하면, 과정 210에서 기지국(202)은 기지국-단말 간 채널을 추정하기 위하여 CSI-RS를 전송하며, 단말(204)의 채널 추정 성능을 향상시키기 위해 빔형성 기법을 상기 CSI-RS의 전송에 적용할 수 있다. 기지국(202)이 N_B 개의 빔들에 대응하는 N_B 개의 빔형성된 CSI-RS들을 전송하였다면, 단말(204)은 수신된 CSI-RS들을 기반으로 하기 <수학식 1>과 같이 채널을 추정할 수 있다.

수학식 1

$$H_{eff} = [H_{1,0} \mathbf{v}_k \ H_{1,1} \mathbf{v}_k \ \dots \ H_{1,P-1} \mathbf{v}_k] \\ = H_1 P(k), (k = 0, 1, \dots, N_B - 1)$$

[0036]

$$P(k) = \begin{bmatrix} \mathbf{v}_k & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{v}_k & \dots & \mathbf{0} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{v}_k \end{bmatrix} = \mathbf{I}_P \otimes \mathbf{v}_k$$

[0037]

$$\mathbf{v}_k = \begin{bmatrix} e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}d(1-1)\cos\phi_k} & e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}d(2-1)\cos\phi_k} & \dots & e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}d(M-1)\cos\phi_k} \end{bmatrix}^T$$

[0038]

- [0039] 여기서 \mathbf{v}_k 는 기지국의 안테나 포트(즉 CSI-RS 포트)와 단말 간 채널 추정을 위한 빔형성된 CSI-RS의 전송을 위한 k 번째 빔의에 대한 빔형성 벡터(혹은 빔형성 가중치 벡터, 혹은 스티어링 벡터라 칭함)를 나타내며, P 는 기지국에 구성된 안테나 포트들의 개수이다. H_{eff} 는 빔형성된 CSI-RS이 겪은 유효 채널을 의미하며 $H_{1,m}$ 은 기지국의 m 번째 안테나 포트와 단말 간 채널이고, H_1 은 기지국과 단말 간 채널이고, $P(k)$ 는 k 번째 빔에 대한 $M \times P \times P$ 빔형성 행렬(beamforming matrix)을 의미한다. 또한 ϕ_k 는 k 번째 빔의에 대한 양각(elevation angle)이고, M 은

하나의 포트에 매핑되는 안테나 엘리먼트의 개수이며, d 는 안테나 엘리먼트들 간 간격이고, λ 는 파장을 의미한다.

[0040] 과정 220에서 단말(204)은 수신된 CSI-RS로부터 빔형성된 채널을 추정하고, 상기 채널 추정에 기반하여 생성된 CSI를 기지국(202)으로 피드백한다. 상기 CSI는 PMI, CQI, RI 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 빔형성되지 않은 CSI-RS와 달리, 빔형성된 CSI-RS가 사용되는 경우, 단말(204)은 신호 PMI 이외에 선호하는 빔에 대한 정보(즉 빔 인덱스)를 기지국(202)으로 추가적으로 통보할 수 있다. 상기 빔 인덱스는 CSI-RS 자원 지시자(CSI-RS resource indicator: CRI)에 포함되어 기지국(202)으로 전송될 수 있다.

[0041] 일 실시예로서, 단말은 기지국으로부터 단일 MIMO를 지원받는 경우를 가정하여 SINR이 최대화되도록, 신호 CRI 및 신호 CSI를 계산할 수 있다. 기지국은 단말로부터 피드백 받은 CRI를 포함하는 CSI를 이용하여 다중 사용자 전송을 위한 스케줄링을 수행하게 된다.

[0042] 기지국은 다중 사용자 전송으로 스케줄된 적어도 2개의 단말들을 위한 데이터를 담은 신호들을 각각 프리코딩한 후 더하여 송신할 수 있다. 이때 기지국이 두 단말로의 전송을 지원할 때, 상기 두 단말 중 하나인 단말1으로 수신되는 신호 y_1 은 아래의 <수학식 2>와 같이 구할 수 있다.

수학식 2

$$y_1 = \sqrt{E_s} H_1 \left(\frac{P_1 + P_2}{\|P_1 + P_2\|} \right) (W_1 s_1 + W_2 s_2) + I + n$$

[0043]

[0044] 여기서 $\sqrt{E_s}$ 는 기지국의 송신 전력이며, H_1 은 기지국과 단말1 간의 채널을 나타내고, P_1 및 P_2 는 단말1과 단말2에 의해 선택된 신호 CRI/PMI에 매핑되는 빔의 가중치이고, s_1 및 s_2 는 단말1과 단말2를 위한 데이터 신호들이며, W_1 및 W_2 는 단말1과 단말2의 신호 CRI 및 신호 PMI에 매핑되는 프리코더를 나타내는 프리코딩 행렬이다. 또한 I 는 셀 간 간섭 전력을, n 은 잡음 전력을 나타낸다.

[0045] 하기에서는 동료 피드백 정보를 이용하여 다중 사용자 스케줄링을 지원하기 위한 다양한 실시예들을 설명한다.

[0046] 일 실시예로서, 단말은 빔형성된 CSI-RS 기반의 단일 동료 CSI를 기지국으로 통보할 수 있다.

[0047] 다중 사용자 전송을 지원하기 위해 기지국은 단말에게 동료 CSI에 대한 피드백을 요청할 수 있다. 그러면 단말은 신호 CSI와, 빔형성된 CSI-RS를 기반으로 선택한 빔에 대한 유효 채널을 이용하여 동료 CSI를 결정할 수 있다. 이때 상기 CSI는 스케줄링을 위해 필요한 동료 CRI, 동료 PMI, 및 다중 사용자 전송을 예측하였을 경우의 델타 CQI 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 단말은 단말에 의해 측정된 셀 간 간섭 전력 및 잡음 전력과 더불어, 동시 스케줄링된(co-scheduled) 단말(들)의 신호(들)로 인한 예측된 셀 내 간섭을 이용하여 SINR을 계산한다. 단말들을 위한 신호 S_1 , S_2 의 전력을 1이라고 가정한다면, 단말 1에 대해 계산된 SINR은 다음 <수학식 3>과 같이 구할 수 있다.

수학식 3

$$\gamma_1 = \frac{E_s \|H_1(P_1 + P(k))W_1\|^2}{I + N + E_s \|H_1(P_1 + P(k))W(l)\|^2}, (l = 0, 1, \dots, C - 1)$$

[0048]

[0049] 여기서 $P(k)$ 는 k 번째 빔에 대한 빔형성 행렬을 의미하고, $W(l)$ 은 C 개의 프리코더들로 구성된 코드북으로부터 선택된 l 번째 프리코더이다. $P(k)$ 와 $W(l)$ 은 단말1의 동료 CRI와 동료 PMI로 선택될 수 있는 모든 후보들이 된다. C 는 상기 코드북의 크기이다.

[0050] 단말은 각 빔에 대한 유효 채널 $H_1P(k)$ 와 프리코더 W 에 대한 정보를 보유하고 있기 때문에, 상기 <수학식 3>을

이용하여 모든 후보 CRI/PMI에 대한 SINR들을 계산할 수 있으며, 상기 계산된 SINR들을 이용하여 동료 CRI/PMI를 선택할 수 있다. 일 예로 단말은, SINR를 최대화시키는 후보 CRI/PMI를 베스트 동료(best companion) CSI로 선택하고, SINR을 최소화시키는 후보 CRI/PMI를 워스트 동료(worst companion) CSI로 선택할 수 있다. 단말은 베스트 및 워스트 동료 CSI들 중 적어도 하나를, 자신의 CSI와 함께 기지국으로 피드백할 수 있다.

[0051] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 빔 형성된 CSI-RS를 이용하여 다중 사용자 MIMO를 지원하기 위한 피드백을 전송하는 동작을 설명하기 위한 신호 흐름도이다.

[0052] 도 3을 참조하면, 과정 305에서 기지국은 동료 CSI의 설정 방식을 선택하기 위한 동료 타입 지시자(companion type indicator: CTI)를 단말로 시그널링할 수 있다. 도시하지 않을 것이나, 상기 CTI는 기지국으로부터 단말로 시그널되는 대신, 단말에 의해 기지국으로 피드백될 수 있다. 기지국이 단말에게 CTI를 시그널링하는 경우, CTI는 단말이 전송하는 동료 CSI에 베스트 동료를 포함시킬지 워스트 동료를 포함시킬지를 단말에게 지시한다. 단말이 CTI를 기지국으로 피드백하는 경우, 단말은 기지국으로 피드백하는 동료 CSI가 베스트 동료를 포함하는지 혹은 워스트 동료를 포함하는지를 상기 CTI에 의해 기지국으로 통보할 수 있다. 상기 CTI는 상기 동료 피드백 정보와 함께 기지국으로 전송되거나, 혹은 별도로 전송될 수 있다. 일 예로 상기 CTI는 빔형성된 CSI-RS의 전송 이전에 적어도 하나의 단말로부터 기지국으로 전송될 수 있다.

