

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 10월 6일 (06.10.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/159621 A1

- (51) 국제특허분류:
H04B 7/06 (2006.01) H04L 5/00 (2006.01)
H04B 7/04 (2006.01) H04L 25/02 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/003166
- (22) 국제출원일: 2016년 3월 28일 (28.03.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
62/139,347 2015년 3월 27일 (27.03.2015) US
62/161,398 2015년 5월 14일 (14.05.2015) US
62/200,930 2015년 8월 4일 (04.08.2015) US
62/204,694 2015년 8월 13일 (13.08.2015) US
62/207,619 2015년 8월 20일 (20.08.2015) US
- (71) 출원인: 삼성전자 주식회사 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) [KR/KR]; 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 최승훈 (CHOI, Seung-Hoon); 13641 경기도 성남시 수정구 위례순환로 150 래미안위례아파트 3403동 1502호, Gyeonggi-do (KR). 노훈동 (NOH, Hoon-Dong); 16698 경기도 수원시 영통구 영통로 290번길

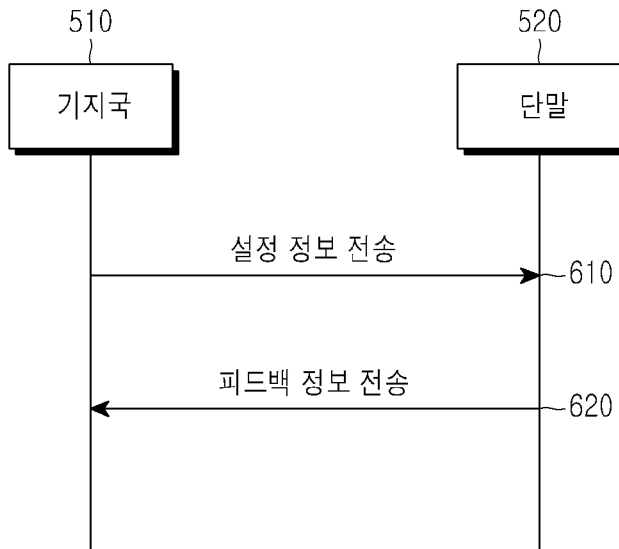
26 벽적골주공아파트 834동 503호, Gyeonggi-do (KR). 김동한 (KIM, Dong-Han); 18107 경기도 오산시 수목원로 615 잔다리마을 1단지아파트 107동 703호, Gyeonggi-do (KR). 신철규 (SHIN, Cheol-Kyu); 16516 경기도 수원시 영통구 광교호수공원로 45호반베르디움아파트 1010동 904호, Gyeonggi-do (KR). 김윤선 (KIM, Yoon-Sun); 13599 경기도 성남시 분당구 내정로 186 파크타운대림아파트 103동 803호, Gyeonggi-do (KR). 박영우 (KWAK, Young-Woo); 16514 경기도 수원시 영통구 센트럴파크로 34 광교센트럴타운 62단지아파트 6209동 1402호, Gyeonggi-do (KR). 지형주 (JI, Hyung-Ju); 05501 서울시 송파구 올림픽로 99 잠실엘스아파트 107동 702호, Seoul (KR). 노상민 (RO, Sang-Min); 06102 서울시 강남구 언주로 116길 6 양지아파트 A동 505호, Seoul (KR). 김영범 (KIM, Young-Bum); 05502 서울시 송파구 올림픽로 135 리센츠아파트 237동 702호, Seoul (KR). 여정호 (YEO, Jeong-Ho); 16476 경기도 수원시 팔달구 인계로 68번길 52창조의집 303호, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 이견주 (LEE, Keon-Joo) 등; 03079 서울시 종로구 대학로 9길 16 미화빌딩, Seoul (KR).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: RESOURCE ALLOCATION DEVICE AND METHOD IN LARGE-SCALE ANTENNA SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 대규모 안테나 시스템에서 자원 할당 장치 및 방법



510 ... Base station
520 ... Terminal
610 ... Configuration information transmission
620 ... Feedback information transmission

(57) Abstract: The present disclosure relates to a 5G or pre-5G communication system for supporting a higher data transmission rate beyond a 4G communication system such as LTE. To this end, a base station using a large-scale antenna transmits, to a terminal, reference signal resource configuration information including multiple pieces of reference signal configuration information and reference signal port information, for transmission of a reference signal, and transmits the reference signal to the terminal, using some or all of channel measurement resources indicated by the multiple pieces of reference signal configuration information and the reference signal port information included in the reference signal resource configuration information. In this case, the channel measurement resources may correspond to antenna ports, the number of which is indicated by a combination of the multiple pieces of reference signal configuration information and the reference signal port information.

(57) 요약서: 본 개시는 LTE와 같은 4G 통신

[다음 쪽 계속]



(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 위한 5G 또는 pre-5G 통신 시스템에 관련된 것이다. 이를 위한, 대규모 안테나를 사용하는 기지국이 기준신호의 전송을 위해 다수의 기준신호 구성정보들과 기준신호 포트 정보를 포함하는 기준신호 자원 구성정보를 단말로 전송하고, 상기 기준신호 자원 구성정보에 포함된 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보에 의해 지시된 채널 측정 자원들 중 일부 또는 전부를 사용하여 상기 기준신호를 상기 단말로 전송한다. 이 경우, 상기 채널 측정 자원들은 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보의 조합에 의해 지시되는 개수만큼의 안테나 포트들에 대응할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 대규모 안테나 시스템에서 자원 할당 장치 및 방법 기술분야

- [1] 본 개시의 다양한 실시 예들은 대규모 안테나 시스템에서 하향링크 채널 상태 정보를 기반으로 자원 할당을 수행하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 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.
- [3] 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 multi-input multi-output: 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.
- [4] 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.
- [5] 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.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 5G 통신 시스템에서 논의되고 있는 massive MIMO, FD-MIMO, 및 대규모 안테나 (large scale antenna) 기술들이 적용된 무선통신시스템 (이하 "대규모

안테나 시스템"이라 칭함)은 기존 무선통신시스템에서 다중 안테나보다 더 많은 개수의 안테나들로 구성된 다수의 배열 안테나를 사용하는 것을 전제로 하고 있다.

- [7] 예컨대, LTE/LTE-A 시스템에서는 송수신 안테나의 개수가 2, 4, 8인 경우에 대한 공간 다중화 (spatial multiplexing)을 지원할 수 있었다. 이 경우 랭크 (rank)는 최대 8까지 지원할 수 있었다.
- [8] 따라서, 기존 무선통신시스템에 비해 상대적으로 많은 8개 이상의 안테나를 사용하는 대규모 안테나 시스템에서 하향링크의 채널상태를 고려하여 고효율의 데이터 송수신을 수행하기 위한 방안을 마련하는 것이 필요하였다.
- [9] 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 대규모 안테나 시스템에서 기지국이 하향링크의 채널 상태를 추정하기 위한 다수의 기준신호에 상응한 구성 정보를 단말에게 공지하고, 상기 공지한 구성 정보를 기반으로 상기 단말로부터 피드백 정보를 수신하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [10] 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 대규모 안테나 시스템에서 데이터 송수신을 수행하기 위한 채널 상태 정보를 생성하고, 상기 생성된 채널 상태 정보를 기지국과 단말 간에 공유하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [11] 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 대규모 안테나 시스템에서 기지국이 대규모 안테나를 지원하기 위한 채널 상태 정보 기준 신호 (channel status information-reference signal, CSI-RS)를 설정하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [12] 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 대규모 안테나 시스템에서 단말이 무선 채널 상태를 측정하고, 상기 측정에 따른 채널 상태 정보를 기지국으로 피드백하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [13] 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 대규모 안테나 시스템에서 단말이 단일 사용자 모드 (single-user MIMO, SU-MIMO)와 다중 사용자 모드 (multi-user MIMO, MU-MIMO)를 고려한 채널 상태 정보를 구성하여 기지국으로 피드백하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [14] 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 대규모 안테나 시스템에서 기지국이 단말로부터 피드백되는 채널 상태 정보를 기반으로 SU-MIMO 모드와 MU-MIMO 모드 중 하나로 결정한 다중 전송 모드에 의해 상기 단말로 데이터를 송수신하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

과제 해결 수단

- [15] 본 개시의 다양한 실시 예에 따른 다중 반송파를 이용하는 다중 접속 방식의 무선통신시스템에서 무선 단말이 채널 상태를 보고하는 방법은, 기지국으로부터 무선 자원 구성 정보를 수신하는 과정과, 상기 수신한 무선 자원 구성 정보를 사용하여 수신한 하나 또는 복수의 채널 상태 지시 기준 신호를 적어도 기반으로 하여 상기 다중 접속 방식에 따른 단일 사용자 모드와 다중 사용자 모드 각각에 대응한 채널 상태 정보를 획득하는 과정과, 상기 단일

사용자 모드에 대응하여 획득한 채널 상태 정보와 상기 다중 사용자 모드에 대응하여 획득한 채널 상태 정보를 기반으로 상기 단일 사용자 모드와 상기 다중 사용자 모드 중에서 하나를 전송 모드로 결정하는 과정 및 상기 결정한 전송 모드를 지시하는 전송 모드 식별 정보를 상기 기지국으로 피드백하는 과정을 포함할 수 있다.

- [16] 본 개시의 다양한 실시 예에 따른 다중 반송파를 이용하는 다중 접속 방식의 무선통신시스템에서 채널 상태를 보고하는 무선 단말은, 기지국으로부터 무선 자원 구성 정보를 수신하고, 상기 기지국으로 채널 상태 정보를 송신하는 통신부 및 상기 수신한 무선 자원 구성 정보를 사용하여 수신한 하나 또는 복수의 채널 상태 지시 기준 신호를 적어도 기반으로 하여 상기 다중 접속 방식에 따른 단일 사용자 모드와 다중 사용자 모드 각각에 대응한 채널 상태 정보를 획득하고, 상기 단일 사용자 모드에 대응하여 획득한 채널 상태 정보와 상기 다중 사용자 모드에 대응하여 획득한 채널 상태 정보를 기반으로 상기 단일 사용자 모드와 상기 다중 사용자 모드 중에서 하나를 전송 모드로 결정하며, 상기 결정한 전송 모드를 지시하는 전송 모드 식별 정보를 상기 통신부를 통해 상기 기지국으로 피드백하는 제어부를 포함할 수 있다.

- [17] 본 개시의 다양한 실시 예에 따른 대규모 안테나를 사용하는 무선통신시스템에서 하향링크에 대한 자원 할당 정보를 전송하는 기지국은, 채널 상태 정보의 피드백을 위해 구성된 다수의 기준신호 구성 그룹들을 포함하는 하나의 기준신호 구성 정보를 생성하는 제어부와, 상기 생성한 하나의 기준신호 구성 정보를 단말로 전송하는 통신부를 포함하고, 여기서 상기 다수의 기준신호 구성 그룹들 각각은 소정의 자원 할당 영역을 구성하는 자원 요소들 중 하향링크의 채널 상태를 측정하기 위해 사용할 기준신호 포트들을 지시하는 정보를 포함한다.

- [18] 본 개시의 다양한 실시 예에 따른 대규모 안테나를 사용하는 기지국이 하향링크의 채널 상태를 측정하기 위한 기준신호를 전송하는 방법은, 상기 기준신호의 전송을 위해 다수의 기준신호 구성정보들과 기준신호 포트 정보를 포함하는 기준신호 자원 구성정보를 단말로 전송하는 과정과, 상기 기준신호 자원 구성정보에 포함된 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보에 의해 지시된 채널 측정 자원들 중 일부 또는 전부를 사용하여 상기 기준신호를 상기 단말로 전송하는 과정을 포함하며, 여기서 상기 채널 측정 자원들은 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보의 조합에 의해 지시되는 개수만큼의 안테나 포트들에 대응함을 특징으로 한다.

- [19] 본 개시의 다양한 실시 예에 따른 대규모 안테나를 사용하는 무선통신시스템에서 하향링크의 채널 상태를 측정하기 위한 기준신호를 전송하는 기지국은, 상기 기준신호의 전송을 위해 다수의 기준신호 구성정보들과 기준신호 포트 정보를 포함하는 기준신호 자원 구성정보를 구성하는 제어부와, 상기 기준신호 자원 구성정보를 단말로 전송하고, 상기

기준신호 자원 구성정보에 포함된 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보에 의해 지시된 채널 측정 자원들 중 일부 또는 전부를 사용하여 상기 기준 신호를 상기 단말로 전송하는 통신부를 포함하며, 여기서 상기 채널 측정 자원들은 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트정보의 조합에 의해 지시되는 개수만큼의 안테나 포트들에 대응함을 특징으로 한다.

- [20] 본 개시의 다양한 실시 예에 따른 다중 반송파를 이용하는 다중 접속 방식의 무선통신시스템에서 무선 단말이 채널 상태를 보고하는 방법은, 기지국으로부터 다수의 기준신호 구성정보들과 기준신호 포트 정보를 포함하는 기준신호 자원 구성 정보를 수신하는 과정과, 상기 기준신호 자원 구성정보에 포함된 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보에 의해 지시된 채널 측정 자원들 중 일부 또는 전부를 사용하여 상기 기준 신호를 수신하는 과정 및 상기 수신한 기준 신호를 측정한 하향링크 채널 상태에 따른 피드백 정보를 상기 기지국으로 보고하는 과정을 포함하며, 여기서, 상기 채널 측정 자원들은 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보의 조합에 의해 지시되는 개수만큼의 안테나 포트들에 대응함을 특징으로 한다.

- [21] 본 개시의 다양한 실시 예에 따른 다중 반송파를 이용하는 다중 접속 방식의 무선통신시스템에서 채널 상태를 보고하는 무선 단말은, 기지국으로부터 다수의 기준신호 구성정보들과 기준신호 포트 정보를 포함하는 기준신호 자원 구성정보를 수신하고, 하향링크 채널 상태에 따른 피드백 정보를 상기 기지국으로 보고하는 통신부 및 상기 기준신호 자원 구성정보에 포함된 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보에 의해 지시된 채널 측정 자원들 중 일부 또는 전부를 사용하여 기준 신호를 수신하도록 상기 통신부를 제어하고, 상기 수신한 기준 신호를 측정한 하향링크 채널 상태에 따른 상기 피드백 정보를 구성하는 제어부를 포함하고, 여기서, 상기 채널 측정 자원들은 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보의 조합에 의해 지시되는 개수만큼의 안테나 포트들에 대응함을 특징으로 한다.

도면의 간단한 설명

- [22] 도 1은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, FD-MIMO 시스템을 도시한 도면이다.
- [23] 도 2는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 무선통신시스템에서의 안테나 배열 예를 도시한 도면이다.
- [24] 도 3은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, FD-MIMO 시스템에서의 무선 자원의 일 예를 도시한 도면이다.
- [25] 도 4는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예를 위해, 간섭 측정 자원 (IMR: interference measurement resource)이 적용된 두 개의 기지국에서 전송하는 신호를 도시한 도면이다.

- [26] 도 5는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 다중 접속 방식을 지원하는 무선통신시스템의 일 예를 도시한 도면이다.
- [27] 도 6은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 다중 접속 방식을 지원하는 무선통신시스템에서 채널 추정 절차를 도시한 도면이다.
- [28] 도 7은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 기지국의 구조를 도시한 도면이다.
- [29] 도 8은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 단말의 구조를 도시한 도면이다.
- [30] 도 9는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 기지국에서 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.
- [31] 도 10은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 단말에서 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.
- [32] 도 11은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 단말이 다중 전송 모드를 지시하는 식별 정보를 결정하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.
- [33] 도 12는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 단말이 SU/MU 지시자를 wCQI를 기준으로 피드백하는 시나리오를 도시한 도면이다.
- [34] 도 13은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 단말이 SU/MU 지시자를 sCQI를 기준으로 피드백하는 시나리오를 도시한 도면이다.
- [35] 도 14는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 단말이 SU/MU 지시자를 wCQI와 sCQI에 별도로 피드백하는 시나리오를 도시한 도면이다.
- [36] 도 15는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 거대 다중 안테나 시스템에서 안테나 구성 및 측정을 위한 CSI-RS의 구성 예를 도시한 도면이다.
- [37] 도 16은 본 개시에서 제안된 실시 예에 따른, FD-MIMO 시스템에서 다수의 CSI-RS 구성을 위한 다수의 CSI-process를 설정하는 예를 도시한 도면이다.
- [38] 도 17은 본 개시에서 제안된 실시 예에 따른, FD-MIMO 시스템에서 다수의 CSI-RS 구성을 위한 하나의 CSI-process를 설정하는 예를 도시한 도면이다.
- [39] 도 18은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, FD-MIMO 시스템에서 CSI-RS의 구성에 대한 일 예를 도시한 도면이다.
- [40] 도 19는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 하나의 CSI 프로세스에 다수의 CSI-RS 구성을 연계하기 위한 설정 예를 도시한 도면이다.
- [41] 도 20은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 다수의 CSI-RS 자원 위치들을 사용하여 CSI를 생성하는 예를 도시한 도면이다.
- [42] 도 21은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 기지국이 CSI-RS 자원과 CSI-RS 포트 인덱스를 매핑한 예를 도시한 도면이다.

- [43] 도 22는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 교차점 기준신호의 위치에 대한 예들을 도시한 도면이다.
- [44] 도 23은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 비트맵을 이용하여 기지국의 CSI-RS 천공 패턴을 단말이 인지하도록 하는 예를 도시한 도면이다.
- [45] 도 24는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 복합 비트맵 지시에 의한 CSI-RS 천공 패턴을 인지하도록 하는 예를 도시한 도면이다.
- [46] 도 25는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 사용되지 않는 CSI-RS를 공지하는 예를 도시한 도면이다.
- [47] 도 26은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 각 CSI-RS 자원이 일부 CSI-RS 포트 인덱스를 공유하는 예를 도시한 도면이다.
- [48] 도 27은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 각 CSI-RS 자원이 일부 CSI-RS 포트 인덱스를 공유하는 다른 예를 도시한 도면이다.
- [49] 도 28은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 다수의 CSI-RS들이 설정된 하나의 CSI process의 일 예를 도시한 도면이다.
- [50] 도 29는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 다수의 CSI-RS들이 설정된 하나의 CSI process의 다른 예를 도시한 도면이다.
- [51] 도 30은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, CSI-RS 포트들을 설정하는 다른 예를 도시한 도면이다.
- [52] 도 31은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 채널 측정 자원 (CMR: channel measurement resource) 패턴의 일 예를 도시한 도면이다.
- [53] 도 32는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 자원 지시자에 의해 CMR 패턴이 지시되는 예를 도시한 도면이다.
- [54] 도 33은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, CSI-RS 자원을 할당하는 패턴에 대한 일 예를 도시한 도면이다.
- [55] 도 34는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, CSI-RS 자원을 할당하는 패턴에 대한 다른 예를 도시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [56] 이하 본 개시에서 제안된 실시 예를 첨부한 도면과 함께 상세히 설명한다. 본 개시에서 제안된 실시 예를 설명함에 있어 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 그리고 용어들은 본 개시에서 제안된 실시 예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [57] 도 1은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, FD-MIMO 시스템을 도시한 도면이다.

- [58] 도 1을 참조하면, 기지국은 안테나 집합 100을 사용하여 무선 신호를 전송한다. 상기 안테나 집합 100을 구성하는 복수 개의 송신 안테나들 (일 예로 8개 이상)은 서로 최소 거리를 유지하도록 배치된다 (참조번호 110).
- [59] 상기 기지국은 안테나 집합 100을 구성하는 다수의 송신 안테나들을 이용한 고차 다중 사용자 MIMO (high order MU (multi user)-MIMO)에 의해 복수의 단말로 무선 신호를 송신할 수 있다. 상기 고차 MU-MIMO는 다수의 기지국 송신 안테나를 이용하여 다수의 단말에게 공간적으로 분리된 송신 빔을 할당하여 데이터를 송신하는 것이다. 상기 고차 (high order) MU-MIMO는 동일한 시간 및 주파수 자원을 이용하여 이루어질 수 있다.
- [60] FD-MIMO 시스템에서 단말은 채널 상황 및 간섭의 크기를 정확하게 측정하고, 이를 이용하여 효과적인 채널 상태 정보를 기지국으로 전송할 수 있어야 한다. 상기 기지국은 채널상태 정보를 기반으로 단말에 대해 적용할 전송 모드 (SU-MIMO, MU-MIMO), 전송 속도, 프리코딩 (precoding) 등을 결정할 수 있다. 상기 MU-MIMO를 지원하기 위해, 상기 기지국은 단말로부터 MU-MIMO에 대한 채널 상태 정보를 피드백받을 필요가 있다.
- [61] 따라서 본 개시에서 제안될 실시 예에서는 FD-MIMO 시스템에서 기지국이 특정 단말에 대해 전송 모드로 SU-MIMO와 MU-MIMO 중 하나를 선택적으로 적용할 수 있는 방안을 마련할 것이다.
- [62] 도 2는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 무선통신시스템에서의 안테나 배열 예를 도시한 도면이다.
- [63] 도 2를 참조하면, massive MIMO 시스템 또는 FD-MIMO 시스템에서의 안테나 집합은 2차원으로 배열된 다수 안테나(8개 이상)를 포함할 수 있다. 상기 안테나 집합은, 예를 들어, 수십 개 또는 그 이상의 송신 안테나를 포함할 수 있다. 상기 복수 개의 송신 안테나들은 일정 거리를 유지하도록 배치된다. 상기 일정 거리는, 예를 들어, 송신되는 무선신호의 파장 길이의 절반의 배수에 해당할 수 있다.
- [64] 상기 기지국의 송신 장비는, 예를 들어, 가로축에 배열된 N_H 개의 안테나와 세로 축에 배열된 N_V 개의 안테나를 이용하여 단말로 신호를 전송할 수 있다. 이런 경우, 상기 기지국 송신 장비는 복수의 송신 안테나 별로 프리코딩 (precoding)을 적용하고, 이를 기반으로 복수의 단말에게 신호를 송신할 수 있다.
- [65] 따라서 본 개시에서 제안될 실시 예에서는 massive MIMO 시스템 또는 FD-MIMO 시스템에서 전체 시스템 용량 측면에서 최적의 성능을 이끌어 낼 수 있도록 기준 신호를 위한 자원과 트래픽 채널 전송을 위한 자원 사이에 적절한 배분을 수행하는 방안을 마련할 것이다.
- [66] 도 3은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, FD-MIMO 시스템에서의 무선 자원의 일 예를 도시한 도면이다.
- [67] 도 3을 참조하면, 무선 자원은 시간 축과 주파수 축에 의해 정의될 수 있다. 상기 시간 축은 하나의 서브프레임으로 이루어질 수 있다. 상기 주파수 축은 하나의

자원 블록 (resource block, RB)으로 이루어질 수 있다. 상기 하나의 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼들을 포함하고, 상기 하나의 자원 블록은 12개의 서브캐리어를 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 무선 자원은 고유 주파수 및 시간 위치를 갖는 168개의 자원 요소 (resource element, RE)로 구성될 수 있다.

