(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월09일
(11) 등록번호 10-2189161
(24) 등록일자 2020년12월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/06 (2017.01) *H04B 7/0456* (2017.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/066 (2013.01)
H04B 7/0456 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0028781
(22) 출원일자 2017년03월07일
심사청구일자 2020년03월05일
(65) 공개번호 10-2018-0102322
(43) 공개일자 2018년09월17일
(56) 선행기술조사문헌
WO2015174616 A1
US20130322361 A1
KR1020150006482 A
WO2016184335 A1

(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
최수용
서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공학관 716호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이건주, 김정훈

전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 양찬호

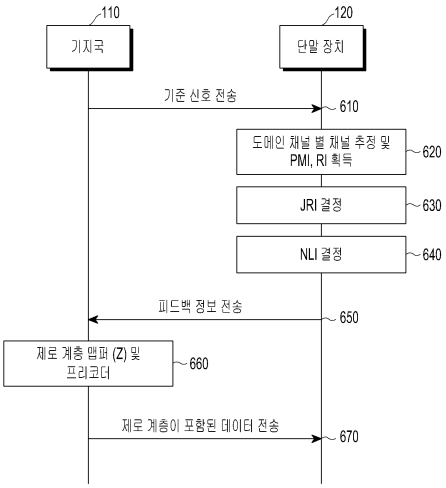
(54) 발명의 명칭 **다중 안테나 시스템에서의 피드백 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 개시는 LTE와 같은 4G 통신 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 위한 5G 또는 pre-5G 통신 시스템에 관련된 것이다. 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서의 피드백 및 전송장치 및 방법을 제안하고 있다.

이를 위해, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 단말장치가 기지국으로부터 수신된 기준신호에 의해 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 채널 상태들을 추정하고, 상기 추정된 채널 상태들을 기반으로 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 프리코딩 매트릭스 지시자들과 랭크 지시자들을 획득할 수 있다. 상기 단말장치는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들 및 RI들을 사용하여 조인트 랭크 지시자를 결정하고, 상기 결정된 JRI를 포함하는 피드백 정보를 상기 기지국으로 전송할 수 있다.

대 표 도 - 도6



(52) CPC특허분류
H04B 7/063 (2013.01)
H04B 7/0639 (2013.01)
(72) 발명자
김윤선
경기도 성남시 분당구 내정로 186 파크타운대림아파트 103동 803호
민경식
서울특별시 광진구 구의강변로 11 한양아파트 7동 703호
곽영우
경기도 수원시 영통구 센트럴파크로 34 광교센트럴타운62단지아파트 6209동 1402호
장영록
서울특별시 서대문구 신촌로9길 61, 301호

명 세 서

청구범위

청구항 1

이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 단말장치가 기지국으로 피드백 정보를 보고하는 방법에 있어서,

상기 기지국으로부터 수신된 기준신호에 의해 상기 단말장치와 상기 기지국 간을 연결하는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 채널 상태들을 추정하는 과정과,

상기 추정된 채널 상태들을 기반으로 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 프리코딩 매트릭스 지시자 (precoding matrix indicator, PMI)들과 랭크 지시자 (rank indicator, RI)들을 획득하는 과정과,

상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들 및 RI들을 사용하여 조인트 랭크 지시자 (joint rank indicator, JRI)를 결정하는 과정과,

상기 결정된 JRI를 포함하는 피드백 정보를 상기 기지국으로 전송하는 과정과,

상기 기지국으로부터 제로 계층이 포함된 데이터를 수신하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 JRI를 결정하는 과정은,

상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들을 기반으로 조인트 랭크 (joint rank, JR)를 계산하는 과정과,

상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 RI들의 곱에 의해 합성 랭크 (composite rank, CR)를 계산하는 과정과,

상기 계산된 JR과 상기 계산된 CR의 비교 결과에 의해 상기 JRI를 설정하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 JRI를 설정하는 과정은,

상기 계산된 JR과 상기 계산된 CR이 동일하면 상기 JRI를 0으로 설정하고, 상기 계산된 JR과 상기 계산된 CR이 동일하지 않으면 상기 JRI를 상기 계산된 JR과 상기 계산된 CR의 차이 값으로 설정하는 과정임을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들과 RI들 및 상기 결정된 JRI를 기반으로 계층 간 간섭을 제거하기 위해 상기 기지국에 의해 전송될 상기 제로 계층의 인덱스 정보인 넌-제로 계층 인덱스 (non-zero layer index, NLI)를 결정하는 과정을 더 포함하며,

여기서 상기 결정된 NLI는 상기 피드백 정보에 포함되어 상기 기지국으로 전송됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제1항 또는 제4항에 있어서,

상기 피드백 정보는 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들과 RI들 및 상관 지시자(correlation indicator, CI)를 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 피드백 정보를 상기 기지국으로 전송한 후, 측정 기준 신호 (sounding reference signal, SRS)를 상기 기지국으로 전송하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 7

이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국이 단말장치로 데이터를 전송하는 방법에 있어서,

상기 단말로 기준 신호 (reference signal, RS)를 전송하는 과정과,

상기 전송된 기준 신호에 따른 피드백 정보를 상기 단말장치로부터 수신하는 과정과,

상기 피드백 정보에 포함된 상기 단말장치와 상기 기지국 간을 연결하는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 프리코딩 매트릭스 지시자 (precoding matrix indicator, PMI)와 랭크 지시자 (rank indicator, RI) 및 조인트 랭크 지시자 (joint rank indicator, JRI)를 적어도 사용하여 제로 계층 맵퍼 (zero-layer mapper)와 프리코더를 결정하는 과정과,

상기 결정된 제로 계층 맵퍼와 상기 결정된 프리코더를 사용하여 제로 계층을 포함하는 데이터를 상기 단말장치로 전송하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 피드백 정보는 넌-제로 계층 인덱스 (non-zero layer index, NLI)를 더 포함하며,

상기 NLI는 상기 제로 계층 맵퍼를 결정하기 위해 사용됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 단말장치로부터 측정 기준 신호 (sounding reference signal, SRS)를 수신하는 과정과,

상기 수신한 SRS를 사용하여 하향링크 채널 상태를 추정하는 과정과,

상기 추정된 채널 상태 및 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 PMI들과 RI들 및 JRI를 기반으로 넌-제로 계층 인덱스 (non-zero layer index, NLI)를 결정하는 과정을 더 포함하며,

여기서, 상기 NLI는 상기 제로 계층 맵퍼를 결정하기 위해 사용됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 제로 계층 맵퍼와 프리코더를 결정하는 과정은,

상기 JRI의 값이 0으로 설정되어 있으면, 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 PMI들에 의해 조인트 랭크

(joint rank, JR)와 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 RI들의 곱에 의한 합성 랭크 (composite rank, CR)가 동일하다고 인지하는 과정과,

상기 JRI의 값이 0으로 설정되어 있지 않으면, 상기 JRI 값을 상기 JR과 상기 CR의 차이 값으로 인지하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 피드백 정보는 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 상관 지시자 (correlation indicator, CI)들을 더 포함하는 방법.

청구항 12

이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국으로 피드백 정보를 보고하는 단말장치에 있어서,

송수신기; 및

상기 기지국으로부터 기준신호를 수신하도록 상기 송수신기를 제어하고, 상기 기지국으로부터 수신된 기준신호에 의해 상기 단말장치와 상기 기지국 간을 연결하는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 채널 상태들을 추정하고, 상기 추정된 채널 상태들을 기반으로 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 프리코딩 매트릭스 지시자 (precoding matrix indicator, PMI)와 랭크 지시자 (rank indicator, RI)를 획득하고, 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들 및 RI들을 사용하여 조인트 랭크 지시자 (joint rank indicator, JRI)를 결정하고, 상기 결정된 JRI를 포함하는 피드백 정보를 상기 기지국으로 전송하도록 상기 송수신기를 제어하고, 상기 기지국으로부터 제로 계층이 포함된 데이터를 수신하도록 상기 송수신기를 제어하는 제어부를 포함하는 단말장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들을 기반으로 조인트 랭크 (joint rank, JR)를 계산하고, 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 RI들의 곱에 의해 합성 랭크 (composite rank, CR)를 계산하며, 상기 계산된 JR과 상기 계산된 CR이 동일하면 상기 JRI를 0으로 결정하고, 상기 계산된 JR과 상기 계산된 CR이 동일하지 않으면 상기 JRI를 상기 계산된 JR과 상기 계산된 CR의 차이 값으로 결정함을 특징으로 하는 단말장치.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들과 RI들 및 상기 결정된 JRI를 기반으로 계층 간 간섭을 제거하기 위해 상기 기지국에 의해 전송될 상기 제로 계층의 인덱스 정보인 넌-제로 계층 인덱스 (non-zero layer index, NLI)를 결정하며, 상기 결정한 NLI 및 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들과 RI들 및 상관 지시자 (correlation indicator, CI)들을 포함하도록 상기 피드백 정보에 구성함을 특징으로 하는 단말장치.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 피드백 정보를 상기 기지국으로 전송한 후, 측정 기준 신호 (sounding reference signal, SRS)를 상기 기지국으로 전송하도록 상기 송수신기를 제어함을 특징으로 하는 단말장치.

청구항 16

이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 단말장치로 데이터를 전송하는 기지국에 있어서,

상기 단말장치로 기준 신호 (reference signal, RS)를 전송하고, 상기 전송한 기준 신호에 따른 피드백 정보를 상기 단말장치로부터 수신하며, 제로 계층을 포함하는 데이터를 상기 단말장치로 전송하는 통신부; 및

상기 피드백 정보에 포함된 상기 단말장치와 상기 기지국 간을 연결하는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 프리코딩 매트릭스 지시자 (precoding matrix indicator, PMI)와 랭크 지시자 (rank indicator, RI) 및 조인트 랭크 지시자 (joint rank indicator, JRI)를 적어도 사용하여 제로 계층 맵퍼 (zero-layer mapper)와 프리코더를 결정하고, 상기 결정된 제로 계층 맵퍼와 상기 결정된 프리코더를 사용하여 상기 제로 계층을 포함하는 데이터를 생성하는 제어부를 포함하는 기지국.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 피드백 정보에 포함된 넌-제로 계층 인덱스 (non-zero layer index, NLI)를 상기 제로 계층 맵퍼를 결정하기 위해 사용함을 특징으로 하는 기지국.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 단말장치에 의해 전송된 측정 기준 신호 (sounding reference signal, SRS)를 상기 통신부를 통해 전달받고, 상기 SRS를 사용하여 하향링크 채널 상태를 추정하며, 상기 추정한 채널 상태 및 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 PMI들과 RI들 및 JRI를 기반으로 넌-제로 계층 인덱스 (non-zero layer index, NLI)를 결정하며, 상기 NLI를 상기 제로 계층 맵퍼를 결정하기 위해 사용함을 특징으로 하는 기지국.

청구항 19

제16항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 JRI의 값이 0으로 설정되어 있으면, 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 PMI들에 의해 조인트 랭크 (joint rank, JR)와 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 RI들의 곱에 의한 합성 랭크 (composite rank, CR)가 동일하다고 인지하고, 상기 JRI의 값이 0으로 설정되어 있지 않으면, 상기 JRI 값을 상기 JR과 상기 CR의 차이 값으로 인지함을 특징으로 하는 기지국.

청구항 20

제16항에 있어서,

상기 피드백 정보는 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 상관 지시자 (correlation indicator, CI)들을 더 포함하는 기지국.

청구항 21

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시의 다양한 실시 예들은 이차원 평면 배열 안테나 (2D planar array antenna)를 사용하는 전 차원 (full-dimension) 다중 안테나 시스템에서의 피드백 및 전송장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 4G (4^{th}-generation) 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G (5^{th}-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.

[0004] 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 빔-포밍 (beam-forming), 거대 배열 다중 입출력 (massive multi-input multi-output: massive MIMO), 전차원 다중입출력 (full dimensional MIMO: FD-MIMO), 배열 안테나 (array antenna), 아날로그 빔-포밍 (analog beam-forming), 및 대규모 안테나 (large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.

[0005] 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.

[0006] 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.

[0007] 상기 FD-MIMO를 지원하는 시스템 (이하 'FD-MIMO 시스템'이라 칭함)은 상하 방향 빔-포밍 (elevation beamforming)과 고차원 다중 사용자 다중 입출력 (high-order multi-user MIMO)을 지원할 수 있다. 이는 무선 통신 시스템의 주파수 효율을 증대시킬 수 있다.

[0008] 상기 FD-MIMO 시스템에서 많은 수의 안테나 배열을 사용할 경우, 안테나 배열의 길이가 길어질 수 있다. 이차원 평면 배열 안테나 (2D planar array antenna)는 많은 수의 안테나 배열의 사용으로 인해, 안테나 배열의 길이가 길어지는 것을 방지하는 하나의 방안이 될 수 있다. 상기 이차원 평면 배열 안테나는 이차원 평면 배열 구조 (2D planar array structure)를 갖는 안테나를 의미한다.

[0009] 상기 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 FD-MIMO 시스템에서는 수평 방향 빔-포밍 (azimuth beamforming)과 상하 방향 빔-포밍을 모두 지원할 수 있다. 상기 수평 방향 빔-포밍과 상기 상하 방향 빔-포밍을 모두 지원할 경우, 기지국과 단말 간의 채널은 3차원 특성이 있을 수도 있다. 이 경우, FD-MIMO 시스템에서는 3차원 채널 특성과 수평 방향 빔-포밍 및 상하 방향 빔-포밍을 고려한 채널 상태 정보 (channel state information: CSI) 보고 및 코드-북 (codebook) 운용 방안이 필요할 수 있다. 즉, 상기 FD-MIMO 시스템에서는 이차원 평면 배열 안테나를 사용함으로 인해 발생할 수 있는 기지국과 단말 간의 3D 채널 특성을 반영한 CSI 보고 및 코드-북 운용 방안이 마련되어야 할 것이다.

[0010] 그에 따른 하나의 방안으로써, FD-MIMO 시스템에서는 수평 도메인 (azimuth domain)과 수직 도메인 (elevation domain)의 채널 특성을 모두 고려하여 이중 코드-북 (double codebook)의 빔 그룹 추정을 위한 코드 북을 개선할 수 있다.

[0011] 또한, FD-MIMO 시스템에서는 많은 수의 안테나 배열로 인한 기준신호 (reference signal: RS) 및 CSI 절차의 오버헤드를 줄이고자 복합 (hybrid) CSI-RS 기술이 제안되었다. 상기 복합 CSI-RS 기술은 non-precoded CSI-RS와 beam-formed CSI-RS를 하나의 CSI 절차로 운용하기 위해 제안되었다. 상기 복합 CSI-RS 기술은 안테나 배열 수보다 적은 수의 참조 신호를 사용하여 채널 추정이 가능할 뿐만 아니라 주파수 효율 성능을 유지할 수 있다. 아울러 복합 CSI-RS 기술은 불필요한 CSI 절차의 사용을 줄일 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국과 단말 사이의 채널은 적어도 두 개의 도메인 채널들로 나누어 표현할 수 있다. 일 예로, 두 개의 도메인 채널들은 '첫 번째 도메인 채널 (first domain channel) 또는 제1 도메인 채널'과 '두 번째 도메인 채널 (second domain channel) 또는 제2 도메인 채널'로 명명할 수 있다.

[0014] 이 경우, 단말은 첫 번째 도메인 채널과 두 번째 도메인 채널별로 채널 추정을 수행하고, 상기 채널별로 추정된 결과를 기지국으로 피드백한다. 이는 단말이 효율적으로 채널을 추정할 수 있도록 할 뿐만 아니라 기지국이 단말에 의해 추정된 정보를 효율적으로 사용할 수 있도록 한다.

[0015] 이 경우, 단말은 채널 정보를 표현하는 프리코딩 행렬 지시자 (precoding matrix indicator: PMI)를 첫 번째 PMI 또는 제1 PMI (first PMI)와 두 번째 PMI 또는 제2 PMI (second PMI)로 나누어 기지국으로 피드백할 수 있다. 이때, 상기 기지국이 다중 계층을 전송할 경우, 상기 기지국은 자신의 안테나 배열 수와 단말의 안테나 수 간의 관계에 따라, 제1 PMI와 제2 PMI를 이용하여 얻은 프리코더 (precoder)에 의해 계층 간 간섭을 제거할 수 없을 수도 있다.

[0016] 또한, 단말이 PMI를 제1 PMI와 제2 PMI로 나누어 기지국으로 전송되는 경우, 상기 단말은 랭크 식별자 (rank indicator: RI) 역시 제1 RI와 제2 RI로 나누어 상기 기지국으로 피드백할 수 있다. 여기서, 상기 RI는 데이터 전송 시에 전송 가능한 최대 계층 수를 지시할 수 있다.

[0017] 상술한 경우, 기지국은 제1 RI와 제2 RI를 이용하여 전송 가능한 최대 계층 수인 조인트 랭크 (joint rank: JR)를 계산하여야 하나, 상기 제1 RI와 상기 제2 RI의 곱이 조인트 랭크와 일치하지 않을 수 있다.

[0018] 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국과 적어도 하나의 단말이 조인트 랭크에 관한 정보를 공유하도록 하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0019] 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 예측 조인트 랭크와 실제 조인트 랭크가 일치하도록 하는 송/수신장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0020] 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백으로 인한 오버헤드와 참조 신호로 인한 오버헤드를 줄이는 송/수신장치 및 방법을 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0022] 본 개시의 다양한 실시 예에 따른 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 단말장치가 기지국으로 피드백 정보를 보고하는 방법은, 상기 기지국으로부터 수신된 기준신호에 의해 상기 단말장치와 상기 기지국 간을 연결하는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 채널 상태들을 추정하는 과정과, 상기 추정된 채널 상태들을 기반으로 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 프리코딩 매트릭스 지시자들과 랭크 지시자들을 획득하는 과정과, 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들 및 RI들을 사용하여 조인트 랭크 지시자를 결정하는 과정과, 상기 결정된 JRI를 포함하는 피드백 정보를 상기 기지국으로 전송하는 과정을 포함할 수 있다.

[0023] 본 개시의 다양한 실시 예에 따른 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국이 단말장치로 데이터를 전송하는 방법은, 상기 단말장치로 기준 신호를 전송하는 과정과, 상기 전송된 기준 신호에 따른 피드백 정보를 상기 단말장치로부터 수신하는 과정과, 상기 피드백 정보에 포함된 상기 단말장치와 상기 기지국 간을 연결하는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 프리코딩 매트릭스 지시자와 랭크 지시자 및 조인트 랭크 지시자를 적어도 사용하여 제로 계층 맵퍼와 프리코더를 결정하는 과정과, 상기 결정된 제로 계층 맵퍼와 상기 결정된 프리코더를 사용하여 제로 계층을 포함하는 데이터를 상기 단말장치로 전송하는 과정을 포

함할 수 있다.

[0024] 본 개시의 다양한 실시 예에 따른 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국으로 피드백 정보를 보고하는 단말장치는, 상기 기지국으로부터 기준신호를 수신하고, 상기 기지국으로 피드백 정보를 상기 기지국으로 전송하는 통신부 및 상기 기지국으로부터 수신된 기준신호에 의해 채널 상태를 추정하고, 상기 추정된 채널 상태를 기반으로 상기 단말장치와 상기 기지국 간을 연결하는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 프리코딩 매트릭스 지시자와 랭크 지시자를 획득하며, 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들 및 RI들을 사용하여 조인트 랭크 지시자를 결정하고, 상기 결정된 JRI를 포함하는 피드백 정보를 구성하는 제어부를 포함할 수 있다.

[0025] 본 개시의 다양한 실시 예에 따른 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 단말장치로 데이터를 전송하는 기지국은, 상기 단말장치로 기준 신호를 전송하고, 상기 전송한 기준 신호에 따른 피드백 정보를 상기 단말장치로부터 수신하며, 제로 계층을 포함하는 데이터를 상기 단말장치로 전송하는 통신부와, 상기 피드백 정보에 포함된 상기 단말장치와 상기 기지국 간을 연결하는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 프리코딩 매트릭스 지시자와 랭크 지시자 및 조인트 랭크 지시자를 적어도 사용하여 제로 계층 맵퍼와 프리코더를 결정하고, 상기 결정된 제로 계층 맵퍼와 상기 결정된 프리코더를 사용하여 상기 제로 계층을 포함하는 데이터를 생성하는 제어부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따르면, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 두 개의 채널 도메인들 각각의 RI를 곱하여 얻어진 합성 조인트 랭크와 실제 전송에 사용되는 조인트 랭크를 일치시킬 수 있다. 또한, 단말이 두 개의 채널 도메인들 각각에 상응한 상관 지시자 (correlation indicator, CI)를 기지국으로 전송함으로써, 피드백 오버헤드와 참조 신호 오버헤드를 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국과 단말장치의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국과 단말 간의 신호처리 절차를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 암시적인 방안에 의해 제로-계층 매핑을 기반으로 하향링크 데이터를 전송하는 신호처리 절차를 도시한 도면이다.