[0053] 과정 315에서 기지국은 빔형성된 CSI-RS들을 기지국의 복수의 빔들을 통해 전송한다. 과정 315에서 각 단말은 상기 빔형성된 CSI-RS로부터 빔형성된 채널을 추정하고, 상기 추정된 채널을 기반으로 자신의 CSI 및 동료 CSI를 결정하고 기지국으로 피드백한다. 상기 자신의 CSI는 신호 빔 인덱스를 나타내는 CRI(신호 CRI라고도 칭함), PMI, CQI, RI 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 동료 CSI는 동료 CRI, 동료 PMI 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 동료 CSI는 또한, 다중 사용자 전송을 가정하여 예측된 SINR을 기반으로 결정되는 MU CQI를 더 포함하거나, 혹은 MU CQI와 SU CQI의 차이를 나타내는 델타 CQI를 더 포함할 수 있다. 또한 상기 동료 CSI는 과정 305에서 시그널링된 CTI의 지시에 따라 베스트 동료 혹은 워스트 동료(혹은 둘 다)에 대해 정해질 수 있다.

[0054] 하기에서는 CTI에 따른 동료 CSI의 설정 방식에 대한 예들을 설명한다.

[0055] CTI의 값 0은 동료 CSI가 베스트 동료 방식으로 생성됨을 의미하며, 값 1은 동료 CSI가 워스트 동료 방식으로 생성됨을 의미한다. 베스트 동료 방식의 경우 동료 CSI는 최대의 SINR을 가지는 후보 CRSI/PMI를 포함하며, 워스트 동료 방식의 경우 동료 CSI는 최소의 SINR을 가지는 후보 CRSI/PMI를 포함할 수 있다.

[0056] 일 실시예로서 기지국은 CTI를 이용하여 동료 CSI의 설정 방식을 결정할 때, 긴 주기(long term) 동안의 단말의 채널 특성 분포를 이용할 수 있다. 일 예로, 단말의 채널 특성 분포가 상기 긴 주기 동안 고르다면, 기지국은 베스트 동료 방식의 피드백을 요청할 수 있으며, 채널 특성 분포가 고르지 않다면 워스트 동료 방식의 피드백을 요청할 수 있다.

[0057] 일 실시예로서 기지국은 셀 내 단말들의 채널 특성 분포에 따라 CTI의 시그널링 주기를 다양하게 설정할 수 있다. CTI를 기지국이 결정하여 단말로 시그널링하는 경우, 기지국은 매 CSI-RS를 전송하는 시기와 동일한 타이밍에서 순시 채널 특성을 이용하여 결정되는 동적 CTI를 전송할 수 있다. 반면 기지국은 CSI-RS 전송 주기보다 긴 주기, 일 예로 상기 CSI-RS 전송 주기의 배수에 해당하는 전송 주기에서 통계적인 채널 특성을 이용하여 결정되는 준 정적(semi-static) CTI를 전송할 수 있다.

[0058] 단말이 기지국으로 CTI를 통보하는 경우, 단말은 기지국과 미리 약속된 주기에 따라 CTI를 피드백하거나, 혹은 단말이 추정된 자신의 채널 상태를 기반으로 결정한 CTI가 이전에 시그널링한 CTI와 다를 경우에(혹은 그 차이가 임계값을 초과하는 경우에) 상기 결정한 CTI를 기지국으로 피드백할 수 있다. 혹은 두 가지의 피드백 방식이 모두 사용될 수 있다. 일 예로 CTI의 피드백 주기는 CSI에 대한 피드백 주기의 배수로 설정될 수 있다. 다른 예로 CTI는 CSI와 동일한 피드백 주기에 따라 동적으로 피드백 될 수 있거나, 혹은 CSI의 피드백 주기의 α 배(여기서 α 는 1 보다 큰 양의 정수임)의 피드백 주기에 따라 준 정적으로 피드백 될 수 있다. CTI의 값은 다음 CTI가 전송될 때까지 단말의 동료 피드백에 적용된다.

[0059] 기지국은 셀 내의 단말들로부터의 피드백, 즉 각 단말의 신호 피드백 및 동료 피드백을 기반으로 스케줄링을 수행하여, 각 단말을 위한 송신 파라미터들, 일 예로서 프리코더, 빔 인덱스 등을 결정할 수 있다. 또한 기지국은 셀 내의 단말들로부터 피드백된 CSI들을 기반으로 스케줄링을 수행하여 다중 사용자 전송을 지원할 복수의 단말들을 선택할 수 있다. 일 예로 기지국은 단말1의 신호 CRI 및 베스트 동료 CRI를 기반으로, 상기 동료 CRI를 최적 빔으로 가지는 단말들 중 단말2를 선택하고, 단말1과 단말2에 대해 다중 사용자 전송을 결정할 수 있다. 다른 예로 기지국은 단말1의 신호 CRI 및 워스트 동료 CRI를 기반으로, 상기 워스트 동료 CRI를 최적 빔으로 가

지 않는 단말들로부터 단말2를 선택하고, 단말1과 단말2에 대해 다중 사용자 전송을 결정할 수 있다.

- [0060] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 다중 사용자 전송을 지원하는 기지국의 송신 구조를 도시한 것이다. 여기에 서는 기지국이 두 개의 단말로의 전송을 지원하는 경우를 도시하였다.
- [0061] 도 4를 참조하면, 단말 1,2를 위한 데이터 스트림들 s_1 및 s_2 는 각각 프리코딩 유닛(405,410)으로 입력된다. 프리코딩 유닛(405)는 데이터 스트림 s_1 에 대해 단말1에 관련된 피드백 정보를 기반으로 선택된 프리코더 w_1 을 적용하여 프리코딩을 수행하며, 프리코딩 유닛(410)는 데이터 스트림 s_2 에 대해 단말2에 관련된 피드백 정보를 기반으로 선택된 프리코더 w_2 를 적용하여 프리코딩을 수행한다.
- [0062] 빔포밍 유닛(415)는 프리코딩 유닛들(405,410)에 의해 프리코딩된 신호들을 P_{N_b} 개의 다중 안테나 포트들 중 적어도 일부에 매핑시키며, 각 안테나 포트에 매핑된 신호는 송수신기 유닛(420)의 복수의 송수신기 엘리먼트들 중 해당하는 송수신기 엘리먼트로 전달된다. 송수신기 유닛(420)은 입력된 신호들을 안테나 유닛(425)의 안테나 엘리먼트들(430) 중 적어도 일부로 연결한다. 상기 안테나 엘리먼트들(430)은 입력된 신호들을 기지국의 빔들 상에서 전송한다.
- [0063] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 단말에서 동요 CSI를 결정하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0064] 도 5를 참조하면, 단말1은 빔형성된 CSI-RS에 대한 채널 측정을 기반으로 선호 CSI를 결정한다. 상기 선호 CSI는 기지국과 단말1 간 채널 H_1 과 선호 빔의 빔 가중치들을 나타내는 P_1 에 기반하여 정해진다. 즉 단말1은 $H_1 P(k)$ 의 크기를 최대화하는 k 및 v_k 를 선택하게 되며, 그러면 k 가 선호 빔이 된다.
- [0065] 단말1은 동요 CSI를 선택하기 위해, 동요 후보 채널들과 선호 채널 간의 조합들(505,510,515)을 결정한다. 여기서 동요 후보 채널은 선호 채널의 빔 혹은 다른 빔들과는 상이한 빔과 관련될 수 있다. 일 예로 단말1의 선호 채널은 $H_1 P_1$ 이며, 0번째 빔에 대한 동요 후보 채널은 $H_1 P(0)$ 이 되고, 1번째 빔에 대한 동요 후보 채널은 $H_1 P(1)$ 이 되고, ... N_b 번째 빔에 대한 동요 후보 채널은 $H_1 P(N_b-1)$ 이 된다. 따라서 단말1의 선호 빔과 기지국의 모든 빔들에 대한 조합들(505,510,515)은 $(H_1 P_1, H_1(P_0))$, $(H_1 P_1, H_1(P_1))$, ... $(H_1 P_1, H_1(N_b-1))$ 을 포함한다.
- [0066] 단말은 상기 모든 조합들에 대한 SINR들을 계산한다. 일 예로 상기 SINR들은 앞서 언급한 <수학식 3>에 의해 계산될 수 있다. 동요 후보 채널에 대해서는 c, j 번째 프리코더 $W_{c,k,j}$ 가 적용된다. 여기서 c 는 $W_{c,k,j}$ 가 동요 프리코더 코드북 인덱스를 지칭함을 의미하고, k 는 빔 인덱스를 의미하며, ij 는 피드백을 수행하는 단말들의 단말 인덱스를 의미식별한다
- [0067] 단말은 상기 계산된 SINR들 중 최대값 및/또는 최소값에 대응하는 조합을 동요 채널로서 선택하고, 상기 선택된 동요 채널에 대응하는 동요 CRI 및 동요 PMI를 선택한다. 즉 n 번째 조합이 선택된 경우, 동요 CRI는 $P(n)_n$ 을 지시하게 되고, 동요 PMI는 상기 n 번째 조합에 대해 계산된 SINR을 기반으로 정해진다. 단말로부터의 동요 피드백 정보는 미리 정해지는 규칙에 따라 혹은 단말/기지국으로부터의 CTI에 따라 최대 SINR에 대응하는 베스트 동요 CSI 혹은 최소 SINR에 대응하는 위스트 동요 CSI를 포함하거나, 혹은 둘 다를 포함할 수 있다.
- [0068] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 단말이 동요 피드백 정보를 결정하는 동작을 나타낸 흐름도이다.
- [0069] 도 6을 참조하면, 과정 600에서 단말은 기지국의 복수의 빔들을 통해 송신되는 CSI-RS들을 수신하고 상기 CSI-RS들에 대한 채널 측정을 수행한다. 과정 605에서 단말은 상기 채널 측정을 기반으로 상기 복수의 빔들 중 가장 양호한 SINR을 가지는 빔을 지시하는 선호 CRI와, 상기 선호 CRI에 대응하는 선호 PMI를 선택한다.
- [0070] 과정 610(과정 615 및 620을 포함함)에서 단말은 동요 CSI를 선택하기 위해 동요 후보 채널들을 평가한다. 구체적으로 과정 615에서 단말은 상기 선호 CRI/PMI과 다른전체 빔들의 조합들을 결정하며, 과정 620에서 상기 조합들 각각에 대한 SINR들을 계산한다.
- [0071] 과정 625에서 상기 SINR들 중 최대/최소 SINR에 대응하는 동요 채널의 동요 CSI가 선택된다. 상기 동요 CSI는 상기 최대/최소 SINR에 대응하는 CRI와, 동요 PMI, 델타 CQI 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 동요 CSI에 포함되는 정보의 구성은 기지국으로부터 시그널되거나 단말로부터 보고되는 CTI에 의해 정해질 수 있다.
- [0072] 과정 630에서 단말은 자신의 CSI와 상기 동요 CSI를 기지국으로 피드백한다. 일 실시예로서 상기 자신의 CSI와 상기 동요 CSI는 동일한 시간/주파수 자원, 혹은 서로 다른 시간/주파수 자원에서 전송될 수 있다.