- [68] 상기 무선 자원에서는 CRS (cell specific RS), DMRS (demodulation reference signal), PDSCH (physical downlink shared channel), CSI-RS (channel status information reference signal), 기타 제어채널 (PHICH, PCFICH, PDCCH) 등의 서로 다른 종류의 신호가 전송될 수 있다.
- [69] 상기 CRS는 하나의 셀에 속한 모든 단말을 위하여 주기적으로 전송되는 기준신호이다. 상기 CRS는 복수 개의 단말들이 공통으로 이용할 수 있다. 상기 DMRS는 특정 단말을 위하여 전송되는 기준신호이다. 상기 DMRS는 해당 단말에게 데이터를 전송할 경우에만 전송될 수 있다. 상기 PDSCH는 하향링크로 전송되는 데이터 채널로써, 데이터 영역에서 기준신호가 전송되지 않는 RE를 이용하여 전송될 수 있다. 상기 CSI-RS는 하나의 셀에 속한 단말들을 위하여 전송되는 기준신호로써, 채널 상태를 측정하는데 이용될 수 있다. 복수의 CSI-RS는 하나의 셀에서 전송될 수 있다. 상기 기타 제어채널 (PHICH, PCFICH, PDCCH)는 단말이 PDSCH를 수신하는데 필요한 제어정보를 제공하거나 상향링크의 데이터 송신에 대한 HARQ를 운용하기 위한 ACK/NACK 전송하는데 사용될 수 있다.
- [70] 기지국은 A, B, C, D, E, F, G, H, I, J로 표시된 위치의 RE들 중 일부 또는 전체 RE에서 CSI-RS를 전송하거나 뉀팅을 적용할 수 있다. 상기 CSI-RS는 전송하는 안테나 포트 수에 따라서 2개, 4개, 8개의 RE로 전송될 수 있다.
- [71] 예컨대, 안테나 포트 수가 2개일 경우 특정 패턴의 절반에 CSI-RS가 전송되며, 안테나 포트 수가 4개일 경우 특정 패턴의 전체에 CSI-RS가 전송되고, 안테나 포트 수가 8개일 경우 두 개의 패턴을 이용하여 CSI-RS가 전송된다.
- [72] 단말은 CSI-RS 외에 CSI-IM (혹은 IMR, interference measurement resources)을 기지국으로부터 할당받을 수 있다. 상기 CSI-IM의 자원은 4 포트를 지원하는 CSI-RS와 동일한 자원 구조와 위치를 가질 수 있다. 상기 CSI-IM은 하나 이상의 기지국으로부터 데이터를 수신하는 단말이 인접한 기지국으로부터 간섭을 정확하게 측정하기 위한 자원이다. 일 예로, 기지국은 CSI-RS와 두 개의 CSI-IM 자원을 구성하고, 하나의 CSI-IM에서 인접 기지국이 항상 신호를 전송하도록 하고, 다른 하나의 CSI-IM에서 인접 기지국이 항상 신호를 전송하지 않도록 하여 인접 기지국의 간섭 양을 측정할 수 있다.
- [73] 기지국은 하향링크 채널 상태를 측정하기 위하여 기준신호, 즉 CRS 또는 채널 상태 정보 기준 신호 (channel status information reference signal, CSI-RS)를 단말로 전송할 수 있다. 상기 단말은 상기 기지국이 전송하는 CRS 또는 CSI-RS를 이용하여 기지국과 자신 사이의 채널 상태를 측정할 수 있다. 상기 채널 상태는 기본적으로 몇 가지 요소가 고려되어야 한다. 여기에는 하향링크에서의

간섭량이 포함될 수 있다. 상기 하향링크에서의 간섭량은 인접 기지국에 속한 안테나에 의하여 발생하는 간섭신호 및 열 잡음 등이 포함될 수 있다. 상기 하향링크에서의 간섭량은 단말이 하향링크의 채널 상황을 판단하는데 중요하게 사용될 수 있다.

- [74] 상기 단말은 하향링크의 채널상태에 대한 정보를 기지국에게 피드백할 수 있다. 상기 단말은, 예를 들어, 기지국이 전송하는 기준신호를 측정하고, 상기 측정에 의해 추출한 정보를 기지국으로 피드백한다. 상기 단말이 피드백하는 정보는 랭크 지시자 (rank indicator, RI), 프리코더 매트릭스 지시자 (precoder matrix indicator, PMI), 채널 품질 지시자 (channel quality indicator, CQI) 등을 포함할 수 있다.
- [75] 상기 RI는 단말이 현재 채널상태에서 수신할 수 있는 특정 계층 (spatial layer)의 개수이고, 상기 PMI는 단말이 현재 채널상태에서 선호하는 프리코딩 매트릭스에 대한 지시자이며, 상기 CQI는 단말이 현재의 채널 상태에서 수신할 수 있는 최대 데이터 전송률이다. 상기 CQI는 최대 데이터 전송률과 유사하게 활용될 수 있는 신호 에너지 대 간섭 및 잡음 세기 (SINR), 최대의 오류정정 부호화율 (code rate) 및 변조 방식, 주파수당 데이터 효율 등으로 대체될 수 있다.
- [76] 상기 RI, PMI, CQI는 서로 연관되어 있다. 한 예로 프리코딩 매트릭스는 랭크 별로 다르게 정의될 수 있다. 따라서, RI가 1의 값을 가질 때 PMI 값과, RI가 2의 값을 가질 때 PMI 값은, 그 값이 동일하더라도 다르게 해석이 된다. 또한, 단말이 CQI를 결정할 때에도 자신이 기지국에 통보한 랭크 값과 PMI 값이 기지국에서 적용되었다고 가정한다. 즉, 단말이 RI_X, PMI_Y, CQI_Z를 기지국에 통보한 경우, 랭크가 RI_X이고 프리코딩이 PMI_Y일 때, CQI_Z에 해당하는 데이터 전송률을 단말이 수신할 수 있다는 것을 의미한다. 이와 같이 단말은 CQI를 계산할 때에 기지국에 어떤 전송방식을 수행할지를 가정함으로써, 해당 전송방식으로 실제 전송을 수행하였을 때 최적화된 성능을 얻을 수 있도록 한다.
- [77] 상기 채널정보 생성 및 보고를 수행하기 위하여 대규모 안테나를 보유하는 기지국의 경우에는 8개 이상의 안테나의 채널을 측정하는 기준신호 자원을 구성하여 단말에 전송해야 한다. 이런 경우, 가용한 CSI-RS 자원은 최대 48개의 RE를 사용할 수 있으나, 현재 하나의 셀 당 8개까지의 CSI-RS를 설정하는 것이 가능하다. 따라서 8개 이상의 CSI-RS 포트들에 기반으로 동작할 수 있는 FD-MIMO 시스템을 지원하기 위하여 새로운 CSI-RS 설정 방법이 필요하게 된다.
- [78] 도 4는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예를 위해, IMR이 적용된 두 개의 기지국에서 전송하는 신호를 도시한 도면이다.
- [79] 도 4를 참조하면, eNB A는 cell A 내에 위치하는 단말에 대하여 IMR C를 설정한다. eNB B는 cell B 내에 위치하는 단말에 대하여 IMR J를 설정한다. 즉, cell A 내에 위치하는 단말들은 eNB A에서 전송하는 PDSCH를 수신하게 되는데, 이를 위하여 eNB A로 채널 상태 정보를 통보해야 한다.

- [80] 단말은 채널상태 정보를 생성하기 위해, 채널의 $E_s/(I_o+N_o)$ (신호 에너지 대 간섭 및 잡음 세기)를 측정할 수 있어야 한다. IMR은 단말이 간섭 및 잡음 세기를 측정할 수 있도록 한다.
- [81] 상기 eNB A와 상기 eNB B가 동시에 신호를 전송할 경우, 서로에게 간섭을 발생시킬 수 있다. 즉, eNB B에서 전송되는 신호는 eNB A로부터 신호를 수신하고 있는 단말에게 간섭으로 작용할 수 있다. 또한, eNB A에서 전송되는 신호는 eNB B로부터 신호를 수신하고 있는 단말에게 간섭으로 작용할 수 있다.
- [82] 상기 eNB A는 cell A 내에 위치한 단말이 eNB B로 인해 발생하는 간섭을 측정하도록 IMR C를 해당 단말에게 설정한다. 상기 eNB A는 IMR C의 위치에서 신호를 전송하지 않는다. 결과적으로 단말이 IMR C에서 수신하는 신호는 400 및 410과 같이 eNB B에서 전송한 신호이다. 즉, 단말은 IMR C에서 eNB B에서 전송한 신호만을 수신하게 되며, 이 신호의 수신 세기를 측정하여 eNB B로 인해 발생하는 간섭 세기를 판단할 수 있게 된다. 마찬가지로 eNB B는 cell B 내에 위치한 단말이 eNB A로 인해 발생하는 간섭을 측정하도록 IMR J를 해당 단말에게 설정할 수 있다. 이 경우, 상기 eNB B는 IMR J의 위치에서 신호를 전송하지 않는다.
- [83] 상기 IMR을 이용할 경우 다른 eNB 또는 전송지점에서 발생하는 간섭의 세기를 효과적으로 측정할 수 있다. 즉 복수의 셀이 공존하는 다중 셀 이동통신 시스템 또는 분산 안테나 시스템에서 IMR을 활용하여 인접 셀에서 발생하는 간섭의 세기 또는 인접 전송지점에서 발생하는 간섭의 세기를 효과적으로 측정할 수 있다. 또한, IMR을 이용하여 MU-MIMO 간섭의 세기도 측정할 수 있다.
- [84] 상술한 바를 기반으로 제안될 실시 예에서는 massive MIMO 시스템 또는 FD-MIMO 시스템에서 단말이 기지국으로 하향링크에 대응한 채널 상태 정보를 보고함으로써, 기지국에 의한 효율적인 자원 할당 등이 수행될 수 있도록 하는 방안을 마련할 것이다.
- [85] 이를 위한 하나의 실시 예에 따르면, massive MIMO 시스템 또는 FD-MIMO 시스템에서 특정 단말에 대해 SU-MIMO와 MU-MIMO를 선택적으로 적용할 수 있는 방안을 마련할 것이다.
- [86] 이를 위한 하나의 실시 예에 따르면, massive MIMO 시스템 또는 FD-MIMO 시스템에서 전체 시스템 용량 측면에서 최적의 성능을 이끌어 낼 수 있도록 기준 신호를 위한 자원과 트래픽 채널 전송을 위한 자원 사이에 적절한 배분을 수행하는 방안을 마련할 것이다.
- [87] 도 5는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 다중 접속 방식을 지원하는 무선통신시스템의 일 예를 도시한 도면이다.
- [88] 도 5를 참조하면, 기지국(510)은 다수의 셀을 관장하며, 상기 다수 셀에 분포하는 단말들(단말 #1 내지 단말 #N)(520-1, 520-N)과의 신호 송/수신을 수행할 수 있다. 상기 기지국(510)은 OFDMA (orthogonal frequency division multiple access) 등과 같은 다중 반송파 (multi-carrier)를 이용하는 다중 접속 방식

- (multiple access scheme)을 기반으로 신호를 송신하거나 수신할 수 있다.
- [89] 상기 기지국(510)과 상기 단말 #1 내지 단말 #N(520-1, 520-N)은 다중 접속 방식을 지원하기 위해, 다수의 송신 또는 수신 안테나를 구비할 수 있다. 상기 기지국(510)은 N_{Tx} 개의 송신 안테나를 구비하고, 상기 단말 #1 내지 단말 #N(520-1, 520-N) 각각은 N_{Rx1} 개 또는 N_{Rx2} 개의 수신 안테나를 구비함을 가정하고 있다.
- [90] 상기 기지국(510)은 설정 정보 및 채널 추정을 위한 기준 신호를 상기 단말 #1 내지 단말 #N(520-1, 520-N)로 전송할 수 있다. 상기 설정 정보는 CSI-RS에 대한 설정 정보, RRC 정보의 전체 또는 일부를 포함할 수 있다.
- [91] 상기 기지국(510)은 상기 설정 정보에 의해 정해진 타이밍에서 단말로부터 피드백 정보를 수신할 수 있다. 상기 기지국(510)은 수신한 피드백 정보에 적어도 기반으로 하여 전송 방법을 결정할 수 있다. 이런 경우, 상기 기지국은 결정한 전송 방법을 기반으로 단말과 신호를 송신하거나 수신할 수 있다.
- [92] 상기 단말 #1 내지 단말 #N(520-1, 520-N)은 기지국(510)으로부터 설정 정보를 수신할 수 있다. 상기 단말 #1 내지 단말 #N(520-1, 520-N)은 상기 기지국(510)으로부터 수신한 기준 신호 (CSI-RS 등)을 기반으로 채널 추정을 수행할 수 있다. 상기 단말 #1 내지 단말 #N(520-1, 520-N)은 채널 추정에 따른 정보를 기반으로 피드백 정보를 구성하고, 상기 설정 정보에 의해 정해진 타이밍에서 상기 기지국(510)으로 상기 구성한 피드백 정보를 전송할 수 있다. 이 경우, 상기 단말 #1 내지 단말 #N(520-1, 520-N)은 상기 기지국(510)이 피드백 정보에 적어도 기반으로 하여 결정한 전송 방법에 의해 상기 기지국(510)과 신호를 송신하거나 수신할 수 있다.
- [93] 도 6은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 다중 접속 방식을 지원하는 무선통신시스템에서 채널 추정 절차를 도시한 도면이다.
- [94] 도 6을 참조하면, 610단계에서 기지국(510)은 설정 정보 및 채널 추정을 위한 기준 신호를 단말(520)로 전송하고, 상기 단말(520)은 상기 기지국(510)에 의해 전송된 설정 정보 및 채널 추정을 위한 기준 신호를 수신할 수 있다. 상기 설정 정보는 CSI-RS에 대한 설정 정보, RRC 정보의 전체 또는 일부를 포함할 수 있다.
- [95] 일 실시 예에 따르면, 상기 기지국(510)은 효과적인 데이터 송수신을 수행하기 위한 채널 상태 정보를 생성하고, 상기 생성한 채널 상태 정보를 설정 정보에 포함시켜 상기 단말(520)로 제공할 수 있다.
- [96] 620단계에서 상기 단말(520)은 채널 추정에 따른 결과를 기반으로 마련된 피드백 정보를 상기 기지국(510)으로 전송하고, 상기 기지국(510)은 상기 단말(520)에 의해 전송된 피드백 정보를 수신할 수 있다. 상기 피드백 정보는 RI, PMI, sCQI와 wCQI 중 적어도 하나의 CQI 외에 SU/MU 지시자 (SMI)를 더 포함할 수 있다. 상기 SMI는 하향링크에 대한 채널 추정을 통해, 현재 채널 상황을 고려할 시, 선호되는 다중 전송 모드로 SU-MIMO 모드와 MU-MIMO 모드 중 하나를 지시하는 정보이다.

- [97] 도 7은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 기지국의 구조를 도시한 도면이다.
- [98] 도 7을 참조하면, 기지국은 제어부(710)와 통신부(720)를 포함할 수 있다. 상기 제어부(710)는 기지국을 구성하는 모든 구성의 상태 및 동작을 제어할 수 있다. 상기 통신부(720)는 상기 제어부(710)의 제어에 의해 상대 디바이스 (예를 들면, 단말)와의 통신을 수행할 수 있다.
- [99] 상기 제어부(710)는, 예를 들어, 단말의 채널 추정을 위한 CSI-RS 자원을 단말에게 할당할 수 있다. 상기 CSI-RS 자원에 의한 채널 추정은 수평 및 수직 성분에 대한 채널 추정을 모두 포함할 수 있다. 상기 제어부(710)는 피드백자원 및 피드백 타이밍을 단말에게 할당할 수 있다. 상기 제어부(710)는 특정 단말에 대해 할당된 피드백 타이밍에서 상기 특정 단말에 의해 보고되는 피드백 정보를 수신하고, 상기 수신한 피드백 정보를 해석할 수 있다. 이를 위해, 상기 제어부(710)는 자원 할당부(712)를 내부에 구비할 수 있다.
- [100] 상기 자원 할당부(712)는 단말이 수직 및 수평 성분 채널을 각각 추정할 수 있도록, CSI-RS를 각각의 자원에 할당하고, 해당 자원을 사용하여 CSI-RS를 상기 통신부(720)를 통해 상대 디바이스로 전송할 수 있다. 상기 자원 할당부(712)는 여러 단말로부터의 피드백 정보가 충돌하지 않도록, 단말 별로의 피드백 설정 및 피드백타이밍을 할당하고, 해당 타이밍에서 설정된 피드백 정보를 수신할 수 있다. 상기 자원 할당부(712)는 수신한 피드백 정보의 해석까지도 수행할 수 있다.
- [101] 도면에서는 자원 할당부(712)가 제어부(710) 내에서 별도의 블록으로 구성됨을 도시하였으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 자원 할당부(712)가 수행하는 기능을 제어부(710)가 대신하여 수행할 수도 있으며, 이 경우 상기 자원 할당부(712)는 별도의 블록으로 구성될 필요가 없을 것이다. 또한, 상기 자원 할당부(712)는 상기 제어부(710)의 내부가 아닌 기지국을 구성하기 위한 별도 구성으로 구비될 수도 있다.
- [102] 일 실시 예에 따르면, 제어부(710)는 단말 별로 보고되는 피드백 정보를 기반으로 해당 단말에 대해 SU-MIMO 전송이 적합한지 MU-MIMO 전송이 적합한지를 판단할 수 있다. 상기 제어부(710)는 판단 결과를 기반으로 해당 단말에 대해 SU-MIMO 전송 또는 MU-MIMO 전송을 지원할 수 있다.
- [103] 좀 더 구체적으로, 제어부(710)는 적어도 두 개의 기준 신호 각각에 대한 설정 정보를 단말에 전송하도록 통신부(720)를 제어할 수 있다. 상기 제어부(710)는 상기 적어도 두 개의 기준 신호를 측정할 수 있다. 상기 제어부(710)는 피드백 설정 정보를 상기 단말에 전송하도록 상기 통신부(720)를 제어할 수 있다. 상기 피드백 설정 정보는 상기 단말이 상기 적어도 두 개의 기준 신호를 측정한 결과에 따른 피드백 정보를 생성할 수 있도록 구성될 수 있다.
- [104] 이런 경우, 상기 제어부(710)는 상기 적어도 두 개의 기준 신호를 상기 단말에 전송하고, 상기 피드백 설정 정보에 따른 피드백타이밍에서 상기 단말로부터

- 전송되는 피드백 정보를 수신하도록 상기 통신부(720)를 제어할 수 있다.
- [105] 상술한 바에 따르면, 고차 (High order) MU-MIMO 전송이 보다 빈번하게 일어날 수 있는 FD-MIMO 시스템에서, 기지국은 단말로부터 채널 품질 지사자 (CQI: channel quality indicator)를 피드백받을 수 있다. 상기 CQI는 SU-MIMO 전송이 적합한지 혹은 MU-MIMO 전송이 적합한지 알려줄 수 있다. 이 경우, 단말이 MU-MIMO에 대한 채널 정보를 불필요하게 피드백하는 것을 방지할 수 있으며, 기지국이 채널 환경에 적합하게 SU-MIMO와 MU-MIMO 중 하나를 동작시킬 수 있도록 한다.
- [106] 다른 실시 예에 따르면, 제어부(710)는 FD-MIMO 전송을 기반으로 고효율 데이터 송신 및 수신을 수행하기 위한 전반적인 동작을 수행할 수 있다. 상기 제어부(710)는, 예를 들어, 다수의 CSI-RS에 관한 구성 정보를 단말에 공지함으로써, 상기 공지된 구성 정보에 따라 단말이 피드백 정보를 생성할 수 있도록 한다.
- [107] 좀 더 구체적으로, 제어부(710)는 통신부(720)를 제어하여 적어도 하나 이상의 기준 신호 각각에 대한 설정 정보를 단말에 전송할 수 있다. 상기 제어부(710)는 상기 적어도 하나 이상의 기준 신호를 생성할 수 있다. 상기 제어부(710)는 상기 통신부(720)를 제어하여 단말이 측정 결과에 따른 피드백 정보를 생성하기 위한 피드백 설정 정보를 상기 단말로 전송할 수 있다.
- [108] 상기 제어부(710)는 상기 적어도 하나 이상의 기준 신호를 상기 통신부(720)를 제어하여 상기 단말에 전송하고, 상기 피드백 설정 정보에 따른 피드백타이밍에서 상기 통신부(720)를 통해 상기 단말로부터 전송되는 피드백 정보를 수신할 수 있다.
- [109] 상기 제어부(710)는, 예를 들어, 단말에 피드백 설정 정보를 전송하고, 상기 단말에 CSI-RS를 전송하며, 상기 피드백 설정 정보 및 상기 CSI-RS에 기초하여 생성된 피드백 정보를 상기 단말로부터 수신할 수 있다. 이런 경우, 상기 제어부(710)는 상기 기지국의 각 안테나 포트 그룹에 대응되는 피드백 설정 정보 및 안테나 포트 그룹 간의 관계에 기초하는 추가적 피드백 설정 정보를 상기 단말로 전송하기 위해 상기 통신부(720)를 제어할 수 있다.
- [110] 상기 제어부(710)는, 예를 들어, 피드백 정보에 기초하여 빔-포밍된 CSI-RS를 단말에 전송하고, 상기 CSI-RS에 기초하여 생성된 피드백 정보를 상기 단말로부터 수신할 수 있다.
- [111] 상술한 실시 예에 따르면, 기지국은 자신이 운영할 TXRU 수 또는 기타 통신 상황에 맞추어 다양한 수의 CSI-RS를 설정할 수 있다. 이런 경우, 단말이 기지국의 설정에 맞추어 효과적으로 채널상태정보를 생성하도록 함으로써, CQI mistach를 줄이고, 보고된 채널상태정보에 대한 기지국에서의 추가적인 가공을 줄일 수 있다.
- [112] 상기 통신부(720)는 단말로 데이터, 기준 신호 및 피드백 정보를 송수신할 수 있다. 상기 통신부(720)는, 예를 들어, 상기 제어부(710)의 제어 하에 할당된

자원을 통해, CSI-RS를 단말로 전송하고, 상기 단말로부터 피드백되는 채널 정보를 수신할 수 있다.