도 4는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 암시적인 방안을 지원하기 위해 단말장치가 피드백 정보를 기지국으로 제공하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

도 5는 본 개시에서 제안된 하나의 실시 예에 따라, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 암시적인 방안을 지원하기 위해 기지국이 하향링크 데이터를 전송하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

도 6은 본 개시에서 제안된 하나의 실시 예에 따라, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 명시적인 방안에 의해 제로-계층 매핑을 기반으로 하향링크 데이터를 전송하는 신호처리 절차를 도시한 도면이다.

도 7은 본 개시에서 제안된 다른 하나의 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 명시적인 방안을 지원하기 위해 단말장치가 피드백 정보를 기지국으로 제공하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

도 8은 본 개시에서 제안된 다른 하나의 실시 예에 따라, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 명시적인 방안을 지원하기 위해 기지국이 하향링크 데이터를 전송하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

도 9는 본 개시에서 제안된 다른 하나의 실시 예에 따라, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안

테나 시스템에서 기지국에 의한 프리코더 결정을 위해 단말장치가 관련 정보를 명시적으로 피드백하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

도 10은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 프리코더 결정을 위해 단말장치에 의해 피드백되는 명시적인 관련 정보를 기반으로 기지국이 프리코더를 생성하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

도 11은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국에 의한 프리코더 결정을 위해 단말장치가 관련 정보를 암시적으로 피드백하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

도 12는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 프리코더 결정을 위해 단말장치에 의해 피드백되는 암시적인 관련 정보를 기반으로 기지국이 프리코더를 생성하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

도 13은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1과 CI_2가 모두 0인 경우의 신호 처리 절차를 도시한 도면이다.

도 14는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1과 CI_2 중 하나가 1인 경우의 신호 처리 절차를 도시한 도면이다.

도 15는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국(110)이 기준신호 구성정보 (CSI-RS-configEMIMO-r13)를 단말장치(120)와 공유하기 위해 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

도 16은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1이 1이고, CI_2가 0인 경우의 신호 처리 절차를 도시한 도면이다.

도 17은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1이 1이고, CI_2가 0인 경우에 기지국이 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

도 18은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1이 1이고, CI_2가 0인 경우에 단말장치가 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

도 19는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1이 0이고, CI_2가 1인 경우의 신호 처리 절차를 도시한 도면이다.

도 20은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1이 0이고, CI_2가 1인 경우에 기지국이 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

도 21은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1이 0이고, CI_2가 1인 경우에 단말장치가 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

도 22는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국(110)이 프리코딩된 기준신호를 전송하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 본 개시의 다양한 실시 예가 첨부된 도면을 참조하여 기재된다. 이는 본 개시에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 개시의 실시 예의 다양한 변경 (modifications), 균등물 (equivalents), 및/또는 대체물 (alternatives)을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.

[0031] 본 개시에서, "가진다", "가질 수 있다", "포함한다", 또는 "포함할 수 있다" 등의 표현은 해당 특징 (예:

수치, 기능, 동작, 또는 부품 등의 구성요소)의 존재를 가리키며, 추가적인 특징의 존재를 배제하지 않는다.

[0032] 본 개시에서, "A 또는 B", "A 또는/및 B 중 적어도 하나", 또는 "A 또는/및 B 중 하나 또는 그 이상" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 예를 들면, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", 또는 "A 또는 B 중 적어도 하나"는, (1) 적어도 하나의 A를 포함, (2) 적어도 하나의 B를 포함, 또는 (3) 적어도 하나의 A 및 적어도 하나의 B 모두를 포함하는 경우를 모두 지칭할 수 있다.

[0033] 본 개시에서 사용된 "제1", "제2", "첫째", 또는 "둘째" 등의 표현들은 다양한 구성요소들을, 순서 및/또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 예를 들면, 제1 사용자 기기와 제2 사용자 기기는, 순서 또는 중요도와 무관하게, 서로 다른 사용자 기기를 나타낼 수 있다. 예를 들면, 본 개시에 기재된 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 바꾸어 명명될 수 있다.

[0034] 어떤 구성요소 (예: 제1 구성요소)가 다른 구성요소 (예: 제2 구성요소)에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어 ((operatively or communicatively) coupled with/to)" 있다거나 "접속되어 (connected to)" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 또 다른 구성요소 (예: 제3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소 (예: 제1 구성요소)가 다른 구성요소 (예: 제2 구성요소)에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소와 상기 다른 구성요소 사이에 또 다른 구성요소 (예: 제3 구성요소)가 존재하지 않은 것으로 이해될 수 있다.

[0035] 본 개시에서 사용된 표현 "~하도록 구성된 (또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, "~에 적합한 (suitable for)", "~하는 능력을 갖추는 (having the capacity to)", "~하도록 설계된 (designed to)", "~하도록 변경된 (adapted to)", "~하도록 만들어진 (made to)", 또는 "~를 할 수 있는 (capable of)"과 바꾸어 사용될 수 있다. 용어 "~하도록 구성된 (또는 설정된)"은 하드웨어적으로 "특별히 설계된 (specifically designed to)" 것만을 반드시 의미하지 않을 수 있다. 대신, 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다. 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된 (또는 설정된) 프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서 (예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서 (generic-purpose processor) (예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.

[0036] 본 개시에서 사용된 용어들은 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시 예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 개시에 기재된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 개시에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은, 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 개시에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 개시에서 정의된 용어일지라도 본 개시의 실시 예들을 배제하도록 해석될 수 없다.

[0037] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 전자장치는, 통신 기능을 구비한 사용자 단말로써, 자신의 위치를 인지라고, 이를 기반으로 위치 정보를 생성할 수 있어야 한다. 상기 전자장치는, 예를 들어, 휴대형 전자장치, 착용형 전자장치, 거치형 전자장치, 설치형 전자장치 등으로 구분될 수 있다.

[0038] 상기 휴대형 전자장치는, 예를 들면, 스마트폰 (smart phone), 태블릿 PC (tablet personal computer), 이동 전화기 (mobile phone), 영상 전화기, 전자책 리더기 (e-book reader), PDA (personal digital assistant), PMP (portable multimedia player), MP3 플레이어, 모바일 의료기기 전자 사전, 전자 키, 캠코더 (camcorder), 카메라 (camera), 또는 전자 액자 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0039] 상기 착용형 전자장치의 대표적인 예로 웨어러블 장치(wearable device) 가 있을 수 있다. 다양한 실시 예에 따르면, 웨어러블 장치는 액세서리형 (예: 시계, 반지, 팔찌, 발 찌, 목걸이, 안경, 콘택트렌즈, 수경 또는 머리 착용형 장치(head-mounted-device(HMD)), 직물 또는 의류 일체형 (예: 전자 의복, 운동복), 신체 부착형 (예: 스킨 패드 (skin pad) 또는 문신), 또는 생체 이식형 (예: implantable circuit) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0040] 상기 거치형 전자장치는, 예를 들면, 네비게이션 (navigation), 랩탑 PC (laptop personal computer) 또는 넷

북 컴퓨터 (netbook computer) 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 상기 설치형 전자장치는, 예를 들면, 데스크탑 PC (desktop personal computer), 워크스테이션 (workstation), 의료 장비 또는 CCTV (closed circuit television) 등의 방범 카메라 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0041] 어떤 실시 예에 따르면, 전자장치는 가구 (furniture) 또는 건물/구조물의 일부, 전자 보드 (electronic board), 전자 사인 수신 장치(electronic signature receiving device), 프로젝터 (projector), 또는 각종 계측 기기 (예: 수도, 전기, 가스, 또는 전파 계측 기기 등) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 다양한 실시 예에서, 전자장치는 전술한 다양한 장치들 중 하나 또는 그 이상의 조합일 수 있다. 어떤 실시 예에 따른 전자장치는 플렉서블 전자장치일 수 있다. 또한, 본 개시의 실시 예에 따른 전자장치는 전술한 기기들에 한정되지 않으며, 기술 발전에 따른 새로운 전자장치를 포함할 수 있다.

[0042] 본 개시에서 제안될 다양한 실시 예들에서 사용될 용어들은 하기와 같이 정의될 수 있다.

[0043] - 도메인 채널 (domain channel): 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국과 단말 간의 채널

[0044] - 제1 도메인 채널 (first domain channel): 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국과 단말 간의 채널을 두 개의 도메인들로 표현할 때, 상기 두 개의 도메인들 중 첫 번째 도메인에 상응한 채널

[0045] - 제2 도메인 채널 (second domain channel): 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국과 단말 간의 채널을 두 개의 도메인들로 표현할 때, 상기 두 개의 도메인들 중 두 번째 도메인에 상응한 채널

[0046] - 조인트 랭크 지시자 (joint rank indicator: JRI): 단말이 데이터 수신을 위하여 지원 가능한 조인트 랭크를 의미하며, 상기 조인트 랭크와 (RI1 (first rank index) x RI2 (second rank index))의 차이로 정의됨

[0047] - 제1 랭크 (first rank, RI1): 제1 도메인 채널의 랭크 인덱스 (rank indicator)

[0048] - 제2 랭크 (second rank, RI2): 제2 도메인 채널의 랭크 인덱스 (rank indicator)

[0049] - 합성 랭크 (composite rank, CR): RI1 (first rank)과 RI2 (second rank)의 곱으로 표현되는 랭크

[0050] - 넌-제로 계층 인덱스 (non-zero layer index, NLI): 계층 간 간섭을 제거하기 위하여 데이터 정보를 포함하고 있는 계층들과 함께 전송되는 제로 계층 (zero layer)의 인덱스 정보

[0051] - 상관 지시자 (correlation indicator, CI): 도메인 채널들 간 고유 경로 (eigen path)의 개수. 일 예로 CI_1과 CI_2는 제1 도메인 채널과 제2 도메인 채널의 고유 경로의 개수 ($n_{p,1}$, $n_{p,2}$)로써, 각각 1비트로 표현 가능함. 즉, CI_1과 CI_2가 0인 것은 $n_{p,1}$과 $n_{p,2}$가 1보다 큰 것을 의미하며, CI_1과 CI_2가 1인 것은 $n_{p,1}$과 $n_{p,2}$가 1인 것을 의미함. CI_1과 CI_2가 다수의 비트로 표현되는 경우, 이와 유사한 방법으로 확장되는 것이 가능함.

[0052] 후술 될 본 개시에서 제안될 다양한 실시 예들에서는, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 단말이 피드백 정보를 기반으로 넌-제로 계층 인덱스 (non-zero layer index, NLI)를 기지국에게 '명시적' 또는 '암시적'으로 지시하는 것을 바람직한 하나의 실시 예로 제안할 것이다. 여기서 상기 '명시적'은 NLI가 단말이 기지국으로 제공하는 피드백 정보에 포함될 수 있음을 의미할 수 있고, 상기 '암시적'은 단말이 기지국으로 제공하는 피드백 정보에 포함된 정보를 기반으로 상기 기지국이 NLI를 인지할 수 있음을 의미할 수 있다.

[0053] 또한, 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예들에서는, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국이 단말로부터 수신한 피드백 정보에 의해 결정된 제로 계층 맵퍼 (zero-layer mapper)와 프리코더를 사용하여 제로 계층을 포함하는 데이터를 상기 단말로 전송하는 방안을 제공하는 것을 다른 하나의 실시 예로 제안할 것이다.

[0054] 또한, 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예들에서는, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국과 단말 간을 연결하는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 프리코더를 결정하는 방안을 제공하는 것을 다른 하나의 실시 예로 제안할 것이다. 이에 관한 구현 예로써, 단말이 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 프리코더를 결정하여 이를 피드백 정보를 통해 기지국으로 제공하는 명시적인 방안과 기지국이 단말로부터 수신한 피드백 정보를 기반으로 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 프리코더를 결정하는 암시적인 방

안 중 하나를 적용할 수 있다.

[0055] 또한, 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예들에서는, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 단말장치가 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 PMI를 기지국으로 보고하는 전송 주기를 조절하는 방안을 제공하는 것을 다른 하나의 실시 예로 제안할 것이다.

[0056] 이하, 첨부 도면을 참조하여, 본 개시에서 제안하고자 하는 다양한 실시 예에 대해 구체적으로 설명하도록 한다. 본 개시에서, 사용자라는 용어는 전자장치를 사용하는 사람 또는 전자장치를 사용하는 장치(예: 인공지능 전자장치)를 지칭할 수 있다.

[0057] 도 1은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국과 단말장치의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.

[0058] 도 1을 참조하면, 기지국(110)은 하향링크(130)를 통해 단말장치(120)로 하향링크 데이터 (또는 정보, 또는 신호)를 송신할 수 있고, 상향링크를 통해 상기 단말장치(120)로부터 상향링크 데이터 (또는 정보, 또는 신호)를 수신할 수 있다. 이를 위해, 상기 기지국(110)은 통신부(이하 '제1 통신부'라 칭함)(112)와 제어부(이하 '제1 제어부'라 칭함)(114)를 포함할 수 있습니다.

[0059] 상기 제1 통신부(112)는 하향링크(130)를 통해 적어도 하나의 단말장치(120)로 데이터를 전송하고, 상향링크(140)를 통해 상기 적어도 하나의 단말장치(120)로부터 데이터를 수신할 수 있다.

[0060] 일 실시 예에 따르면, 제1 통신부(112)는 단말장치(120)로 기준 신호 (reference signal, RS)를 전송하고, 상기 전송한 기준 신호에 따른 피드백 정보를 상기 단말장치(120)로부터 수신할 수 있다. 상기 제1 통신부(112)는 제로 계층을 포함하는 데이터를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다.

[0061] 상기 제1 제어부(114)는 상기 적어도 하나의 단말장치(120)와의 상향링크 및 하향링크를 통한 데이터 (또는 정보, 또는 신호)의 송신 및 수신을 위한 전반적인 동작에 따른 제어를 수행할 수 있다.

[0062] 일 실시 예에 따르면, 제1 제어부(114)는 단말장치(120)에 의해 제공된 피드백 정보를 사용하여 전송할 데이터에 제로 계층을 포함할지를 판단하고, 그 결과에 따라 기본 계층만을 포함하는 데이터를 전송하거나 기본 계층에 제로 계층이 포함된 데이터를 전송할 수 있다.

[0063] 하나의 예로써, 상기 제1 제어부(114)는 피드백 정보에 포함된 JRI에 의해 전송할 데이터에 제로 계층을 포함할 것인지 포함하지 않을 것인지를 결정할 수 있다. 상기 JRI는 다수의 도메인 채널별로 추정된 PMI들을 기반으로 계산된 JR (PMI들을 기반으로 계산된 랭크)을 의미하거나 JR과 CR (RI들의 곱에 의해 계산된 랭크)의 차를 의미할 수 있다.

[0064] 이 경우, 상기 제1 제어부(114)는 JRI가 0이거나 CR과 같으면, 전송할 데이터에 제로 계층을 포함시키지 않을 것을 결정할 것이다. 상기 제1 제어부(114)는 JRI가 0이 아니거나 CR과 같지 않으면, 전송할 데이터에 제로 계층을 포함시키는 것을 결정할 것이다. 상기 JRI가 0이거나 CR과 같은 경우 (이하 '제1 경우'라 칭함)는 JR과 CR이 동일한 경우에 해당한다. 상기 JRI가 0이 아니거나 CR과 같지 않은 경우 (이하 '제2 경우'라 칭함), 상기 JRI는 JR과 CR의 차이 값이 될 수 있다.

[0065] 상기 제1 경우, 상기 제1 제어부(114)는 제로 계층 매핑 (zero-layer mapping)을 수행하지 않을 수 있다. 상기 제로 계층 매핑을 수행하지 않을 경우, 전송할 데이터는 제로 계층을 포함하지 않고, 기본 계층만을 포함할 것이다.

[0066] 상기 제2 경우, 상기 제1 제어부(114)는 제로 계층 매핑을 수행할 수 있다. 상기 제로 계층 매핑을 수행할 경우, 전송할 데이터는 기본 계층 외에 제로 계층을 포함할 것이다.

[0067] 상기 제로 계층 매핑을 수행하지 않을 경우의 동작은 기존 동작과 동일할 수 있다. 따라서, 하기에서는 상기 제로 계층 매핑을 수행하는 경우의 동작에 대해 중점적으로 설명하도록 한다. 아울러 상기 제어 계층 매핑을 수행하는 구체적인 동작에 대해서도 뒤에서 구체적으로 설명될 것이다.

[0068] 상기 제1 제어부(114)는 피드백 정보를 기반으로 제로 계층 맵퍼 (zero-layer mapper)와 프리코더를 결정할 수 있다. 여기서, 상기 피드백 정보는 상기 단말장치(120)를 연결하는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 PMI와 RI 및 JRI를 적어도 포함할 수 있다. 상기 피드백 정보는 NLI를 더 포함할 수 있다.

[0069] 상기 피드백 정보가 NLI를 포함할 경우, 상기 제1 제어부(114)는 상기 NLI를 기반으로 제로 계층 맵퍼를 결정할

수 있다. 상기 제1 제어부(114)는 상기 피드백 정보에 포함된 PMI들을 사용하여 프리코더를 결정할 수 있다. 상기 제1 제어부(114)는 상기 결정된 제로 계층 맵퍼와 상기 결정된 프리코더를 사용하여 제로 계층을 포함하는 데이터를 구성하고, 상기 제1 통신부(112)를 통해 상기 구성한 제로 계층을 포함하는 데이터를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다.

[0070] 상기 피드백 정보가 NLI를 포함하지 않을 경우, 제1 제어부(114)는 단말장치(120)에 의해 전송된 측정 기준 신호 (sounding reference signal, SRS)를 제1 통신부(112)를 통해 전달받을 수 있다. 상기 제1 제어부(114)는 상기 전달받은 SRS를 사용하여 하향링크 채널 상태를 추정할 수 있다. 상기 제1 제어부(114)는 상기 추정한 채널 상태와 상기 피드백 정보에 포함된 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 PMI들과 RI들 및 JRI를 사용하여 NLI를 결정할 수 있다. 상기 제1 제어부(114)는 상기 결정한 NLI를 기반으로 제로 계층 맵퍼를 결정할 수 있다. 상기 제1 제어부(114)는 상기 피드백 정보에 포함된 PMI들을 사용하여 프리코더를 결정할 수 있다. 상기 제1 제어부(114)는 상기 결정된 제로 계층 맵퍼와 상기 결정된 프리코더를 사용하여 제로 계층을 포함하는 데이터를 구성하고, 상기 제1 통신부(112)를 통해 상기 구성한 제로 계층을 포함하는 데이터를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다.

[0071] 상기 단말장치(120)는 하향링크(130)를 통해 상기 기지국(110)으로부터 하향링크 데이터 (또는 정보, 또는 신호)를 수신할 수 있고, 상향링크를 통해 상기 기지국(110)으로 상향링크 데이터 (또는 정보, 또는 신호)를 송신할 수 있다. 이를 위해, 상기 단말 장치(120)는 통신부 (이하 '제2 통신부'라 칭함)(122)와 제어부(이하 '제2 제어부'라 칭함)(124)를 포함할 수 있습니다.

[0072] 상기 제2 통신부(122)는 기지국(110)으로부터 RS를 수신하고, 상기 수신한 기준 신호에 따른 피드백 정보를 상기 기지국(110)으로 전송할 수 있다. 상기 제2 통신부(122)는 제로 계층을 포함하는 데이터를 상기 기지국(110)으로부터 수신할 수 있다.

[0073] 상기 제2 제어부(124)는 상기 기지국(110)과의 상향링크 및 하향링크를 통한 데이터 (또는 정보, 또는 신호)의 송신 및 수신을 위한 전반적인 동작에 따른 제어를 수행할 수 있다.