- [0073] 단말이 피드백하는 동료 피드백 정보는 동료 CRI와 동료 CSI를 포함한다. 여기서 동료 CSI는 자신의 선호 CSI와 동료 CRI/PMI의 조합에 기반한 신호 전송시 예상되는 수신 신호에 대한 CQI에 대한 정보를 더 포함할 수 있다. 상기 CQI에 대나 정보는, 델타 CQI를 포함할 수 있으며, 상기 델타 CQI는 SU 전송 기반의 선호 CRI/PMI/RI를 통해 계산되는 SU CQI와, 상기 선호 CSI와 동료 CRI/PMI와의 조합에 대해 예측된 MU CQI 간 차이로 정의될 수 있다. 베스트 동료 CSI를 동료 피드백 정보로서 선택하는 베스트 동료 방식이 사용될 때, 상기 델타 CQI는 상기 베스트 동료 CSI와 함께 스케줄링된 수신 신호의 채널 품질을 정확하게 반영할 수 있다.
- [0074] 반면에 위스트 동료 CSI를 동료 피드백 정보로서 선택하는 위스트 동료 방식이 사용될 때, 상기 델타 CQI는 실제 수신 신호의 SINR을 적절하게 반영하지 못한다. 따라서 위스트 동료 방식이 사용되는 경우, 기지국은 스케줄링 결과가 반영된 CQI를 추가적으로 통보 받을 필요가 있다.
- [0075] 베스트 동료 CSI를 이용한 다중 사용자 스케줄링 시, 셀 내 단말들의 수는 한정적이기 때문에 베스트 동료의 조건을 만족시키는 두 개의 단말들이 존재하지 않을 수 있다. 따라서 기지국은 단일 베스트 동료 CSI를 이용하여 다중 사용자 전송을 지원하기 위한 스케줄링을 성공적으로 수행하지 못할 수 있으며, 이는 상기 베스트 동료 방식의 스케줄링 유연성(scheduling flexibility)이 낮음을 의미한다. 최소의 SINR에 대응하는 하나의 위스트 동료 CSI가 피드백되는 경우, 기지국은 상기 위스트 동료 CSI에 대응하는 하나의 동료 채널을 제외한 다른 모든 후보 채널들에 대응하는 단말들을 스케줄링할 수 있으므로, 스케줄링 유연성은 높지만 동시 스케줄링된 두 단말들의 성능을 보장하지 못할 수 있다.
- [0076] 후술되는 실시예에서, 단말은 다중 동료 PMI를 포함하는 동료 CSI(이하 다중 동료 CSI라 칭함)를 기지국으로 통보할 수 있다.
- [0077] 다중 동료 CSI를 통보하기 위하여, 단말은 동료 후보가 될 수 있는 모든 CRI들에 대해 다중 동료 PMI들과 델타 CQI들을 각각 계산할 수 있다.
- [0078] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 다중 동료 피드백 정보를 선택하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0079] 도 7을 참조하면, 과정 705에서 단말은 채널 측정 결과를 기반으로 선호 CRI 및 선호 PMI를 선택한다. 과정 710에서 단말은 상기 선호 CRI와 조합될 수 있는 복수의 후보 CRI들 각각에 대한 동료 PMI들을 결정한다. 단말은 각 조합에 대한 SINR을 계산하고, 계산된 SINR에 따라 하나 혹은 다수의 동료 PMI들을 결정한다.
- [0080] i번째 단말은 각 CRI에 대해 베스트 동료 PMI를 결정하기 위해 하기의 <수학식 4>를 사용할 수 있다.

수학식 4

$$W_{c,k,i} = \arg \max_l \frac{E_s ||H_i(P_i + P(k))W_i||^2}{I + N + E_s ||H_i(P_i + P(k))W(l)||^2}$$

- [0081]
- [0082] 여기서 $W_{c,k,i}$ 는 k번째 빔이 베스트 동료 CRI일 경우에 선택되는 베스트 동료 PMI를 나타내고, c는 코드북 인덱스를 의미하고, i는 피드백을 수행하는 단말의 단말 인덱스를 의미한다.
- [0083] 일 실시예로서, 단말은 N_b 개의 모든 CRI들에 대한 PMI들을 계산하고 계산된 PMI들의 전체 혹은 적어도 일부를 동료 피드백 정보로서 기지국으로 피드백할 수 있다. 위스트 동료 PMI는 <수학식 4>에서 예측된 SINR을 최소화시키는 PMI로서 선택될 수 있다. 모든 CRI들에 대응하는 동료 PMI들이 피드백되는 경우, 단말은 동료 CRI를 결정할 필요가 없으며 동료 CRI를 기지국에 통보하지 않을 수 있다.
- [0084] 단말은 각 동료 후보에 대한 델타 CQI를 개별적으로 계산하여, 동료 PMI들과 함께 기지국으로 통보할 수 있다. 각 CRI에 대한 동료 별 델타 CQI는 동료 PMI를 선택하기 위한 SINR을 이용하여 계산된 MU CQI와, SU CQI 간 차이를 이용하여 계산될 수 있다.
- [0085] 도 8a는 본 발명의 일 실시예에 따른 모든 빔들에 대한 동료 피드백 정보의 전송 포맷을 나타낸 것이다.
- [0086] 도 8a를 참조하면, 동료 피드백 정보는, 기지국의 N_b 개의 빔들에 대응하는 CRI들에 대한 동료 PMI들

(802,804,806,808)을 포함할 수 있다. 기지국은 수신되는 각 동료 PMI의 순서에 따라 해당하는 CRI를 식별할 수 있으며, 따라서 동료 CRI(들)은 동료 피드백 정보에 포함될 필요가 없다. 즉, 동료 피드백 정보는 N_B 개의 빔들에 대한 모든 동료 PMI들을 순서대로 포함하기 때문에, 기지국은 상기 동료 피드백 정보에 포함되는 동료 PMI들을 순서대로 디코딩(decoding)함으로써, 해당 동료 PMI에 대응하는 동료 CRI를 식별할 수 있다.