[113] 도 8은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 단말의 구조를 도시한 도면이다.

[114] 도 8을 참조하면, 단말은 제어부(810)와 통신부(820)를 포함할 수 있다. 상기 제어부(810)는 단말을 구성하는 모든 구성의 상태 및 동작을 제어할 수 있다. 상기 통신부(820)는 상기 제어부(810)의 제어에 의해 상대 디바이스 (예를 들면, 기지국)와의 통신을 수행할 수 있다.

[115] 상기 단말은 수행되는 기능에 따라 다양한 구성들을 더 구비할 수 있다. 상기 단말은, 예를 들어, 현 상태를 표시하는 표시부, 사용자로부터 기능 수행 등과 같은 신호가 입력되는 입력부, 데이터들을 저장하는 저장부 등을 더 구비할 수 있다.

[116] 상기 제어부(810)는, 예를 들어, 기지국으로부터 할당받은 정보에 따라 피드백 정보를 생성한다. 상기 제어부(810)는 생성한 채널 정보를 기지국으로부터 할당받은 타이밍 정보에 따라 피드백하도록, 상기 통신부(820)를 제어할 수 있다. 이를 위해, 상기 제어부(810)는 채널 추정부(812)를 내부에 구비할 수 있다.

[117] 상기 채널 추정부(812)는 기지국으로부터 수신되는 CSI-RS 및 피드백할당 정보를 통해 필요한 피드백 정보를 판단하고, 이에 따라 수신된 CSI-RS를 사용하여 채널을 추정할 수 있다.

[118] 도면에서는 채널 추정부(812)가 제어부(810) 내에서 별도의 블록으로 구성됨을 도시하였으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 채널 추정부(812)가 수행하는 기능을 제어부(810)가 대신하여 수행할 수도 있으며, 이 경우 상기 채널 추정부(812)는 별도의 블록으로 구성될 필요가 없을 것이다. 또한, 상기 채널 추정부(812)는 상기 제어부(810)의 내부가 아닌 기지국을 구성하기 위한 별도 구성으로 구비될 수도 있다.

[119] 일 실시 예에 따르면, 제어부(810)는 적어도 하나 이상의 기준 신호 자원 각각에 대한 설정 정보 또는 적어도 두 개의 기준 신호 각각에 대한 설정 정보를 기지국으로부터 수신하도록, 통신부(820)를 제어할 수 있다. 상기 제어부(810)는 피드백 설정 정보를 상기 기지국으로부터 수신하도록, 상기 통신부(820)를 제어할 수 있다. 상기 피드백 설정 정보는 단말이 기지국에 의해 전송되는 적어도 두 개의 기준 신호를 측정하고, 상기 측정한 결과에 따른 피드백 정보를 생성할 시에 고려될 수 있다.

[120] 상기 제어부(810)는 상기 통신부(820)를 통하여 수신된 적어도 하나 이상의 기준 신호 또는 적어도 두 개의 기준 신호 각각을 측정하고, 상기 측정한 결과와 피드백 설정 정보를 기반으로 피드백 정보를 생성할 수 있다. 상기 제어부(810)는 상기 생성된 피드백 정보를 상기 피드백 설정 정보에 따른 피드백타이밍에서 상기 기지국으로 전송하도록, 상기 통신부(820)를 제어할 수 있다.

[121] 상기 제어부(810)는, 예를 들어, 기지국으로부터 CSI-RS (channel status

indication-reference signal)를 수신하고, 상기 수신한 CSI-RS에 기초하여 피드백 정보를 생성할 수 있다. 상기 제어부(810)는 상기 생성한 피드백 정보를 상기 기지국에 전송할 수 있다. 이 경우, 상기 제어부(810)는 상기 기지국의 안테나 포트 그룹 별로 프리코딩 매트릭스 (precoding matrix)를 각각 선택하고, 상기 기지국의 안테나 포트 그룹 간의 관계에 기초하여 하나의 추가적 (additional) 프리코딩 매트릭스를 더 선택할 수 있다.

[122] 상기 제어부(810)는, 예를 들어, 기지국으로부터 CSI-RS를 수신하고, 상기 수신한 CSI-RS에 기초하여 피드백 정보를 생성할 수 있다. 상기 제어부(810)는 상기 생성한 피드백 정보를 상기 기지국에 전송할 수 있다. 이 경우, 상기 제어부(810)는 상기 기지국의 모든 안테나 포트 그룹에 대한 하나의 프리코딩 매트릭스를 선택할 수 있다.

[123] 상기 제어부(810)는, 예를 들어, 기지국으로부터 피드백 설정 정보를 수신하고, 상기 기지국으로부터 CSI-RS를 수신하며, 상기 수신한 피드백 설정 정보 및 상기 수신한 CSI-RS에 기초하여 피드백 정보를 생성할 수 있다. 상기 제어부(810)는 상기 생성한 피드백 정보를 상기 기지국에 전송할 수 있다. 이 경우, 상기 제어부(810)는 기지국의 각 안테나 포트 그룹에 대응되는 피드백 설정 정보 및 안테나 포트 그룹 간의 관계에 기초하는 추가적 피드백 설정 정보를 수신할 수 있다.

[124] 상기 통신부(820)는 다양한 통신 방식들 중 적어도 하나의 통신 방식을 기반으로 상대 디바이스 (예를 들어, 기지국)와 데이터를 포함한 다양한 형태의 신호를 송신 또는 수신할 수 있다. 상기 통신부(820)는 상대 디바이스와의 통신을 위해, 상기 제어부(810)의 제어를 받을 수 있다.

[125] 상기 통신부(820)는, 예를 들어, 상기 제어부(810)의 제어 하에 SU-MIMO와 MU-MIMO의 송신 동작을 효과적으로 수행하기 위한 채널 품질 지시자 정보를 상대 디바이스, 즉 기지국으로 전송할 수 있다. 상기 통신부(820)는 상기 제어부(810)의 제어 하에 피드백 정보를 기지국으로 전송할 수 있다.

[126] 도 9는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 기지국에서 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.

[127] 도 9를 참조하면, 기지국은 910단계에서 설정 정보를 단말로 전송할 수 있다. 상기 기지국은 920단계에서 상기 설정 정보에 의해 정해진 타이밍에서 단말로부터 피드백 정보를 수신할 수 있다. 상기 기지국은 930단계에서 수신한 피드백 정보에 적어도 기반으로 하여 전송 방법을 결정할 수 있다. 이런 경우, 상기 기지국은 결정한 전송 방법을 기반으로 단말과 신호를 송신하거나 수신할 수 있다.

[128] 일 실시 예에 따르면, 기지국은 기지국 설정 정보를 구성하고, 상기 구성한 기지국 설정 정보를 단말로 전송할 수 있다. 상기 기지국 설정 정보는 CSI-RS에 대한 설정 정보, RRC 정보의 전체 또는 일부를 포함할 수 있다. 상기 기지국 설정 정보의 일 예를 하기 <표 1>과 같이 정의될 수 있다.

[129] 표 1

[표1]

기지국 설정 정보
CSI-RS settingFirst channel information (MU-MIMO): CSI-RS-1Second channel information (SU-MIMO): CSI-RS-2Reporting (feedback) modePMI codebook informationetc.

- [130] 상기 <표 1>을 참조하면, 기지국 설정 정보는 CSI-RS 설정 정보 (CSI-RS setting)를 포함할 수 있다. 상기 CSI-RS 설정 정보는 단말이 CSI-RS에 대한 포트의 개수, 각 CSI-RS가 전송되는 타이밍 및 자원 위치, 수열 정보 그리고 P_c 정보 등의 전체 또는 일부를 확인하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 기지국은 P_c 값을 단말에게 내려줄 수 있다. 이 경우, 상기 단말은 상기 기지국이 내려준 P_c 값을 PDSCH에 대한 정확한 CQI를 계산하는데 이용할 수 있다.
- [131] 상기 기지국 설정 정보는 다수의 채널 정보에 대응한다는 정보를 포함할 수 있다. 상기 기지국 설정 정보는, 예를 들어, 해당 피드백이 두 개의 CSI-RS (CSI-RS-1, CSI-RS-2)에 대한 것이면, 상기 두 개의 CSI-RS (CSI-RS-1, CSI-RS-2)에 대한 첫 번째 채널 정보에 대응한다는 정보 (first channel information (SU-MIMO): CSI-RS-1)와, 두 번째 채널 정보에 대응한다는 정보 (second channel information (MU-MIMO): CSI-RS-2)를 포함할 수 있다.
- [132] 상기 첫 번째 채널 정보와 상기 두 번째 채널 정보 각각은 SU-MIMO와 MU-MIMO에 해당하는 CSI-RS를 나타낸다고 가정할 수 있다. 반대로, 첫 번째 채널 정보와 두 번째 채널 정보 각각은 MU-MIMO와 SU-MIMO에 해당하는 CSI-RS를 나타낸다고 가정할 수도 있다.
- [133] 상기 기지국 설정 정보는 피드백 모드 (reporting or feedback mode) 정보를 포함할 수 있다. 상기 피드백 모드 정보는 단말이 생성하여 기지국으로 보고할 피드백 정보들의 종류를 나타내는 정보가 될 수 있다. 즉, 상기 피드백 모드 정보는 단말이 CSI-RS-1과 CSI-RS-2를 사용하여 SU-MIMO와 MU-MIMO에 대한 최적의 랭크, 프리코딩 매트릭스 등을 정의하는 두 개의 PMI i_1 과 i_2 및 CQI를 생성하여 기지국으로 보고하도록 통보하는 것이다. 추가로 상기 피드백 모드 정보는 i_2 와 CQI 각각이 서브 밴드별 정보로 보고되어야 할지 와이드 밴드 정보로 보고되어야 할지를 통보하는 내용도 포함할 수 있다.
- [134] 상기 기지국 설정 정보는 PMI 코드북 정보 (PMI codebook information)를 포함할 수 있다. 상기 PMI 코드북 정보는 코드북 중 현재 채널 상황에서 사용 가능한 프리코딩 매트릭스들의 집합에 대한 정보를 의미한다. 상기 PMI 코드북 정보가 피드백을 위한 RRC 정보에 포함되지 않는다면, 각 피드백을 위해 미리 정의된 코드북 내 가능한 모든 프리코딩 매트릭스들이 사용될 수 있음을 단말이 인식할 수 있다.
- [135] 상기 기지국 설정 정보 중 기타 정보 (etc.)에는 주기적 피드백을 위한

- 피드백주기 및 오프셋 정보 또는 간접 측정 자원 정보 등이 포함될 수 있다.
- [136] 상기 기지국은 상기 단말로 전송한 기지국 설정 정보에 의해 정의된 해당 피드백타이밍에서 상기 단말로부터 피드백 정보를 수신하고, 상기 단말과의 채널 상태를 판단할 수 있다. 상기 기지국은 수신한 피드백 정보를 바탕으로 전송 방법을 결정할 수 있다.
- [137] 다른 실시 예에 따르면, 기지국은 채널을 측정하기 위한 CSI-RS에 대한 설정 정보를 단말로 전송할 수 있다. 상기 설정 정보는 각 CSI-RS에 대한 포트의 개수, 각 CSI-RS가 전송되는 타이밍 및 자원 위치 그리고 전송 전력 정보 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 기지국은 적어도 하나 이상의 CSI-RS를 기반으로 하는 피드백 설정 (feedback configuration) 정보를 단말로 전송할 수 있다.
- [138] 상기 기지국은 CSI-RS를 단말로 전송할 것이다. 이 경우, 상기 단말은 안테나 포트 별로 채널을 추정하고, 이를 기반으로 가상의 자원에 대한 추가적인 채널을 추정할 수 있다. 상기 단말은 피드백을 결정하고, 이에 해당하는 PMI, RI, CQI 등을 생성하여 기지국으로 보고할 수 있다. 상기 기지국은 정해진 타이밍에 상기 단말로부터 피드백 정보를 수신하고, 상기 수신한 피드백 정보를 상기 단말과의 채널 상태를 판단하는데 활용할 수 있다.
- [139] 도 10은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 단말에서 수행하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.
- [140] 도 10을 참조하면, 단말은 1010단계에서 기지국으로부터 설정 정보를 수신할 수 있다. 상기 단말은 1020단계에서 상기 기지국으로부터 수신한 기준 신호 (CSI-RS 등)을 기반으로 채널 추정을 수행할 수 있다. 상기 단말은 1030단계에서 채널 추정에 따른 정보를 기반으로 피드백 정보를 구성하고, 상기 설정 정보에 의해 정해진 타이밍에서 상기 기지국으로 상기 구성한 피드백 정보를 전송할 수 있다. 이 경우, 상기 단말은 상기 기지국이 피드백 정보에 적어도 기반으로 하여 결정한 전송 방법에 의해 상기 기지국과 신호를 송신하거나 수신할 수 있다.
- [141] 일 실시 예에 따르면, 단말은 기지국으로부터 기지국 설정 정보를 수신하고, 상기 수신한 기지국 설정 정보를 기반으로 채널 추정을 수행할 수 있다. 상기 기지국 설정 정보는 상기 <표 1>과 같이 구성될 수 있다.
- [142] 이 경우, 상기 단말은 기지국 설정 정보에 포함된 CSI-RS 설정 정보 (CSI-RS setting)를 기초로 CSI-RS에 대한 포트의 개수, 각 CSI-RS가 전송되는 타이밍 및 자원 위치, 수열 정보 그리고 P_c 정보 등의 전체 또는 일부를 확인할 수 있다. 상기 단말은 P_c 정보 (3GPP LTE 표준 TS.36.213의 7.2.5에 정의된 P_c 값)를 PDSCH에 대한 정확한 CQI를 계산하는데 이용할 수 있다.
- [143] 상기 단말은 기지국 설정 정보에 포함된 피드백 모드 (reporting or feedback mode) 정보에 의해 기지국으로 보고할 피드백 정보들의 종류를 결정할 수 있다. 즉, 상기 단말은 피드백 모드 정보를 기반으로 CSI-RS-1과 CSI-RS-2를 사용하여 SU-MIMO와 MU-MIMO에 대한 최적의 랭크, 프리코딩 매트릭스 (precoding

matrix)를 정의하는 두 개의 PMI i_1 과 i_2 및 CQI를 생성하여 기지국으로 보고할 수 있다. 상기 단말은 피드백 모드 정보를 기반으로 i_2 와 CQI 각각을 서브 밴드별 정보로 보고할지 와이드 밴드 정보로 보고할지를 결정할 수 있다.

- [144] 상기 단말은 기지국 설정 정보에 포함된 PMI 코드북 정보가 현재 채널 상황에서 사용 가능한 프리코딩 매트릭스들의 집합에 대한 정보를 획득할 수 있다. 상기 PMI 코드북 정보가 피드백을 위한 RRC 정보에 포함되지 않는다면, 상기 단말은 미리 정의된 코드북 내의 모든 프리코딩 매트릭스들을 피드백을 위해 사용할 수 있다.
- [145] 상기 단말은 기지국 설정 정보로부터 기타 정보 (etc.)로 주기적 피드백을 위한 피드백 주기, 오프셋 정보 또는 간접 측정 자원 정보 등을 획득할 수 있다.
- [146] 상기 단말은 채널 추정에 따른 결과를 기반으로 CQI를 생성한다. 상기 단말은, 예를 들어, SU-MIMO 기반의 CQI (SU-CQI)와 MU-MIMO 기반의 CQI (MU-CQI)를 생성할 수 있다.
- [147] 상기 단말은 SU-CQI와 MU-CQI의 차이를 비교하여 설정된 기준 값 (γ)보다 크거나 같은 경우에는 SU-MIMO 전송을 선호하는 것으로 판단하고, 상기 설정된 기준 값보다 작은 경우에는 MU-MIMO 전송을 선호하는 것으로 판단할 수 있다. 그렇지 않고, SU-CQI와 MU-CQI의 차이가 설정된 기준 값과 같은 경우, MU-MIMO 전송을 선호하는 것으로 판단할 수도 있다.
- [148] 만약 랭크가 2 이상인 경우에는 각 코드워드에 대하여 계산된 CQI의 합을 이용하여 SU-CQI와 MU-CQI의 차이를 비교할 수도 있다.
- [149] 상기 단말은 앞서 확인한 채널 정보를 기반으로 SU/MU 지시자 정보와 피드백 정보 랭크, PMI, 및 CQI를 생성할 수 있다. 상기 단말은 기지국의 피드백 설정에 따라, 해당 피드백 타이밍에 피드백 정보들을 기지국으로 전송함으로써, 이차원 배열을 고려한 채널 피드백 생성 및 보고 과정을 마친다.
- [150] 상기 SU-CQI와 MU-CQI를 생성하고, 이를 기반으로 피드백 정보를 구성하는 것에 관한 구체적인 설명은 후술 될 것이다.
- [151] 다른 실시 예에 따르면, 단말은 CSI-RS 구성의 설정 정보를 기지국으로 수신할 수 있다. 상기 단말은 수신한 설정 정보를 기초로, 각 CSI-RS에 대한 포트의 개수, 각 CSI-RS가 전송되는 타이밍 및 자원 위치 그리고 전송전력 정보 중에서 적어도 하나를 확인할 수 있다. 상기 단말은 적어도 하나 이상의 CSI-RS를 기반으로 하는 하나의 피드백 설정 (feedback configuration) 정보를 구성한다.
- [152] 상기 단말은 CSI-RS를 수신하면, 이를 기반으로 기지국에 구비된 다수 개의 송신 안테나들과 단말에 구비된 다수의 수신 안테나들 사이의 채널을 추정할 수 있다. 상기 단말은 추정한 채널 및 CSI-RS 간에 추가된 가상의 채널을 기반으로, 수신한 피드백 설정과 미리 정의된 코드북을 사용하여 랭크, PMI 및 CQI 등에 의한 피드백 정보를 생성할 수 있다. 상기 단말은 기지국의 피드백 설정에 따라 정해진 피드백 타이밍에서 피드백 정보들을 기지국으로 전송함으로써, 이차원 배열을 고려한 채널 피드백 생성 및 보고 과정을 마친다.

- [153] 본 개시에서 제안하고자 하는 실시 예에 따라, 기지국이 단말에 대한 다중 전송 모드로 SU-MIMO 모드와 MU-MIMO 모드를 선택적으로 적용하기 위한 방안에 대해 구체적으로 설명한다.
- [154] 이를 위해, 단말은 SU-MIMO 모드와 MU-MIMO 모드 각각에 대응한 CQI를 추정할 수 있어야 한다. 이하 SU-MIMO 모드에 대응한 CQI를 "SU-CQI"라 칭하고, MU-MIMO 모드에 대응한 CQI를 "MU-CQI"라 칭한다.
- [155] 상기 단말은 추정한 SU-CQI와 MU-CQI를 기반으로 자신에게 적합한 다중 전송 모드를 결정하고, 상기 결정된 다중 전송 모드를 지시하는 식별 정보를 기지국으로 피드백할 수 있다. 이를 위해서, 다중 전송 모드를 지시하는 식별 정보를 새로이 정의하고, 상기 새로이 정의한 식별 정보를 기지국으로 피드백하는 방안을 마련하여야 할 것이다.
- [156] 도 11은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 단말이 다중 전송 모드를 지시하는 식별 정보를 결정하는 제어 흐름을 도시한 도면이다.
- [157] 도 11을 참조하면, 단말은 1100단계에서 SU-CQI를 생성할 수 있다. 예컨대, 상기 단말은 SU-MIMO 모드에서의 최적 PMI를 기반으로 하여 신호 대 간섭 및 잡음 비 (SINR: signal to interference plus noise ratio)(ρ^{SU})를 측정하고, 상기 측정한 SINR을 사용하여 SU-CQI (CQI^{SU})를 생성할 수 있다.
- [158] 하기 <수학식 1>은 k번째 단말이 측정한 SINR (ρ_k^{SU})을 SU-CQI (CQI_k^{SU})로 변환하는 예를 정의하고 있다.
- [159] 수학식 1
[수식1]
$$\rho_k^{SU} \rightarrow CQI_k^{SU}$$
- [160] 상기 <수학식 1>에 의해 정의된 ρ_k^{SU} 은 MU-MIMO로 인한 간섭 (다중 사용자 간섭)을 고려하지 않고 측정함을 가정하였다.
- [161] 상기 단말은 1102단계에서 MU-CQI를 생성할 수 있다. 예컨대, 상기 단말은 MU-MIMO 모드에서의 최적 PMI를 기반으로 SINR (ρ^{MU})를 측정하고, 상기 측정한 SINR을 사용하여 MU-CQI (CQI^{MU})를 생성할 수 있다.
- [162] 하기 <수학식 2>은 k번째 단말이 측정한 SINR (ρ_k^{MU})

)을 MU-CQI (

$$CQI_k^{MU}$$

)로 변환하는 예를 정의하고 있다.