[0074] 일 실시 예에 따르면, 제2 제어부(124)는 기지국(110)으로부터 다수의 도메인 채널들 각각을 통해 RS를 수신하고, 상기 다수의 도메인 채널들을 통해 수신한 RS들 각각을 상기 다수 도메인 채널들 각각에 대응한 채널 상태들을 추정할 수 있다. 상기 제2 제어부(124)는 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대해 추정한 채널 상태를 기반으로 도메인 채널별로의 피드백 정보를 구성할 수 있다. 상기 피드백 정보는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 PMI와 RI 및 JRI를 적어도 포함할 수 있다. 상기 피드백 정보는 NLI를 더 포함할 수 있다. 상기 NLI는 계층 간 간섭을 제거하기 위해, 상기 기지국(110)에 의해 전송될 제로 계층의 인덱스 정보가 될 수 있다.

[0075] 상기 제2 제어부(124)는 상기 PMI들을 사용하여 JRI를 결정하거나 상기 PMI들과 상기 RI들을 사용하여 상기 JRI를 결정할 수 있다.

[0076] 예컨대, 상기 제2 제어부(124)는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들을 기반으로 JR을 계산하고, 상기 JR을 JRI로 결정할 수 있다.

[0077] 다른 예로, 상기 제2 제어부(124)는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들을 기반으로 JR을 계산하고, 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 RI들의 곱에 의해 CR를 계산할 수 있다. 상기 제2 제어부(124)는 상기 계산된 JR과 상기 계산된 CR의 비교 결과에 의해 JRI를 설정할 수 있다. 상기 제2 제어부(124)는, 예를 들어, JR과 CR이 동일하면 JRI를 0으로 설정하고, JR과 CR이 동일하지 않으면 JRI를 상기 JR과 상기 CR의 차이 값으로 설정할 수 있다. 상기 제2 제어부(124)는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들과 RI들 및 JRI를 기반으로 NLI를 결정할 수 있다.

[0078] 도 2는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국과 단말 간의 신호처리 절차를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0079] 도 2를 참조하면, 기지국(110)은 기준신호를 적어도 하나의 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (210단계). 상기 기준신호는 채널 상태 정보-기준신호 (channel state information-reference signal, CSI-RS)가 될 수 있다. 상기 CSI-RS는, 예를 들면, 상기 기지국(110)을 단말장치(120)에 연결하는 다수의 도메인 채널들 각각을 통해 전송될 수 있다. 이는 다수의 도메인 채널들 각각에 대한 CSI를 측정할 수 있도록 하기 위함이다.

[0080] 상기 단말장치(120)는 상기 기지국(110)으로부터 다수의 도메인 채널들 각각을 통해 수신한 기준신호를 사용하여 상기 다수 도메인 채널들 각각에 대응한 채널 상태들을 추정할 수 있다. 상기 단말장치(120)는 상기 다수의

도메인 채널들 각각에 대해 추정한 채널 상태를 기반으로 도메인 채널별로의 피드백 정보를 구성할 수 있다. 상기 피드백 정보는 JRI를 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 단말장치(120)는 상기 PMI들과 상기 RI들을 사용하여 JRI를 결정할 수 있다.

[0081] 일 실시 예에 따르면, 단말장치(120)는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들을 기반으로 JR을 계산하고, 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 RI들의 곱에 의해 CR를 계산하며, 상기 계산된 JR과 상기 계산된 CR의 비교 결과에 의해 JRI를 설정할 수 있다. 상기 단말장치(120)는, 예를 들어, JR과 CR이 동일하면 JRI를 0으로 설정하고, JR과 CR이 동일하지 않으면 JRI를 상기 JR과 상기 CR의 차이 값으로 설정할 수 있다.

[0082] 일 실시 예에 따르면, 피드백 정보는 NLI를 더 포함할 수도 있다. 상기 NLI는 계층 간 간섭을 제거하기 위해, 기지국(110)에 의해 전송될 제로 계층의 인덱스 정보가 될 수 있다. 이 경우, 상기 단말장치(120)는 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들과 RI들 및 JRI를 기반으로 NLI를 결정할 수 있다.

[0083] 상기 피드백 정보는 JRI 및/또는 NLI 외에 다수의 도메인 채널들 각각에 대응하여 획득한 PMI들과 RI들 및 CI를 더 포함할 수 있다. 상기 단말장치(120)는 피드백 정보를 상기 기지국(110)으로 전송할 수 있다 (220단계).

[0084] 상기 기지국(110)은 상기 단말장치(120)가 전송한 피드백 정보를 수신하고, 상기 수신한 피드백 정보를 기반으로 제로 계층을 포함하는 데이터를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (230단계). 상기 기지국(110)은, 예를 들어, 피드백 정보를 기반으로 제로 계층 맵퍼와 프리코더를 결정하고, 상기 결정된 제로 계층 맵퍼와 상기 결정된 프리코더를 사용하여 제로 계층을 포함하는 데이터를 구성하며, 상기 구성한 제로 계층을 포함하는 데이터를 상기 단말장치로 전송할 수 있다.

[0085] 상기 기지국(110)은 피드백 정보가 포함하고 있는 정보들의 종류에 의해 제로 계층을 포함하는 데이터를 구성할지 여부와, 제로 계층을 포함하는 데이터를 구성할 방안을 결정할 수 있다. 예컨대, 상기 기지국(110)은 피드백 정보에 포함된 JRI에 의해 제로 계층을 포함하는 데이터를 구성하기 위한 제로-계층 맵핑을 수행할지 여부를 결정할 수 있다.

[0086] 일 실시 예에 따르면, 기지국(110)은 피드백 정보에 포함된 JRI을 고려하여 제로-계층 매핑을 수행할 것인지 수행하지 않을 것인지를 결정할 수 있다. 상기 기지국(110)은, 예를 들어, JRI가 0이거나 RI들의 곱에 해당하는 CR과 같을 시에 제로-계층 맵핑을 수행할 필요가 없다고 판단할 수 있다. 상기 기지국(110)은, 예를 들어, JRI가 0이 아니거나 RI들의 곱에 해당하는 CR과 같지 않을 시에 제로-계층 맵핑을 수행할 필요가 있다고 판단할 수 있다.

[0087] 상기 기지국(110)은 제로-계층 맵핑을 수행할 필요가 있다고 판단할 시, 계층 간의 간섭을 제거하기 위한 제로-계층 매핑을 수행하여 제로 계층을 포함하는 데이터를 구성할 수 있다.

[0088] 예컨대, 상기 제로-계층 매핑은, 예를 들어, 하기 <수학식 1>에 의해 수행될 수 있다.

수학식 1

[0089] $$\mathbf{x}_{\text{layer}}^{0} = \mathbf{Z}\mathbf{x}_{\text{layer}}$$

[0090] 여기서, $\mathbf{X}_{\text{layer}}$ 는 기본 계층 신호이고, $\mathbf{Z}$ 는 제로-계층 매핑을 위한 행렬이며, $\mathbf{X}_{\text{layer}}^{0}$는 제로 계층 매핑이 이루어진 계층 신호이다. 상기 <수학식 1>에 따르면, 제로 계층 매핑은 기본 계층 신호 $\mathbf{X}_{\text{layer}}$와 제로-계층 매핑을 위한 행렬 $\mathbf{Z}$ 의 곱에 의해 수행될 수 있다.

[0091] 상기 제로-계층 매핑을 위한 행렬 $\mathbf{Z}$ 는 $[N_{\text{JRI}} \times N_{\text{CRI}}]$로 표현되는 행렬 차원을 가질 수 있다. 여기서, N_{JRI}는 (RI_1 x RI_2)로 정의될 수 있고, N_{CRI} 는 JRI 또는 (RI_1 x RI_2 - JRI)로 정의될 수 있다.

[0092] 상기 제로-계층 행렬 $\mathbf{Z}$ 의 i번째 행과 j번째 열의 성분은 z_{ij} 로 표현할 수 있다. 상기 z_{ij} 의 값은 i번째 행과 j번째 열에 상응한 NLI로써, 0 또는 1을 가질 수 있다. 이 경우, k번째 계층에 대해서, z_{ij} 는 하기 <수학식 2>의 조건을 만족하여야 한다.

수학식 2

[0093] $$\sum_{i=(k-1)N_{JRI}+1}^{kN_{JRI}} \sum_{j=1}^{N_{JRI}} z_{ij} = 1$$

[0094] 상술한 바에 따르면, 기지국(110)은 제로-계층 매핑을 수행하기 위해, z_{ij} 의 값이 0인지 1인지를 결정할 수 있어야 한다. 즉, 상기 기지국(110)은 i번째 행과 j번째 열에 상응한 NLI을 획득할 수 있어야 한다.

[0095] 상기 기지국(110)은 명시적인 방안과 암시적인 방안 중 하나의 방안에 의해 NLI를 획득할 수 있다. 즉, z_{ij} 의 값을 획득하는 방법은, 단말이 기지국에게 z_{ij} 의 값을 명시적으로 지시하는 방법 (명시적인 방안)과 기지국이 단말에게 전달받는 피드백 정보를 사용하여 z_{ij} 를 획득하는 방법 (암시적인 방안)이 있을 수 있다.

[0096] 상기 암시적인 방안의 일 실시 예에 따르면, 피드백 정보가 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 PMI들과 RI들 및 JRI를 포함하는 경우, 기지국(110)은 단말장치(120)가 전송하는 기준신호 (일 예로 SRS (sound reference signal))를 수신하고, 상기 수신한 기준신호에 의해 하향링크에 채널 추정을 수행할 수 있다. 상기 기지국(110)은 상기 추정한 하향링크 채널 상태와 상기 피드백 정보에 포함된 PMI들과 RI들 및 JRI를 사용하여 NLI를 결정할 수 있다.

[0097] 상기 기지국(110)은 상기 결정한 NLI를 기반으로 제로 계층 맵퍼를 결정할 수 있다. 상기 기지국(110)은 상기 피드백 정보에 포함된 PMI들을 사용하여 프리코더를 결정할 수 있다. 상기 기지국(110)은 상기 결정된 제로 계층 맵퍼와 상기 결정된 프리코더를 사용하여 제로 계층을 포함하는 데이터를 구성하고, 상기 구성한 제로 계층을 포함하는 데이터를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다.

[0098] 상기 명시적인 방안의 일 실시 예에 따르면, 피드백 정보가 다수의 도메인 채널들 각각에 대응한 PMI들, RI들, JRI 및 NLI를 포함하는 경우, 기지국(110)은 단말장치(120)가 상기 피드백 정보에 포함된 NLI를 기반으로 제로 계층 맵퍼를 결정할 수 있다. 상기 기지국(110)은 상기 피드백 정보에 포함된 PMI들을 사용하여 프리코더를 결정할 수 있다.

[0099] 상기 기지국(110)은 상기 결정된 제로 계층 맵퍼와 상기 결정된 프리코더를 사용하여 제로 계층을 포함하는 데이터를 구성하고, 상기 구성한 제로 계층을 포함하는 데이터를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다.

[0100] 도 3은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 암시적인 방안에 의해 제로-계층 매핑을 기반으로 하향링크 데이터를 전송하는 신호처리 절차를 도시한 도면이다.

[0101] 도 3에서 보이고 있는 신호처리 절차는 기지국이 제로-계층 맵핑을 위해 요구되는 NLI를 결정하는 실시 예에 따른 것이다. 상기 신호처리 절차에 따르면, 기지국은 단말장치에 의해 제공되는 피드백 정보를 사용하여 NLI를 결정하고, 상기 결정한 NLI를 사용하여 제로-계층 맵핑을 수행할 수 있다.

[0102] 도 3을 참조하면, 기지국(110)은 기준신호를 적어도 하나의 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (310단계). 상기 기준신호는 채널 상태 정보-기준신호 (channel state information-reference signal, CSI-RS)가 될 수 있다. 상기 CSI-RS는 기지국(110)을 단말장치(120)에 연결하는 도메인 채널별로 전송될 수 있다. 상기 도메인 채널이 다수인 경우, CSI-RS는 상기 다수의 도메인 채널들 각각을 통해 전송될 수 있다. 이는 도메인 채널별로 CSI를 독립적인 측정할 수 있도록 하기 위함이다.

[0103] 상기 단말장치(120)는 상기 기지국(110)으로부터 각 도메인 채널을 통해 수신한 기준신호에 의해 해당 도메인 채널의 채널 상태를 추정하고, 상기 도메인 채널별로 추정한 채널 상태를 기반으로 해당 도메인 채널에 상응한 PMI와 RI를 획득할 수 있다 (320단계). 일 예로 두 개의 도메인 채널을 가정할 때, 제1 및 제2 도메인 채널들에 대해 획득한 PMI들은 $i_{1,1}$과 $i_{1,2}$가 될 수 있고, 제1 및 제2 도메인 채널들에 대해 획득한 RI들은 RI_1과 RI_2가 될 수 있다.

[0104] 상기 단말장치(120)는 도메인 채널들에 대해 획득한 PMI들 또는 도메인 채널들에 대해 획득한 PMI들과 RI들을 사용하여 JRI를 결정할 수 있다. 일 예로, 상기 단말장치(120)는 도메인 채널들에 대해 획득한 PMI들에 의해 JR을 계산하고, 상기 JR에 의해 JRI를 결정할 수 있다. 다른 예로, 상기 단말장치(120)는 도메인 채널들에 대해 획득한 PMI들에 의해 JR을 계산하고, 상기 도메인 채널들에 대해 획득한 RI들에 의해 CR을 계산하며, 상기 계산한 JR과 상기 계산한 CR의 차이에 의해 JRI를 결정할 수 있다. 이 경우, 상기 단말장치(120)는, 예를 들어, JR과 CR이 동일하면 JRI를 0으로 설정하고, JR과 CR이 동일하지 않으면 JRI를 JR과 CR의 차이 값으로 설정할 수 있다.

[0105] 상기 단말장치(120)는 획득한 PMI들과 RI들 및 이를 기반으로 결정한 JRI를 포함하는 피드백 정보를 구성하고, 상기 구성한 피드백 정보를 상기 기지국(110)으로 전송할 수 있다 (340단계). 일 예로 두 개의 도메인 채널을 가정할 때, 피드백 정보는 $i_{1,1}$과 $i_{1,2}$, RI_1과 RI_2 및 JRI를 포함할 수 있다.

[0106] 상기 단말장치(120)는 상기 기지국(110)으로 기준신호를 전송할 수 있다 (350단계). 상기 기준신호는, 예를 들어, SRS가 될 수 있다. 상기 기준신호는 주기적 전송 또는 비 주기적 전송이 모두 가능할 수 있다. 기지국(120)과 단말장치(110)는 기준신호의 주기적 전송 또는 비 주기적인 전송을 위한 전송 시점을 결정할 정보를 사전에 공유할 필요가 있다.

[0107] 상기 기지국(110)은 상기 단말장치(120)에 의해 전송된 피드백 정보를 수신할 수 있다 (340단계). 상기 기지국(110)은 상기 단말장치(120)에 의해 전송된 기준신호를 수신할 수 있다 (350단계). 상기 단말장치(120)로부터 수신한 기준신호는 SRS가 될 수 있다.

[0108] 상기 기지국(110)은 상기 단말장치(120)로부터 수신한 기준신호를 사용하여 하향링크에 대한 채널 추정을 수행할 수 있다. 상기 기지국(110)은, 예를 들어, 제로-계층 매핑에 의한 데이터 전송이 필요한지를 고려하여 하향링크에 대한 채널 추정의 수행 여부를 결정할 수 있다. 상기 기지국(110)은 앞서 수신한 피드백 정보에 포함된 JRI을 사용하여 제로-계층 매핑에 의한 데이터 전송이 필요한지를 판단할 수 있다.

[0109] 예컨대, JRI가 0이거나 RI들의 곱에 의해 계산된 CR과 같은 경우, 기지국(110)은 제로-계층 매핑을 수행하지 않더라도 계층 간 간섭 없이 데이터 전송이 가능한 것으로 판단할 수 있다. 이 경우, 상기 기지국(110)은 단말장치(120)로부터 수신한 기준신호를 사용하여 하향링크에 대한 채널 추정을 수행할 필요가 없다. 그렇지 않고, JRI가 0이 아니거나 RI들의 곱에 의해 계산된 CR과 같지 않은 경우, 기지국(110)은 계층 간 간섭 제거를 위해 제로-계층 매핑에 의한 데이터 전송이 필요한 것으로 판단할 수 있다. 이 경우, 상기 기지국(110)은 단말장치(120)로부터 수신한 기준신호를 사용하여 하향링크에 대한 채널 추정을 수행하여야 한다. 상기 제로-계층 매핑에 의한 데이터 전송은 기본 계층에 제로-계층을 포함시키는 일련의 동작을 지칭한다.

[0110] 상기 기지국(110)은 하향링크에 대한 채널 추정 결과 및 피드백 정보를 기반으로 NLI를 결정할 수 있다 (370단계). 상기 기지국(110)은 상기 결정한 NLI를 기반으로 제로-계층 맵퍼를 결정하고, 피드백 정보에 포함된 PMI들을 사용하여 프리코더를 결정할 수 있다 (380단계). 상기 기지국(110)은 상기 결정된 제로 계층 맵퍼와 상기 결정된 프리코더를 사용하여 제로 계층 매핑이 이루어진 계층 신호를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (390단계).

[0111] 상기 기지국(110)이 하향링크에 대한 채널 추정 결과 및 피드백 정보를 기반으로 NLI를 결정하는 동작 (암시적인 방안)과, 이를 기반으로 제로 계층 매핑이 이루어진 계층 신호를 생성하는 동작에 대해서는 이미 앞에서 설명된 바와 같다.

[0112] 도 4는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 암시적인 방안을 지원하기 위해 단말장치가 피드백 정보를 기지국으로 제공하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

[0113] 도 4를 참조하면, 단말장치(120)는 기지국(110)으로부터 각 도메인 채널을 통해 기준신호를 수신하고, 상기 수신한 기준신호에 의해 해당 도메인 채널의 채널 상태를 추정할 수 있다 (410단계). 상기 기준신호는 CSI-RS가

될 수 있다. 상기 CSI-RS는 상기 기지국(110)을 단말장치(120)에 연결하는 도메인 채널별로 전송될 수 있다. 상기 도메인 채널이 다수인 경우, 상기 CSI-RS는 상기 다수의 도메인 채널들 각각을 통해 전송될 수 있다. 이는 도메인 채널별로 CSI를 독립적인 측정할 수 있도록 하기 위함이다.

[0114] 상기 단말장치(120)는 도메인 채널별로 추정한 채널 상태를 기반으로 해당 도메인 채널에 상응한 PMI와 RI를 획득할 수 있다 (420단계).

[0115] 상기 단말장치(120)는 도메인 채널별로 획득한 PMI와 RI를 사용하여 JRI를 결정한다 (430단계). 상기 단말장치(120)는, 예를 들어, 도메인 채널들에 대해 획득한 PMI들에 의해 JR을 계산 (432단계)하고, 상기 계산한 JR이 도메인 채널들에 대해 획득한 RI들의 곱으로 정의될 수 있는 CR과 동일하거나 유사한지를 판단한다 (434단계). 상기 단말장치(120)는 상기 JR과 상기 CR이 동일하거나 유사하다고 판단하면, JRI를 0으로 설정할 수 있다. 상기 단말장치(120)는 상기 JR과 상기 CR이 동일하거나 유사하지 않다고 판단하면, JRI를 JR과 CR의 차이 값으로 설정할 수 있다.

[0116] 상기 단말장치(120)는 도메인 채널별로 획득한 PMI들과 RI들 및 이를 기반으로 결정한 JRI를 포함하는 피드백 정보를 구성하고, 상기 구성한 피드백 정보를 상기 기지국(110)으로 전송할 수 있다 (440단계).