[0087] 도시하지 않을 것이나 일 실시예로서 동료 피드백 정보는 기지국의 전체 빔들 중 소정 개수의 빔들에 대응하는 CRI들에 대한 동료 PMI들을 포함할 수 있다. 상기 동료 PMI들은 소정 기준값 이상의 SINR을 가지는 CRI들에 대응하거나, 혹은 상위 SINR들을 가지는 CRI들에 대응할 수 있다. 단말은 피드백되는 동료 PMI들과 그에 대응하는 동료 CRI들의 쌍들을 기지국으로 보고하거나, 혹은 피드백되는 CRI들을 지시하기 위한 정보(일 예로서 N_B 비트의 비트맵)와 상기 동료 PMI들을 동료 피드백 정보에 포함하여 기지국으로 보고할 수 있다.

[0088] 워스트 동료 방식을 이용할 시, 베스트 동료 방식의 경우와 유사하게 단말은 각 CRI 별 SINR을 최소화시키는 PMI를 워스트 동료 PMI로 선택할 수 있으며, 기지국이 상기 워스트 동료 PMI를 참조하여 동시 스케줄링을 피해야 하는 단말을 결정할 수 있다.

[0089] 단말은 피드백 오버헤드를 완하시키기 위하여, 셀 내 간섭을 예측하여 계산된 SINR들에 따라 피드백될 동료 PMI들을 선택하고, 나머지 동료 PMI들에 대한 통보를 제한할 수 있다. 베스트(혹은 워스트) 동료들에 대한 피드백을 제한하기 위해 해당 SINR의 크기가 상위 (하위) m 개인 동료 PMI들만이 기지국으로 통보될 수 있다.

[0090] 도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 제한된 빔들에 대한 동료 피드백 정보의 전송 포맷을 나타낸 것이다. 여기에서는 단말이 피드백이 제한되는 동료 PMI들의 개수가 3개인 경우의 예를 도시하였으며, 상기 제한되는 동료 PMI들의 개수는 미리 정해지거나 혹은 기지국의 시그널링에 의해 구성(configure)될 수 있다.

[0091] 도 8b를 참조하면, 동료 피드백 정보는 기지국의 3개의 빔들에 대응하는 CRI들을 제외한 나머지 CRI들에 대한 동료 PMI들(812,814,816)을 포함한다. 또한 동료 피드백 정보는 피드백이 제한되는 CRI들을 기지국에게 통지하기 위한 정보 필드인, 피드백 제한 CRI 지시자(810)를 더 포함하며, 상기 피드백 제한 CRI 지시자(810)는 피드백 제한되는 CRI들, 즉 CRI i , CRI j , CRI k 를 포함한다.

[0092] 각 CRI에 대한 피드백 비트가 a , 각 PMI에 대한 피드백 비트가 b 이며, 동료 피드백 정보에 포함되는 델타 CQI의 피드백 비트가 c 일 때($a < b$), 단말이 m 개의 동료 PMI들을 통보하며 $N_B - m$ 개의 동료 PMI들에 대한 피드백이 제한된다면, 전체 동료 PMI들을 통보하는 방식(도 8a) 대비 도 8b의 피드백 방식은 하기 <수학식 5>만큼의 피드백 오버헤드 완화 효과를 가진다.

수학식 5

$$N_B \cdot (b + c) - (m \cdot (b + c) + (N_B - m) \cdot a) \\ = (N_B - m) \cdot (b + c - a)$$

[0093]

[0094] 후술되는 실시예에서 단말은 동료 PMI들에 대한 피드백 없이 동료 CRI(들)만을 기지국으로 통보할 수 있다.

[0095] 단말은 CRI들에 대해 예측한 SINR들을 기반으로 동료 CRI(들)을 선택하고 상기 선택된 동료 CRI(들)을 피드백 정보에 포함하여 기지국으로 전송한다. 이 때, 피드백 정보는 각 동료 CRI에 대한 동료 PMI를 포함하지 않을 수 있다. 기지국은 피드백 정보에 포함된 선호 CRI 및 선호 PMI와, 상기 동료 CRI를 이용하여 동료 PMI(들)를 선택하고, 상기 선택된 PMI(들)를 기반으로 다중 사용자 스케줄링을 수행한다.

[0096] 기지국이 피드백 정보를 기반으로 동료 PMI(들)를 선택하는 동작을 설명하면 다음과 같다.

[0097] 베스트 동료 CRI가 통보된 경우, 기지국은 베스트 동료 CRI에 따라, 선택될 확률이 높은 후보 PMI들을 선택한다. 이를 위해 CRI들 별로 자주 선택되는 PMI들에 대한 통계 정보가 사용된다. 기지국은 상기 통계 정보를 기반으로 상기 베스트 동료 CRI에 대해 선택될 확률이 높은 PMI들, 일 예로서 기존에 자주 선택된 PMI들을 후보 PMI들로서 결정한다. 기지국이 상기 후보 PMI들 중, 선호 PMI와의 관계를 고려하여 적어도 하나의 동료 PMI를 최종적으로 선택한다. 일 실시예로서 기지국은 셀 내 간섭을 최소화하여 다중 사용자 전송을 지원하기 위해서, 상기 후보 PMI들 중 상기 선호 PMI와 코달 거리(chordal distance)가 가장 큰 후보 PMI를 상기 동료 PMI

로 선택할 수 있다. 위스트 동료 CRI가 피드백된 경우, 기지국은 위스트 동료 CRI에 대해 자주 선택된 후보 PMI를 제외하고, 나머지 PMI들 중에서 선호 PMI와의 코달 거리가 가장 먼 PMI를 동료 PMI로 선택할 수 있다.

[0098] 동료 PMI 없이 동료 CRI만을 피드백하는 경우 단말은 기지국이 선택하는 동료 PMI를 알 수 없으므로, 기지국은 선택된 동료 PMI에 따른 CQI 정보를 단말로부터 획득할 수 없다. 따라서 단말은 기지국으로 피드백한 선호 CRI, 선호 PMI 및 동료 CRI에 기반하여, 함께 스케줄사용(co-schedule)될 가능성이 높은 동료에 대한 MU CQI를 예측하고, 예측된 MU CQI와 SU CQI 간의 델타 CQI를 기지국으로 피드백할 수 있다. 다른 실시예로서 단말은 최소 CQI와 SU CQI 간의 델타 CQI를 기지국으로 피드백할 수 있다. 상기 사용될 가능성이 높은 MU CQI는 상기 동료 CRI에 따라 자주 선택된 PMI들을 기반으로 SINR들을 계산하고, 상기 계산된 SINR들에 기반한 CQI들의 평균을 취함으로써 정해질 수 있다.

[0099] 단말은 다중 사용자 전송을 위해 선호 PMI 및 동료 PMI를 피드백하는 경우, 선호 PMI와 동료 PMI의 결정을 위해서로 다른사용되는 코드북에 대하여 설명한들을 사용할 수 있다. 상기 서로 다른 코드북들은, 일 예로서 긴 주기 채널(long term channel) 정보를 나타내는 광대역(wideband) PMI와 주파수 선택성(frequency selectivity) 및 단기 채널(short term channel) 정보를 나타내는 서브밴드(subband) PMI의 생성에 사용되는 듀얼 코드북으로 구성될 수 있다.

[0100] 즉, 단말은 PMI의 피드백 시, 4개 안테나 포트들을 지원할 경우에는 듀얼 코드북을 선택적으로 사용할 수 있으며, 8개 이상의 안테나 포트들을 지원할 경우에는 듀얼 코드북을 사용할 수 있다. 듀얼 코드북에 포함되는 각 프리코더 W 은 긴 주기 채널 정보를 위한 W_1 과 단기 채널 정보를 위한 W_2 로 구성된다. ($W=W_1W_2$) W_1 을 식별하기 위해 제1 프리코딩 행렬 지시자 i_1 이 사용되고, W_2 를 식별하기 위해 제2 프리코딩 행렬 지시자 i_2 가 사용된다.

[0101] 단말은 기지국으로부터 수신한 CSI 요청 정보에 따라 주기적 CSI 보고 혹은 비주기적 CSI 리포팅을 통해 상기 지시자들 i_1 과 i_2 를 기지국으로 피드백할 수 있다. 또한 기지국으로부터 수신되는 업링크 제어 정보에 의해 지시되는 CSI 보고 모드(CSI reporting mode)에 따라서 광대역 PMI와 서브밴드 PMI가 각각 기지국으로 전송한다. 듀얼 코드북을 사용하는 전차원 다중 입출력 시스템에서 단말이 기지국으로 통보하는 동료 PMI는, 광대역 PMI를 포함하거나, 혹은 광대역 PMI와 서브밴드 PMI 모두를 포함할 수 있다.