[163] 수학식 2

[수식2]

$$\rho_k^{MU} \rightarrow CQI_k^{MU}$$

[164] 상기 <수학식 2>에 의해 정의된

$$\rho_k^{MU}$$

은 다중 사용자 간섭을 고려하여 측정함을 가정하였다.

[165] 예컨대, 단말은 다중 사용자 간섭을 고려한 SINR을 측정시, 두 대의 단말들이 동시에 스케줄링되는 환경을 가정하고, 상기 가정을 기반으로 SINR을 유도할 수 있다. 하지만, 상기 <수학식 2>에 의해 MU-CQI를 획득할 시, 동시에 스케줄링되는 단말의 개수에 제한을 두지 않는다. 만약 여러 단말이 동시에 스케줄링되었을 경우, 그 중 가장 선호되는 MU-CQI가 선택될 수 있다.

[166] 상기 단말은 MU-CQI를 생성을 위해, 다중 사용자 간섭을 측정할 필요가 있다. 하나의 예로써, 상기 단말은 IMR을 활용하여 다중 사용자 간섭을 측정할 수 있다. 하지만, 상기 단말은 다중 사용자 간섭을 측정하기 위해, 반드시 IMR을 활용하여야만 하는 것은 아니다.

[167] 일 실시 예에 따르면, 단말은 기지국에 의해 설정된 IMR에 상응한 하나 또는 다수의 RE들에서 수신되는 신호의 세기를 측정하고, 상기 측정한 신호 세기에 의해 다중 사용자 간섭의 세기를 판단할 수 있다. 상기 IMR은 기지국이 무선 자원 제어 (RRC: radio resource control)에 따른 배치를 기반으로, 특정 단말에 대해 설정할 수 있다. 상기 IMR 설정에 대해서는 도 3과 도 4를 참조하여 설명된 바와 같다.

[168] 하기 <표 2>는 임의의 단말에 대한 RRC 필드를 나타낸 것이다.

[169] 표 2

[표 2]

```

-- ASN1START
CSI-Process-r11 ::= SEQUENCE {
    csi-ProcessId-r11          CSI-ProcessId-r11,
    csi-RS-ConfigNZPId-r11    CSI-RS-ConfigNZPId-r11,
    csi-IM-ConfigId-r11       CSI-IM-ConfigId-r11,
    p-C-AndCBSRList-r11 SEQUENCE (SIZE (1..2)) OF P-C-AndCBSR-r11,
    cqi-ReportBothProc-r11    CQI-ReportBothProc-r11 OPTIONAL, -- Need OR
    cqi-ReportPeriodicProcId-r11 INTEGER (0..maxCQI-ProcExt-r11)
OPTIONAL, -- Need OR
    cqi-ReportAperiodicProc-r11 CQI-ReportAperiodicProc-r11 OPTIONAL, --
Need OR
    ...
}
P-C-AndCBSR-r11 ::= SEQUENCE {
    p-C-r11                    INTEGER (-8..15),
    codebookSubsetRestriction-r11 BIT STRING
}
-- ASN1STOP

```

- [170] 상기 <표 2>에서 나타낸 RRC 필드는 임의의 단말에 대해 기지국이 설정한 CSI-process 필드 (CSI-ProcessId-r11 필드) 및 IMR 설정 필드 (CSI-IM-ConfigId-r11 필드)를 포함할 수 있다.
- [171] 상기 <표 2>에서 CSI-process 필드 (CSI-ProcessId-r11 필드)에는 기지국이 임의의 단말에게 할당한 CSI-process를 지시하는 정보가 기록될 수 있고, IMR 설정 필드 (CSI-IM-ConfigId-r11 필드)에는 기지국이 임의의 단말을 위해 설정한 IMR 자원에 관한 정보가 기록될 수 있다.
- [172] 하기 <표 3>은 IMR 설정 필드 (CSI-IM-Config field)의 구성 예를 보이고 있다.
- [173] 표 3

[표 3]

CSI-IM-Config field
Resource Config
Subframe Config

- [174] 상기 <표 3>에서 IMR 설정 필드 (CSI-IM-Config field)를 구성하는 자원 구성 (resource config)은, 예를 들어, 주파수 분할 시스템의 경우 0~9, 시분할 시스템의 경우 0~9와 20~25 사이의 값을 갖는 파라미터에 의해 정의될 수 있다. 이때, 상기

자원 구성을 정의하는 값은 서브 프레임 내에서 IMR의 위치 (A 내지 J)를 나타낼 수 있다. 상기 *Subframe config*는 0~154까지의 값을 갖는 파라미터로써, 각각의 값에 따라 IMR의 주기와 서브프레임 오프셋을 설정할 수 있다.

- [175] 상술한 바와 같이, 기지국은 IMR이 주기적으로 위치하도록 설정할 수 있다. 일 예로, 상기 기지국은 전송 모드 (transmission mode) 1-9의 경우, 하나의 CSI-process를 기반으로 하나 또는 다수의 IMR을 이용하여 한 개 또는 세 개의 다중 사용자 간섭 (MU-MIMO interference) 가정을 측정할 수 있다. 상기 기지국은 전송 모드 10의 경우, 복수 개의 CSI-process를 기반으로 하나 또는 다수의 IMR을 이용하여 한 개 또는 세 개의 다중 사용자 간섭을 측정할 수 있다.
- [176] 상술한 경우, 단말은 하나의 IMR을 이용하여 하나의 간섭 상황을 측정할 수 있다. 따라서, 기지국은 단말의 전송 모드에 따라 각각 오직 한 개 혹은 세 개의 간섭 상황에 대한 채널 상태 정보를 보고받을 수 있다.
- [177] 예를 들어, 기지국은 서로 다른 랭크 제한을 갖는 두 개의 CSI-process를 설정할 수 있다. 상기 기지국은 각 IMR 자원을 설정하여 다중 사용자 간섭을 측정할 수 있다. 이런 경우, 하나의 CSI-process는 랭크를 1 또는 2로 제한을 두고, 다른 CSI-process는 랭크에 제한을 두지 않을 수 있다. 상기 랭크 제한을 설정한 하나의 CSI-process는 MU-MIMO에 대한 채널 상태 정보 (MU-CQI)를 피드백받기 위해 사용될 수 있다.
- [178] 하지만, IMR에서는 다중 사용자 간섭 외에 셀간 간섭 등과 같이 다른 형태의 간섭도 측정될 수 있다. 따라서, 다중 사용자 간섭만을 정확하게 측정하기 위하여, 특정한 시간-주파수 구간 (window)을 사용하여, 다중 사용자 간섭만을 측정할 수 있도록, IMR 사용에 대한 추가적인 제한이 필요할 수도 있다.
- [179] 상술한 설명에서는 단일 랭크 전송 시를 가정하여 SU-CQI 및 MU-CQI를 생성함을 가정하였다. 하지만, 다중 랭크 (multi-rank) 전송 시에 대해서도 SU-CQI 및 MU-CQI를 생성할 수 있다.
- [180] 일 실시 예에 따르면, 상기 단말은 랭크가 2 이상이면, 각 코드워드에 대하여 계산된 CQI의 합을 기반으로 SU-CQI 및 MU-CQI를 생성할 수 있다.
- [181] 하기 <수학식 3>는 다중 랭크 전송 시, k번째 단말이 SU-CQI (CQI_k^{SU})와 MU-CQI (CQI_k^{MU})를 생성하는 예를 정의하고 있다.

- [182] 수학식 3

[수식3]

$$CQI_k^{SU} = CQI_k^{SU}(1) + CQI_k^{SU}(2),$$

$$CQI_k^{MU} = CQI_k^{MU}(1) + CQI_k^{MU}(2)$$

- [183] 상기 <수학식 3>에 따르면, SU-CQI (

$$CQI_k^{SU}$$

)는 각 코드워드에 대하여 계산된 SU-CQI의 합으로 정의될 수 있으며, MU-CQI

(
 CQI_k^{MU}

)는 각 코드워드에 대하여 계산된 MU-CQI의 합으로 정의될 수 있다.

[184] 상기 단말은 1104단계에서 앞서 생성한 SU-CQI와 MU-CQI를 이용하여, 현재 채널 환경에 SU 전송이 적합한지 MU 전송이 적합한지를 판단할 수 있다.

[185] 일 예로 하기 <수학식 4>은 SU-CQI와 MU-CQI를 이용하여 SU 전송이 적합한지 MU 전송이 적합한지를 판단하는 일 예를 정의하고 있다.

[186] 수학식 4

[수식4]

$$CQI_k^{SU} - CQI_k^{MU} \geq \gamma$$

[187] 상기 <수학식 4>에서

γ

는 다중 전송 모드를 판정하기 위해 미리 설정된 오프셋 값이다.

[188] 상기 <수학식 4>에 따르면, 단말은 SU-CQI와 MU-CQI의 차이 (

$$CQI_k^{SU} - CQI_k^{MU}$$

)와 미리 설정된 오프셋 값

γ

을 비교할 수 있다. 상기 단말은 SU-CQI와 MU-CQI의 차이가 미리 설정된 오프셋 값보다 크거나 같은지를 판단할 수 있다. 상기 SU-CQI와 MU-CQI의 차이가 미리 설정된 오프셋 값보다 크거나 같다는 것은 MU-CQI가 매우 낮은 상황을 의미할 수 있다. 상기 MU-CQI가 매우 낮다는 것은, 현재 채널 환경이 MU-MIMO 모드에 의한 전송에 적합하지 않음을 나타낼 수 있다.

[189] 따라서, 상기 단말은 SU-CQI와 MU-CQI의 차이가 미리 설정된 오프셋 값보다 크거나 같으면, 현재 채널 환경에서 SU 전송 (SU-MIMO 모드)이 적합하다고 판단할 수 있다. 상기 단말은 SU-CQI와 MU-CQI의 차이가 미리 설정된 오프셋 값보다 작으면, 현재 채널 환경에서 MU 전송 (MU-MIMO 모드)이 적합하다고 판단할 수 있다.

[190] 상기 단말은 SU 전송 (SU-MIMO 모드)이 적합하다고 판단하면, 1106단계에서 다중 전송 모드를 지시하는 식별 정보를 SU 전송 (SU-MIMO 모드)을 나타내는 지시자로 설정할 수 있다. 상기 단말은 MU 전송 (MU-MIMO 모드)이 적합하다고 판단하면, 1108단계에서 다중 전송 모드를 지시하는 식별 정보를 MU 전송 (MU-MIMO 모드)을 나타내는 지시자로 설정할 수 있다.

[191] 예를 들어, MU-CQI가 두 대의 단말이 동시에 스케줄링 된 환경을 가정하고 계산되었을 경우, 전송 전력 관점에서 MU-CQI가 SU-CQI에 비해 3dB 낮은 값을 갖게 된다. 이 경우,

γ

은 2보다 큰 값으로 설정될 수 있으므로, CQI 테이블에서 CQI 인덱스 간격이 대략 2dB 간격을 갖도록 설계될 수 있다.

- [192] 상기 <수학식 4>에서의 오프셋 값 설정은, 네트워크 운용에 따라서 달라질 수 있다. 상기 <수학식 4>에서 CQI는 3GPP LTE 표준 TS.36.213에서 정의하는 CQI 인덱스를 기준으로 정의될 수 있다. 하지만, CQI는 최대 데이터 전송률과 유사하게 활용될 수 있는 SINR, 최대의 오류정정 부호화율 및 변조 방식, 주파수당 데이터 효율 등으로 대체될 수도 있다. 상기 <수학식 4>에서는 SU-CQI에서 MU-CQI를 빼는 것으로 그 크기를 비교하였다. 하지만, SU-CQI와 MU-CQI의 차이를 비교하는 방법은 상기 <수학식 4>에서의 정의만으로 한정되는 것은 아니다.
- [193] 하기에서는 SU-CQI와 MU-CQI를 기반으로 선택된 다중 전송 모드 (SU-MIMO 모드와 MU-MIMO 모드 중 하나)를 지시하는 SU/MU 지시자 (SMI) 표기 및 피드백 방법을 설명할 것이다.
- [194] 일 실시 예에 따르면, SU/MU 지시자는 1비트를 사용하여 표기할 수 있다. 예컨대, 상기 <수학식 4>에서 정의하고 있는 조건을 만족하는 경우, 단말은 SU-MIMO 모드에 따른 전송이 적합할 수 있음을 나타내기 위해, SU/MU 지시자를 0으로 설정할 수 있다. 상기 <수학식 4>에서 정의하고 있는 조건을 만족하지 않으면, 단말은 MU-MIMO 모드에 따른 전송이 적합할 수 있음을 나타내기 위해, SU/MU 지시자를 1로 설정할 수 있다. 앞에서의 제안과 반대로, SU/MU 지시자를 설정하는 것도 가능함은 물론이다. 즉, SU-MIMO 모드를 선호하는 SU/MU 지시자로 1을 사용하고, MU-MIMO 모드를 선호하는 SU/MU 지시자로 0을 사용할 수 있다.
- [195] 일반적으로 단말은 주기적인 피드백하는 정보의 종류를 고려하여 아래에 정의된 네 가지의 피드백 모드 (feedback mode 또는 reporting mode) 중 하나의 피드백 모드를 기반으로 피드백을 수행할 수 있다.
- [196] 1. Reporting mode 1-0: RI, 광대역 (wideband) CQI (wCQI)
- [197] 2. Reporting mode 1-1: RI, wCQI, PMI
- [198] 3. Reporting mode 2-0: RI, wCQI, 협대역 (subband) CQI (sCQI)
- [199] 4. Reporting mode 2-1: RI, wCQI, sCQI, PMI
- [200] 상기 네 가지 피드백 모드에 대한 각 정보의 피드백타이밍은, 상위 신호 (higher layer signal)로 전달되는 N_{pd} , $N_{OFFSET,CQI}$, M_{RI} , $N_{OFFSET,RI}$ 등의 값에 의해 결정될 수 있다. 피드백 모드 1-0에서 wCQI의 전송 주기는 N_{pd} 서브 프레임이며, $N_{OFFSET,CQI}$ 의 서브 프레임 오프셋 값을 가지고 피드백타이밍이 결정된다. 또한, RI의 전송 주기는
- $$N_{pd} \cdot M_{RI}$$
- 서브 프레임이며, 오프셋은 $N_{OFFSET,CQI} + N_{OFFSET,RI}$ 이다.
- [201] 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따르면, SU/MU 지시자를 피드백하는

방법은 CQI 피드백방법에 따라서 아래와 같이 구분될 수 있다.

- [202] 1. 광대역 CQI (wideband-CQI, wCQI)를 기준으로 피드백하는 경우
- [203] 2. 협대역 CQI (subband-CQI, sCQI)를 기준으로 피드백하는 경우
- [204] 3. wCQI와 sCQI에 별도로 피드백하는 경우
- [205] 상기한 바와 같은 구분을 고려할 때, SU/MU 지시자를 피드백하는 방법에 대해 설명하기에 앞서, wCQI를 기준으로 피드백하는 시나리오와 sCQI를 기준으로 피드백하는 시나리오에 대해, 살펴보도록 한다.
- [206] 상술한 조건들을 고려할 때, wCQI를 기준으로 SU/MU 지시자를 피드백하는 시나리오는 정의된 네 가지의 피드백 모드들에 대해 모두 적용될 수 있으며, sCQI를 기준으로 SU/MU 지시자를 피드백하는 시나리오는 정의된 네 가지의 피드백 모드들 중 피드백 모드 2-0과 2-1에 대해 적용될 수 있을 것이다. 그리고 SU/MU 지시자를 wCQI와 sCQI에 별도로 피드백하는 시나리오는 정의된 네 가지의 피드백 모드들 중 피드백 모드 2-0과 2-1에 대해 적용될 수 있을 것이다.
- [207] 도 12는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 단말이 wCQI를 기준으로 SU/MU 지시자를 피드백하는 시나리오를 도시한 도면이다.
- [208] 도 12를 참조하면, 단말은 wCQI가 피드백될 때마다 1비트의 SU/MU 지시자 (SMI)를 기지국으로 보고할 수 있다. 상기 SU/MU 지시자 (SMI)가 SU-MIMO를 선호하는 것을 나타내면, sCQI도 SU-MIMO 모드를 선호하는 것으로 가정될 수 있다. 상기 SU/MU 지시자 (SMI)가 MU-MIMO를 선호하는 것을 나타내면, sCQI도 MU-MIMO 모드를 선호하는 것으로 가정될 수 있다.
- [209] 일 실시 예에 따르면, $N_{pd}=2$, $N_{OFFSET,CQI}=1$, $M_{RI}=2$, $N_{OFFSET,RI}=-1$ 인 경우를 가정하여 네 가지의 피드백 모드들 중 피드백 모드 1-0과 1-1에 대해 적용될 수 있다. 이 경우, 피드백타이밍은 RI 및 wCQI에 대해 정의될 수 있다. 이때 타이밍 (0 내지 20)은 서브프레임 인덱스를 나타낸다.
- [210] 피드백 모드 1-1은 피드백 모드 1-0과 같은 피드백 타이밍을 가진다. 즉, 피드백 모드 1-0과 피드백 모드 1-1은 SU/MU 지시자 (SMI)를 전송할 타이밍인 wCQI를 전송하는 타이밍이 동일하다. 단지 피드백 모드 1-1에 대해 정의된 피드백 타이밍은 1개, 2개의 안테나 포트 또는 일부 4개의 안테나 포트 상황에 대하여 wCQI를 전송하는 타이밍에 PMI가 함께 전송된다는 점에서 피드백 모드 1-0에 대해 정의된 피드백 타이밍과 구별될 수 있다.
- [211] 도 12에서는 wCQI를 기준으로 SU/MU 지시자를 피드백하는 시나리오를 피드백 모드 1-0과 1-1에 대해 적용하고 있으나, 피드백 모드 2-0 또는 2-1에도 적용할 수 있다.
- [212] 이에 대해 좀 더 구체적으로 설명하면, 피드백 모드 2-0에서, sCQI에 대한 피드백주기는 N_{pd} 서브프레임이고, 오프셋 값은 $N_{OFFSET,CQI}$ 이며, wCQI에 대한 피드백 주기는

$$H \cdot N_{pd}$$

서브프레임이고, 오프셋 값은 $N_{\text{OFFSET},RI}$ 이다. 즉, 피드백 모드 2-0에서는 오프셋 값이 동일하나 피드백주기가 상이함을 알 수 있다. 여기서 H 는

$$J \cdot K + 1$$

로 정의될 수 있다. 이 경우, K 는 상위신호로 전달되며, J 는 시스템 대역폭에 따라 결정될 수 있는 값이다. 예를 들어, 10MHz 시스템에 대한 J 는 3으로 정의될 수 있다. 결국, $wCQI$ 는 H 번의 $sCQI$ 의 전송이 이루어진 후, $sCQI$ 을 대신하여 한번씩 전송될 수 있으므로, SU/MU 지시자 또한 H 번의 $sCQI$ 전송마다 한 번씩 $wCQI$ 와 함께 전송될 수 있다. 이 경우, RI 의 주기는

$$M_{RI} \cdot H \cdot N_{pd}$$

서브프레임이며, 오프셋은

$$N_{\text{OFFSET},CQI} + N_{\text{OFFSET},RI}$$

이다.

[213] 도 13은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 단말이 SU/MU 지시자를 $sCQI$ 를 기준으로 피드백하는 시나리오를 도시한 도면이다.

[214] 도 13을 참조하면, 단말은 $sCQI$ 가 피드백될 때마다 1비트의 SU/MU 지시자 (SMI)를 기지국으로 보고할 수 있다. 이때, $wCQI$ 는 언제나 SU-MIMO 모드인 것으로 가정될 수 있다.

[215] 일 실시 예에 따르면,

$$N_{pd} = 2$$

,

$$M_{RI} = 2$$

,

$$J = 3 \text{ (10MHz)}$$

,

$$K = 1$$

,

$$N_{\text{OFFSET},CQI} = 1$$

,

$$N_{\text{OFFSET},RI} = -1$$

인 경우를 가정하고 있다. 이 경우, 피드백 타이밍은 RI , $sCQI$, $wCQI$ 에 대해 정의될 수 있다.