[0117] 일 실시 예에 따르면, 두 개의 도메인 채널을 가정할 때, 제1 및 제2 도메인 채널들에 대해 획득한 PMI들은 $i_{1,1}$과 $i_{1,2}$가 될 수 있고, 제1 및 제2 도메인 채널들에 대해 획득한 RI들은 RI_1과 RI_2가 될 수 있다. 이 경우, 단말장치(120)는 $i_{1,1}$과 $i_{1,2}$를 기반으로 JR을 계산하고, 상기 계산한 JR이 RI_1과 RI_2의 곱에 의해 계산된 CR이 동일하거나 유사한지를 판단할 수 있다. 상기 단말장치(120)는 JR과 CR이 동일하거나 유사하다고 판단하면, JRI를 0으로 설정할 수 있다. 상기 단말장치(120)는 JR과 CR이 동일하거나 유사하지 않다고 판단하면, JRI를 JR에서 RI_1과 RI_2의 곱에 의해 계산된 CR 값을 차감하여 그 결과 값을 JRI로 설정할 수 있다. 상기 단말장치(120)는 $i_{1,1}$과 $i_{1,2}$, RI_1과 RI_2 및 JRI에 의해 피드백 정보를 구성하고, 상기 구성한 피드백 정보를 기지국(110)으로 전송할 수 있다.

[0118] 도 5는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 암시적인 방안을 지원하기 위해 기지국이 하향링크 데이터를 전송하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

[0119] 도 5를 참조하면, 기지국(110)은 기준신호를 적어도 하나의 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (510단계). 상기 기준신호는 CSI-RS가 될 수 있다. 상기 CSI-RS는 기지국(110)을 단말장치(120)에 연결하는 도메인 채널별로 전송될 수 있다. 상기 도메인 채널이 다수인 경우, CSI-RS는 상기 다수의 도메인 채널들 각각을 통해 전송될 수 있다. 이는 도메인 채널별로 CSI를 독립적인 측정할 수 있도록 하기 위함이다.

[0120] 상기 기지국(110)은 상기 단말장치(120)에 의해 전송된 피드백 정보를 수신할 수 있다 (520단계). 상기 피드백 정보는, 예를 들어, 도메인 채널별로 획득한 PMI들과 RI들 및 이를 기반으로 결정한 JRI를 포함할 수 있다. 상기 기지국(110)은 상기 단말장치(120)에 의해 전송된 기준신호를 수신할 수 있다 (530단계). 상기 단말장치(120)로부터 수신한 기준신호는 SRS가 될 수 있다.

[0121] 상기 기지국(110)은 상기 단말장치(120)로부터 수신한 기준신호를 사용하여 하향링크에 대한 채널 추정을 수행할 수 있다 (540단계). 도면에서는 도시하고 있지 않으나, 상기 기지국(110)은, 예를 들어, 제로-계층 매핑에 의한 데이터 전송이 필요한지를 고려하여 하향링크에 대한 채널 추정의 수행 여부를 결정할 수 있다. 상기 기지국(110)은 앞서 수신한 피드백 정보에 포함된 JRI을 사용하여 제로-계층 매핑에 의한 데이터 전송이 필요한지를 판단할 수 있다.

[0122] 예컨대, JRI가 0이거나 RI들의 곱에 의해 계산된 CR과 같은 경우, 기지국(110)은 제로-계층 매핑을 수행하지 않더라도 계층 간 간섭 없이 데이터 전송이 가능한 것으로 판단할 수 있다. 이 경우, 상기 기지국(110)은 단말장치(120)로부터 수신한 기준신호를 사용하여 하향링크에 대한 채널 추정을 수행할 필요가 없다. 그렇지 않고, JRI가 0이 아니거나 RI들의 곱에 의해 계산된 CR과 같지 않은 경우, 기지국(110)은 계층 간 간섭 제거를 위해 제로-계층 매핑에 의한 데이터 전송이 필요한 것으로 판단할 수 있다. 이 경우, 상기 기지국(110)은 단말장치(120)로부터 수신한 기준신호를 사용하여 하향링크에 대한 채널 추정을 수행하여야 한다. 상기 제로-계층 매핑에 의한 데이터 전송은 기본 계층에 제로-계층을 포함시키는 일련의 동작을 지칭한다.

[0123] 상기 기지국(110)은 하향링크에 대한 채널 추정 결과 및 피드백 정보를 기반으로 NLI를 결정할 수 있다 (550단

계). 상기 기지국(110)은 상기 결정한 NLI를 기반으로 제로-계층 맵퍼를 결정하고, 피드백 정보에 포함된 PMI들을 사용하여 프리코더를 결정할 수 있다 (560단계). 상기 기지국(110)은 상기 결정된 제로 계층 맵퍼와 상기 결정된 프리코더를 사용하여 제로 계층 매핑이 이루어진 계층 신호를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (570단계).

[0124] 상기 기지국(110)이 하향링크에 대한 채널 추정 결과 및 피드백 정보를 기반으로 NLI를 결정하는 동작 (암시적인 방안)과, 이를 기반으로 제로 계층 매핑이 이루어진 계층 신호를 생성하는 동작에 대해서는 이미 앞에서 설명된 바와 같다.

[0125] 도 6은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 명시적인 방안에 의해 제로-계층 매핑을 기반으로 하향링크 데이터를 전송하는 신호처리 절차를 도시한 도면이다.

[0126] 도 6에서 보이고 있는 신호처리 절차는 단말장치가 제로-계층 맵핑을 위해 요구되는 NLI를 결정하여 기지국에게 피드백하는 실시 예에 따른 것이다. 상기 신호처리 절차에 따르면, 기지국은 단말장치에 의해 제공되는 NLI를 사용하여 제로-계층 맵핑을 수행할 수 있다.

[0127] 도 6에서 도시하고 있는 신호 처리 절차는 도 3에서 도시하고 있는 신호 처리 절차와 달리 NLI를 단말장치가 결정한다는 것과, 이로 인해 피드백 정보가 NLI를 더 포함함으로 인해, 기지국이 NLI를 결정하는 동작을 수행할 필요가 없다는 것에 차이가 있을 뿐, 나머지 신호 처리 절차는 동일할 것이다. 따라서, 도 6에서 도시하고 있는 절차에 대한 구체적인 설명은 생략하도록 한다.

[0128] 도 7은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 명시적인 방안을 지원하기 위해 단말장치가 피드백 정보를 기지국으로 제공하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

[0129] 도 7에 도시한 제어 흐름은 도 4에서 도시하고 있는 제어 흐름과의 차이는 단말장치가 NLI를 결정하기 위한 과정 (740단계)을 더 수행하는 것과, 기지국으로 전송하는 피드백 정보가 NLI를 포함하는 것을 제외한 나머지 대부분의 동작이 동일할 수 있다. 따라서, 도 7에 도시된 제어 흐름에 따른 단말장치의 동작에 대한 구체적인 설명은 생략하도록 한다.

[0130] 도 8은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 명시적인 방안을 지원하기 위해 기지국이 하향링크 데이터를 전송하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

[0131] 도 8에 도시한 제어 흐름은 도 5에서 도시하고 있는 제어 흐름과의 차이는 기지국이 NLI를 결정하기 위한 과정을 수행할 필요가 없고, 단말장치로부터 전송하는 피드백 정보를 통해 NLI를 획득하는 것을 제외한 나머지 대부분의 동작이 동일할 수 있다. 따라서, 도 8에 도시된 제어 흐름에 따른 기지국의 동작에 대한 구체적인 설명은 생략하도록 한다.

[0132] 상술한 개시에서는 단말장치가 피드백 정보를 기지국으로 제공하고, 상기 기지국이 상기 단말장치로부터 제공된 피드백 정보를 기반으로 제로-계층 매핑을 기반으로 하향링크 데이터를 상기 단말장치로 전송하는 방안의 다양한 실시 예들에 대해 설명하였다. 단, 상술한 개시에서는 기지국이 데이터를 전송하기 위해 고려할 프리코더를 결정하는 방안에 대해서는 구체적으로 언급하고 있지 않다.

[0133] **프리코더 생성**

[0134] 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 단말장치가 도메인 채널별로 프리코더를 결정하기 위해 필요한 정보를 기지국으로 피드백하고, 상기 기지국이 상기 단말장치에 의해 피드백되는 정보를 기반으로 도메인 채널별로 프리코더를 생성할 수 있다.

[0135] 상기 단말장치는, 예를 들어, 도메인 채널별로 추정한 채널 상태를 기반으로 해당 도메인 채널을 위해 바람직한 프리코더를 선택하고, 상기 선택한 프리코더를 지시하는 PMI를 결정하며, 상기 결정한 PMI를 상기 기지국으로 피드백할 수 있다. 이 경우, 상기 기지국은 상기 단말장치에 의해 피드백되는 PMI를 기반으로 도메인 채널별로 프리코더를 생성할 수 있다.

[0136] 일 실시 예에 따르면, 단말장치는 다수의 도메인 채널들에 대해 추정한 채널 상태들을 기반으로 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 상응한 프리코더를 결정할 수 있다. 이 경우, 상기 단말장치는 상기 결정한 프리코더에 가

장 가까운 코드워드 또는 상기 추정된 채널에 가장 가까운 코드워드를 선택하며, 상기 선택한 코드워드 또는 상기 선택한 코드워드에 관한 정보를 기지국으로 피드백할 수 있다. 여기서 상기 선택한 코드워드에 관한 정보로는 상기 선택한 코드워드를 지시하는 코드워드 인덱스가 사용될 수 있다.

[0137] 이 경우, 상기 기지국은 상기 단말장치에 의해 피드백되는 코드워드 또는 코드워드에 관한 정보를 사용하여 다수의 도메인 채널들 각각에 상응한 프리코더를 생성할 수 있다.

[0138] 다른 일 실시 예에 따르면, 단말장치는 다수의 도메인 채널들에 대해 추정한 채널 상태들을 기반으로 기지국이 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 상응한 프리코더를 결정하기 위해 필요한 각 도메인 채널에 상응한 행렬들에 관한 정보를 설정하며, 상기 설정한 각 도메인 채널에 상응한 행렬들에 관한 정보를 상기 기지국으로 피드백할 수 있다. 여기서, 두 개의 도메인 채널을 가정할 시, 행렬들에 관한 정보는 $\mathbf{A}_1$과 $\mathbf{A}_2$가 될 수 있다.

[0139] 이 경우, 상기 기지국은 상기 단말장치에 의해 피드백 받은 행렬들에 관한 정보를 사용하여 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 상응한 프리코더를 생성할 수 있다.

[0140] 상술한 두 가지 실시 예들 중 각 도메인 채널에 상응한 행렬들을 피드백하는 실시 예의 경우, 프리코더 생성에 필요한 정보에 대한 양자화에 따른 성능 열화를 줄일 수 있어, 상대적으로 높은 주파수 효율을 얻을 수 있다.

[0141] 본 개시에서 제안하고자 하는 프리코더 생성을 위한 관련 정보의 피드백 방안 및 상기 관련 정보를 기반으로 프리코더를 생성하는 방안을 구체적으로 설명하기 전에 이를 위한 기술적 배경을 우선 설명하고자 한다.

[0142] 본 개시에서의 다양한 실시 예들이 적용될 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국과 단말장치는 하기 <수학식 3> 내지 <수학식 5>가 조합된 형태의 프리코더를 사용할 수 있다.

수학식 3

[0143] $$\varphi_n = e^{j\pi n/2}$$

수학식 4

[0144] $$u_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j\frac{2\pi n}{O_2 N_2}} & \cdots & e^{j\frac{2\pi n(N_2-1)}{O_2 N_2}} \end{bmatrix}$$

수학식 5

[0145] $$v_{l,m} = \begin{bmatrix} u_m & e^{j\frac{2\pi l}{O_1 N_1}} u_m & \cdots & e^{j\frac{2\pi l(N_1-1)}{O_1 N_1}} u_m \end{bmatrix}^T$$

[0146] 여기서, O_1은 첫 번째 코드 북의 오버 샘플링 레이트 (oversampling rate)를 나타내는 파라미터이고, O_2는 두 번째 코드 북의 오버 샘플링 레이트를 나타내는 파라미터로써, 상위 시그널링을 통해 단말장치에 설정될 수 있다. m은 도메인 채널에 대한 PMI 정보를 나타내는 파라미터로써 $i_{1,1}$ (first PMI)를 통하여 기지국으로 전송될 수 있다. n은 도메인 채널에 대한 PM 정보를 나타내는 파라미터로써, $i_{1,2}$ (second PMI)를 통하여 기지국으로 전송될 수 있다. N_1과 N_2는 첫 번째 차원과 두 번째 차원에서 안테나 설정 및 코드 북의 크기를 나타내는 파라미터로써, 상위 시그널링을 통하여 단말장치에 설정될 수 있다.

[0147] 하기 <표 1>은 JR이 2이고, 상위 시그널링을 통하여 기지국이 단말장치로 전달하는 정보가 *Codebook_config*=1인

경우, 파라미터들을 이용하여 구성될 수 있는 코드 북에 대한 하나의 예를 나타낸다.

표 1

[0148]

2 Layers, *Codebook_config*=1				
$i_{1,2}=0,\cdots,N_2O_2-1$				
$i_{1,1}$	i_2			
	0	1	2	3
$0,\cdots,N_1O_1-1$	$W^{(2)}_{i_{1,2},i_{1,3},i_{1,2},i_{1,2},0}$	$W^{(2)}_{i_{1,2},i_{1,3},i_{1,2},i_{1,2},1}$	$W^{(2)}_{i_{1,2},i_{1,3},i_{1,2},i_{1,2},2}$	$W^{(2)}_{i_{1,2},i_{1,1},i_{1,2},i_{1,2},3}$
where $W^{(2)}_{l,l',m,m',n}=\frac{1}{\sqrt{2P}}\begin{bmatrix} v_{l,m} & v_{l',m'} \\ \varphi_n v_{l,m} & \varphi_n v_{l',m'} \end{bmatrix}$				

[0149] 상기 <표 1>에서 $\frac{1}{\sqrt{2P}}$ 는 전송 전력의 정규화를 위한 파라미터이고, i_2는 빔 선택을 위해 단말장치가 기지국으로 전송하는 정보이다.

[0150] 상기 단말장치는 <표 1>에 있는 인덱스들을 포함하는 정보를 기반으로 상기 기지국으로 PMI를 전송할 수 있다. 이 경우, $i_{1,1}$과 $i_{1,2}$는 별도의 정보로 피드백되거나 $(i_{1,1},i_{1,2})$가 하나의 쌍을 구성하여 결합 부호화 (joint encoding)된 형태로 피드백될 수 있다.

[0151] 일 예로 기지국과 단말 간 채널의 JR이 2 이상이고, 단말장치가 N_r 개의 수신 안테나를 가지고 있는 경우, 상기 단말장치는 하기 <수학식 6>과 <수학식 7>과 같이 채널을 재조합 할 수 있다.

수학식 6

[0152]

$$\tilde{\mathbf{H}}=\left[\sum_{k=1}^{n_{p,2}}\sqrt{\lambda_{2,k}}u_{2,k,1}\mathbf{H}_{1,k}\quad\cdots\quad\sum_{k=1}^{n_{p,2}}\sqrt{\lambda_{2,k}}u_{2,k,N_2}\mathbf{H}_{1,k}\right]^T=\tilde{\mathbf{U}}\tilde{\Sigma}\tilde{\mathbf{V}}^H$$

수학식 7

[0153]

$$\bar{\mathbf{H}}=\left[\sum_{k=1}^{n_{p,1}}\sqrt{\lambda_{1,k}}u_{1,k,1}\mathbf{H}_{2,k}\quad\cdots\quad\sum_{k=1}^{n_{p,1}}\sqrt{\lambda_{1,k}}u_{1,k,N_1}\mathbf{H}_{2,k}\right]^T=\bar{\mathbf{U}}\bar{\Sigma}\bar{\mathbf{V}}^H$$

[0154] 여기서, $u_{1,k,n}$과 $u_{2,k,n}$는 제1 도메인 채널과 제2 도메인 채널의 k번째 고유 경로의 n번째 성분이고, $\lambda_{1,k}$와 $\lambda_{2,k}$는 제1 도메인 채널과 제2 도메인 채널의 k번째 고유 경로의 채널 이득을 의미한다. $n_{p,1}$과 $n_{p,2}$는 제1 도메인 채널과 제2 도메인 채널의 개수를 의미하고, $\tilde{\mathbf{U}}\tilde{\Sigma}\tilde{\mathbf{V}}^H$와 $\bar{\mathbf{U}}\bar{\Sigma}\bar{\mathbf{V}}^H$는 각각 $\tilde{\mathbf{H}}$와 $\bar{\mathbf{H}}$을 특이 값 분해 (singular value decomposition)하여 얻은 결과이다. $\mathbf{x}^H$는 $\mathbf{x}$에 대한 에르미트 행렬 (hermitian matrix)를 의미한다.

[0155] 상기 단말장치는 상기 <수학식 6>에 의해 PMI를 계산하거나 상기 <수학식 7>에 의해 PMI를 계산할 수 있다.

[0156] 일 실시 예에 따라, 단말장치가 <수학식 6>에 의해 PMI를 계산하는 경우, 상기 단말장치는 제1 도메인 채널을 위한 프리코더를 하기 <수학식 8>에 의해 계산할 수 있다.

수학식 8

[0157] $$\mathbf{F}_1 = \tilde{\mathbf{U}}_{[1:N_r]}$$

[0158] 여기서, $\tilde{\mathbf{U}}_{[1:N_r]}$ 은 행렬 $\tilde{\mathbf{U}}$ 에서 첫 번째 칼럼 벡터부터 N_r 번째 칼럼 벡터까지의 벡터 성분을 가지는 행렬이 될 수 있다.

[0159] 이 경우, 상기 단말장치는 제2 도메인 채널을 위한 프리코더를 N_r 과 N_2 의 관계를 고려하여 서로 다른 방식에 의해 계산할 수 있다.

[0160] 상기 N_r 과 N_2 의 관계가 $N_r^2 \leq N_2$ 인 경우, 단말장치는 제2 도메인 채널을 위한 프리코더를 하기 <수학식 9>에 의해 계산할 수 있다.

수학식 9

[0161] $$\mathbf{f}_2 = \left(\mathbf{A}_2^H \mathbf{A}_2\right)^{-1} \mathbf{A}_2^H \mathbf{b}$$

[0162] 여기서, $\mathbf{A}_2$ 는 <수학식 4>에서 $\tilde{\mathbf{V}}$ 의 벡터 성분들을 부분 집합으로 재조합한 행렬이고, $\mathbf{b}$ 는 첫 번째 성분만이 1을 갖고 나머지 성분들이 0을 갖는 벡터이다.

[0163] 상기 N_r 과 N_2 의 관계가 $N_r^2 > N_2$ 인 경우, 단말장치는 제2 도메인 채널을 위한 프리코더를 하기 <수학식 10>에 의해 계산할 수 있다.

수학식 10

[0164] $$\mathbf{f}_{2,k} = \left(\mathbf{A}_{2,k}^H \mathbf{A}_{2,k}\right) \mathbf{A}_{2,k}^H \mathbf{b}_k$$

[0165] 여기서, k 는 계층 인덱스 (layer index)를 의미하고, $\mathbf{b}_k$ 는 넌-제로 계층이 전송되는 계층 인덱스의 벡터 성분이 1인 경우를 제외하고 모든 벡터 성분이 0인 벡터를 의미한다.

[0166] 하기 <표 2>는 <수학식 8> 내지 <수학식 10>을 이용하여 랭크를 계산하는 경우, N_r 과 N_2 의 관계를 고려하여 제1 랭크와 제2 랭크 및 JR을 정의하고 있다.

표 2

[0167]

	First rank	Second rank	Joint rank
$N_r^2 < N_2$	N_r	1	N_r
$N_r^2 = N_2$			
$N_r^2 > N_2$	N_r	$r_{s,2}$	N_r

[0168] 상기 <표 2>에서 $r_{s,2}$ 는 1보다 크다.

[0169] 일 실시 예에 따라, 단말장치가 <수학식 7>에 의해 PMI를 계산하는 경우, 상기 단말장치는 제2 도메인 채널을

위한 프리코더를 하기 <수학식 11>에 의해 계산할 수 있다.

수학식 11

[0170] $$\mathbf{F}_2 = \bar{\mathbf{U}}_{[1:N_r]}$$

[0171] 여기서, $\bar{\mathbf{U}}_{[1:N_r]}$ 은 행렬 $\bar{\mathbf{U}}$ 에서 첫 번째 칼럼 벡터부터 N_r 번째 칼럼 벡터까지의 벡터 성분을 가지는 행렬이다.

[0172] 이 경우, 상기 단말장치는 제1 도메인 채널을 위한 프리코더를 N_r 과 N_1의 관계를 고려하여 서로 다른 방식에 의해 계산할 수 있다.