[0102] 다중 사용자 지원을 위한 동료 피드백의 수행 시, 동료 피드백 정보의 필요성이 비교적 낮거나 동료 채널의 변화가 적게 발생한다면, 단말은 단일 사용자 지원을 위한 SU CSI에 비해 보다 긴 주기로 동료 피드백 정보(즉 MU CSI)를 피드백할 수 있다. 일 실시예로서 단말은 동료 CRI를 결정하고, 소정 구간 동안상기 동료 CRI가 직전 피드백한 동료 CRI와 상이할 때들의 변화 정도가 임계값을 초과한다고 판단되는 경우에만 동료 피드백 정보를 전송할 것으로 결정할 수 있다. 일 실시예로서 단말은 현재 결정된 동료 CRI 및 PMI에 대한 MU CQI와, 직전에 피드백한 동료 CRI 및 PMI에 대한 MU CQI 간의 차이가 임계값을 초과할 때, 상기 현재 결정된 동료 CRI 및 PMI를 피드백할 것으로 결정할 수 있다.

[0103] 다른 실시예로서 기지국은 기지국의 필요에 따라 동료 피드백 정보를 단말에게 요청할 수 있다. 동료 피드백 정보의 전송이 요청되는 경우, 단일 사용자 전송에 기반한 PMI와는 달리, 동료 PMI를 결정하기 위해 새로운 코드북이 사용될 수 있다. 상기 새로운 코드북은 프리코더들을 식별하기 위해 제3동료 피드백 정보는, 일 예로 기존 광대역 및 서브밴드 PMI 보고를 위한 듀얼 코드북에 기초하여 결정된 프리코딩 행렬 지시자 i_3 ($i_{3,1}$, $i_{3,2}$)를 사용포함할 수 있다.

[0104] 단말은 새로운 코드북의 PMI들을 이용하여 동료 PMI들을 결정할 수 있으며, 상기 동료 PMI를 포함하는 동료 피드백 정보는, 기존의 광대역/서브밴드 PMI와는 독립적인 주기 및 서브프레임을 통해 기지국으로 전송될 수 있다.

[0105] 듀얼 코드북을 이용하는 동료 PMI 피드백의 일 예로, 단말은 광대역 PMI를 동료 PMI로서 결정할 수 있다. 이 경우 단말은 상기 광대역 PMI에 대응하는 광대역 CQI를 이용하여 동료 채널에 대한 델타 CQI를 기지국에 통보할 수 있다. 단말은 동료 PMI를 단일 사용자 전송에 대한 광대역 PMI와 동일한 프리코딩 행렬 지시자인 i_1 '으로 정의하거나, 혹은 새로운 코드북에 대한 프리코딩 행렬 지시자인 i_3 으로 정의할 수 있다. 단말이 동료 PMI를 i_1 '로 정의하는 경우, 동료 PMI는 선호 광대역 PMI와 동일한 피드백 타이밍에서 기지국으로 통보될 수 있다. 단말이 동료 PMI를 i_3 으로 정의하는 경우, 동료 PMI는 선호 광대역 PMI와는 다른 주기에 따라 기지국에 통보될 수 있다. i_3 를 이용하는 경우, 동료 PMI는 기지국의 요구에 따라 선호 광대역 PMI i_1 보다 짧은 주기로 통보되거나

긴 주기로 통보될 수 있다. 또한 기지국은 프리코더 그룹을 스케줄링에 이용함으로써 베스트 동료 방식으로 동작할 경우 유동적으로 다중 사용자 스케줄링을 수행할 수 있다.

[0106] 일 실시예로서 동료 피드백 정보는 동료 광대역 PMI와 동료 서브밴드 PMI를 포함할 수 있다. 이 경우 동료 피드백 정보는 동료 광대역 PMI와 동료 서브밴드 PMI에 각각 대응하는 델타 CQI들을 포함한다. 단말은 듀얼 코드북 혹은 새로운 코드북을 기반으로 동료 광대역 PMI와 동료 서브밴드 PMI를 결정할 수 있다. 일 예로서 동료 광대역 PMI와 동료 서브밴드 PMI는 (i_1', i_2') 혹은 $(i_{3,1}, i_{3,2})$ 과 같이 정의될 수 있다. 기지국은 단말의 동료 광대역 PMI와 동료 서브밴드 PMI를 모두 이용하여 다중 사용자 스케줄링을 수행할 수 있다.

[0107] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 다중 단말의 지원을 단말이 선택하는 동작을 설명하기 위한 신호 흐름도이다.

[0108] 도 9를 참조하면, 과정 910에서 기지국(902)은 다중 사용자 지원을 위해 단말(904)에 동료 CSI를 통보하도록 요청할 수 있다. 상기 요청을 위하여 일 예로 동료 CSI의 설정 방식을 지시하는 CTI가 사용될 수 있다. 즉 본 실시예에서 CTI는 단말(904)이 동료 CTI를 자신의 CTI와 함께 전송할 것임을 지시할 수 있다. 일 실시예로서 상기 CTI는 단말(904)이 전송하는 동료 CSI가 베스트 동료를 포함하는지 워스트 동료를 포함하는지를 더 지시할 수 있다. 과정 915에서 기지국(915)는 미리 정해지는 시간/주파수 자원에서 CSI-RS들을 기지국의 N_b 개의 빔들을 통해 전송한다.

[0109] 과정 920에서 단말(904)은 CSI-RS들에 대한 채널 측정에 기반하여 단일 사용자 전송을 지원하기 위한 선호 CRI 및 선호 PMI를 선택하고, 상기 선택된 선호 CRI/PMI를 기반으로 단일 사용자 전송을 위한 CQI(즉 SU CQI)를 계산한다. 과정 925에서 단말(904)은 상기 채널 측정과 상기 SU CQI를 이용하여 동료 CSI(동료 CSRI, 동료 PMI)를 결정하고, 상기 동료 CSI를 기반으로 MU CQI를 계산하여 상기 SU CQI와 비교한다. 과정 930에서 단말(904)은 상기 SU CQI와 상기 MU CQI의 비교 결과에 따라 다중 사용자 전송이 단말(904)에게 적합한지를 판단하며, 상기 판단 결과에 따라 단일 사용자 전송과 다중 사용자 전송 중 하나를 선택한다.

[0110] 단말(904)은 다중 사용자 전송의 경우 단일 사용자 전송에 비해 성능 감소가 크게 발생한다고 판단할 수 있다. 이러한 경우 단말(904)은 다중 사용자 전송의 지원이 적합하지 않다고 판단할 수 있으며 상기 판단 결과를 기지국으로 통보할 수 있다. 일 실시예로, 단말(904)은 다음과 같은 상황들 중 적어도 하나에 해당된다면 다중 사용자 전송이 적합하지 않다고 판단할 수 있다.

- [0111] 1. 선택된 동료 CRI 및 PMI가 선호 CRI 및 PMI와 동일하는 경우
- [0112] 2. 델타 CQI의 값이 매우 커서(임계값을 초과) 델타 CQI를 위해 허용된 피드백 비트들로 표현할 수 있는 최대값을 초과하는 경우
- [0113] 3. 다중 사용자 전송에 대해 계산된 CQI(즉 MU CQI)가 최소 요구 임계값보다 작은 경우

[0114] 도시된 예에서, 동료 단말을 위한 빔을 지시하는 동료 $CRI=b_c^*$ 가 단말(904)을 위한 선호 빔을 지시하는 $CRI=b^*$ 와 상이하거나, 혹은 동료 단말을 위한 프리코더를 지시하는 동료 $PMI=i_c^*$ 가 단말(904)을 위한 선호 빔을 지시하는 $PMI=i^*$ 와 상이하면 단말(904)는 다중 사용자 전송이 적합하다고 판단한다. 과정 935에서 단말(904)은 단일 사용자 전송을 위한 자신의 CSI 및 다중 사용자 전송을 위한 동료 CSI를 전송한다. 상기 자신의 CSI는 선호 CRI b^* , 선호 PMI i^* , CQI 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 동료 CSI는 동료 CRI b_c^* , 동료 PMI i_c^* 및 델타 CQI 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 기지국은 단말(904)의 선호 CSI/PMI를 단말(904)로부터 피드백된 동료 CSI/PMI와 비교하여, 두 파라미터 셋들이 상이함을 확인한 후 단말(904)에 대해 다중 사용자 전송을 지원할 것으로 결정할 수 있다.