[216] 피드백 모드 2-1은 피드백 모드 2-0과 같은 피드백 타이밍을 가진다. 즉, 피드백 모드 2-0과 피드백 모드 2-1은 SU/MU 지시자 (SMI)를 전송할 타이밍인 $sCQI$ 를 전송하는 타이밍이 동일하다. 단지 피드백 모드 2-1에 대해 정의된 피드백 타이밍은 1개, 2개의 안테나 포트 또는 일부 4개의 안테나 포트 상황에 대하여

wCQI를 전송하는 타이밍에 PMI가 함께 전송된다는 점에서 피드백 모드 2-0에 대해 정의된 피드백 타이밍과 구별될 수 있다.

- [217] 도 13에서는 CSI-RS 안테나 포트 개수가 1개, 2개 또는 4개인 경우에 일부에 있어서 sCQI를 기준으로 SU/MU 지시자를 피드백하는 시나리오를 살펴보았다. 하지만, 또 다른 일부 4개 안테나 포트 또는 8개 안테나 포트에 대한 CSI-RS를 할당받은 경우에도 sCQI를 기준으로 SU/MU 지시자를 피드백하는 시나리오를 적용할 수 있음은 물론이다.
- [218] 이에 대해 좀 더 구체적으로 설명하면, 또 다른 일부 4개 안테나 포트 또는 8개 안테나 포트에 대한 CSI-RS를 할당받은 단말은 두 가지의 PMI 정보를 피드백할 수 있다.
- [219] 도 14는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 단말이 wCQI와 sCQI 각각에서 SU/MU 지시자를 피드백하는 시나리오를 도시한 도면이다.
- [220] 도 14를 참조하면, wCQI가 전송되는 시점에서 첫 번째 PMI를 피드백하고, sCQI가 전송되는 시점에서 두 번째 PMI를 피드백할 수 있다.
- [221] 예컨대, 단말이 또 다른 일부 4개 안테나 포트 또는 8개의 안테나 포트를 가지는 CSI-RS를 할당받으면, 피드백 모드 1-1은 다시 두 개의 서브모드 (sub mode)로 나눌 수 있다.
- [222] 이 경우, 첫 번째 서브모드에서는 RI가 첫 번째 PMI 정보와 함께 전송되고, 두 번째 PMI 정보는 wCQI와 함께 전송될 수 있다. 여기서 wCQI와 두 번째 PMI에 대한 피드백주기 및 오프셋은

$$N_{pd}$$

와

$$N_{OFFSET,CQI}$$

로 정의될 수 있고, RI와 첫 번째 PMI 정보의 피드백주기 및 오프셋 값은 각각

$$M_{RI} \cdot N_{pd}$$

와

$$N_{OFFSET,CQI} + N_{OFFSET,RI}$$

로 정의될 수 있다.

- [223] 단말로부터 기지국으로 첫 번째 PMI (i_1)와 두 번째 PMI (i_2)가 모두 보고되면, 단말과 기지국은 서로 공유하고 있는 프리코딩 매트릭스들의 집합 (codebook) 내에서 해당 첫 번째 PMI와 두 번째 PMI의 조합에 대응하는 프리코딩 매트릭스 $W(i_1, i_2)$ 를 단말이 선호하는 프리코딩 매트릭스라고 확인할 수 있다.
- [224] 다른 방안으로, 첫 번째 PMI에 대응하는 프리코딩 매트릭스를 W_1 이라 하고, 두 번째 PMI에 대응하는 프리코딩 매트릭스를 W_2 라고 하면, 단말과 기지국은 단말이 선호하는 프리코딩 매트릭스가 두 행렬의 곱인 $W_1 W_2$ 로 결정되었다는 정보를 공유할 수 있다.

- [225] 8개의 CSI-RS 안테나 포트에 대한 피드백 모드가 2-1일 때, 피드백 정보에는 프리코딩 타입 지시자 (precoding type indicator, PTI) 정보가 추가될 수 있다. 이때, PTI는 RI와 함께 피드백되고, 그 주기는

$$M_{RI} \cdot H \cdot N_{pd}$$

서브프레임이며, 오프셋은

$$N_{OFFSET,CQI} + N_{OFFSET,RI}$$

로 정의된다.

- [226] 구체적으로, PTI가 0인 경우에는 첫 번째 PMI, 두 번째 PMI, 그리고 wCQI가 모두 피드백될 수 있다. 이때, wCQI와 두 번째 PMI는 같은 타이밍에 함께 전송되고, 그 주기는

$$N_{pd}$$

이며, 오프셋은

$$N_{OFFSET,CQI}$$

로 주어진다. 첫 번째 PMI의 주기는

$$H' \cdot N_{pd}$$

이며, 오프셋은

$$N_{OFFSET,CQI}$$

이다. 여기서

$$H'$$

은 상위신호로 전달된다.

- [227] 반면에 PTI가 1인 경우에는 wCQI가 광대역 두 번째 PMI와 함께 전송되며, sCQI는 별도의 타이밍에 협대역 두 번째 PMI와 함께 피드백된다. 이때, 첫 번째 PMI는 전송되지 않고, PTI가 0인 경우에 가장 최신으로 보고된 첫 번째 PMI를 가정하여 두 번째 PMI와 CQI가 계산된 후 보고된다. 이 경우, PTI와 RI의 주기 및 오프셋은 PTI가 0인 경우와 같다. sCQI의 주기는

$$N_{pd}$$

서브프레임으로 정의되고, 오프셋은

$$N_{OFFSET,CQI}$$

로 정의될 수 있다. wCQI와 두 번째 PMI는

$$H \cdot N_{pd}$$

의 주기와

$$N_{OFFSET,CQI}$$

의 오프셋을 가지고 피드백될 수 있다. 이 경우,

$$H$$

는 CSI-RS 안테나 포트 개수가 2인 경우와 같이 정의될 수 있다.

- [228] 또한, 일 실시 예에 따르면, SU/MU 지시자를 피드백하는 시나리오는 단말의 비주기적 피드백에 대해서도 적용할 수 있다. 기지국이 특정 단말의 비주기적 피드백 정보를 얻고 싶을 때, 상기 기지국은 해당 단말의 상향링크 데이터 스케줄링을 위한 하향링크 제어정보 (DCI: downlink control information)에 포함된 비주기적 피드백지시자를 특정 비주기적 피드백을 수행하도록 설정하여 해당 단말의 상향링크 데이터 스케줄링을 수행할 수 있다.
- [229] 상기 해당 단말은 비주기적 피드백을 수행하도록 설정된 지시자를 n 번째 서브프레임에서 수신하면, $n+k$ 번째 서브프레임에서의 데이터 전송 시에 비주기적 피드백 정보를 포함하여 상향링크 전송을 수행한다. 여기서 k 는 FDD (frequency division duplexing)에서 4가 될 수 있다.
- [230] 하기 <표 4>는 TDD (time division duplexing)에서 각 서브 프레임에 대응한 k 를 정의하고 있다.

[231] 표 4

[표4]

TDD UL/DL Configuration	subframe number n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	6	7	4	-	-	6	7	4
1	-	-	6	4	-	-	-	6	4	-
2	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-
3	-	-	4	4	4	-	-	-	-	-
4	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-
5	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	7	5	-	-	7	7	-

- [232] 상기 <표 4>는 TDD UL/DL 배치에서 각 서브프레임 번호 n 에 대한 k 값을 정의하고 있다.
- [233] 상기 비주기적 피드백이 설정된 경우에 피드백 정보는, 주기적 피드백의 경우와 같이 RI, PMI, CQI, SMI를 포함할 수 있다. 상기 RI와 PMI는 피드백 설정에 따라 피드백되지 않을 수도 있다. 상기 CQI는 wCQI와 sCQI 모두를 포함하거나 wCQI만을 포함할 수도 있다.
- [234] 하기 실시 예에서는 SU/MU 지시자 (SMI)의 활용 방법에 대해 설명할 것이다. 상기 SMI를 이용하여 기지국이 SU-MIMO 또는 MU-MIMO를 동작시키는 방법은 CSI의 정의에 따라 하기와 같이 구분될 수 있다.

- [235] 1. 현재 LTE/LTE-A 표준에서 정의하는 SU-MIMO에 대한 CSI (RI, PMI, CQI) 정보를 기반으로 동작하는 경우
- [236] 2. 향후 LTE 표준에서 MU-MIMO에 대한 CSI가 정의되는 경우
- [237] 첫 번째로 CSI (RI, PMI, CQI) 정보를 기반으로 동작하는 경우에 대해 설명하면, 단말은 상기 <수학식 1>과 상기 <수학식 2> 또는 상기 <수학식 3>를 이용하여 SU-CQI와 MU-CQI를 측정할 수 있다. 그 결과를 기반으로, 상기 단말은 상기 <수학식 4>를 이용하여 현재 채널 상태에 SU-MIMO 전송이 적합한지 아니면, MU-MIMO 전송이 적합한지 판단한다.
- [238] 상기 단말은 1비트를 사용하여 SMI를 기지국으로 피드백할 수 있다. 이때 함께 피드백되는 RI, PMI, CQI는 SU-MIMO 전송을 가정하고 피드백되는 CSI이다. 따라서 만약 1-bit의 SMI가 SU-MIMO 전송을 선호할 경우에 기지국은 함께 피드백된 RI, PMI, CQI 정보를 그대로 이용할 수 있다. 만약 1-bit의 SMI가 MU-MIMO 전송을 선호하는 경우에 기지국은 SU-MIMO 전송을 가정하고 피드백되는 RI, PMI, CQI 정보를 기반으로 MU-MIMO에 대한 RI, PMI, CQI를 재생성할 수 있다.
- [239] 두 번째로 MU-MIMO에 대한 CSI 피드백이 정의되는 경우, 단말은 SMI에 따라 실제적인 MU-CSI 정보를 기지국으로 피드백될 수 있다. 이 경우, SU-CSI는 항상 피드백하고, MU-CSI는 SMI에 따라 추가로 피드백하는 것도 고려할 수다. 그뿐만 아니라, SMI가 MU-MIMO를 선호할 경우, SU-CSI는 피드백하지 않고, MU-CSI만을 피드백하는 것을 고려할 수도 있다.
- [240] 본 개시에서 제안하고자 하는 실시 예에 따라, LTE-A 기반의 FD-MIMO 시스템에서 효과적인 데이터 송수신을 수행하기 위한 채널 상태 정보를 생성하고, 상기 생성한 채널 상태 정보를 기지국과 단말이 공유하는 방안을 마련하고자 한다.
- [241] 이를 위해, 기지국은 다수의 CSI-RS에 대한 구성 정보 (이하 "기준신호 구성 정보"라 칭함)을 효율적인 데이터 송/수신이 수행될 수 있도록 생성하고, 상기 생성한 기준신호 구성 정보를 단말에게 공지하는 동작 및 절차를 마련할 것이다. 이 경우, 상기 기지국이 1 (또는 2), 4, 8로 제한되는 CSI-RS 구성 방법을 개량하여 다양한 수의 CSI-RS를 구성할 수 있도록 하는 방안을 제안할 것이다.
- [242] 예컨대, 기지국은 8개 이상의 안테나에 따른 채널을 측정하는 기준신호 자원을 구성하여 단말에게 제공할 수 있다. 이 경우, 상기 기준신호 자원을 구성할 기준신호의 수는 기지국에 구비된 안테나들의 배치 (configuration) 및 측정 방법 (measurement type)에 의해 상이하게 적용될 수 있다.
- [243] 이에 대응한, 단말은 기지국에 의해 공지되는 기준신호 구성 정보를 기반으로 하향링크의 채널 상태를 측정하고, 상기 측정한 하향링크의 채널 상태에 상응한 피드백 정보를 생성하며, 상기 생성한 피드백 정보를 상기 기지국으로 전달하는 동작 및 절차를 마련할 것이다.
- [244] 도 15는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, 거대 다중 안테나

- 시스템에서 안테나 구성 및 측정을 위한 CSI-RS의 구성 예를 도시한 도면이다.
- [245] 도 15를 참조하면, CSI-RS의 구성은 전체 측정 (full measurement) 방식과 부분 측정 (partial measurement) 방식으로 구분할 수 있다. 상기 전체 측정 방식은 데이터 전송에 사용되는 모든 TXRU에 대한 CSI-RS 포트를 추정하는 방식이고, 상기 부분 측정 방식은 데이터 전송에 사용되는 TXRU 중 일부에 대한 CSI-RS 포트를 추정하는 방식이다.
- [246] 상기 전체 측정 방식은, 참조번호 1510에 나타난 바와 같이, 수평방향 포트 수 N_H 및 수직방향 포트 수 N_V 그리고 편파 안테나 여부에 따라 다양한 수의 CSI-RS가 필요할 수 있다.
- [247] 상기 부분 측정 방식은, 참조번호 1520에 나타난 바와 같이, 전체 TXRU 중 일부만이 CSI-RS 포트를 가질 수 있다. 기지국은 CSI-RS 포트를 가지는 TXRU에서만 CSI-RS를 전송할 수 있다. 따라서, CSI-RS 포트를 가지는 제1 TXRU(1530)는 CSI-RS를 통한 채널 추정이 이루어지는 TXRU이고, CSI-RU 포트를 가지지 못하는 제2 TXRU(1540)는 CSI-RS를 통한 채널 추정이 이루어지지 못하는 TXRU이다.
- [248] 참조번호 1522는 총 5개의 CSI-RS를 이용하여 부분 측정을 수행할 경우, 가로방향 3개의 CSI-RS 포트를 통해 전송되는 CSI-RS는 단말이 수평방향의 채널 방향 정보를 판단하는데 사용될 수 있고, 세로방향 3개의 CSI-RS 포트를 통해 전송되는 CSI-RS는 단말이 수직방향의 채널 방향 정보를 판단하는데 사용될 수 있다.
- [249] 참조번호 1524는 어레이의 규모가 크고 크로스-폴 (cross-pol) 안테나를 사용할 경우, 부분 측정을 수행하더라도 많은 수의 CSI-RS가 필요하게 됨을 나타내고 있다.
- [250] 참조번호 1520에서 보이고 있는 TXRU 할당 패턴은 부분 측정을 위해 CSI-RS 포트를 천공 (puncturing)한 예들에 해당할 뿐이며, 그 외의 다양한 천공 패턴이 적용될 수 있음은 물론이다. 상기 부분 측정 방식은 전체 측정 방식에 비해 상대적으로 채널 추정 오차가 커질 수 있으나, CSI-RS 자원을 절약할 수 있다는 장점이 있다.
- [251] 상술한 바와 같이 현재 시스템에서는 기지국 당 최대 8개까지의 CSI-RS를 설정하는 것이 가능하므로, 8개 이상의 CSI-RS의 설정이 요구되는 FD-MIMO 시스템을 지원하기 위해서는 CSI-RS의 구성 방법이 새로이 마련될 필요가 있다.
- [252] 일 실시 예에 따르면, 8개 이상의 CSI-RS의 설정이 요구되는 FD-MIMO 시스템에서 다수의 CSI-RS를 구성하기 위한 방안으로써, 다수의 CSI-process를 이용하는 방안과 하나의 CSI-process를 이용하는 방안을 구현하는 것이 가능할 것이다. 상기 다수의 CSI-process를 이용하는 방안은 지원할 수 있는 CSI-RS의 개수를 제한하고 있는 다수의 CSI-RS 구성들 각각에 의해 CSI-process를 수행할 것을 제안한다. 상기 하나의 CSI-process를 이용하는 방안은 지원할 수 있는

CSI-RS의 개수를 제한하고 있는 다수의 CSI-RS 구성들을 다중화하여 하나의 CSI-process를 수행할 것을 제안한다.

- [253] 도 16은 본 개시에서 제안된 실시 예에 따른, FD-MIMO 시스템에서 다수의 CSI-RS 구성을 위한 다수의 CSI-process를 설정하는 예를 도시한 도면이다.
- [254] 도 16을 참조하면, 기지국은 각각이 최대 8개까지의 CSI-RS를 지원할 수 있는 다수의 CSI process (1610, 1620, 1630)를 설정할 수 있다. 이 경우, 단말은 다수의 CSI process (1610, 1620, 1630)를 통해, 많은 수의 CSI-RS 포트들에 대한 채널 추정을 수행할 수 있다. 상기 다수의 CSI process (1610, 1620, 1630) 각각은 CSI-RS 배치를 구성하는 단계 (CSI-RS configuration #1, #2 내지 #N)(1612, 1622, 1632)와, 피드백 정보를 구성하는 단계 (feedback configuration #1, #2 내지 #N)(1614, 1624, 1634)를 포함할 수 있다.
- [255] 상기 다수의 CSI process (1610, 1620, 1630) 각각을 구성하는 피드백 정보를 구성하는 단계 (feedback configuration #1, #2 내지 #N)(1614, 1624, 1634)에서 의 RI, PMI 및 CQI는 미리 정해진 약속에 의해 서로 연계되어 있을 수 있다. 따라서 기지국은 다수의 CSI process (1610, 1620, 1630) 각각에 대응하여 획득한 피드백 정보 (RI, PMI 및 CQI)를 기반으로 하나의 최종 피드백 정보를 복원 (reconstruction)을 수행할 수 있다 (1640). 상기 기지국에 의한 피드백 정보의 복원은 다수의 CSI process (1610, 1620, 1630)에서 획득한 다수의 RI와 다수의 PMI로부터 프리코딩 매트릭스를 결정하고, 다수의 CSI process (1610, 1620, 1630)에서 획득한 다수의 CQI로부터 MCS를 결정할 수 있다.
- [256] 예를 들어 첫 번째 CSI process (1610)가 수평방향에 대한 채널 정보를 나타내고, 두 번째 CSI process (1620)가 수직방향에 대한 채널 정보를 나타냄을 가정할 수 있다. 이 경우, 기지국은 첫 번째 CSI process (1610)를 통해 보고된 제1 PMI와 두 번째 CSI process (1620)를 통해 보고된 제2 PMI를 Kronecker product하여 전체 채널에 대한 프리코딩 매트릭스로 결정할 수 있다. 그리고 결합 CQI (joint CQI)는 첫 번째 CSI process (1610)를 통해 보고된 제1 CQI와 두 번째 CSI process (1620)를 통해 보고된 제2 CQI의 곱으로 사용하는 것이 가능하다.
- [257] 상술한 제안에 따르면, FD-MIMO 시스템을 위해, 다수의 CSI process (1610, 1620, 1630) 각각에서의 CSI-RS 패턴은 새롭게 디자인할 필요가 없다. 단지 다수의 CSI process (1610, 1620, 1630) 각각에 CQI가 일정 법칙에 의해 나누어져 보고되거나 또는 새로이 결합 CQI를 정의할 필요가 있다.
- [258] 도 17은 본 개시에서 제안된 실시 예에 따른, FD-MIMO 시스템에서 다수의 CSI-RS 구성을 위한 하나의 CSI-process를 설정하는 예를 도시한 도면이다.
- [259] 도 17을 참조하면, 기지국은 8개 이상에 해당하는 다수의 CSI-RS 포트들이 포함되도록 하나의 CSI process를 설정할 수 있다. 이 경우, 단말은 하나의 CSI process를 통해, 8개 이상에 해당하는 다수의 CSI-RS 포트들에 대한 채널 추정을 수행할 수 있다. 상기 하나의 CSI process는 CSI-RS 배치를 구성하는 단계 (new CSI-RS configuration)(1710)와, 피드백 정보를 구성하는 단계 (new feedback

configuration)(1720) 및 피드백 정보를 복원하는 단계 (CSI reconstruction)(1730)를 포함할 수 있다.