[0173] 상기 N_r 과 N_1 의 관계가 $N_r^2 \le N_1$ 인 경우, 단말장치는 제1 도메인 채널을 위한 프리코더를 하기 <수학식 12>에 의해 계산할 수 있다.

수학식 12

[0174] $$\mathbf{f}_1 = \left(\mathbf{A}_1^H \mathbf{A}_1\right)^{-1} \mathbf{A}_1^H \mathbf{b}$$

[0175] 여기서, $\mathbf{A}_1$ 는 <수학식 5>에서 $\bar{\mathbf{V}}$ 의 벡터 성분들을 부분 집합으로 재조합한 행렬이고, $\mathbf{b}$ 는 0 또는 1을 성분으로 갖는 벡터이다. 일 예로 N_1=4, N_2=4인 경우, b는 [1000010000100001]와 같이 표현될 수 있다.

[0176] 상기 N_r 과 N_1 의 관계가 $N_r^2 > N_1$ 인 경우, 단말장치는 제1 도메인 채널을 위한 프리코더를 하기 <수학식 13>에 의해 계산할 수 있다.

수학식 13

[0177] $$\mathbf{f}_{1,k} = \left(\mathbf{A}_{1,k}^H \mathbf{A}_{1,k}\right) \mathbf{A}_{1,k}^H \mathbf{b}_k$$

[0178] 여기서, k 는 계층 인덱스를 의미하고, $\mathbf{b}_k$ 는 넌-제로 계층이 전송되는 계층 인덱스의 벡터 성분이 1인 경우를 제외하고 모든 벡터 성분이 0인 벡터를 의미한다.

[0179] 하기 <표 3>은 <수학식 11> 내지 <수학식 13>을 이용하여 랭크를 계산하는 경우, N_r과 N_1의 관계를 고려하여 제1 랭크와 제2 랭크 및 JR을 정의하고 있다.

표 3

[0180]

	First rank	Second rank	Joint rank
$N_r^2 < N_1$	1	N_r	N_r
$N_r^2 = N_1$			
$N_r^2 > N_1$	$r_{1,1}$	N_r	N_r

[0181] 상기 <표 3>에서 $r_{f,1}$ 는 1보다 크다.

[0182] 상기 <표 2>와 상기 <표 3>에서 볼 수 있듯이 <수학식 6>에 의해 PMI를 추정할 시, $N_r^2 > N_2$인 경우와 <수학식 7>에 의해 PMI를 추정할 시, $N_r^2 > N_1$ 인 경우, 제1 랭크와 제2 랭크의 곱인 CR이 JR과 일치하지 않을 수 있다. 이를 해결하기 위해, 본 개시에서는 다양한 실시 예들을 앞에서 마련하였다. 즉, 본 개시의 다양한 실시 예에서는 단말장치가 기지국으로 JRI를 피드백 하도록 하였다.

[0183] 아울러 제1 랭크와 제2 랭크의 곱인 CR이 JR과 일치하지 않을 경우, JR만큼의 계층 신호를 기지국이 단말장치로 전송한다면, 계층 간의 간섭이 발생하여 계층 신호의 수신 성능 열화가 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위해, 본 개시의 다양한 실시 예에서는 기지국이 계층 신호에 제로-계층을 포함시켜 전송하도록 하였다.

[0184] 이하 상술한 기술적 배경을 기반으로 기지국이 단말장치에 의해 피드백되는 정보, 즉 피드백 정보를 기반으로 다수의 도메인 채널 각각에 대한 프리코더를 생성하는 다양한 실시 예들에 대해 설명하고자 한다. 본 개시에서 프리코더를 결정하기 위한 다양한 실시 예들은 프리코더를 결정을 위해 단말장치가 기지국으로 피드백 하는 정보의 종류를 고려하여 제안될 것이다.

[0185] 도 9는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국에 의한 프리코더 결정을 위해 단말장치가 관련 정보를 명시적으로 피드백하는 제어 흐름을 도시한 도면이다. 이 경우 상기 관련 정보는 프리코더 관련 정보가 될 수 있다.

[0186] 도 9에서의 제어 흐름에 따르면, 단말장치는 다수의 도메인 채널들 각각을 위한 프리코더를 결정하고, 상기 결정한 프리코더에 가장 가까운 코드워드를 선택하며, 상기 선택한 코드워드 또는 상기 선택한 코드워드에 관한 정보 (관련 정보)를 기지국으로 피드백할 수 있다.

[0187] 도 9를 참조하면, 단말장치(120)는 기지국(110)으로부터 각 도메인 채널을 통해 기준신호인 CSI-RS를 수신하고, 상기 수신한 CSI-RS를 이용하여 해당 도메인 채널의 채널 상태를 추정할 수 있다 (910단계). 상기 CSI-RS는 상기 기지국(110)을 단말장치(120)에 연결하는 도메인 채널별 또는 전체 포드 별 또는 부분 포트 별로 전송될 수 있다. 상기 도메인 채널이 다수인 경우, 상기 CSI-RS는 상기 다수의 도메인 채널들 각각을 통해 전송될 수 있다. 이는 도메인 채널별로 독립된 CSI를 측정할 수 있도록 하기 위함이다.

[0188] 상기 단말장치(120)는 도메인 채널별로 추정한 채널 상태를 기반으로 제1 및 제2 도메인 채널 각각에 대한 프리코더를 결정할 수 있다 (920단계). 상기 프리코더를 결정하는 것에 대해서는 앞에서 배경 기술로 설명된 바와 같다. 따라서, 이에 대한 구체적인 설명은 생략할 것이다.

[0189] 상기 단말장치(120)는 도메인 채널별로 결정된 프리코더에 가장 인접한, 즉 결정된 프리코더에 가장 가까운 코드워드 인덱스를 선택할 수 있다 (930단계). 상기 단말장치(120)는 상기 선택한 코드워드 인덱스를 PMI를 통하여 상기 기지국(110)으로 전송할 수 있다 (940단계).

[0190] 도 10은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 프리코더 결정을 위해 단말장치에 의해 피드백되는 명시적인 관련 정보를 기반으로 기지국이 프리코더를 생성하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

[0191] 도 10에서의 제어 흐름에 따르면, 기지국은 다수의 도메인 채널들 각각에 상응한 코드워드 인덱스를 단말장치로부터 수신하고, 이를 기반으로 각 도메인 채널을 위한 코드워드를 생성할 수 있다.

[0192] 도 10을 참조하면, 기지국(110)은 단말장치(120)로부터 도메인 채널별로 결정된 코드워드 인덱스를 단말장치로부터 피드백 받을 수 있다 (1010단계). 상기 기지국(110)은 도메인 채널별로 피드백 받은 코드워드 인덱스를 기반으로 해당 도메인 채널을 통해 전송할 데이터의 프리코딩을 수행할 프리코더를 생성할 수 있다 (1020단계).

[0193] 도 11은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국에 의한 프리코더 결정을 위해 단말장치가 관련 정보를 암시적으로 피드백 하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

[0194] 도 11에서의 제어 흐름에 따르면, 단말장치는 다수의 도메인 채널들 각각에 대해 추정한 채널 상태를 기반으로 기지국이 상기 다수의 도메인 채널들 각각에 상응한 프리코더를 결정하기 위해 필요한 각 도메인 채널에 상응한 행렬들에 관한 정보를 기지국으로 피드백할 수 있다.

[0195] 도 11을 참조하면, 단말장치(120)는 기지국(110)으로부터 각 도메인 채널을 통해 기준신호인 CSI-RS를 수신하고, 상기 수신한 CSI-RS를 이용하여 해당 도메인 채널의 채널 상태를 추정할 수 있다 (1110단계). 상기 CSI-RS는 상기 기지국(110)을 단말장치(120)에 연결하는 도메인 채널별 또는 전체 포드 별 또는 부분 포트 별로 전송될 수 있다. 상기 도메인 채널이 다수인 경우, 상기 CSI-RS는 상기 다수의 도메인 채널들 각각을 통해 전송될 수 있다. 이는 도메인 채널별로 독립된 CSI를 측정할 수 있도록 하기 위함이다.

[0196] 상기 단말장치(120)는 도메인 채널별로 추정한 채널 상태를 기반으로 각 도메인 채널에 상응한 행렬들에 관한 정보를 계산할 수 있다. 일 예로 두 개의 도메인 채널을 가정할 시, 제1 및 제2 도메인 채널에 대해 추정된 채널 상태를 기반으로 행렬들에 관한 정보인 $\mathbf{A}_1$ 과 $\mathbf{A}_2$ 를 계산할 수 있다.

[0197] 상기 단말장치(120)는 상기 계산한 $\mathbf{A}_1$ 또는 $\mathbf{A}_2$ 와 가장 인접한, 즉 계산한 $\mathbf{A}_1$ 또는 $\mathbf{A}_2$에 가장 가까운 코드워드 인덱스를 선택할 수 있다 (1130 단계). 상기 단말장치(120)는 상기 선택한 코드워드 인덱스를 PMI를 통하여 상기 기지국(110)으로 전송할 수 있다 (1140단계). 상기 선택한 코드워드 인덱스는 PMI가 아닌 다른 시그널링을 통해 전송될 수도 있다.

[0198] 도 12는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 프리코더 결정을 위해 단말장치에 의해 피드백되는 암시적인 관련 정보를 기반으로 기지국이 프리코더를 생성하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

[0199] 도 12에서의 제어 흐름에 따르면, 기지국은 다수의 도메인 채널들 각각에 상응한 코드워드 인덱스를 단말장치로부터 수신하고, 이를 기반으로 각 도메인 채널을 위한 코드워드를 생성할 수 있다.

[0200] 도 12를 참조하면, 기지국(110)은 단말장치(120)로부터 도메인 채널별로 결정된 코드워드 인덱스를 단말장치로부터 피드백 받을 수 있다 (1210단계). 상기 기지국(110)은 도메인 채널별로 피드백 받은 코드워드 인덱스에 상응한 $\mathbf{A}_1$ 과 $\mathbf{A}_2$ 를 이용하여 제1 또는 제2 도메인 채널 각각을 위한 프리코더를 결정할 수 있다 (1220단계). 상기 제1 도메인 채널을 위한 프리코더는, 예를 들어, N_r 과 N_1 의 관계를 고려하여 앞에서 정의된 <수학식 12> 또는 <수학식 13>에 의해 결정할 수 있다. 상기 제2 도메인 채널을 위한 프리코더는, 예를 들어, N_r 과 N_1 의 관계를 고려하여 앞서 정의된 <수학식 9> 또는 <수학식 10>에 의해 결정할 수 있다.

[0201] 상기 기지국(110)은 상기 단말장치(120)에 의해 피드백된 PMI로부터 받은 프리코더와 상기 결정한 프리코더를 합성하여 해당 도메인 채널을 통해 전송할 데이터의 프리코딩을 수행할 최종 프리코더를 생성할 수 있다 (1230단계).

[0202] **PMI 전송 주기 조절**

[0203] 하기에서는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서, PMI의 전송 주기를 조절하는 방안을 제안할 것이다.

[0204] 하나의 예로써, 기지국과 단말장치가 두 개의 도메인 채널들로 연결되고, 이 경우 채널의 JR이 1임을 가정할 수 있다. 상기 가정에 따르면, 채널 $\mathbf{h}$는 하기 <수학식 14> 또는 하기 <수학식 15>와 같이 정의될 수 있다.

수학식 14

[0205]
$$\mathbf{h}=\sum_{k=1}^{r_2}\left[\sqrt{\lambda_{2,k}}h_{1,k,1}\mathbf{u}_{2,k}\quad\sqrt{\lambda_{2,k}}h_{1,k,2}\mathbf{u}_{2,k}\quad\cdots\quad\sqrt{\lambda_{2,k}}h_{1,k,N_1}\mathbf{u}_{2,k}\right]$$

[0206] 여기서, $\mathbf{u}_{2,k}$ 는 제2 도메인 채널의 k 번째 고유 경로 (eigen path)를 의미하고, $h_{1,k,n}$는 제1 도메인 채널의 n 번째 안테나 포트로부터의 채널 이득을 의미하며, r_2 는 제2 도메인 채널의 고유 경로 개수를 의미한다.

수학식 15

[0207] $$\mathbf{h}=\sum_{k=1}^{r_1}\left[\sqrt{\lambda_{1,k}}h_{2,k,1}\mathbf{u}_{1,k}\quad\sqrt{\lambda_{1,k}}h_{2,k,2}\mathbf{u}_{1,k}\quad\cdots\quad\sqrt{\lambda_{1,k}}h_{2,k,N_2}\mathbf{u}_{1,k}\right]$$

[0208] 여기서, $\mathbf{u}_{1,k}$ 는 제1 도메인 채널의 k 번째 고유 경로 (eigen path)를 의미하고, $h_{2,k,n}$는 제2 도메인 채널의 n 번째 안테나 포트로부터의 채널 이득을 의미하며, r_1 는 제1 도메인 채널의 고유 경로 개수를 의미한다.

[0209] 상기 <수학식 14>에 의해 정의된 채널 $\mathbf{h}$는 제2 도메인 채널의 고유 경로를 기반으로 정의된 채널이 될 수 있고, 상기 <수학식 15>에 의해 정의된 채널 $\mathbf{h}$는 제1 도메인 채널의 고유 경로를 기반으로 정의된 채널이 될 수 있다.

[0210] 상기 <수학식 14>와 상기 <수학식 15>는 수학적인 정의에 따르면 유사할 수 있다. 하지만, 실제 구현 관점에 따르면, 상기 <수학식 14>와 상기 <수학식 15>의 채널이 다를 수 있다. 따라서 채널 정보 생성을 위해서는 상기 <수학식 14>와 상기 <수학식 15> 중 선호되는 채널을 이용할 수 있을 것이다. 일 예로 상기 선호되는 채널은 실제 채널에 더 가까운 채널이 될 수 있다.

[0211] 상기 <수학식 14>과 상기 <수학식 15>를 이용하여 제1 및 제2 도메인 채널 각각은 하기 <수학식 16>과 <수학식 17>로 표현될 수 있다.

수학식 16

[0212] $$\tilde{\mathbf{H}}=\begin{bmatrix}| & & |\\ \mathbf{h}_{1,1}^{*} & \cdots & \mathbf{h}_{1,r_2}^{*}\\ | & & |\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\sqrt{\lambda_{2,1}} & & \\ & \ddots & \\ & & \sqrt{\lambda_{2,r_2}}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}- & \mathbf{u}_{2,1}^{H} & -\\ & \vdots & \\ - & \mathbf{u}_{2,r_2}^{H} & -\end{bmatrix}$$

[0213] 여기서, $\mathbf{h}_{1,k}$ 는 $\left[h_{1,k,1}\quad h_{1,k,2}\quad\cdots\quad h_{1,k,N_1}\right]$로 정의될 수 있고, x^{*} 는 x의 복소 켤레 행렬 (complex conjugate)을 의미한다.

수학식 17

[0214] $$\bar{\mathbf{H}}=\begin{bmatrix}| & & |\\ \mathbf{h}_{2,1}^{*} & \cdots & \mathbf{h}_{2,r_1}^{*}\\ | & & |\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\sqrt{\lambda_{1,1}} & & \\ & \ddots & \\ & & \sqrt{\lambda_{1,r_1}}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}- & \mathbf{u}_{1,1}^{H} & -\\ & \vdots & \\ - & \mathbf{u}_{1,r_1}^{H} & -\end{bmatrix}$$

[0215] 여기서, $\mathbf{h}_{2,k}$ 는 $\left[h_{2,k,1}\quad h_{2,k,2}\quad\cdots\quad h_{2,k,N_2}\right]$로 정의될 수 있고, x^{*} 는 x의 복소 켤레 행렬을 의미한다.

[0216] 이 경우, 단말장치는 상기 <수학식 16>과 상기 <수학식 17>을 이용하여 제1 PMI와 제2 PMI를 결정할 수 있다.

[0217] 상기 단말장치는, 예를 들어, 랭크가 1인 경우, 하기 <수학식 18>에 의해 제1 PMI ($i_{1,1}$) 및 제2 PMI ($i_{1,2}$)를 결정할 수 있다.

수학식 18

[0218] $$\left(i_{1,1}, i_{1,2}\right) = \arg\max_{(k_1,k_2)} \max\left(\left|\mathbf{v}_{k_1,1}\tilde{\mathbf{H}}\mathbf{w}_{k_2,1}\right|^2, \left|\mathbf{w}_{k_2,1}\bar{\mathbf{H}}\mathbf{v}_{k_1,1}\right|^2\right)$$

[0219] 상기 <수학식 18>에서 r_2 가 1인 경우, 상기 <수학식 18>은 하기 <수학식 19>와 동일하게 사용될 수 있다.

수학식 19

[0220] $$\left(i_{1,1}, i_{1,2}\right) = \arg\max_{(k_1,k_2)} \max\left(\left|\mathbf{h}_{1,1}^H\mathbf{v}_{k_1,1}\right|^2\left|\sqrt{\lambda_{2,1}}\mathbf{u}_{2,1}^H\mathbf{w}_{k_2,1}\right|^2, \left|\mathbf{w}_{k_2,1}\bar{\mathbf{H}}\mathbf{v}_{k_1,1}\right|^2\right)$$

[0221] 상기 <수학식 18>에서 r_1 이 1인 경우, 상기 <수학식 18>은 하기 <수학식 20>과 동일하게 사용될 수 있다.

수학식 20

[0222] $$\left(i_{1,1}, i_{1,2}\right) = \arg\max_{(k_1,k_2)} \max\left(\left|\mathbf{v}_{k_1,1}\tilde{\mathbf{H}}\mathbf{w}_{k_2,1}\right|^2, \left|\mathbf{h}_{2,1}^H\mathbf{w}_{k_2,1}\right|^2\left|\sqrt{\lambda_{1,1}}\mathbf{u}_{1,1}^H\mathbf{v}_{k_1,1}\right|^2\right)$$

[0223] 상기 <수학식 19>에서 $i_{1,1}$ 과 $i_{1,2}$ 가 각각 $\left|\mathbf{h}_{1,1}^H\mathbf{v}_{k_1,1}\right|^2\left|\sqrt{\lambda_{2,1}}\mathbf{u}_{2,1}^H\mathbf{w}_{k_2,1}\right|^2$ 을 기반으로 선택된다면, $i_{1,2}$는 $i_{1,1}$보다 상대적으로 긴 주기에 의해 전송되더라도 성능에 영향을 미치지 않을 수 있다. 상기 <수학식 20>에서 $i_{1,1}$과 $i_{1,2}$ 가 각각 $\left|\mathbf{h}_{2,1}^H\mathbf{w}_{k_2,1}\right|^2\left|\sqrt{\lambda_{1,1}}\mathbf{u}_{1,1}^H\mathbf{v}_{k_1,1}\right|^2$ 을 기반으로 선택된다면, $i_{1,1}$ 은 $i_{1,2}$보다 상대적으로 긴 주기에 의해 전송되더라도 성능에 영향을 미치지 않을 수 있다.

[0224] 상술한 바를 고려하여 본 개시에서는, 제1 및 제2 도메인 채널의 고유 경로에 따라 제1 및 제2 PMI의 전송 주기를 조절하는 방안을 마련하고자 한다. 구체적으로 단말장치가 기지국에게 전송하는 피드백 정보에 제1 도메인 채널의 상관 지시자인 CI_1과 제2 도메인 채널의 상관 지시자인 CI_2를 포함시킴으로써, $i_{1,1}$과 $i_{1,2}$의 전송 주기를 조절하는 방안을 제안하고자 한다.

[0225] 일 실시 예에 따르면, 단말장치는 제1 도메인 채널의 고유 경로 계수 정보와 제2 도메인 채널의 고유 경로 계수 정보를 기지국에게 암시적으로 전달하기 위하여, 피드백 정보에 CI_1과 CI_2를 포함시킬 수 있다.