[0115] 동료 $CRI=b_c^*$ 가 단말(904)을 위한 선호 빔을 지시하는 $CRI=b^*$ 와 동일하거나, 동료 $PMI=i_c^*$ 가 단말(904)을 위한 선호 빔을 지시하는 $PMI=i^*$ 와 동일하면, 단말은 다중 사용자 전송이 단말(904)에게 적합하지 않다고 판단한다. 과정 935에서 단말(904)은 단일 사용자 전송을 위한 자신의 CSI 및 다중 사용자 전송을 위한 동료 CSI를 전송한다. 상기 자신의 CSI는 선호 CRI b^* , 선호 PMI i^* , CQI 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 동료 CSI는 동

료 $CRI\ b_c^*$, 동료 $PMI\ i_c^*$ 및 델타 CQI 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 기지국은 단말(904)의 신호 CRSI/PMI를 단말(904)로부터 피드백된 동료 CRSI/PMI와 비교하여, 두 파라미터 셋들이 동일함을 확인한 후 단말(904)에 대해 다중 사용자 전송을 적합하지 않다고 결정할 수 있다. 일 실시예로서 단말(904)은 다중 사용자 전송이 적합하지 않다고 판단한 경우에, 기지국에 의해 동료 CSI의 피드백이 지시되었음에도 불구하고 동료 CSI를 피드백 정보에서 제외시킬 수 있다. 이 경우 기지국(902)은 단말(904)에게 동료 CSI의 전송을 설정하였음에도 불구하고, 단말(904)로부터의 피드백 정보에 동료 CSI가 포함되어 있지 않은 경우 단말(904)에게 다중 사용자 전송이 적합하지 않다고 판단할 수 있다.

[0116] 도 10a 및 도 10b는 본 발명의 일 실시예에 따라 동료 피드백을 위한 델타 값에 따라 다중 사용자 전송의 적합성을 판단하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[0117] 도 10a를 참조하면, SU CQI(1005)는 14이고, MU CQI(1010)는 5이며, 델타 CQI(1015)를 위한 피드백 비트 수는 3비트이다. 델타 CQI(1015)는 9 (=14-5)이므로, 피드백 비트 수에 따른 최대 값인 7보다 크다. 따라서 단말은 다중 사용자 전송이 적합하지 않다고 판단한다.

[0118] 도 10b를 참조하면, SU CQI(1020)는 6이고, MU CQI(1025)는 3이며, 다중 사용자 전송을 위한 최소 요구 임계값은 5이다. MU CQI(1025)는 3으로서 상기 임계값보다 작으므로, 단말은 다중 사용자 전송이 적합하지 않다고 판단한다.

[0119] 일 실시예로서, 단말은 다중 사용자 전송이 적합하지 않음을 기지국에게 통보하기 위해, 동료 CRI 및 PMI를 신호 CRI 및 PMI와 동일하게 수정할 수 있다. 이 경우 다중 사용자 동작을 선호하지 않음을 통보하기 위해 추가적인 정보 필드가 피드백되지 않을 수 있다. 기지국은 단말의 신호 CSI를 동료 CSI와 비교하여 동일한 경우, 상기 단말을 다중 사용자 전송을 위한 스케줄링 후보에서 제외할 수 있다.

[0120] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국의 장치 구성을 예시하는 도면이다.

[0121] 도 11을 참조하면, 기지국은 다른 통신 장치, 일 예로 단말과의 신호 송수신을 수행하기 위한 송신기 및 수신기를 포함하는 송수신기(1110)와, 기지국의 통신 동작을 제어하는 제어기(1105)를 포함할 수 있다. 본 개시에서 상술한 피드백의 수신 및 스케줄링을 수행하기 위한 실시예들은 제어기(1105)에 의해 수행되는 것으로 이해될 수 있다. 메모리(1115)는 제어기(1105)의 동작에 필요한 데이터, 파라미터, 프로그램 코드 등을 저장할 수 있다. 여기에서는 제어기(1105), 메모리(1115) 및 송수신기(1110)를 별도의 구성요소들로 도시하였으나, 제어기(1105), 메모리(1115) 및 송수신기(1110)는 반드시 별도의 모듈들로 구현되어야 하는 것은 아니며, 단일 칩과 같은 형태로 하나의 구성부로 구현될 수 있음은 물론이다.

[0122] 도 12는 본 개시의 일 실시예에 따른 단말의 장치 구성을 예시하는 도면이다.

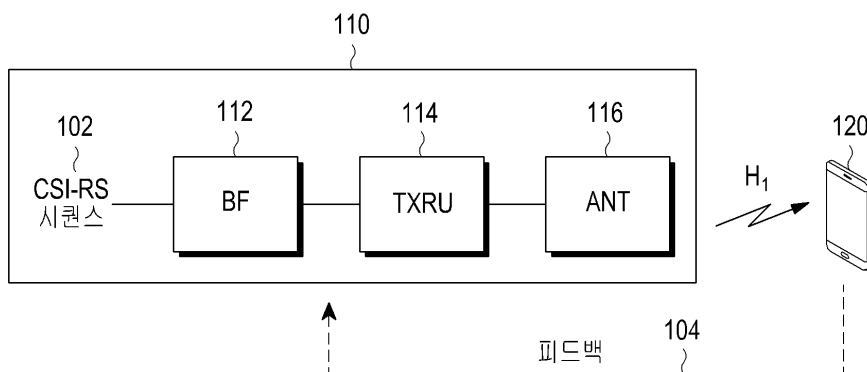
[0123] 도 12를 참조하면, 단말은 다른 통신 장치, 일 예로 기지국과의 신호 송수신을 수행하기 위한 송신기 및 수신기를 포함하는 송수신기(1210)와, 단말의 통신 동작을 제어하는 제어기(1205)를 포함할 수 있다. 본 개시에서 상술한 채널 측정 및 피드백 송신을 위한 실시예들은 제어기(1205)에 의해 수행되는 것으로 이해될 수 있다. 메모리(1215)는 제어기(1205)의 동작에 필요한 데이터, 파라미터, 프로그램 코드 등을 저장할 수 있다. 여기에서는 제어기(1205), 메모리(1215) 및 송수신기(1210)를 별도의 구성요소들로 도시하였으나, 제어기(1205), 메모리(1215) 및 송수신기(1210)는 반드시 별도의 모듈들로 구현되어야 하는 것은 아니며, 단일 칩과 같은 형태로 하나의 구성부로 구현될 수 있음은 물론이다.

[0124] 본 발명의 다양한 실시예들은 특정 관점에서 컴퓨터 리드 가능 기록 매체(computer readable recording medium)에서 컴퓨터 리드 가능 코드(computer readable code)로서 구현될 수 있다. 컴퓨터 리드 가능 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의해 리드될 수 있는 데이터를 저장할 수 있는 임의의 데이터 저장 디바이스이다. 컴퓨터 리드 가능 기록 매체의 예들은 읽기 전용 메모리(read only memory: ROM: ROM)와, 랜덤-접속 메모리(random access memory: RAM: RAM)와, 콤팩트 디스크-리드 온리 메모리(compact disk-read only memory: CD-ROM)들과, 마그네틱 테이프(magnetic tape)들과, 플로피 디스크(floppy disk)들과, 광 데이터 저장 디바이스들, 및 캐리어 웨이브(carrier wave)들(인터넷을 통한 데이터 송신 등)을 포함할 수 있다. 컴퓨터 리드 가능 기록 매체는 또한 네트워크 연결된 컴퓨터 시스템들을 통해 분산될 수 있고, 따라서 컴퓨터 리드 가능 코드는 분산 방식으로 저장 및 실행된다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예들을 성취하기 위한 기능적 프로그램들, 코드, 및 코드 세그먼트(segment)들은 본 발명이 적용되는 분야에서 숙련된 프로그래머들에 의해 쉽게 해석될 수 있다.