- [260] 상기 CSI-RS 배치를 구성하는 단계 (New CSI-RS configuration)(1710)에서 기지국은 각 포트의 RE 위치를 직접 알려주거나, 포트 구성 패턴을 알려주거나, 기존 CSI-RS 그룹에 관련된 정보를 알려주는 등 다양한 방법에 의해 CSI-RS 포트 구성 정보를 생성하고, 상기 생성한 CSI-RS 포트 구성 정보를 단말로 전달할 수 있다.
- [261] 상기 피드백 정보를 구성하는 단계 (new feedback configuration)(1720)에서 단말은 기지국으로부터 전달받은 CSI-RS 포트 구성 정보와 미리 설정받은 피드백 구성 정보를 기반으로, RI, PMI, CQI 등 피드백 정보를 생성할 수 있다. 이때, 채널의 랭크 및 방향은 미리 정해진 룰에 따라 하나 또는 여러 개의 RI 및 PMI로 보고될 수 있다. 채널의 품질 또한 여러 개의 CQI로 나뉘어 보고될 수 있다.
- [262] 상술한 제안에 따르면, 다수의 CSI-RS가 하나의 피드백 정보의 구성 (feedback configuration)에 직접 연관되어 있기 때문에 결합 CQI를 새로 정의하지 않더라도 하나의 CQI로 채널 품질을 보고하는 것이 가능하다. 하지만, 피드백 정보를 복원하는 단계 (CSI reconstruction)(1730)에서 반드시 단일 CQI (single CQI)를 사용하여야만 하는 것은 아니며, 다중 CQI (multiple CQI)를 사용할 수도 있음은 물론이다.
- [263] 상술한 제안에 따르면, FD-MIMO 시스템을 위해, 새로운 CQI를 정의할 필요 없이 기존 CQI를 그대로 사용할 수 있으나, 새로운 CSI-RS 패턴이나 새로운 CSI-RS 구성 방법을 디자인하는 것이 필요할 수도 있다.
- [264] 이하 개시에서는 앞서 제안된 하나의 CSI-process를 설정하는 방안을 위해, 구체적인 CSI-RS 구성 방법 및 그에 따른 단말에서의 채널정보 생성 방법과 채널정보 보고 방법에 대해 다양한 실시 예들을 제안할 것이다.
- [265] 일 실시 예에 따르면, 기지국은 임의의 단말을 위해 할당한 CSI-RS 자원의 시작 위치 및/또는 끝 위치를 상기 임의의 단말에게 직접 알려 줄 수 있다.
- [266] 이에 보다 구체적으로 설명하면, 기지국은 미리 설정된 테이블을 이용하여 CSI-RS 자원의 시작 위치 및/또는 끝 위치를 단말에게 통보하는 것이 가능할 수 있다.
- [267] 하기 <표 5>는 CSI-RS 자원의 시작 위치 및/또는 끝 위치를 단말에게 통보하기 위해, 미리 정의된 테이블의 예를 보이고 있다.
- [268] 표 5

[표 5]

	CSI reference signal configuration	Number of CSI reference signals configured					
		1 or 2		4		8	
		(k', l')	$n_k \bmod 2$	(k', l')	$n_k \bmod 2$	(k', l')	$n_k \bmod 2$
Frame structure type 1 and 2	0	(9,5)	0	(9,5)	0	(9,5)	0
	1	(11,2)	1	(11,2)	1	(11,2)	1
	2	(9,2)	1	(9,2)	1	(9,2)	1
	3	(7,2)	1	(7,2)	1	(7,2)	1
	4	(9,5)	1	(9,5)	1	(9,5)	1
	5	(8,5)	0	(8,5)	0		
	6	(10,2)	1	(10,2)	1		
	7	(8,2)	1	(8,2)	1		
	8	(6,2)	1	(6,2)	1		
	9	(8,5)	1	(8,5)	1		
	10	(3,5)	0				
	11	(2,5)	0				
	12	(5,2)	1				
	13	(4,2)	1				
	14	(3,2)	1				
	15	(2,2)	1				
	16	(1,2)	1				
	17	(0,2)	1				
	18	(3,5)	1				
	19	(2,5)	1				
Frame structure type 2 only	20	(11,1)	1	(11,1)	1	(11,1)	1
	21	(9,1)	1	(9,1)	1	(9,1)	1
	22	(7,1)	1	(7,1)	1	(7,1)	1
	23	(10,1)	1	(10,1)	1		
	24	(6,1)	1	(6,1)	1		
	25	(6,1)	1	(6,1)	1		
	26	(5,1)	1				
	27	(4,1)	1				
	28	(3,1)	1				
	29	(2,1)	1				
	30	(1,1)	1				
	31	(0,1)	1				

[269] 상기 <표 5>에서 정의하고 있는 (k', l') 에서, k' 은 CSI-RS 배치에 따른 CSI-RS 자원의 시작 시점을 정의하는 서브 캐리어 (sub-carrier)를 지시하는 인덱스이고, l' 은 CSI-RS 배치에 따른 CSI-RS 자원의 시작 시점을 정의하는 심볼 위치를 지시하는 인덱스이다.

[270] 상기 <표 5>와 같은 미리 설정된 테이블을 기반으로, 기지국은 임의의 단말을 위해 할당된 CSI-RS 자원의 시작 위치 및/또는 끝 위치를 상기 임의의 단말에게 알려줄 수 있다. 다른 예로, 상기 기지국은 임의의 단말을 위해 할당된 CSI-RS 자원의 시작 위치와 상기 할당된 CSI-RS 자원의 크기를 상기 임의의 단말에게 알려줄 수 있다. 이로써, 상기 기지국은 상기 임의의 단말에게 다양한 경우의 CSI-RS 자원 구성에 대한 공지를 수행할 수 있다.

[271] 상기 <표 5>를 이용하는 경우, 할당된 CSI-RS 자원의 시작 위치에서부터 1 또는 2 CSI-RS를 위한 CSI-RS 구성에 대해, 오름차순 또는 내림차순으로 CSI-RS 포트 인덱스를 할당할 수 있다.

- [272] 도 18은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, FD-MIMO 시스템에서 CSI-RS의 구성에 대한 일 예를 도시한 도면이다.
- [273] 도 18을 참조하면, CSI-RS 포트 수가 16개이고, $\langle \text{CSI-RS configuration}=0, (k'=9, l'=5), n \bmod 2 = 0 \rangle$ 이 시작점으로 설정되었을 때, CSI-RS 구성에 대한 오름차순으로 CSI-RS 포트 인덱스를 할당한 예를 보이고 있다.
- [274] 참조번호 1810은 할당된 CSI-RS 자원의 시작 위치를 지시하며, 참조번호 1820은 설정에 따라 계산된 할당된 CSI-RS 자원의 끝 위치를 지시한다. 상기 참조번호 1820은 참조번호 1810과 같이 단말에게 직접 통보될 수도 있다.
- [275] 일 실시 예에 따르면, 기지국은 임의의 단말을 위해 할당한 CSI-RS 자원을 조합에 의해 상기 임의의 단말에게 알려 줄 수 있다. 상기 조합은, 예를 들어, 하나의 CSI process에 포함되는 다수의 CSI-RS 구성들과 하나의 CSI-RS 구성에 대응한 안테나 포트 개수의 조합이 될 수 있다. 상기 조합은 임의의 단말이 하향링크 채널 상태를 측정하기 위한 안테나 포트들을 정의할 수 있다.
- [276] 이에 대해 좀 더 구체적으로 설명하면, 기지국은 다양한 수의 CSI-RS 포트들을 설정하기 위해, 다수의 레거시 CSI-RS 구성을 조합하는 것이 가능할 수 있다. 상기 기지국은 하나의 CSI 프로세스에서 여러 개의 CSI-RS 구성 정보를 단말에게 제공하는 경우, 상기 하나의 CSI 프로세스를 통해 제공될 여러 개의 CSI-RS 구성 정보들을 연계하여 채널 정보를 생성할 것을 지시할 수 있다.
- [277] 도 19는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 하나의 CSI 프로세스에 다수의 CSI-RS 구성을 연계하기 위한 설정 예를 도시한 도면이다.
- [278] 도 19를 참조하면, 기지국은 CSI-RS 설정(1910)을 구성하는 *antennaPortsCount-r13* 필드에 다양한 수의 CSI-RS 포트들을 지정하는 정보를 기록하는 것이 가능하다. 상기 *antennaPortsCount-r13* 필드에 기록된 다양한 수의 CSI-RS 포트들 각각에 대응한 정확한 위치 정보는 다수의 레거시 CSI-RS 구성들(1920)에 의해 정의될 수 있다.
- [279] 이 경우, 상기 *antennaPortsCount-r13* 필드에 기록된 전체 CSI-RS 포트들의 수는 다수의 레거시 CSI-RS 구성들(1920) 각각을 구성하는 *antennaPortsCount-r10* 필드에 기록된 CSI-RS 포트 개수의 합이 될 수 있다. 여기서 CSI-RS-Set-Config-r13 필드와 CSI-RS-Config-r10 필드 등과 같은 용어는 설명의 편의를 위하여 명명된 것으로, 실제 적용 시 상황에 맞추어 다르게 표현할 수 있음은 물론이다.
- [280] 도 20은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 다수의 CSI-RS 자원 위치들을 사용하여 CSI를 생성하는 예를 도시한 도면이다.
- [281] 도 20을 참조하면, 단말이 $\langle N_{\text{CSI}}=4, \text{resourceConfig}=0 \rangle$, $\langle N_{\text{CSI}}=8, \text{resourceConfig}=3 \rangle$, $\langle N_{\text{CSI}}=8, \text{resourceConfig}=4 \rangle$ 와 같이 3개의 CSI-RS를 설정 받았을 때, 다수의 CSI-RS 자원 위치들을 사용하여 CSI를 생성할 수 있다.
- [282] 상기 <표 5>에서 보이고 있는 자원 위치를 사용할 경우, 단말은 지정된 자원들 (2010, 2020, 2030)에 포함된 20개의 CSI-RS 포트들에 대한 채널 상황을 측정하고, 상기 측정에 따른 결과를 기반으로 CQI를 생성할 수 있다.

- [283] 예컨대, N_{CSI} 는 각 구성에 포함된 CSI-RS 포트 수 (도 19의 *antennaPortCount-r10*)이고, N_p 는 기지국이 설정한 전체 CSI-RS 포트 수 (도 19의 *antennaPortCount-r13*)임을 가정할 수 있다.
- [284] 도 19와 도 20에 도시된 바와 같이, 다수의 CSI-RS 구성들을 이용하여 채널 상태 정보를 생성할 경우, 각 CSI-RS 구성에 포함된 CSI-RS 포트들을 연계시키기 위한 방안이 마련될 필요가 있다.
- [285] 일 예로, N_{CSI} 및 *resourceConfig* 등 구성 인덱스 (configuration index)들에 대한 오름/내림 차순 (decreasing/increasing order)으로, CSI-RS 포트 인덱스를 카운트할 수 있다. 즉, 하나의 CSI-RS-Set-Config-r13에서 N_p 는 4이며, 다음과 같은 3개의 CSI-RS 구성들이 설정되었다고 가정하자.
- [286] [config. 0: { $N_{CSI}=4$, *resourceConfig*=0}, config. 1: { $N_{CSI}=8$, *resourceConfig*=3}, config. 2: { $N_{CSI}=4$, *resourceConfig*=4}]
- [287] 상기 예시와 같은 상황에서, CSI-RS 포트들이 구성 인덱스들을 오름차순으로 정렬한다면, 단말은 각 CSI-RS 구성들이 다음과 같은 인덱스의 CSI-RS를 포함하고 있다고 가정할 수 있다.
- [288] *config. 0*: {15,16,17,18}번 CSI-RS 포트, *config. 1*: {23,24,25,26,27,28,29,30}번 CSI-RS 포트, *config. 2*: {19,20,21,22}번 CSI-RS 포트
- [289] 여기서 CSI-RS 포트 인덱스는 LTE/LTE-A 시스템에서와 같이 15번부터 시작한다고 가정하였다.
- [290] 다른 예로, 각 CSI-RS 포트들은 CSI-RS 구성의 순서에 따라 오름/내림 차순으로 정렬될 수 있다. 이에 따르면, 앞에서의 예시와 같은 상황에서, CSI-RS 포트들은 다음과 같이 각 CSI-RS 구성에 매핑될 것이다.
- [291] *config. 0*: {15,16,17,18}번 CSI-RS 포트, *config. 1*: {19,20,21,22,23,24,25,26}번 CSI-RS 포트, *config. 2*: {27,28,29,30}번 CSI-RS 포트
- [292] 또 다른 예로, 기지국은 CSI-RS 구성의 순서를 단말에게 임의로 할당할 수 있다. 예를 들어 *config.2-config.0-config.1*의 순서로 지정할 경우, CSI-RS 포트들은 다음과 같이 각 CSI-RS 구성에 매핑될 것이다.
- [293] *config. 0*: {19,20,21,22}번 CSI-RS 포트, *config. 1*: {23,24,25,26,27,28,29,30}번 CSI-RS 포트, *config. 2*: {15,16,17,18}번 CSI-RS 포트
- [294] 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예들에 의하면, 하나의 CSI-RS-Set-Config-r13에 포함된 개별 CSI-RS 구성들이 가리키는 자원 위치는, 겹치지 않아야 함이 자명할 것이다. 하지만, 기지국은 특정한 의도에 의하여 일부 CSI-RS 자원이 겹치도록 설정할 수 있다. 예를 들어, 한 개 또는 두 개의 CSI-RS 자원이 겹치도록 설정될 경우, 단말은 해당 위치의 CSI-RS 포트들을 수평 방향과 수직 방향의 채널 상태 정보를 생성하는데 동시에 사용되는 기준 지점 (reference point)이라 판단할 수 있다. 상기 수평 방향과 수직 방향의 채널 상태 정보는 첫 번째 차원과 두 번째 차원의 채널 상태 정보와 같은 의미를 가진다.
- [295] 상기 예시들에서 개별 CSI-RS 구성에 따른 구체적인 CSI-RS 포트의 위치는

상기 <표 5>와 하기 <수학식 5>에 따라 정해지는 것이 가능하다.

[296] 수학식 5

[수식5]

$$k = k' + 12m + \begin{cases} -0 & \text{for } p \in \{15, 16\}, \text{ normal cyclic prefix} \\ -6 & \text{for } p \in \{17, 18\}, \text{ normal cyclic prefix} \\ -1 & \text{for } p \in \{19, 20\}, \text{ normal cyclic prefix} \\ -7 & \text{for } p \in \{21, 22\}, \text{ normal cyclic prefix} \\ -0 & \text{for } p \in \{15, 16\}, \text{ extended cyclic prefix} \\ -3 & \text{for } p \in \{17, 18\}, \text{ extended cyclic prefix} \\ -6 & \text{for } p \in \{19, 20\}, \text{ extended cyclic prefix} \\ -9 & \text{for } p \in \{21, 22\}, \text{ extended cyclic prefix} \end{cases}$$

$$l = l' + \begin{cases} l'' & \text{CSI reference signal configurations 0 - 19, normal cyclic prefix} \\ 2l'' & \text{CSI reference signal configurations 20 - 31, normal cyclic prefix} \\ l'' & \text{CSI reference signal configurations 0 - 27, extended cyclic prefix} \end{cases}$$

$$w_{l''} = \begin{cases} 1 & p \in \{15, 17, 19, 21\} \\ (-1)^{l''} & p \in \{16, 18, 20, 22\} \end{cases}$$

$$l'' = 0, 1$$

$$m = 0, 1, \dots, N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1$$

$$m' = m + \left\lfloor \frac{N_{\text{RB}}^{\text{max, DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}}{2} \right\rfloor$$

[297] 상기 <수학식 5>에서 p 는 개별 CSI-RS 구성 내에서의 CSI-RS 포트 인덱스이다.

[298] 해당 CSI-RS 구성의 실제 CSI-RS 포트 인덱스가

$$\{p_0, p_1, \dots, p_{N_{\text{CSI}}}\}$$

라고 할 때, 상기 CSI-RS 구성의 n 번째 포트를 위한 p 는 하기 <수학식 6>에 의해 계산될 수 있다.

[299] 수학식 6

[수식6]

$$p = p_n - p_0 + 15$$

[300] 상기 예시들에서 전체 측정을 가정하였기 때문에 CSI-RS 포트 인덱스가 순차적으로 증가하였으나, 부분 측정을 수행할 경우, 이에 제한되지 않고, CSI-RS 포트 인덱스가 불연속적으로 증가할 수 있다. 이에 대해서는 향후 자세하게 기술될 것이다.

[301] 일 실시 예에 따르면, 기지국은 임의의 단말을 위해 할당한 CSI-RS 자원에 관한 정보를 비트맵 (bitmap)을 이용하여 상기 임의의 단말에게 직접 알려 줄 수 있다.

[302] 기지국은 임의의 단말을 위한 CSI-RS 자원을 할당하고, 미리 설정된 단위 자원

할당 영역 내에서 상기 할당한 CSI_RS 자원의 위치를 알려주는 정보를 비트맵 형식으로 구성하며, 상기 구성한 비트맵을 상기 임의의 단말로 전달할 수 있다. 상기 미리 설정된 단위 자원 할당 영역은 주파수 영역을 구분하는 12개의 서브 캐리어들과 시간 영역을 구분하는 14개의 심볼들에 의해 정의될 수 있다.

[303] 이 경우, 상기 미리 설정된 단위 자원 할당 영역은 168개의 RE들을 포함할 수 있다. 상기 기지국은 168개의 RE들 중 미리 설정된 위치의 RE들을 사용하여 CSI-RS 자원을 할당할 수 있다. 상기 CSI-RS 자원으로 사용 가능한 위치 (RE)는 도 20에 도시된 바와 같이 이 A0부터 J1까지 존재할 수 있다. 상기 A0부터 J1에 상응한 위치에는 두 개의 RE들이 매핑될 수 있다.

[304] 상기 기지국은 미리 설정된 단위 자원 할당 영역 내에 존재하는 각 자원 (RE 또는 A0부터 J1)의 할당 여부를 알려주는 비트맵을 상위 계층 (high layer, 예컨대 RRC 계층) 시그널링 또는 L1 시그널링을 이용하여 단말에게 전달할 수 있다. 예컨대, 비트맵에서 1은 해당 자원이 CSI-RS의 전송을 위해 할당되었음을 지시하며, 0은 해당 자원이 CSI-RS의 전송을 위해 할당되지 않았음을 지시할 수 있다.

[305] 일 예로써, 두 개의 CSI-RS 포트들을 기준으로 20개의 CSI-RS 자원들에 대한 위치를 설정하는 것이 가능할 수 있다. 상기 비트맵은 미리 설정된 단위 자원 할당 영역 내에서 CSI-RS가 전송될 자원들에 관한 정보를 단말에게 공지할 수 있다.

[306] 이를 도 20에서 CSI-RS 자원으로 사용 가능한 위치로 지정된 A0부터 J1에 적용할 경우, [A0, A1, B0, B1, C0, C1, D0, D1, E0, E1, F0, F1, G0, G1, H0, H1, I0, I1, J0, J1] = [1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]와 같이 비트맵을 구성할 수 있다. 상기 비트맵의 예에서는, A0, A1, G0, G1, H0, H1, I0, I1, J0, J1에 상응한 자원들이 CSI-RS 자원으로 할당되었음을 지시하고 있다.

[307] 다른 예로, 네 개의 CSI-RS 포트들을 기준으로 10개의 CSI-RS 자원들에 대한 위치를 설정하는 것이 가능할 수 있다. 상기 비트맵은 미리 설정된 단위 자원 할당 영역 내에서 CSI-RS가 전송될 자원들에 관한 정보를 단말에게 공지할 수 있다.

[308] 이를 도 20에서 CSI-RS 자원으로 사용 가능한 위치로 지정된 A0부터 J1에 적용할 경우, [A0-A1, B0-B1, C0-C1, D0-D1, E0-E1, F0-F1, G0-G1, H0-H1, I0-I1, J0-J1] = [1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1]와 같이 비트맵을 구성할 수 있다. 상기 비트맵의 예에서는, A0, A1, I0, I1, J0, J1에 상응한 자원들이 CSI-RS 자원으로 할당되었음을 지시하고 있다.

[309] 또 다른 예로, 여덟 개의 CSI-RS 포트들을 기준으로 5개의 CSI-RS 자원들에 대한 위치를 설정하는 것이 가능할 수 있다. 상기 비트맵은 미리 설정된 단위 자원 할당 영역 내에서 CSI-RS가 전송될 자원들에 관한 정보를 단말에게 공지할 수 있다.

[310] 이를 도 20에서 CSI-RS 자원으로 사용 가능한 위치로 지정된 A0부터 J1에

적용할 경우, [A0-A1-B0-B1, C0-C1-D0-D1, E0-E1-F0-F1, G0-G1-H0-H1, I0-I1-J0-J1] = [1, 0, 0, 1, 1] 와 같이 비트맵을 구성할 수 있다. 상기 비트맵의 예에서는, A0, A1, B0, B1, G0, G1, H0, H1, I0, I1, J0, J1에 상응한 자원들이 CSI-RS 자원으로 할당되었음을 지시하고 있다.

- [311] 상기 여덟 개의 CSI-RS 포트들을 기준으로 하는 예시에서 볼 수 있듯이 설정된 자원보다 작은 수의 RE에서 CSI-RS가 전송될 수 있음이 자명하다. 예를 들어, 상기 여덟 개의 CSI-RS 포트들을 기준으로 하는 비트맵에 따르면, A0-A1-B0-B1 자원을 사용하는 것으로 통보하였으나 도 20의 예제와 같이 A0-A1 위치에서만 CSI-RS가 전송되고, B0-B1 위치에서는 CSI-RS가 전송되지 않을 수 있다.
- [312] 상기 비트맵을 통한 CMR 자원 구성에서 포트 인덱스 매핑 (port index mapping)은 비트맵의 LSB 또는 MSB를 기준으로 순차적으로 부여될 수 있다.
- [313] 예를 들어, 네 개의 CSI-RS 포트들을 기준으로 하는 예와 같이 자원들의 위치를 통보하는 비트맵이 [A0-A1, B0-B1, C0-C1, D0-D1, E0-E1, F0-F1, G0-G1, H0-H1, I0-I1, J0-J1] = [1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1]로 설정되었다고 가정하자. 이를 위해, 상기 기지국은 비트맵의 LSB를 기준으로 CSI-RS 포트 인덱스를 매핑할 수 있다. 이 경우, 단말은 J0-J1에 15, 16, 17, 18번에 상응한 CSI-RS 포트가 매핑되고, I0-I1에 19, 20, 21, 22번에 상응한 CSI-RS 포트가 매핑되며, A0-A1에 23, 24, 25, 26번에 상응한 CSI-RS 포트가 매핑됨을 알 수 있다.
- [314] 그렇지 않고, 기지국이 비트맵의 MSB를 기준으로 CSI-RS 포트 인덱스를 매핑한다면, CSI-RS 자원들에 할당되는 네 개의 CSI-RS 포트들의 순서는 반대로 부여될 것이다.
- [315] 일 실시 예에 따르면, FD-MIMO 시스템에서 단말이 기지국의 안테나 배치를 인지할 수 있도록 하는 방안을 마련할 수 있다.
- [316] 이에 대해 좀더 구체적으로 설명하면, 기지국에 의해 CSI-RS 자원과 CSI-RS 포트 인덱스가 매핑되면, 단말은 채널 상태 정보를 생성하기 위하여 CSI-RS 포트 인덱스에 따른 기지국 안테나의 상대적인 위치를 판단할 수 있어야 한다. 상기 기지국 안테나의 상대적인 위치는 CSI-RS와 코드북 인덱스의 관계에 의해 정의될 수 있다.
- [317] 도 21은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 기지국이 CSI-RS 자원과 CSI-RS 포트 인덱스를 매핑한 예를 도시한 도면이다.
- [318] 도 21을 참조하면, 전체 측정이면, 기지국은 수평 방향을 기준으로 CSI-RS 자원과 CSI-RS 포트 인덱스를 매핑 (도 21의 왼쪽 도면)하거나 수직 방향을 기준으로 CSI-RS 자원과 CSI-RS 포트 인덱스를 매핑 (도 21의 오른쪽 도면)할 수 있다.
- [319] 일 예로, 수평 방향을 기준으로 할 시, 기지국은 CSI-RS 자원 배열에서 좌측 하단에서 첫 번째에 위치한 CSI-RS 자원에서 수평 방향으로 이동하면서 CSI-RS 포트 인덱스 15 내지 19를 순차적으로 부여할 수 있다. 그 다음으로, 상기 기지국은 수직 방향으로 이동하여 좌측 하단에서 두 번째에 위치한 CSI-RS

자원에서 수평 방향으로 이동하면서 CSI-RS 포트 인덱스 20 내지 24를 순차적으로 부여할 수 있다. 동일한 방식으로 나머지 CSI-RS 자원들에 대해 CSI-RS 포트 인덱스 25 내지 29를 순차적으로 부여할 수 있다.