[0226] 상기 기지국은 피드백 정보에 포함된 CI_1과 CI_2를 고려하여 기준신호를 위한 프리코더의 사용 여부 및 기준신호를 위한 프리코더를 사용할 시 프리코더를 생성하기 위해 사용될 PMI를 결정할 수 있다. 상기 프리코더는 기지국이 기준신호를 프리코딩하기 위해 사용될 수 있다. 상기 기지국은 제1 도메인 채널에 상응한 제1 PMI와 제2 도메인 채널에 상응한 제2 PMI 중에서 하나의 PMI를 결정할 수 있다. 상기 기지국은 하나의 PMI가 결정되면, 상기 결정된 PMI를 사용하여 기준신호를 프리코딩하고, 상기 프리코딩된 기준신호를 상기 단말장치로 전송할 수 있다.

[0227] 상기 단말장치는 프리코딩된 기준신호를 수신하고, 상기 수신한 프리코딩된 기준신호에 의해 제1 도메인 채널과 제2 도메인 채널 중 적어도 하나의 도메인 채널에 대한 채널 추정에 의해 적어도 하나의 PMI ($i_{1,1}$ 또는 $i_{1,2}$ 또는 $i_{1,1}$ 과 $i_{1,2}$)를 획득하며, 상기 획득한 적어도 하나의 PMI를 상기 기지국으로 피드백할 수 있다.

[0228] 하기 <표 4>는 피드백 정보에 포함된 CI_1과 CI_2를 기반으로 도메인 채널별 PMI의 전송 주기가 달리 적용되는 하나의 예를 보이고 있다.

표 4

[0229]

CI_1	CI_2	기지국 동작	단말 동작
0	0	Non-precoded CSI-RS 전송	$i_{1,1}$, $i_{1,2}$ 전송
1	0	제1 PMI에 의해 프리코딩된 CSI-RS 전송	$i_{1,2}$ 전송
0	1	제2 PMI에 의해 프리코딩된 CSI-RS 전송	$i_{1,1}$ 전송
1	1	Reserved	

[0230] 상기 기지국은, 예를 들어, 피드백 정보에 포함된 CI_1과 CI_2가 모두 0이면, 사전에 미리 약속된 일반적인 기준신호 전송 동작을 수행할 수 있다. 상기 일반적인 기준신호 전송 동작은 기준신호인 CSI-RS를 프리코딩하지 않고 전송할 수 있다. 이 경우, 단말장치는 상기 기지국으로부터 수신한 프리코딩되지 않은 CSI-RS를 사용하여 채널 추정을 수행할 수 있다. 상기 단말장치는 상기 채널 추정에 따른 제1 PMI인 $i_{1,1}$과 제2 PMI인 $i_{1,2}$를 상기 기지국으로 피드백할 수 있다.

[0231] 상기 기지국은, 예를 들어, 피드백 정보에 포함된 CI_1이 1이고 CI_2가 0이면, 기준신호의 전송을 목적으로 제1 PMI 기반의 프리코더를 생성할 수 있다. 상기 기지국은 상기 생성한 프리코더를 사용하여 기준신호인 CSI-RS를 프리코딩할 수 있다. 상기 기지국은 제1 PMI 기반으로 생성한 프리코더를 사용하여 프리코딩된 기준신호를 단말장치로 전송할 수 있다. 이 경우, 단말장치는 상기 기지국으로부터 수신한 프리코딩된 기준 신호 (제1 PMI 기반의 프리코더를 사용하여 프리코딩된 CSI-RS)를 사용하여 채널 추정을 수행할 수 있다. 상기 단말장치는 상기 채널 추정에 의해 결정된 제2 PMI인 $i_{1,2}$ 를 상기 기지국으로 피드백할 수 있다. 이 경우, 상기 단말장치는 제1 PMI인 $i_{1,1}$ 를 기지국으로 피드백 하지 않는다.

[0232] 상기 기지국은, 예를 들어, 피드백 정보에 포함된 CI_1이 0이고 CI_2가 1이면, 기준신호의 전송을 목적으로 제2 PMI 기반의 프리코더를 생성할 수 있다. 상기 기지국은 상기 생성한 프리코더를 사용하여 기준신호인 CSI-RS를 프리코딩할 수 있다. 상기 기지국은 제2 PMI 기반으로 생성한 프리코더를 사용하여 프리코딩된 기준신호를 단말장치로 전송할 수 있다. 이 경우, 단말장치는 상기 기지국으로부터 수신한 프리코딩된 기준 신호 (제2 PMI 기반의 프리코더를 사용하여 프리코딩된 CSI-RS)를 사용하여 채널 추정을 수행할 수 있다. 상기 단말장치는 상기 채널 추정에 의해 결정된 제1 PMI인 $i_{1,1}$ 를 상기 기지국으로 피드백할 수 있다. 이 경우, 상기 단말장치는 제2 PMI인 $i_{1,2}$ 를 기지국으로 피드백 하지 않는다.

[0233] 도 13은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1과 CI_2가 모두 0인 경우의 신호 처리 절차를 도시한 도면이다. 도 13에서의 신호 처리 절차는 기지국(110)과 단말장치(120)가 제1 및 제2 도메인 채널에 의해 연결됨을 가정하고 있다.

[0234] 도 13을 참조하면, 기지국(110)은 전체 포트 (full-port) 또는 부분 포트 (partial-port)를 통해 기준신호인 CSI-RS를 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (1310). 여기서, 전체 포트는 신호 전송을 위해 상기 기지국(110)에 구비된 전체 통신 포트들을 지칭하고, 상기 부분 포트는 신호 전송을 위해 상기 기지국(110)에 구비된 전체 통신 포트들 중 일부 통신 포트를 지칭한다.

[0235] 상기 단말장치(120)는 상기 기지국(110)이 전체 포트 또는 부분 포트를 통해 전송한 기준신호를 수신하고, 상기 수신한 기준신호를 기반으로 제1 및 제2 도메인 채널 각각에 대한 채널 상태를 추정할 수 있다. 상기 단말장치(120)는 제1 및 제2 도메인 채널 각각에 대해 추정한 채널 상태를 기반으로 상기 제1 및 제2 도메인 채널 각각

에 상응한 PMI인 $i_{1,1}$과 $i_{1,2}$를 결정할 수 있다. 상기 단말장치(120)는 $i_{1,1}$, $i_{1,2}$ 및 제1 도메인 채널의 고유 경로 개수 (CI_1)와 제2 도메인 채널의 고유 경로 개수 (CI_2)를 상기 기지국(110)으로 피드백할 수 있다 (1320). 상기한 가정에 따르면, 상기 기지국(110)으로 피드백되는 CI_1과 CI_2는 모두 0의 값을 가질 수 있다. 이때, CI가 0이라는 것은 해당 도메인 채널의 고유 경로가 다수임을 지시하는 것이다.

[0236] 상기 단말장치(120)로부터 피드백 받은 CI_1과 CI_2가 모두 0이면, 상기 기지국(110)은 이후 기준신호의 전송 구간에서 전체 포트 또는 부분 포트를 통해 기준신호를 전송할 것이다 (1330단계).

[0237] 도 14는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1과 CI_2 중 하나가 1인 경우의 신호 처리 절차를 도시한 도면이다. 도 14에서의 신호 처리 절차는 기지국(110)과 단말장치(120)가 제1 및 제2 도메인 채널에 의해 연결됨을 가정하고 있다.

[0238] 도 14를 참조하면, 기지국(110)은 전체 포트 (full-port) 또는 부분 포트 (partial-port)를 통해 기준신호인 CSI-RS를 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (1410). 여기서, 전제 포트는 신호 전송을 위해 상기 기지국(110)에 구비된 전체 통신 포트들을 지칭하고, 상기 부분 포트는 신호 전송을 위해 상기 기지국(110)에 구비된 전체 통신 포트들 중 일부 통신 포트를 지칭한다.

[0239] 상기 단말장치(120)는 상기 기지국(110)이 전체 포트 또는 부분 포트를 통해 전송한 기준신호를 수신하고, 상기 수신한 기준신호를 기반으로 제1 및 제2 도메인 채널 각각에 대한 채널 상태를 추정할 수 있다. 상기 단말장치(120)는 제1 및 제2 도메인 채널 각각에 대해 추정한 채널 상태를 기반으로 상기 제1 및 제2 도메인 채널 각각에 상응한 PMI인 $i_{1,1}$과 $i_{1,2}$를 결정할 수 있다. 상기 단말장치(120)는 $i_{1,1}$, $i_{1,2}$ 및 제1 도메인 채널의 고유 경로 개수 (CI_1)와 제2 도메인 채널의 고유 경로 개수 (CI_2)를 상기 기지국(110)으로 피드백할 수 있다 (1420). 상기한 가정에 따르면, 상기 기지국(110)으로 피드백되는 CI_1과 CI_2 중 하나가 1의 값을 가지고, 나머지 하나가 0의 값을 가질 수 있다. 이때, CI가 0이라는 것은 해당 도메인 채널의 고유 경로가 다수임을 지시하는 것이고, CI가 1이라는 것은 해당 도메인 채널의 고유 경로가 하나임을 지시하는 것이다.

[0240] 상기 단말장치(120)로부터 피드백 받은 CI_1과 CI_2 중 하나가 1이면, 상기 기지국(110)은 이후 기준신호의 전송 구간에서 $i_{1,1}$ 또는 $i_{1,2}$를 이용하여 프리코더를 생성할 수 있다. 상기 기지국(110)은 상기 생성한 프리코더를 이용하여 기준신호인 CSI-RS를 프리코딩하고, 상기 프리코딩된 CSI-RS를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (1430단계).

[0241] 상기 기지국(110)은, 예를 들어, CI_1이 1이고 CI_2가 0이면, $i_{1,1}$을 이용하여 프리코더를 생성하고, 상기 생성한 프리코더를 이용하여 기준신호인 CSI-RS를 프리코딩하며, 상기 프리코딩된 CSI-RS를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다. 상기 기지국(110)은, 예를 들어, CI_1이 0이고 CI_2가 1이면, $i_{1,2}$을 이용하여 프리코더를 생성하고, 상기 생성한 프리코더를 이용하여 기준신호인 CSI-RS를 프리코딩하며, 상기 프리코딩된 CSI-RS를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다.

[0242] 도 15는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국(110)이 기준신호 구성정보 (CSI-RS-configEMIMO-r13)를 단말장치(120)와 공유하기 위해 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면이다. 도 15에서의 제어 흐름은 기지국(110)과 단말장치(120)가 제1 및 제2 도메인 채널에 의해 연결되고, 상기 기지국(110)이 상기 단말장치(120)로부터 둘 중 하나가 1의 값을 가지는 CI_1과 CI_2를 피드백 받은 상황을 가정하고 있다.

[0243] 도 15를 참조하면, 기지국(110)은 기준신호 구성정보 (CSI-RS-configEMIMO-r13)를 precoded-r13으로 설정한다 (1510단계). 즉, 상기 기준신호 구성정보 (CSI-RS-configEMIMO-r13)는 precoded-r13을 포함할 수 있다.

[0244] 상기 기지국(110)은 RRC 시그널링을 통해 변경된 기준신호 구성정보 (CSI-RS-configEMIMO-r13)를 단말장치(120)로 전송할 수 있다. 이로 인해, 상기 기지국(110)과 상기 단말장치(120)는 변경된 정보를 공유할 수 있게 된다. 상기 변경된 기준신호 구성정보 (CSI-RS-configEMIMO-r13)를 상기 기지국(110)과 상기 단말장치(120)가 공유하는 이유는, 상기 기지국(110)이 프리코딩된 기준신호를 전송할 수 있고, 상기 단말장치(120)가 상기 프리코딩된 기준신호를 수신하여 채널 추정 및 CSI 피드백을 수행할 수 있도록 하기 위함이다.

[0245] 따라서 상기 기지국(110)은 $i_{1,1}$ 또는 $i_{1,2}$ 를 기반으로 프리코딩된 기준신호를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다.

[0246] 도 16은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1이 1이고, CI_2가 0인 경우의 신호 처리 절차를 도시한 도면이다. 도 16에서의 신호 처리 절차는 기지국(110)과 단말장치(120)가 제1 및 제2 도메인 채널에 의해 연결됨을 가정하고 있다.

[0247] 도 16을 참조하면, 단말장치(120)는 제1 도메인 채널의 고유 경로 개수 (CI_1)를 1로 설정하고, 제2 도메인 채널의 고유 경로 개수 (CI_2)를 0으로 설정하며, 상기 설정된 CI_1과 CI_2를 기지국(110)으로 피드백할 수 있다 (1610단계). 이 경우, 1로 설정된 CI_1은 제1 도메인 채널의 고유 경로가 하나임을 지시하고, 0으로 설정된 CI_2는 제2 도메인 채널의 고유 경로가 다스임을 지시한다.

[0248] 상기 기지국(110)은 $i_{1,1}$ 을 이용하여 프리코더를 생성할 수 있다 (1620단계). 상기 기지국(110)은 상기 생성한 프리코더를 이용하여 기준신호를 프리코딩하고, 상기 프리코딩된 기준신호를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (1630단계).

[0249] 상기 단말장치(120)는 상기 기지국(110)으로부터 수신한 프리코딩된 기준신호를 기반으로 채널 상태를 추정하고, 상기 추정된 채널 상태를 기반으로 제2 도메인 채널에 상응한 제2 PMI ($i_{1,2}$)를 결정할 수 있다 (1640단계). 상기 단말장치(120)는 상기 결정한 $i_{1,2}$ 를 상기 기지국(110)으로 피드백할 수 있다 (1650단계).

[0250] 상기 기지국(110)은 앞서 수신한 $i_{1,1}$ 과 1650단계에서 수신한 $i_{1,2}$ 를 이용하여 프리코더를 생성할 수 있다 (1660단계). 상기 기지국(110)은 이후 전송할 기준신호에 대한 프리코딩을 위해 새롭게 생성한 프리코더를 사용할 수 있다.

[0251] 도 17은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1이 1이고, CI_2가 0인 경우에 기지국이 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면이다. 도 17에서의 제어 흐름은 기지국(110)과 단말장치(120)가 제1 및 제2 도메인 채널에 의해 연결됨을 가정하고 있다.

[0252] 도 17을 참조하면, 기지국(110)은 1로 설정된 CI_1과 0으로 설정된 CI_2를 수신하면, $i_{1,1}$을 기반으로 프리코더를 생성할 수 있다 (1710단계). 상기 기지국(110)은 상기 생성한 프리코더를 이용하여 기준신호를 프리코딩하고, 상기 프리코딩된 기준신호를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (1720단계).

[0253] 상기 기지국(110)은 상기 단말장치(120)로부터 제2 도메인 채널에 상응한 제2 PMI ($i_{1,2}$)를 수신하고, 앞서 수신한 $i_{1,1}$ 과 현재 수신한 $i_{1,2}$ 를 이용하여 프리코더를 생성할 수 있다 (1730단계). 상기 기지국(110)은 이후 기준신호 전송 구간에서 새롭게 생성한 프리코더를 사용하여 기준신호에 대한 프리코딩을 수행할 수 있다.

[0254] 도 18은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1이 1이고, CI_2가 0인 경우에 단말장치가 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면

이다. 도 18에서의 제어 흐름은 기지국(110)과 단말장치(120)가 제1 및 제2 도메인 채널에 의해 연결됨을 가정하고 있다.

[0255] 도 18을 참조하면, 단말장치(120)는 1로 설정된 CI_1과 0으로 설정된 CI_2를 기지국(110)으로 전송한 후, 상기 기지국(110)으로부터 프리코딩된 기준신호를 수신할 수 있다 (1810단계). 상기 기지국(110)은 상기 수신한 프리코딩된 기준신호를 기반으로 채널 상태를 추정하고, 상기 추정된 채널 상태를 기반으로 제2 도메인 채널에 상응한 제2 PMI ($i_{1,2}$)를 결정할 수 있다. 상기 단말장치(120)는 상기 결정한 $i_{1,2}$를 상기 기지국(110)으로 피드백할 수 있다 (1820단계).

[0256] 도 19는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1이 0이고, CI_2가 1인 경우의 신호 처리 절차를 도시한 도면이다. 도 19에서의 신호 처리 절차는 기지국(110)과 단말장치(120)가 제1 및 제2 도메인 채널에 의해 연결됨을 가정하고 있다.

[0257] 도 19를 참조하면, 단말장치(120)는 제1 도메인 채널의 고유 경로 개수 (CI_1)를 0으로 설정하고, 제2 도메인 채널의 고유 경로 개수 (CI_2)를 1로 설정하며, 상기 설정된 CI_1과 CI_2를 기지국(110)으로 피드백할 수 있다 (1910단계). 이 경우, 0으로 설정된 CI_1은 제1 도메인 채널의 고유 경로가 다수임을 지시하고, 1로 설정된 CI_2는 제2 도메인 채널의 고유 경로가 하나임을 지시한다.

[0258] 상기 기지국(110)은 $i_{1,2}$ 을 이용하여 프리코더를 생성할 수 있다 (1920단계). 상기 기지국(110)은 상기 생성한 프리코더를 이용하여 기준신호를 프리코딩하고, 상기 프리코딩된 기준신호를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (1930단계).

[0259] 상기 단말장치(120)는 상기 기지국(110)으로부터 수신한 프리코딩된 기준신호를 기반으로 채널 상태를 추정하고, 상기 추정된 채널 상태를 기반으로 제1 도메인 채널에 상응한 제1 PMI ($i_{1,1}$)를 결정할 수 있다 (1940단계). 상기 단말장치(120)는 상기 결정한 $i_{1,1}$ 를 상기 기지국(110)으로 피드백할 수 있다 (1950단계).

[0260] 상기 기지국(110)은 앞서 수신한 $i_{1,2}$ 과 1950단계에서 수신한 $i_{1,1}$ 를 이용하여 프리코더를 생성할 수 있다 (1960단계). 상기 기지국(110)은 이후 전송할 기준신호에 대한 프리코딩을 위해 새롭게 생성한 프리코더를 사용할 수 있다.

[0261] 도 20은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1이 0이고, CI_2가 1인 경우에 기지국이 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면이다. 도 20에서의 제어 흐름은 기지국(110)과 단말장치(120)가 제1 및 제2 도메인 채널에 의해 연결됨을 가정하고 있다.

[0262] 도 20을 참조하면, 기지국(110)은 0으로 설정된 CI_1과 1로 설정된 CI_2를 수신하면, $i_{1,2}$을 기반으로 프리코더를 생성할 수 있다 (2010단계). 상기 기지국(110)은 상기 생성한 프리코더를 이용하여 기준신호를 프리코딩하고, 상기 프리코딩된 기준신호를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (2020단계).

[0263] 상기 기지국(110)은 상기 단말장치(120)로부터 제1 도메인 채널에 상응한 제1 PMI ($i_{1,1}$)를 수신하고, 앞서 수신한 $i_{1,2}$ 과 현재 수신한 $i_{1,1}$ 를 이용하여 프리코더를 생성할 수 있다 (2030단계). 상기 기지국(110)은 이후 기준신호 전송 구간에서 새롭게 생성한 프리코더를 사용하여 기준신호에 대한 프리코딩을 수행할 수 있다.

[0264] 도 21은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 피드백 정보에 포함된 CI_1이 0이고, CI_2가 1인 경우에 단말장치가 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면

이다. 도 21에서의 제어 흐름은 기지국(110)과 단말장치(120)가 제1 및 제2 도메인 채널에 의해 연결됨을 가정하고 있다.

[0265] 도 21을 참조하면, 단말장치(120)는 0으로 설정된 CI_1과 1로 설정된 CI_2를 기지국(110)으로 전송한 후, 상기 기지국(110)으로부터 프리코딩된 기준신호를 수신할 수 있다 (2110단계). 상기 기지국(110)은 상기 수신한 프리코딩된 기준신호를 기반으로 채널 상태를 추정하고, 상기 추정된 채널 상태를 기반으로 제1 도메인 채널에 상응한 제1 PMI ($i_{1,1}$)를 결정할 수 있다. 상기 단말장치(120)는 상기 결정한 $i_{1,1}$ 를 상기 기지국(110)으로 피드백할 수 있다 (2120단계).

[0266] 도 22는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 이차원 평면 배열 안테나를 사용하는 전 차원 다중 안테나 시스템에서 기지국(110)이 프리코딩된 기준신호를 전송하는 제어 흐름을 도시한 도면이다. 도 22에서의 제어 흐름은 기지국(110)과 단말장치(120)가 제1 및 제2 도메인 채널에 의해 연결됨을 가정하고 있다.