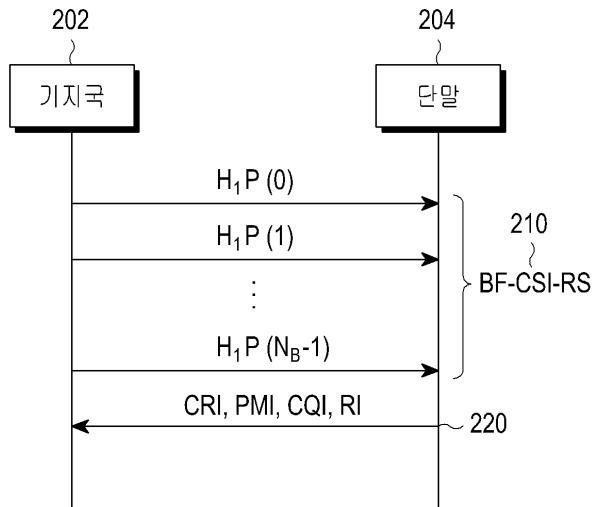
- [0125] 또한 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 장치 및 방법은 하드웨어, 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 조합의 형태로 실현 가능하다는 것을 알 수 있을 것이다. 이러한 소프트웨어는 예를 들어, 삭제 가능 또는 재기록 가능 여부와 상관없이, ROM 등의 저장 장치와 같은 휘발성 또는 비휘발성 저장 장치, 또는 예를 들어, RAM, 메모리 칩, 장치 또는 집적 회로와 같은 메모리, 또는 예를 들어 콤팩트 디스크(compact disk: CD), DVD, 자기 디스크 또는 자기 테이프 등과 같은 광학 또는 자기적으로 기록 가능함과 동시에 기계(예를 들어, 컴퓨터)로 읽을 수 있는 저장 매체에 저장될 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 방법은 제어부 및 메모리를 포함하는 컴퓨터 또는 휴대 단말에 의해 구현될 수 있고, 이러한 메모리는 본 발명의 실시예들을 구현하는 명령들을 포함하는 프로그램 또는 프로그램들을 저장하기에 적합한 기계로 읽을 수 있는 저장 매체의 한 예임을 알 수 있을 것이다.
- [0126] 따라서, 본 발명은 본 명세서의 청구항에 기재된 장치 또는 방법을 구현하기 위한 코드를 포함하는 프로그램 및 이러한 프로그램을 저장하는 기계(컴퓨터 등)로 읽을 수 있는 저장 매체를 포함한다. 또한, 이러한 프로그램은 유선 또는 무선 연결을 통해 전달되는 통신 신호와 같은 임의의 매체를 통해 전자적으로 이송될 수 있고, 본 발명은 이와 균등한 것을 적절하게 포함한다
- [0127] 또한 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 장치는 유선 또는 무선으로 연결되는 프로그램 제공 장치로부터 프로그램을 수신하여 저장할 수 있다. 프로그램 제공 장치는 프로그램 처리 장치가 기 설정된 콘텐츠 보호 방법을 수행하도록 하는 지시들을 포함하는 프로그램, 콘텐츠 보호 방법에 필요한 정보 등을 저장하기 위한 메모리와, 그래픽 처리 장치와의 유선 또는 무선 통신을 수행하기 위한 통신부와, 그래픽 처리 장치의 요청 또는 자동으로 해당 프로그램을 송수신 장치로 전송하는 제어부를 포함할 수 있다.
- [0128] 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고, 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 또한 앞서 설명된 본 발명에 따른 실시예들은 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 범위의 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 다음의 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