- [320] 다른 예로, 수직 방향을 기준으로 할 시, 기지국은 CSI-RS 자원 배열에서 좌측 첫 번째 하단에 위치한 CSI-RS 자원에서 수직 방향으로 이동하면서 CSI-RS 포트 인덱스 15 내지 17을 순차적으로 부여할 수 있다. 그 다음으로, 상기 기지국은 수평 방향으로 이동하여 좌측 두 번째 하단에 위치한 CSI-RS 자원에서 수직 방향으로 이동하면서 CSI-RS 포트 인덱스 18 내지 20를 순차적으로 부여할 수 있다. 동일한 방식으로 나머지 CSI-RS 자원들에 대해 CSI-RS 포트 인덱스 21 내지 29를 순차적으로 부여할 수 있다.

- [321] 따라서, 단말은 기지국에 의한 CSI-RS 자원과 CSI-RS 포트 인덱스의 매핑 룰을 인지할 수 있다면, 기지국의 안테나의 배열을 예측할 수 있을 것이다.

- [322] 일 실시 예에 따르면, 기지국이 단말에게

$$N_P=15$$

,

$$N_H=5$$

임을 알려주었을 경우, 단말은 도 10에 도시된 바와 같은 CSI-RS 자원과 CSI-RS 포트 인덱스의 매핑 관계를 인지할 수 있을 것이다. 도 10에서는 비 편파 안테나를 기준으로 도시된 것이다. 하지만, 편파 안테나를 사용할 경우에도 유사한 방법으로 CSI-RS 자원과 CSI-RS 포트 인덱스의 매핑이 이루어질 수 있다.

- [323] 하지만, 부분 측정이면, 기지국은 CSI-RS의 전송을 위해 할당된 모든 CSI-RS 자원들에서 CSI-RS를 전송하지 않을 수 있다. 즉, 부분 측정이면, 기지국은 임의의 단말을 위해 할당된 CSI-RS 자원들에 대한 CSI-RS 천공을 수행할 수 있다. 이 경우, 기지국은 단말에게 어떠한 TXRU가 CSI-RS를 전송하였는지에 대한 정보를 알려줄 수 있어야 한다. 예컨대, 기지국은 CSI-RS를 전송하는 TXRU에 관한 정보를 교차점 지시 (cross point indication) 방법, 비트맵 지시 (bitmap indication) 방법 및 복합 비트맵 지시 (hybrid bitmap indication) 방법 등이 사용될 수 있다.

- [324] 방법 1: 교차점 지시 (cross point indication)

- [325] 제안된 방법 1에서는 단말이 기지국에 의해 제공된 교차점 기준신호의 위치를 사용하여 CSI-RS 천공 패턴을 인지하도록 하는 방안을 제안하고 있다.

- [326] 이에 대해 좀더 구체적으로 설명하면, 단말이 기지국의 안테나 구성 정보

$$\{N_H, N_V\}$$

를 알고 있다면, 단말은 교차점 기준신호의 위치

$$\{N_C, M_C\}$$

만으로 기지국에서의 CSI-RS 천공 패턴을 인지할 수 있다. 여기서, 상기

기지국의 안테나 구성 정보

$$\{N_H, N_V\}$$

는 수평 방향으로의 안테나 개수 N_H 와 수직 방향으로의 안테나 개수 N_V 에 의한, 안테나 배열 (또는 CSI-RS 패턴)을 정의하는 정보이다.

[327] 상기 교차점 기준신호의 위치

$$\{N_C, M_C\}$$

는 상기 기지국의 안테나 구성 정보

$$\{N_H, N_V\}$$

에 따른 안테나 배열 (또는 CSI-RS 패턴)에서 수평 방향으로 배열된 CSI-RS 자원들 (CSI-RS 포트들)과 수직 방향으로 배열된 CSI-RS 자원들 (CSI-RS 포트들)이 교차하는 위치가 될 수 있다. 여기서

$$N_C$$

는 교차점 기준신호의 위치를 지정하는 수평방향 인덱스이고,

[328] M_C

는 교차점 기준신호의 위치를 지정하는 수직방향 인덱스이다. 상기 기준신호의 위치

$$\{N_C, M_C\}$$

는 상위 계층 시그널링 (high-layer signaling) 또는 동적 시그널링 (dynamic signaling)을 통해 기지국이 단말에게 제공할 수 있다.

[329] 단말은 기지국의 안테나 구성 정보

$$\{N_H, N_V\}$$

에 따른 안테나 배열 (또는 CSI-RS 패턴)과 교차점 기준신호의 위치

$$\{N_C, M_C\}$$

를 획득하면, 상기 안테나 배열 (또는 CSI-RS 패턴)에서 상기 획득한 교차점 기준신호의 위치

$$\{N_C, M_C\}$$

를 기준으로 수평방향으로 배열된 안테나들 (또는 CSI-RS 포트들)과 수직방향으로 배열된 안테나들 (또는 CSI-RS 포트들)을 제외한 나머지 안테나들 (또는 CSI-RS 포트들)에 매핑된 CSI-RS 자원들을 천공하는 CSI-RS 천공 패턴을 획득할 수 있을 것이다.

[330] 이를 위해, 기지국은 단말이 안테나 배열 (또는 CSI-RS 패턴)을 인지할 수 있도록 하는 안테나 구성 정보

$$\{N_H, N_V\}$$

를 이미 알고 있음을 전제로, 교차점 기준신호의 위치

$$\{N_C, M_C\}$$

를 단말에게 알려줄 수 있다. 상기 교차점 기준신호의 위치

$$\{N_C, M_C\}$$

는 직접적으로 기지국이 단말에게 전달하거나 코드북 구성 (codebook configuration)을 통하여 기지국이 암시적 (implicit)으로 단말에게 전달할 수 있다.

[331] 도 22는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 교차점 기준신호의 위치에 대한 예들을 도시한 도면이다.

[332] 도 22를 참조하면, 교차점 기준신호의 위치 (2210 또는 2220)는 수평방향 채널 성분과 수직방향 채널 성분을 측정하는데 모두 사용되는 기준신호의 위치를 의미한다.

[333] 일 예로,

$$N_H$$

가 5이고,

$$N_V$$

가 3인 상황에서 교차점 기준신호의 위치가 (0,0)인 경우, 단말은 도 22의 왼쪽 그림과 같이 기지국에서 사용된 CSI-RS 천공 패턴을 유추할 수 있다. 다른 예로,

$$N_H$$

가 5이고,

$$N_V$$

가 3인 상황에서 교차점 기준신호의 위치가 (2,1)일 경우, 단말은 도 22의 오른쪽 그림과 같이 기지국에서 사용된 CSI-RS 천공 패턴을 유추할 수 있다.

[334] 방법 2: 비트맵 지시 (bitmap indication)

[335] 제안된 방법 2에서는 기지국이 소정 개수의 CSI-RS 포트들 각각에 대응한 천공 여부 (CSI-RS 전송 여부)를 지시하는 비트맵 (또는 비트 열)을 구성하고, 상기 구성한 비트맵을 단말로 제공함으로써, 상기 단말이 CSI-RS 천공 패턴을 인지하도록 하는 방안을 제안하고 있다.

[336] 이에 대해 좀 더 구체적으로 설명하면, 기지국은 비트 수가

$$N_r$$

인 비트 시퀀스를 상위 계층에서의 시그널링을 통해 단말로 전달할 수 있다. 상기 비트 시퀀스를 구성하는 비트 수

$$N_P$$

은 CSI-RS 포트의 전체 개수에 해당할 수 있다. 상기 비트 시퀀스를 구성하는

$$N_P$$

개의 비트들과 소정 개수의 CSI-RS 포트들은 일대일로 매핑될 수 있다. 이 경우, 상기 비트 시퀀스를 구성하는 하나의 비트 값은 CSI-RS 포트들 중에서 대응하는 하나의 CSI-RS 포트에서 CSI-RS의 전송 여부를 지시할 수 있다.

예컨대, 특정 비트의 값이 0이면, 상기 특정 비트에 대응하는 CSI-RS 포트에서의 CSI-RS 전송이 이루어지지 않음 (CSI-RS가 off)을 지시하는 것이고, 특정 비트의 값이 1이면, 상기 특정 비트에 대응하는 CSI-RS 포트에서의 CSI-RS 전송이 이루어짐 (CSI-RS가 on)을 지시하는 것이다.

[337] 도 23은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 비트맵을 이용하여 기지국의 CSI-RS 천공 패턴을 단말이 인지하도록 하는 예를 도시한 도면이다.

[338] 도 23을 참조하면,

N_H

가 4이고,

N_V

가 2인 크로스 폴 안테나를 사용함을 가정하고 있다. 도 23에서 왼쪽 그림은 CSI-RS 포트들 각각에 대해 부여된 CSI-RS 포트 인덱스에 따른 상대적인 위치를 정의하고, 상기 CSI-RS 포트들 각각이 CSI-RS의 전송 여부를 표시하고 있다. 예컨대, CSI-RS 포트들 중 색칠된 CSI-RS 포트들은 CSI-RS가 전송되는 TXRU를 나타내고, CSI-RS 포트들 중 색칠되지 않은 CSI-RS 포트들은 CSI-RS가 전송하지 않는 TXRU를 나타낸다.

[339] 도 23에서 오른쪽 그림은 CSI-RS 포트들 각각에서 CSI-RS가 전송되는지를 지시하는 비트들로 이루어진 비트 시퀀스 (또는 비트맵)을 보이고 있다. 상기 비트 시퀀스에서 첫 번째 비트, 즉 가장 오른쪽에 위치하는 비트(2320)가 LSB에 해당하고, 마지막 비트, 즉 가장 왼쪽에 위치하는 비트(2310)가 MSB에 해당할 수 있다.

[340] 일 예로 CSI-RS 포트들 각각을 지시하는 CSI-RS 포트 인덱스로 15 내지 30이 사용되었다면, 상기 비트 시퀀스를 구성하는 LSB(2320)의 값은 CSI-RS 포트 인덱스가 15인 CSI-RS 포트에서 CSI-RS가 전송되는지를 지시할 것이다. 그 이후에 연속하는 비트 값들은 CSI-RS 포트 인덱스가 16부터 1씩 증가는 CSI-RS 포트에서 CSI-RS가 전송되는지를 지시할 것이다. 마지막 비트 값, 즉 MSB(2310)의 값은 CSI-RS 포트 인덱스가 30인 CSI-RS 포트에서 CSI-RS가 전송되는지를 지시할 것이다.

[341] 상술한 바에 따르면, 왼쪽 그림에 도시된 CSI-RS 포트들 각각에서의 CSI-RS 전송 여부를 기반으로 최종 생성되어 오른쪽 그림에 도시된 비트 시퀀스는 [0001111100011111]임을 확인할 수 있다. 이 경우, 비트 값 0은 CSI-RS가 전송되지 않음을 지시하고, 비트 값 1은 CSI-RS가 전송됨을 지시하는 것이다.

[342] 방법 3: 복합 비트맵 지시 (hybrid bitmap indication)

[343] 제안된 방법 3에서는 교차점 지시에 의한 방법 1과 비트맵 지시에 의한 방법 2를 조합하여 기지국이 단말에게 CSI-RS 천공 패턴을 안내하는 방안을 제안하고 있다.

[344] 이에 대해 좀 더 구체적으로 설명하면, 비트맵은 수직/수평방향 중 하나의

방향을 측정하기 위한 CSI-RS 포트들을 0으로 지정하며, 나머지 방향을 측정하기 위한 CSI-RS 포트들을 1로 지정함을 가정할 수 있다.

[345] 예를 들어,

N_H

가 4이고,

N_V

가 2일 때, 비트맵이 [0 0 0 0 1 1]인 경우, 앞 부분 4개의 CSI-RS 포트들이 수평방향 채널 측정에 사용되며, 뒤 부분 2개의 CSI-RS 포트들이 수직방향 채널 측정에 사용됨을 지시하는 것이다. 이때, 교차점 기준신호는 해당 그룹과 반대의 비트를 할당하여 공지될 수 있다. 일 예로, 교차점 기준신호의 위치

$\{N_C, M_C\}$

가 {3,1}인 경우, 수평방향으로 네 번째 CSI-RS 포트와 수직방향으로 두 번째 CSI-RS 포트의 비트가 바뀌어야 하므로, 비트맵은 [0 0 0 0 1 1]에서 [0 0 0 1 1 0]로 변환될 수 있다.

[346] 도 24는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 복합 비트맵 지시에 의한 CSI-RS 천공 패턴을 인지하도록 하는 예를 도시한 도면이다.

[347] 도 24를 참조하면,

N_H

가 4이고,

N_V

가 2인 직교 편파 안테나를 사용함을 가정하고 있다. 도 23에서 왼쪽 그림은

N_C

가 0이고,

M_C

가 0인 교차점 기준신호의 위치에 대한 비트맵 시퀀스 (bitmap sequence)를 보이고 있으며, 오른쪽 그림은

N_C

가 2이고,

M_C

가 1인 교차점 기준신호의 위치에 대한 비트맵 시퀀스를 보이고 있다. 이런 경우, 비트맵 시퀀스의 결과는 앞에서 정의한 세부 정의 (CSI-RS 포트 그룹 별 비트 할당 등)에 따라 바뀔 수 있다.

[348] 일 실시 예에 따르면, FD-MIMO 시스템에서 기지국이 CSI-RS 자원들에 대한 실제 사용 여부를 지시하는 정보를 단말과 공유하도록 하는 방안을 마련할 수 있다. 이는 임의의 단말을 위해 할당된 CSI-RS 자원들 중 CSI-RS가 전송되지

않는 CSI-RS 자원으로 인해, 추가적인 간섭 또는 잡음이 발생할 수 있는 것을 방지하기 위함이다.

- [349] 이에 대해 좀 더 구체적으로 설명하면, 비트맵을 기반으로 CSI-RS 천공 패턴을 지시하는 경우, 기지국은 CSI-RS가 존재하지 않은 위치 (null location)에 관한 정보를 단말에게 공지할 수 있다. 상기 기지국은 단말에게 어떠한 코드북 계수 (codebook coefficient)들을 채널상태정보를 생성하는데 사용하지 않을지를 지시할 수 있다.
- [350] 도 25는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 사용되지 않는 CSI-RS를 공지하는 예를 도시한 도면이다.
- [351] 도 25를 참조하면, 단말이 5개의 CSI-RS들을 사용하여 채널 상태 정보를 생성하도록 하기 위해, 기지국은 8개의 CSI-RS 자원들을 상기 단말을 위해 할당하고, 상기 할당된 8개의 CSI-RS 자원들 중 3개의 CSI-RS 자원들에서 CSI-RS를 전송하지 않을 수 있다.
- [352] 이 경우, 단말이 CSI-RS가 전송하지 않을 3개의 CSI-RS 자원들을 알지 못하고 있다면, 상기 CSI-RS가 전송하지 않을 3개의 CSI-RS 자원들에서 간섭 또는 잡음이 추가로 발생할 수 있을 것이다.
- [353] 상기 기지국은 임의의 단말을 위해 할당된 CSI-RS 자원들 중 CSI-RS의 전송이 이루어지지 않는 적어도 하나의 CSI-RS 자원을 지시하는 CSI-RS 천공 패턴을 다양한 방안의 의해, 상기 임의의 단말에게 공지할 수 있다. 이로써, 할당된 CSI-RS 자원 중 일부 CSI-RS 자원에서 CSI-RS가 전송되지 않음으로 인해 불필요한 성능 열화가 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [354] 일 실시 예에 따르면, FD-MIMO 시스템에서 기지국이 CMR을 구성하기 위해 설정된 다수의 CSI-RS 자원들 중 적어도 두 개의 CSI-RS 자원을 하나의 CSI-RS 포트에 매핑 (mapping)하는 방안을 마련할 수 있다. 즉, 각 CSI-RS 자원이 일부 CSI-RS 포트 인덱스들을 공유하도록 하는 CMR 운영 방식을 제안한다.
- [355] 도 26은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 각 CSI-RS 자원이 일부 CSI-RS 포트 인덱스를 공유하는 예를 도시한 도면이다.
- [356] 도 26을 참조하면, 하나의 CMR은 총 세 개의 CSI-RS 자원 요소 (resource component)들 (2610, 2620, 2630)에 의해 구성될 수 있다. 상기 세 개의 CSI-RS 자원 요소들 (2610, 2620, 2630)에서는 CSI-RS 포트 인덱스 15 내지 18 각각이 보일 수 있다. 상기 세 개의 CSI-RS 자원 요소들 (2610, 2620, 2630) 각각은 서로 독립적인 자원으로 취급될 수 있다. 이 경우, 상기 세 개의 CSI-RS 자원 요소들 (2610, 2620, 2630) 각각은 서로 다른 CSI를 생성하는데 사용될 수 있다.
- [357] 기지국은, 예를 들어, 세 개의 CSI-RS 자원 요소들 (2610, 2620, 2630) 각각에 서로 다른 빔포밍 가중치를 적용하고, 이를 기반으로 단말에게 CSI-RS를 전송할 수 있다. 상기 단말은 자신이 선호하는 CSI-RS 자원의 인덱스와 해당 CSI-RS 자원의 CSI-RS 포트들을 기반으로 CSI를 생성할 수 있다. 상기 단말은 생성한 CSI를 기지국으로 보고할 수 있다.

- [358] 다른 예로, 기지국은 세 개의 CSI-RS 자원 요소들 (2610, 2620, 2630) 각각에 대해 서로 다른 빔포밍 가중치를 적용하여 단말에 전송할 수 있다. 이 경우, 상기 단말은 각 CSI-RS 자원에서 전송된 CSI-RS 포트들을 기반으로 CSI를 생성하고, 상기 생성한 CSI 모두를 기지국에 보고하는 것이 가능하다.
- [359] 도 27은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, FD-MIMO 시스템에서 각 CSI-RS 자원이 일부 CSI-RS 포트 인덱스를 공유하는 다른 예를 도시한 도면이다.
- [360] 도 27을 참조하면, 일부 CSI-RS 자원들은 서로 연계되고, 나머지 CSI-RS 자원은 독립적인 자원으로 운용하는 것이 가능할 수 있다.
- [361] 일 예로, 하나의 CMR은 총 세 개의 CSI-RS 자원 요소들 (2710, 2720, 2730)에 의해 구성될 수 있다. 상기 세 개의 CSI-RS 자원 요소들 (2710, 2720, 2730) 중 두 개의 CSI-RS 자원 요소들 (2710, 2730)은 서로 연계되어 하나의 CSI-RS 자원으로 운영될 수 있고, 나머지 하나의 자원 요소 (2720)는 별개의 CSI-RS 자원으로 운영될 수 있다.
- [362] 이 경우, 단말은 서로 연계되어 하나의 CSI-RS 자원으로 운영되는 두 개의 CSI-RS 자원 요소들 (2710, 2730)에서 전송되는 CSI-RS 포트들을 기반으로 하나의 CSI를 생성할 수 있다. 상기 단말은 별개의 CSI-RS 자원으로 운영되는 하나의 CSI-RS 자원 요소 (2720)에서 전송되는 CSI-RS 포트를 기반으로 다른 하나의 CSI를 생성할 수 있다. 상기 단말은 상기 다른 하나의 CSI를 사용하여 자신이 선호하는 CSI-RS 자원의 인덱스와 해당 CSI를 기지국으로 보고하는 것이 가능할 것이다.
- [363] 다른 예로, 단말은 서로 연계되어 하나의 CSI-RS 자원으로 운영되는 두 개의 CSI-RS 자원 요소들 (2710, 2730)에서 전송되는 CSI-RS 포트들을 기반으로 하나의 CSI를 생성하고, 별개의 CSI-RS 자원으로 운영되는 하나의 CSI-RS 자원 요소 (2720)에서 전송되는 CSI-RS 포트를 기반으로 다른 하나의 CSI를 생성하며, 상기 두 가지의 CSI들 모두를 사용하여 자신이 선호하는 CSI-RS 자원의 인덱스와 해당 CSI를 기지국으로 보고하는 것이 가능하다.
- [364] 일 실시 예에 따르면, FD-MIMO 시스템에서 CMR 구성을 위해 하나 이상의 CSI-RS 자원을 설정하기 위한 상위 계층에서의 시그널링 절차를 마련할 수 있다.
- [365] 도 28은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 다수의 CSI-RS가 설정된 하나의 CSI process의 일 예를 도시한 도면이다.
- [366] 도 28을 참조하면, 총 N 개의 non-zero power (NZP) CSI-RS 자원은 ID 리스트를 이용하거나 (참조번호 2830) 또는 N개의 CSI-RS 구성 리스트를 이용하여 관리하는 것이 가능하다. 이 경우, 각 CSI-RS 자원에 포함되는 CSI-RS 포트들의 수는 참조번호 2840에 도시된 바와 같이 설정될 수 있다.
- [367] 전체 CSI-RS 포트의 개수 (2820)는 하나의 CSI process (2810)에 의해 설정될 수 있다. 이 경우, 상기 전체 CSI-RS 포트의 개수 (2820)는 각 NZP CSI-RS 배치들에 대해 설정되는 수들 (참조번호 2840)의 총 합과 같거나 작을 수 있다.