[0267] 도 22를 참조하면, 기지국(110)은 유효 기간이 지나는지를 감시할 수 있다 (2210단계). 상기 유효 기간의 경과는 프리코딩된 기준신호 전송 시간과 time_precoded_RS를 비교하고, 그 결과에 의해 판단할 수 있다. 예컨대, 프리코딩된 기준신호 전송 시간이 time_precoded_RS보다 크면, 유효 기간이 지난 것으로 판단할 수 있다. 그렇지 않고, 프리코딩된 기준신호 전송 시간이 time_precoded_RS보다 크지 않으면, 유효 기간이 경과하지 않은 것으로 판단할 수 있다.

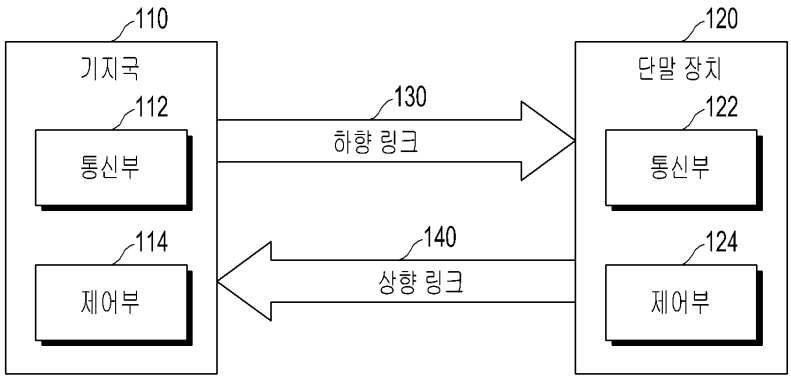
[0268] 상기 유효 기간이 지났다고 판단하면, 상기 기지국(110)은 CSI-RS-configEMIMO-r13을 non-Precoded-r13으로 설정할 수 있다 (2220단계). 상기 기지국(110)은 RRC 시그널링을 통해 상기 non-Precoded-r13으로 설정한 CSI-RS-configEMIMO-r13을 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (2230단계). 그 후 상기 기지국(110)은 non-Precoded CSI-RS를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다 (2240단계).

[0269] 상기 유효 기간이 지나지 않았다면, 상기 기지국(110)은 $i_{1,1}$ 또는 $i_{1,2}$ 를 기반으로 프리코딩된 기준신호를 상기 단말장치(120)로 전송할 수 있다.

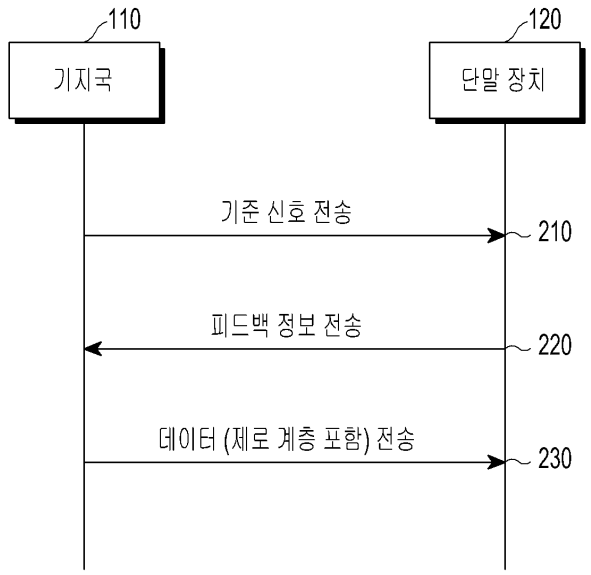
[0270] 한편, 본 개시의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 개시에서 제안한 다양한 실시 예에 따른 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 여러 가지 변형에 의한 실시할 수 있음은 물론이다. 그러므로 본 개시에 따른 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구의 범위뿐만 아니라, 이 특허 청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다. 그뿐만 아니라, 이러한 변형 실시들은 본 개시의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

도면

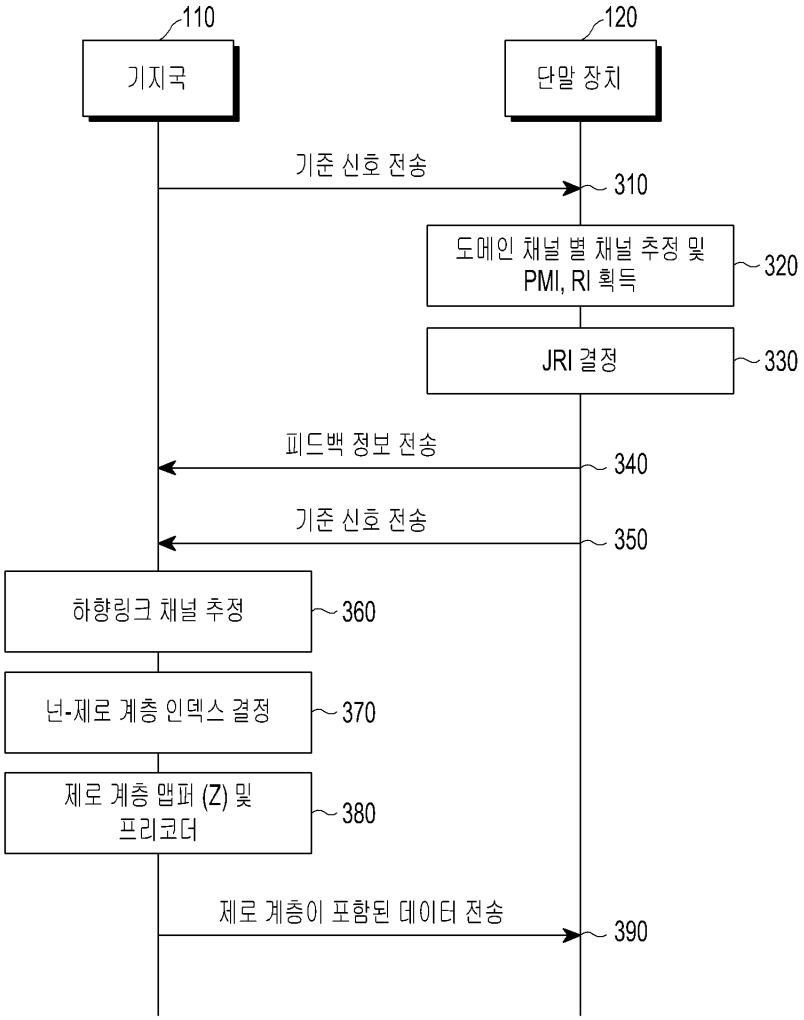
도면1



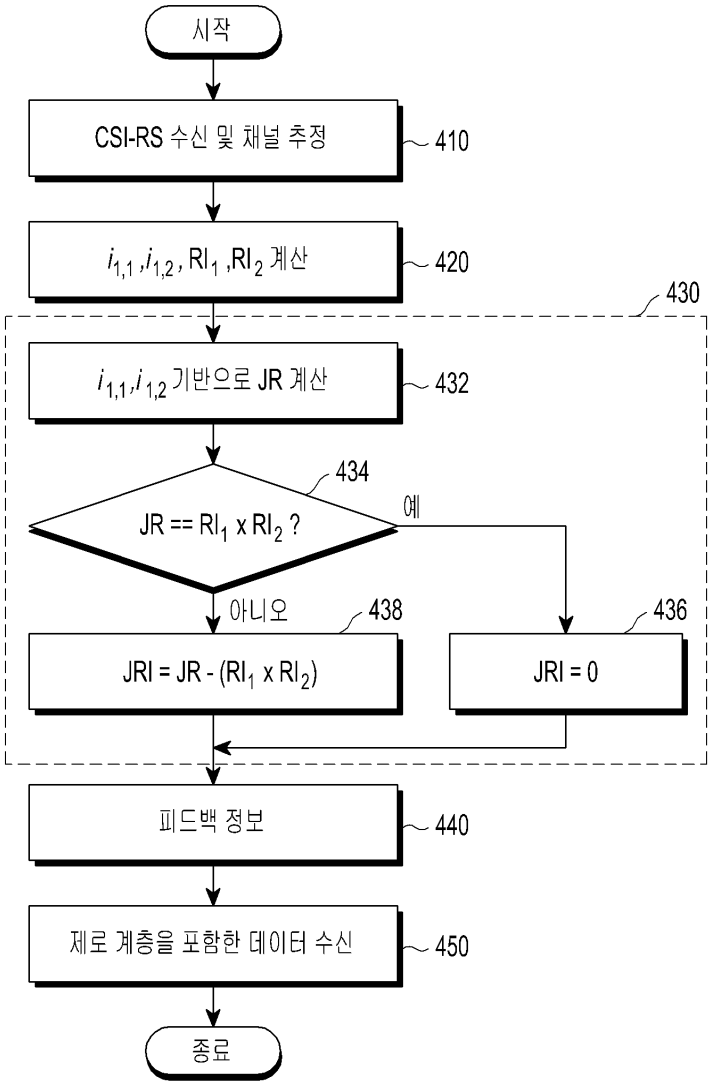
도면2



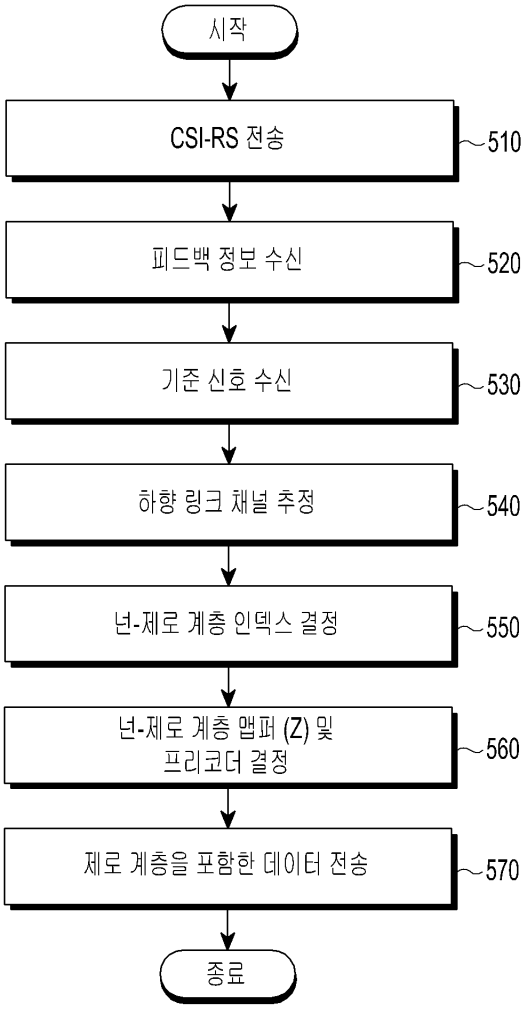
도면3


110
기지국
120
단말 장치
기준 신호 전송
310
도메인 채널 별 채널 추정 및
PMI, RI 획득
320
JRI 결정
330
피드백 정보 전송
340
기준 신호 전송
350
하향링크 채널 추정
360
넌-제로 계층 인덱스 결정
370
제로 계층 맵퍼 (Z) 및
프리코더
380
제로 계층이 포함된 데이터 전송
390

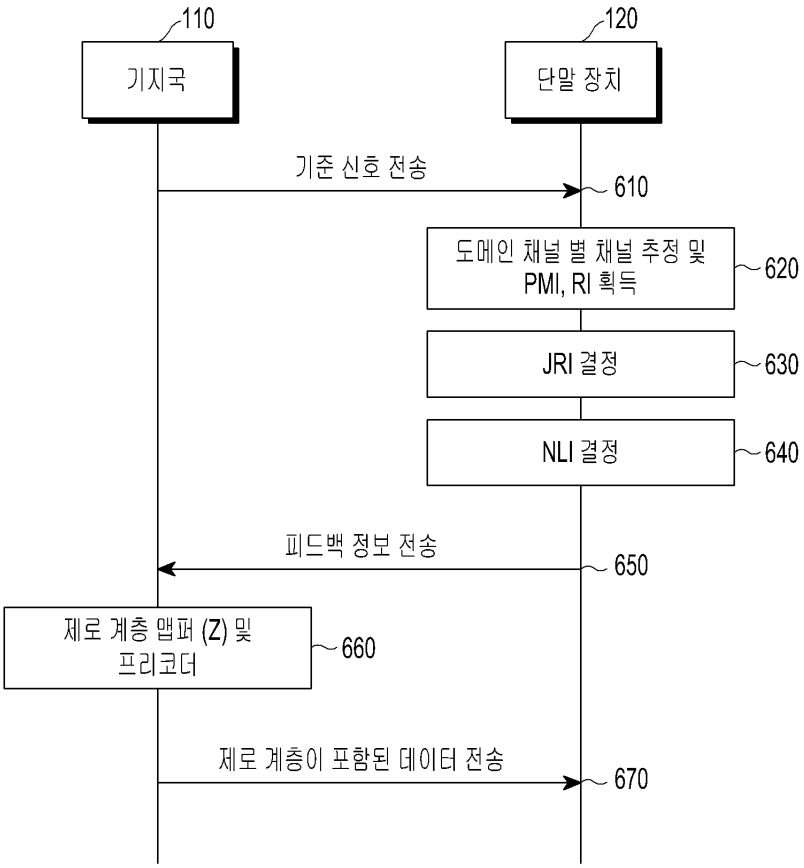
도면4


시작
CSI-RS 수신 및 채널 추정
410
$i_{1,1}$,$i_{1,2}$, RI_1 ,RI_2 계산
420
430
$i_{1,1}$,$i_{1,2}$ 기반으로 JR 계산
432
434
JR == RI_1 x RI_2 ?
예
아니오
438
436
JRI = JR - (RI_1 x RI_2)
JRI = 0
피드백 정보
440
제로 계층을 포함한 데이터 수신
450
종료

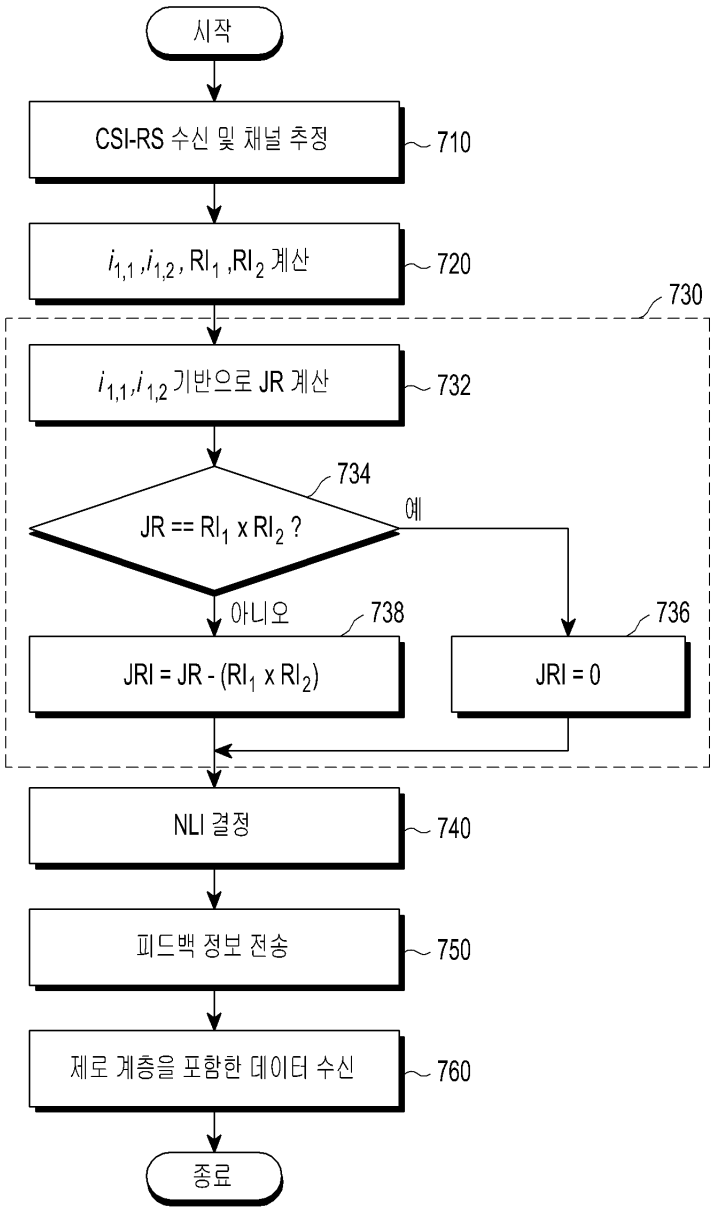
도면5


시작
CSI-RS 전송
510
피드백 정보 수신
520
기준 신호 수신
530
하향 링크 채널 추정
540
넌-제로 계층 인덱스 결정
550
넌-제로 계층 맵퍼 (Z) 및
프리코더 결정
560
제로 계층을 포함한 데이터 전송
570
종료

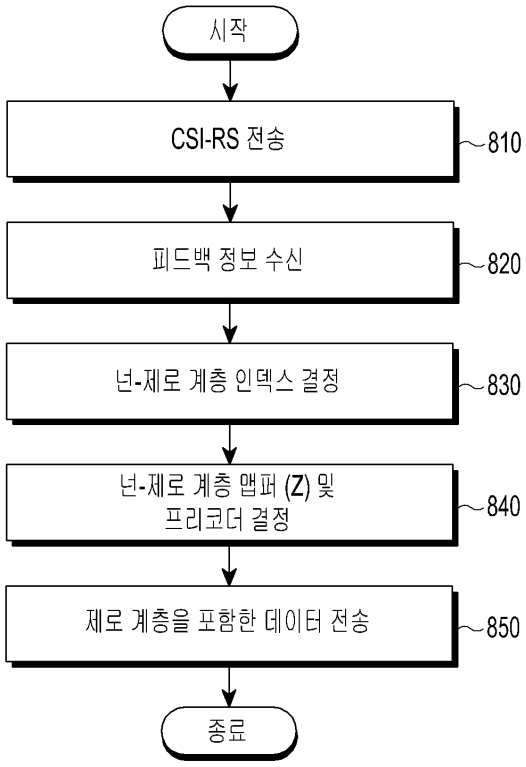
도면6


110
기지국
120
단말 장치
기준 신호 전송
610
도메인 채널 별 채널 추정 및
PMI, RI 획득
620
JRI 결정
630
NLI 결정
640
피드백 정보 전송
650
제로 계층 맵퍼 (Z) 및
프리코더
660
제로 계층이 포함된 데이터 전송
670

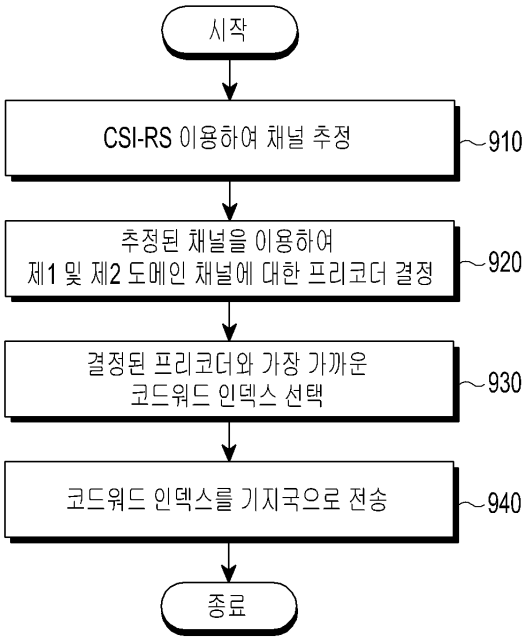
도면7


시작
CSI-RS 수신 및 채널 추정
710
$i_{1,1}$, $i_{1,2}$, RI_1, RI_2 계산
720
730
$i_{1,1}$, $i_{1,2}$ 기반으로 JR 계산
732
734
JR == RI_1 x RI_2 ?
예
아니오
738
736
JRI = JR - (RI_1 x RI_2)
JRI = 0
NLI 결정
740
피드백 정보 전송
750
제로 계층을 포함한 데이터 수신
760
종료