도면

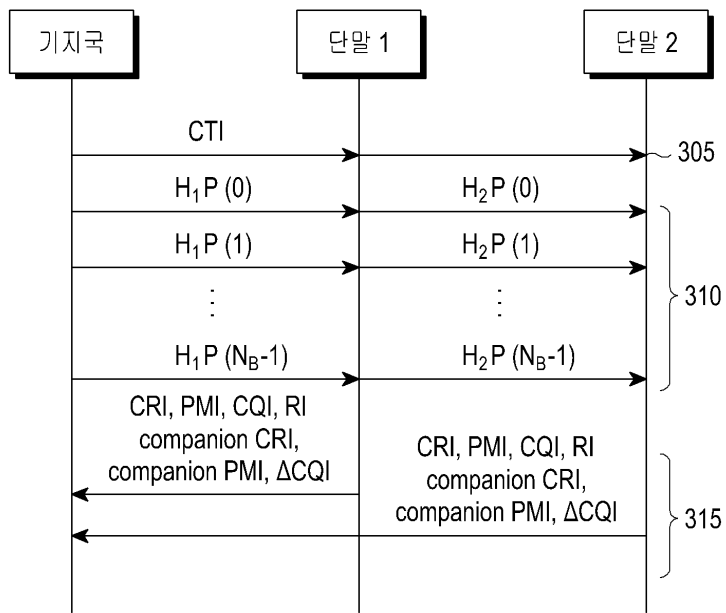
도면1



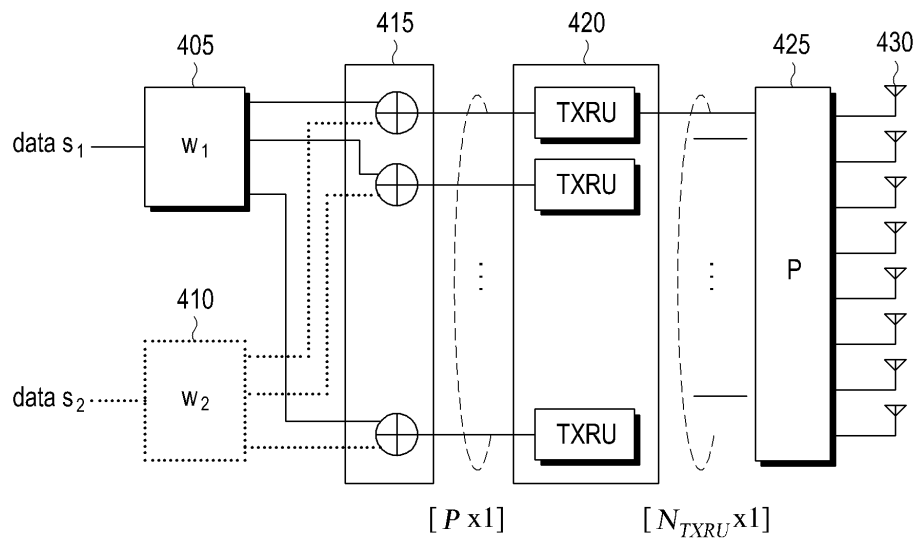
도면2



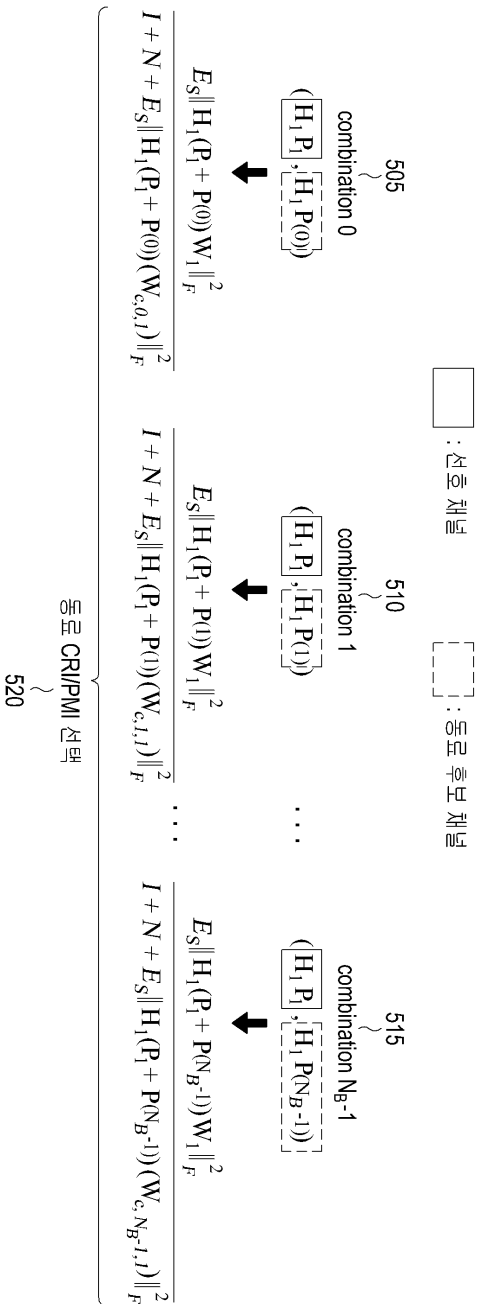
도면3



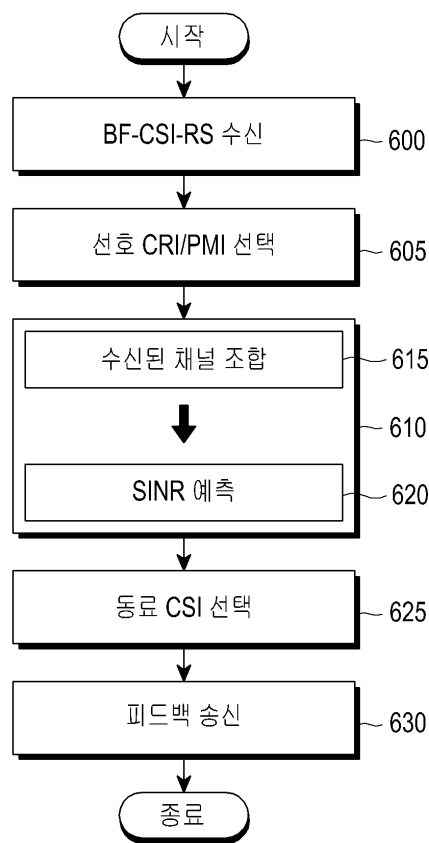
도면4



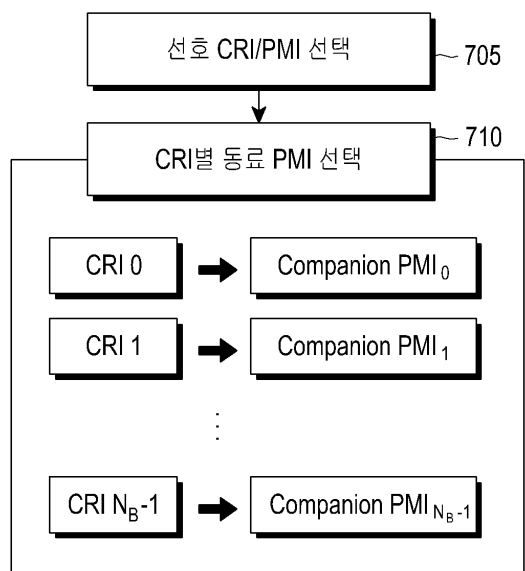
도면5



도면6



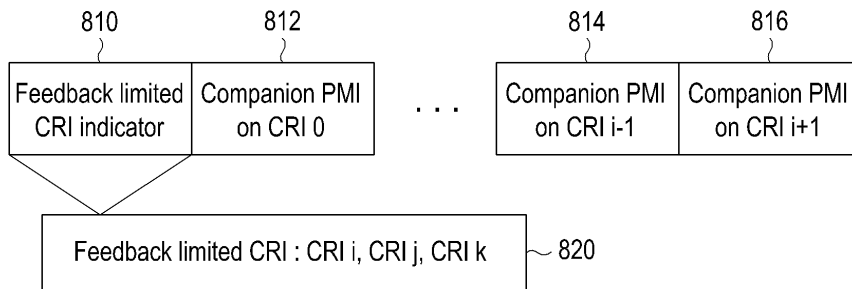
도면7



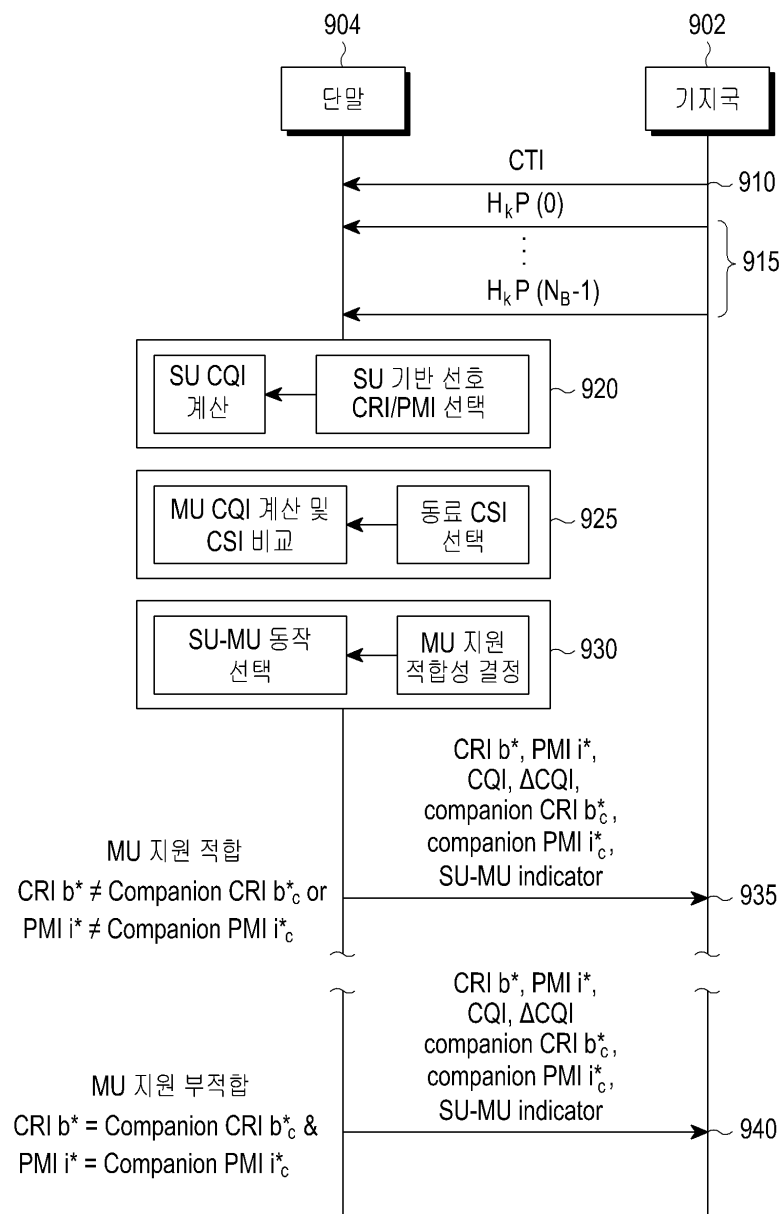
도면8a



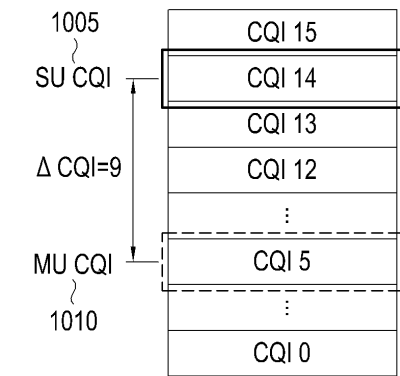
도면8b



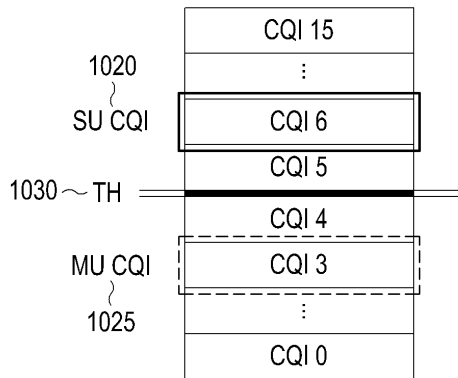
도면9



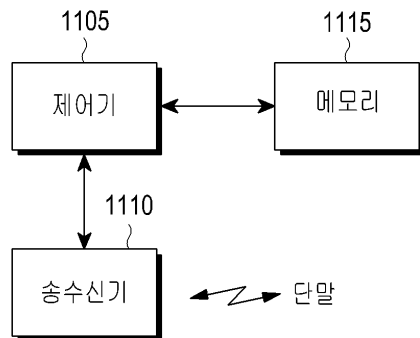
도면10a



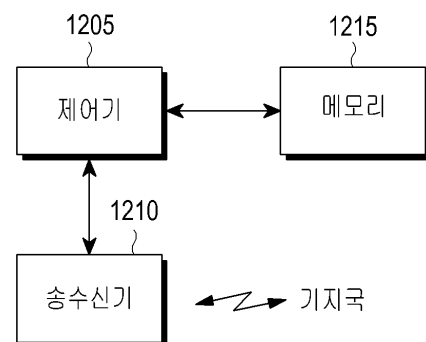
도면10b



도면11



도면12



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 13

【변경전】

제 8 항에 있어서, 상기 제1 CI는 상기 제1 빔에 대응하는 제1 프리코딩 행렬 지시자(PMI)를 포함하고, 상기 제2 CSI는, 상기 적어도 하나의 제2 빔에 대응하는 적어도 하나의 제2 PMI를 포함하며,

상기 제1 PMI 및 상기 적어도 하나의 제2 PMI는 동일한 적어도 하나의 코드북을 기반으로 결정되거나, 혹은 서로 다른 복수의 코드북들을 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 피드백 수신 방법.

【변경후】

제 8 항에 있어서, 상기 제1 CSI는 상기 제1 빔에 대응하는 제1 프리코딩 행렬 지시자(PMI)를 포함하고, 상기 제2 CSI는, 상기 적어도 하나의 제2 빔에 대응하는 적어도 하나의 제2 PMI를 포함하며,

상기 제1 PMI 및 상기 적어도 하나의 제2 PMI는 동일한 적어도 하나의 코드북을 기반으로 결정되거나, 혹은 서로 다른 복수의 코드북들을 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 피드백 수신 방법.