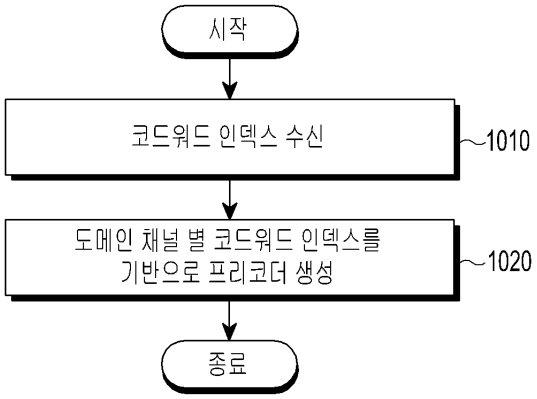
도면8


시작
CSI-RS 전송
810
피드백 정보 수신
820
넌-제로 계층 인덱스 결정
830
넌-제로 계층 앱퍼 (Z) 및
프리코더 결정
840
제로 계층을 포함한 데이터 전송
850
종료

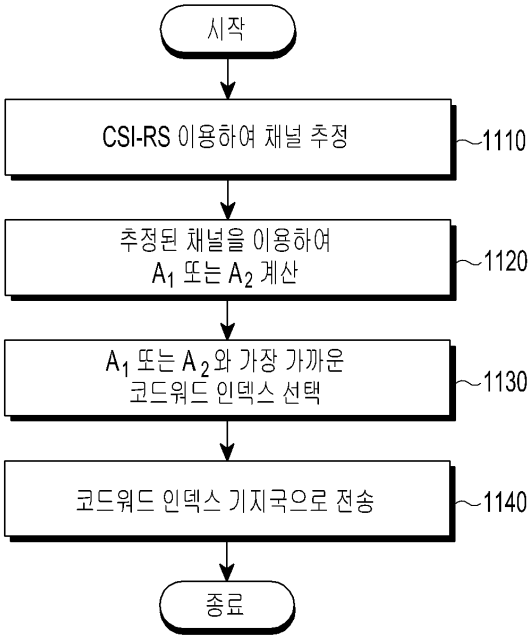
도면9


시작
CSI-RS 이용하여 채널 추정
910
추정된 채널을 이용하여
제1 및 제2 도메인 채널에 대한 프리코더 결정
920
결정된 프리코더와 가장 가까운
코드워드 인덱스 선택
930
코드워드 인덱스를 기지국으로 전송
940
종료

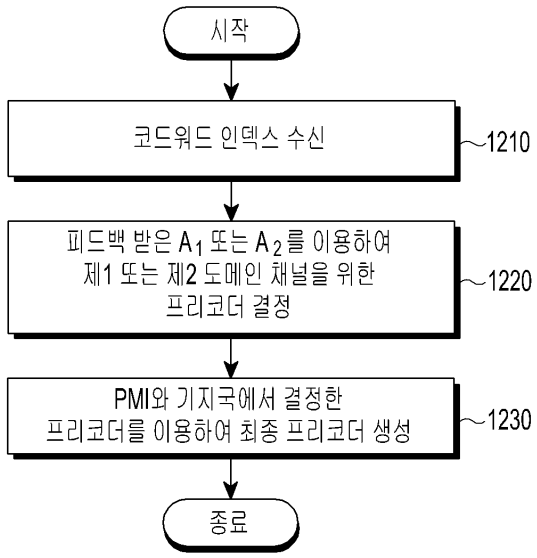
도면10


시작
코드워드 인덱스 수신
1010
도메인 채널 별 코드워드 인덱스를
기반으로 프리코더 생성
1020
종료

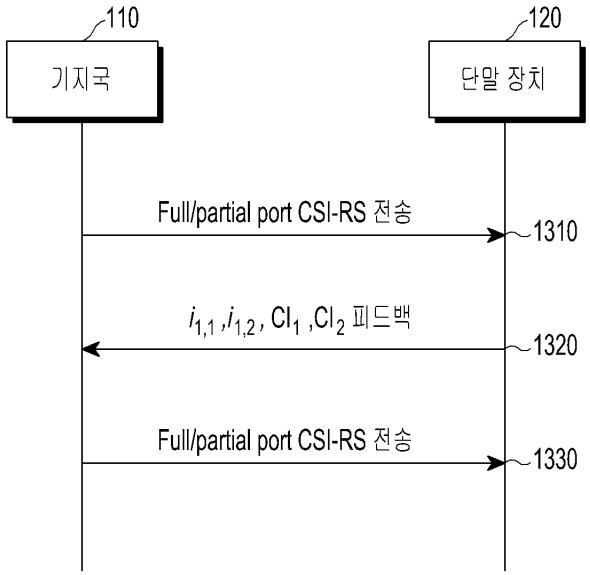
도면11


시작
CSI-RS 이용하여 채널 추정
1110
추정된 채널을 이용하여
A_1 또는 A_2 계산
1120
A_1 또는 A_2와 가장 가까운
코드워드 인덱스 선택
1130
코드워드 인덱스 기지국으로 전송
1140
종료

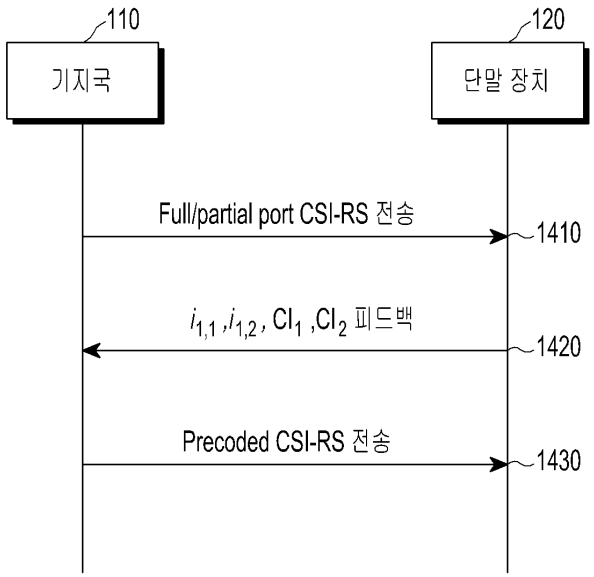
도면12


시작
코드워드 인덱스 수신
1210
피드백 받은 A_1 또는 A_2를 이용하여
제1 또는 제2 도메인 채널을 위한
프리코더 결정
1220
PMI와 기지국에서 결정한
프리코더를 이용하여 최종 프리코더 생성
1230
종료

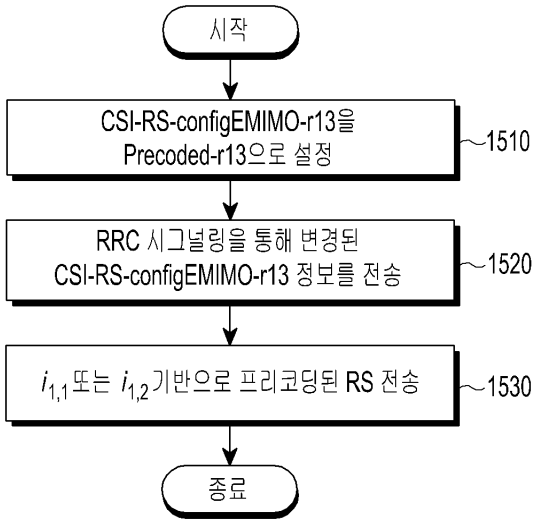
도면13


110
기지국
120
단말 장치
Full/partial port CSI-RS 전송
1310
$i_{1,1}$,$i_{1,2}$, CI_1 ,CI_2 피드백
1320
Full/partial port CSI-RS 전송
1330

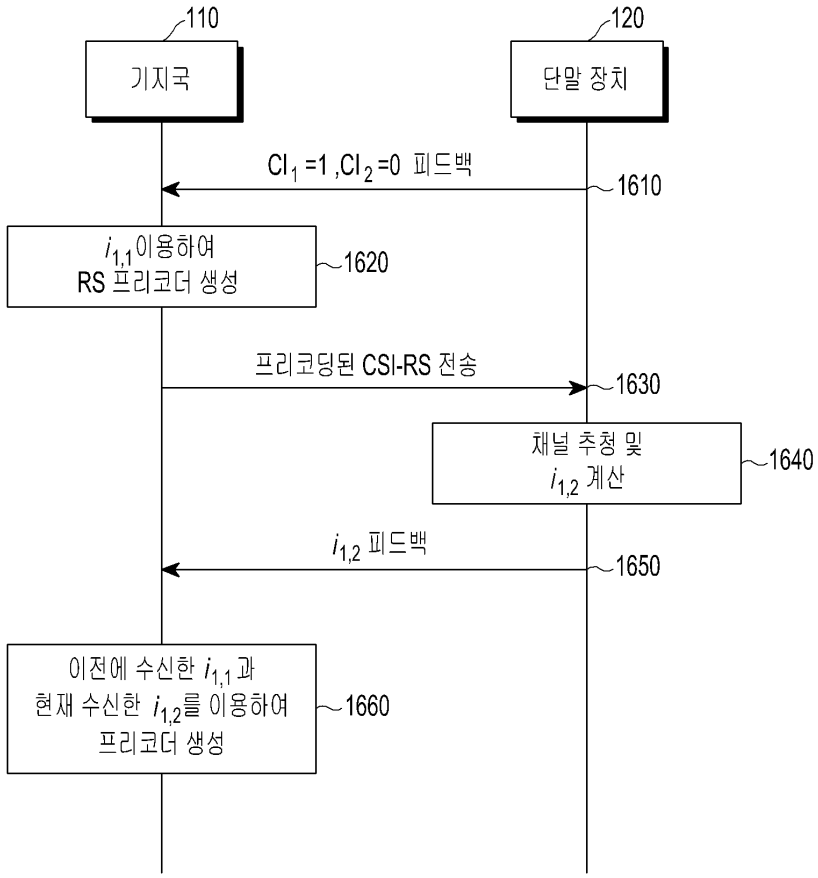
도면14


110
120
기지국
단말 장치
Full/partial port CSI-RS 전송
1410
$i_{1,1}$,$i_{1,2}$, CI_1 ,CI_2 피드백
1420
Precoded CSI-RS 전송
1430

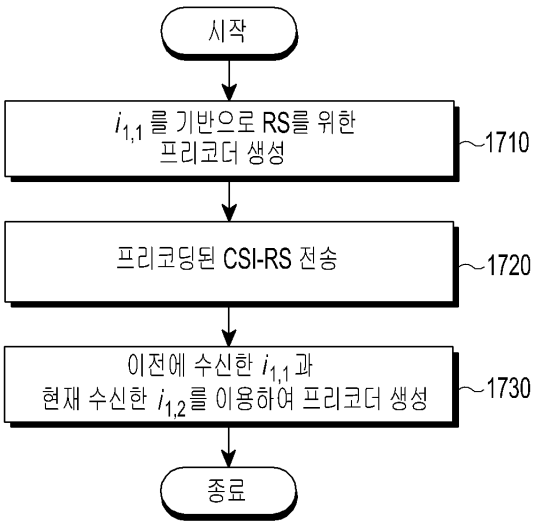
도면15


시작
CSI-RS-configEMIMO-r13을
Precoded-r13으로 설정
1510
RRC 시그널링을 통해 변경된
CSI-RS-configEMIMO-r13 정보를 전송
1520
$i_{1,1}$ 또는 $i_{1,2}$ 기반으로 프리코딩된 RS 전송
1530
종료

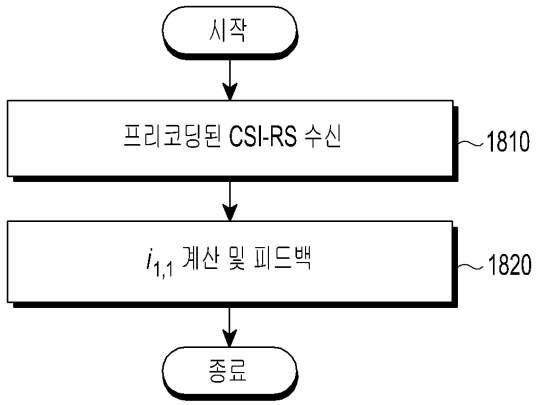
도면16


110
기지국
120
단말 장치
CI_1 =1 ,CI_2 =0 피드백
1610
$i_{1,1}$ 이용하여
RS 프리코더 생성
1620
프리코딩된 CSI-RS 전송
1630
채널 추청 및
$i_{1,2}$ 계산
1640
$i_{1,2}$ 피드백
1650
이전에 수신한 $i_{1,1}$ 과
현재 수신한 $i_{1,2}$ 를 이용하여
프리코더 생성
1660

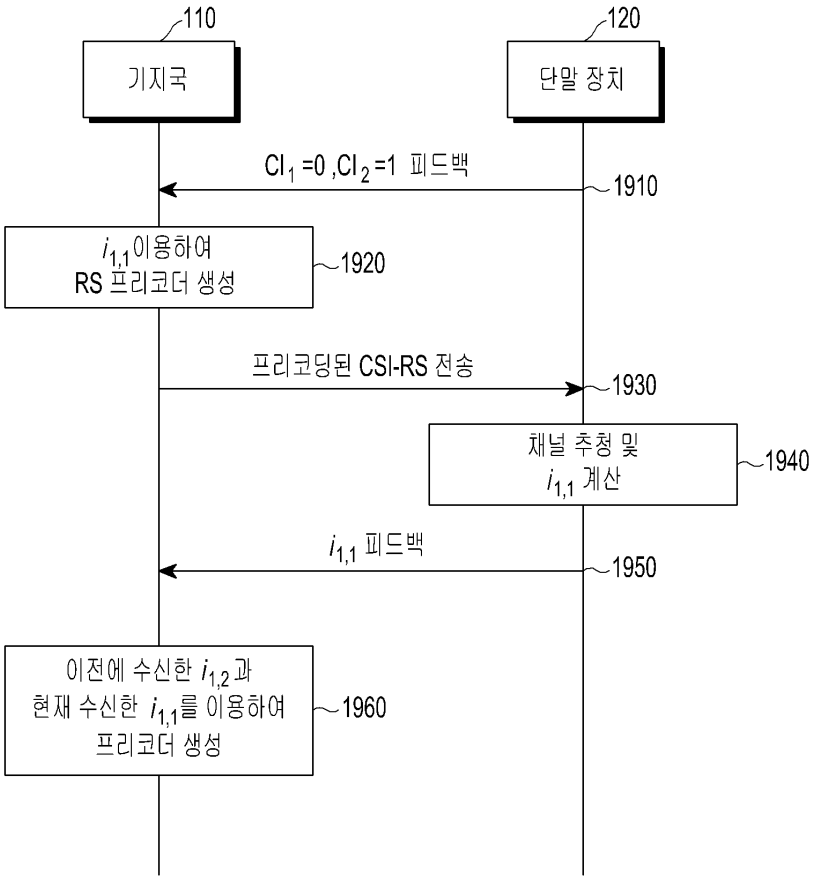
도면17


시작
$i_{1,1}$ 를 기반으로 RS를 위한
프리코더 생성
1710
프리코딩된 CSI-RS 전송
1720
이전에 수신한 $i_{1,1}$ 과
현재 수신한 $i_{1,2}$ 를 이용하여 프리코더 생성
1730
종료

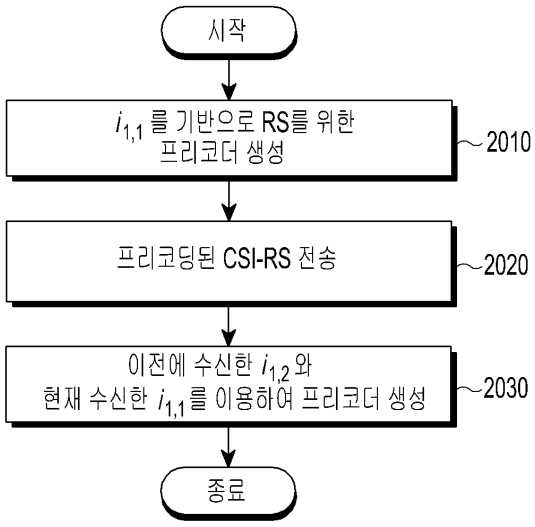
도면18


시작
프리코딩된 CSI-RS 수신
1810
$i_{1,1}$ 계산 및 피드백
1820
종료

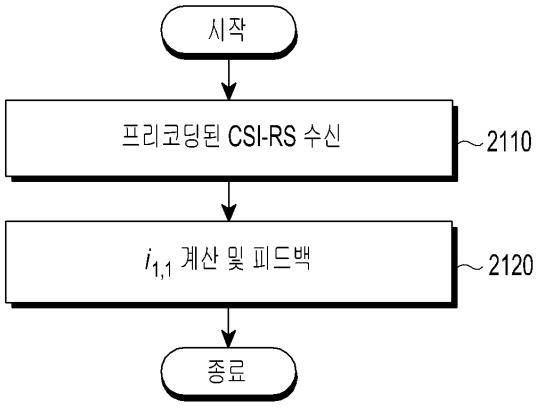
도면19


110
기지국
120
단말 장치
CI_1 =0 ,CI_2 =1 피드백
1910
$i_{1,1}$ 이용하여
RS 프리코더 생성
1920
프리코딩된 CSI-RS 전송
1930
채널 추정 및
$i_{1,1}$ 계산
1940
$i_{1,1}$ 피드백
1950
이전에 수신한 $i_{1,2}$ 과
현재 수신한 $i_{1,1}$ 를 이용하여
프리코더 생성
1960

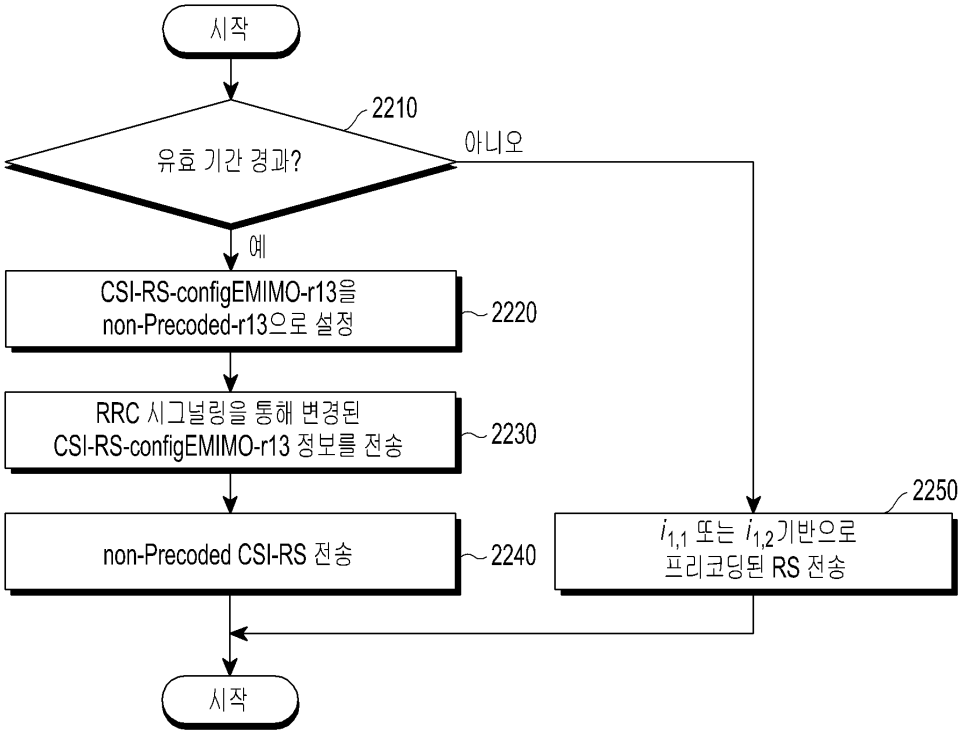
도면20


시작
$i_{1,1}$ 를 기반으로 RS를 위한 프리코더 생성
2010
프리코딩된 CSI-RS 전송
2020
이전에 수신한 $i_{1,2}$ 와 현재 수신한 $i_{1,1}$ 를 이용하여 프리코더 생성
2030
종료

도면21


시작
프리코딩된 CSI-RS 수신
2110
$i_{1,1}$ 계산 및 피드백
2120
종료

도면22


시작
2210
유효 기간 경과?
아니오
예
CSI-RS-configEMIMO-r13을
non-Precoded-r13으로 설정
2220
RRC 시그널링을 통해 변경된
CSI-RS-configEMIMO-r13 정보를 전송
2230
non-Precoded CSI-RS 전송
2240
2250
$i_{1,1}$ 또는 $i_{1,2}$기반으로
프리코딩된 RS 전송
시작