- [368] 또는 하나의 CSI process (2810)에 포함되는 전체 CSI-RS 포트의 개수는 각 NZP CSI-RS 배치들에 대해 설정되는 수들 (참조번호 2840)의 총 합에 의해 정의될 수도 있다. 이 경우, 전체 CSI-RS 포트의 개수 (2820)는 생략될 수도 있다.
- [369] 또는 하나의 CSI process (2810)에 포함되는 각 CSI-RS 자원들이 모두 동일한 수의 CSI-RS 포트의 개수를 가지도록 설정될 수도 있다. 이 경우, 각 CSI-RS 자원의 CSI-RS 포트 개수는 전체 CSI-RS 포트의 개수 (2820)에 의하여 설정될 수 있으며, 상기 각 NZP CSI-RS 배치들에 대해 설정되는 수들 (참조번호 2840)은 생략될 수 있다.
- [370] 상기 전체 CSI-RS 포트의 개수 (2820)의 설정은 하나의 예시이며, 특히 본 예제에서 {an1, an2, an4, an8}로 설정되는 것이 가능하다. 본 예제에 있어, CMR에 포함되는 CSI-RS 포트의 총 개수는 CSI-RS 포트 수와 CSI-RS 자원 개수의 곱으로 정의될 수 있다.
- [371] 한편, 제안된 실시 예에서의 CSI-RS 포트 수는 특정한 개수에 제한되는 것이 아니라 30, 32, 56, 64 등 다양한 개수를 포함하도록 설정될 수 있음은 물론이다.
- [372] 도 29는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 다수의 CSI-RS가 설정된 하나의 CSI process의 다른 예를 도시한 도면이다.
- [373] 도 29를 참조하면, 참조번호 2930에 도시된 바와 같이 총 N 개의 non-zero power (NZP) CSI-RS 자원들을 직접 설정할 수 있다. 이때, N은 2인 경우를 가정하고 있다. 하나의 CSI process (2910)는 CSI-RS 포트들의 총 개수를 참조번호 2920에 도시된 바와 같이 지정할 수 있다. 또한, 도 28을 참조하여 설명된 참조번호 2820을 생략하는 원리와 동일한 이유로 참조번호 2920 또한 생략될 수 있다. 상기 참조번호 2820 및 2920의 예시는 CSI-RS 포트 수를 이에 제한시키는 것이 아니며, 30, 32, 56, 64 등 다양한 수를 포함하도록 설정될 수 있다.
- [374] 도 30은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, CSI-RS 포트들을 설정하는 다른 예를 도시한 도면이다.
- [375] 도 30에 도시된 바와 같이, 다수의 CSI-RS 자원 (Release 12 CSI-RS 자원)을 기반으로 {1, 2, 4, 8} 개 이외의 CSI-RS 포트들을 포함하는 CSI-RS 자원, 예를 들어 12 또는 16개 CSI-RS 포트들을 설정하기 위한 상위 계층 (RRC) 시그널링을 설정하는 것이 가능할 수 있다.
- [376] 예를 들어, CSI-RS 자원의 위치를 알려주는 지시자 (3020)는 참조번호 3010에 의하여 지정되는 CSI-RS 포트의 개수가 {1, 2, 4, 8} 중 하나가 아닐 경우, 기존 CSI-RS 자원들이 합성되어 만들어진 CMR 중 하나의 위치를 지정하는 지시자가 될 수 있다.
- [377] 일 예로, 참조번호 3010에서 CSI-RS 포트의 개수가 16개로 지정되고, 상기 16개의 CSI-RS 포트들을 구성하는 CMR이 두 개의 CSI-RS 포트 묶음으로 구성됨을 가정할 수 있다. 이 경우, 하나의 CSI-RS 포트 묶음은 8개의 CSI-RS 포트들로 구성될 수 있다.
- [378] 참조번호 3020에 지정된 지시자는 소정 개수의 CMR 패턴들 중 하나의 CMR

패턴의 사용을 지시할 수 있다.

- [379] 도 31은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, CMR 패턴의 일 예를 도시한 도면이다.
- [380] 도 31을 참조하면, A부터 J까지 총 10개의 CMR 패턴들이 생성될 수 있다. 상기 10개의 CMR 패턴들 A 내지 J 각각에 대해서는 사전에 지시자가 설정될 수 있다. 일 예로 CMR 패턴 지시가 0일 경우 패턴 A, 1일 경우 패턴 B, 2일 경우 패턴 C, 9일 경우 패턴 J를 사용하도록, 사전에 미리 약속될 수 있다.
- [381] 상기 CMR 패턴 A부터 J까지의 순서는 중요한 것이 아니며, 상황에 따라 순서가 바뀔 수 있음은 물론이다. 또한, 모든 패턴에 지시자를 매핑하지 않을 수 있으며, 필요에 따라 일부 패턴에 대해서는 지시자를 매핑하는 것을 생략할 수 있다.
- [382] 예를 들어, 도 27의 참조번호 27101 및 2730에 도시된 바와 같이, 12개의 CSI-RS 포트들에서 CSI-RS를 전송할 경우, 도 31에서의 패턴 A와 같이 CSI-RS 자원을 할당하고, 상기 할당된 CSI-RS 자원들 중 일부 CSI-RS 자원 (즉 참조번호 2710 및 2730)에서만 CSI-RS를 전송하는 것이 가능할 수 있다.
- [383] 한편, 인접한 두 개 OFDM 심볼에 대한 CDM (code division multiplexing), 즉 CDM-2 만을 지원하는 현재의 CSI-RS 매핑과 달리, CSI-RS 전력 부스팅 (power boosting) 등 다양한 이유로 인하여 4개 RE에 대한 CDM-4를 지원하도록 확장될 수 있다.
- [384] 이 경우, 두 개의 RE로 이루어진 CDM 그룹 두 개를 모아 새로운 하나의 CDM 그룹을 생성할 수 있으며, 상기 새로운 하나의 CDM 그룹에 포함되는 4개의 RE에 상기 CDM-4를 위한 길이 4의 OCC (orthogonal cover code)가 적용될 수 있다. 상기 두 개의 RE로 이루어진 CDM 그룹 두 개는 같은 OFDM 심볼에 존재할 수도 또는 서로 다른 OFDM 심볼에 존재할 수도 있음이 자명하다.
- [385] 만약 CSI-RS 매핑을 위한 편의를 고려하여 시간 도메인 (time domain) CDM-4 만을 고려할 경우, 하나의 CDM 그룹에 포함되는 모든 RE들은 서로 다른 OFDM 심볼에 위치해야 한다. 이는 상기 두 개의 RE로 이루어진 CDM 그룹 두 개가 서로 다른 OFDM 심볼에 위치해야 함을 의미한다.
- [386] 도 32는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따라, 자원 지시자에 의해 CMR 패턴이 지시되는 예를 도시한 도면이다.
- [387] 도 32를 참조하면, 7개의 패턴 (A 내지 G)은 10개의 패턴 (도 31에 도시된 패턴) 중 소정의 조건 (앞서 제안된 조건)을 만족시키는 패턴에 해당할 수 있다. 따라서 상기 7개의 패턴 각각은 자원 지시자 (도 30의 3020)에 의해 지시되도록 제한될 수 있다.
- [388] 일 예로, 자원 지시자가 0일 경우 패턴 A, 1일 경우 패턴 B, 7일 경우 패턴 G를 사용하도록 약속되는 것이 가능하다. 만약 CSI-RS RE 간 타임 오프셋 (time offset)으로 인하여 발생하는 위상 천이 (phase shift)를 고려하여 RE간 최대 거리가 제일 큰 G 패턴 (3210)을 제외할 경우, 자원 지시자는 A 패턴 내지 F

패턴에 해당하는 6개의 패턴들을 지시하도록 제한되는 것이 가능하다.

- [389] 도 30 및 도 31에서 도시하고 있는 예제는, 16개의 CSI-RS 포트들을 구성하는 CMR이 두 개의 CDM 그룹들 (각각이 8개의 CSI-RS 포트들에 대응한 8개의 CSI-RS 자원들을 포함함)로 구성된다는 가정에 따른 것이다. 이 경우, CMR을 구성하는 레거시 CSI-RS 자원 조합이 달라지면, 그 패턴이 바뀔 수 있다. 예를 들어 16개의 CSI-RS 포트들을 포함하는 CMR이 네 개의 CDM 그룹들 (각각이 4개의 CSI-RS 포트들에 대응한 4개의 CSI-RS 자원들을 포함함)로 구성되는 경우, 또는 12개의 CSI-RS 포트들을 포함하는 CMR이 8개의 CSI-RS 포트들을 포함하는 하나의 CDM 그룹과, 4개의 CSI-RS 포트들을 포함하는 하나의 CDM 그룹으로 구성되는 경우, 또는 12개의 CSI-RS 포트들을 포함하는 CMR이 세 개의 CDM 그룹들 (각각이 4개의 CSI-RS 포트들에 대응한 4개의 CSI-RS 자원들을 포함함)로 구성되는 경우와 같이 가정이 달라질 경우, 패턴의 개수와 형태가 그에 맞게 달라질 수 있다.
- [390] 도 33은 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, CSI-RS 자원을 할당하는 패턴에 대한 일 예를 도시한 도면이다.
- [391] 도 33을 참조하면, 40개의 패턴은, 예를 들어, 12개의 CSI-RS 포트들을 포함하는 CMR이 8개의 CSI-RS 포트들을 포함하는 하나의 CDM 그룹과, 4개의 CSI-RS 포트들을 포함하는 하나의 CDM 그룹으로 구성되는 경우에 설정하는 것이 가능하다.
- [392] 상기 8개의 CSI-RS 포트들을 포함하는 하나의 CDM 그룹에 상응한 CSI-RS 자원들을 A 패턴(3310)과 같이 설정하는 경우, A1부터 A8까지의 패턴에 의해 표현되는 8개의 CDM 그룹들 중 하나를 추가로 설정할 수 있다. 상기 A1부터 A8까지의 패턴에 의해 표현되는 8개의 CDM 그룹들 각각은 4개의 CSI-RS 포트들을 포함할 수 있다.
- [393] 이와 마찬가지로, 8 port CSI-RS 자원을 B, C, D 그리고 E 패턴이 각각 8가지의 4 port CSI-RS 자원 선택지를 가지므로, 총 40가지의 패턴이 설정될 수 있다. 이 경우, 도 29에서 참조번호 2920과 같은 자원 지시자가 0일 경우 패턴 (A, A1), 1일 경우 패턴 (A, A2), 2일 경우 패턴 (A, A3), 39일 경우 패턴 (E, E8)을 사용하도록 사전에 약속될 수 있다.
- [394] 상기 예시는 8 port CSI-RS 자원과 한 개의 4 port CSI-RS 자원으로 구성되는 모든 패턴을 도시한 것으로, 도 3에 도시된 예시와 같이 CDM-4 구성 또는 단말의 복잡도를 고려하여 일부 패턴의 선택이 제한될 수도 있다.
- [395] 또 다른 예시로 12 port CMR이 세 개의 4 port CSI-RS 자원으로 구성되는 경우, 총 10개의 4 port CSI-RS 자원 중 3가지를 선택하게 되므로,

$$\binom{10}{3} = 120$$

가지의 패턴을 설정하는 것이 가능하다. 이 경우, 각 패턴들의 형상은 도 30 및 도 32에서의 예제와 같은 방법으로 묘사될 수 있다. 따라서, 각각에 대한 자세한

설명은 생략한다. 한편, 본 예제에서 또한 도 31에서의 예제와 같이 타인 도메인 CDM-4를 고려하여 하나의 CDM 그룹에 포함되는 모든 RE들이 서로 다른 OFDM 심볼에 위치하도록 제한하는 것이 가능하다.

- [396] 이를 위한 한 가지 방법으로, 세 개의 4 port CSI-RS 자원들이 각기 다른 OFDM 심볼에 위치하도록 제한될 수 있다. 이후 각 레거시 CSI-RS 자원을 구성하는 두 개의 RE로 이루어진 CDM 그룹들은 서로 다른 OFDM 심볼에 위치한 CDM 그룹들과 연결되어 CDM-4를 위한 새로운 하나의 CDM 그룹을 형성할 수 있다.
- [397] 도 34는 본 개시에서 제안된 다양한 실시 예에 따른, CSI-RS 자원을 할당하는 패턴에 대한 다른 예를 도시한 도면이다.
- [398] 도 34를 참조하면, 세 개의 4 port CSI-RS 자원들은 A1 패턴(3410), B1 패턴(3420), C1 패턴(3430)과 같이 설정될 수 있다. 이 경우, CDM-4를 위한 새로운 CDM 그룹 설정의 일 예로, 참조번호 3412와 3422가 하나의 새로운 CDM 그룹을 형성하고, 참조번호 3424와 3432가 다른 하나의 새로운 CDM 그룹을 형성하며, 참조번호 3434와 3414가 또 다른 하나의 새로운 CDM 그룹을 형성할 수 있다.
- [399] 본 예제에서 12 port CSI-RS 패턴을 구성하기 위한 4 port CSI-RS 패턴들은 도 33의 {A1, A2} 중 한 가지, {B1, B2, B3, B4, B5, B6} 중 한 가지, 그리고 {C1, C2} 중 한 가지로 선택 가능할 것이다. 따라서, 총 24개의 12 port CSI-RS 패턴이 이용 가능함을 알 수 있다.
- [400] 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.

청구범위

- [청구항 1] 대규모 안테나를 사용하는 기지국이 하향링크의 채널 상태를 측정하기 위한 기준신호를 전송하는 방법에 있어서,
상기 기준신호의 전송을 위해 다수의 기준신호 구성정보들과 기준신호 포트 정보를 포함하는 기준신호 자원 구성정보를 단말로 전송하는 과정과,
상기 기준신호 자원 구성정보에 포함된 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보에 의해 지시된 채널 측정 자원들 중 일부 또는 전부를 사용하여 상기 기준 신호를 상기 단말로 전송하는 과정을 포함하며,
여기서 상기 채널 측정 자원들은 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보의 조합에 의해 지시되는 개수만큼의 안테나 포트들에 대응함을 특징으로 하는 기준신호 전송방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 다수의 기준신호 구성정보들은 기준신호 자원의 개수를 정의하고,
상기 기준신호 포트 정보는 하나의 기준신호 자원에 대응한 안테나 포트의 개수를 정의하는 기준신호 전송방법.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 채널 측정 자원들에 대응한 안테나 포트들의 전체 개수는 상기 기준신호 자원의 개수와 상기 안테나 포트의 개수의 곱에 의해 결정됨을 특징으로 하는 기준신호 전송방법.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
상기 다수의 기준신호 구성정보들은 상기 안테나 포트들의 위치 정보를 포함하는 기준신호 전송방법.
- [청구항 5] 대규모 안테나를 사용하는 무선통신시스템에서 하향링크의 채널 상태를 측정하기 위한 기준신호를 전송하는 기지국에 있어서,
상기 기준신호의 전송을 위해 다수의 기준신호 구성정보들과 기준신호 포트 정보를 포함하는 기준신호 자원 구성정보를 구성하는 제어부; 및
상기 기준신호 자원 구성정보를 단말로 전송하고, 상기 기준신호 자원 구성정보에 포함된 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보에 의해 지시된 채널 측정 자원들 중 일부 또는 전부를 사용하여 상기 기준 신호를 상기 단말로 전송하는 통신부를 포함하며,
여기서 상기 채널 측정 자원들은 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보의 조합에 의해 지시되는 개수만큼의 안테나 포트들에 대응함을 특징으로 하는 기지국.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
상기 다수의 기준신호 구성정보들은 기준신호 자원의 개수를 정의하고,

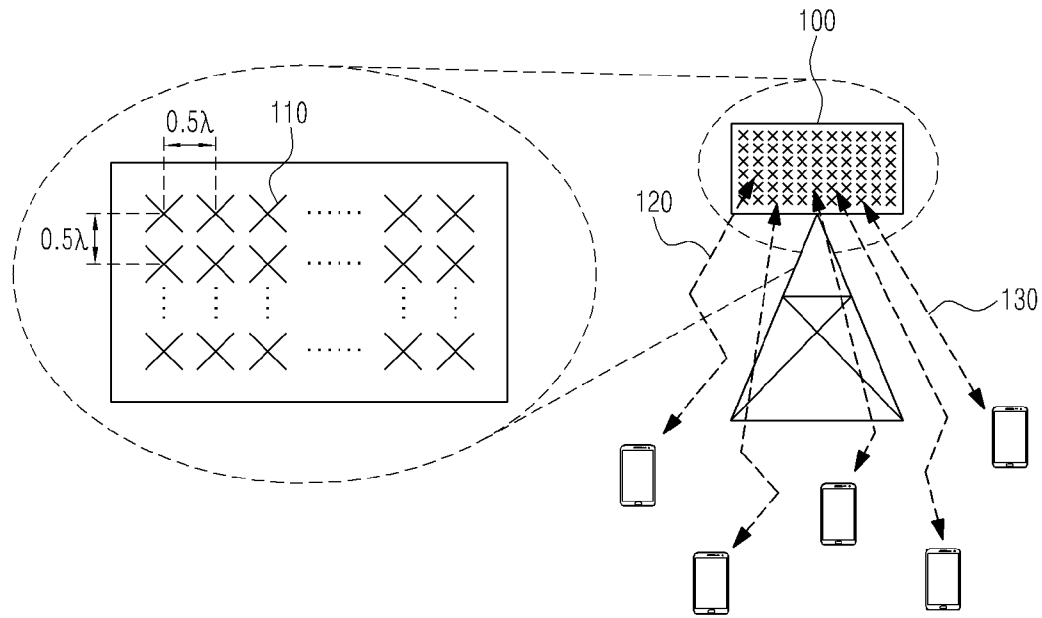
- 상기 기준신호 포트 정보는 하나의 기준신호 자원에 대응한 안테나 포트의 개수를 정의함을 특징으로 하는 기지국.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 채널 측정 자원들에 대응한 안테나 포트들의 전체 개수는 상기 기준신호 자원의 개수와 상기 안테나 포트의 개수의 곱에 의해 결정됨을 특징으로 하는 기지국.
- [청구항 8] 제6항에 있어서,
상기 다수의 기준신호 구성정보들은 상기 안테나 포트들의 위치 정보를 포함하는 기지국.
- [청구항 9] 다중 반송파를 이용하는 다중 접속 방식의 무선통신시스템에서 무선 단말이 채널 상태를 보고하는 방법에 있어서,
기지국으로부터 다수의 기준신호 구성정보들과 기준신호 포트 정보를 포함하는 기준신호 자원 구성정보를 수신하는 과정;
상기 기준신호 자원 구성정보에 포함된 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보에 의해 지시된 채널 측정 자원들 중 일부 또는 전부를 사용하여 상기 기준 신호를 수신하는 과정; 및
상기 수신한 기준 신호를 측정한 하향링크 채널 상태에 따른 피드백 정보를 상기 기지국으로 보고하는 과정을 포함하며,
여기서, 상기 채널 측정 자원들은 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보의 조합에 의해 지시되는 개수만큼의 안테나 포트들에 대응함을 특징으로 하는 채널 상태 보고방법.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 다수의 기준신호 구성정보들은 기준신호 자원의 개수를 정의하고, 상기 기준신호 포트 정보는 하나의 기준신호 자원에 대응한 안테나 포트의 개수를 정의하는 채널 상태 보고방법.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 채널 측정 자원들에 대응한 안테나 포트들의 전체 개수는 상기 기준신호 자원의 개수와 상기 안테나 포트의 개수의 곱에 의해 결정됨을 특징으로 하는 채널 상태 보고방법.
- [청구항 12] 제10항에 있어서,
상기 다수의 기준신호 구성정보들은 상기 안테나 포트들의 위치 정보를 포함하는 채널 상태 보고방법.
- [청구항 13] 다중 반송파를 이용하는 다중 접속 방식의 무선통신시스템에서 채널 상태를 보고하는 무선 단말에 있어서,
기지국으로부터 다수의 기준신호 구성정보들과 기준신호 포트 정보를 포함하는 기준신호 자원 구성정보를 수신하고, 하향링크 채널 상태에 따른 피드백 정보를 상기 기지국으로 보고하는 통신부; 및
상기 기준신호 자원 구성정보에 포함된 상기 다수의 기준신호

구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보에 의해 지시된 채널 측정 자원들 중 일부 또는 전부를 사용하여 기준 신호를 수신하도록 상기 통신부를 제어하고, 상기 수신한 기준 신호를 측정한 하향링크 채널 상태에 따른 상기 피드백 정보를 구성하는 제어부를 포함하고, 여기서, 상기 채널 측정 자원들은 상기 다수의 기준신호 구성정보들과 상기 기준신호 포트 정보의 조합에 의해 지시되는 개수만큼의 안테나 포트들에 대응함을 특징으로 하는 무선 단말.

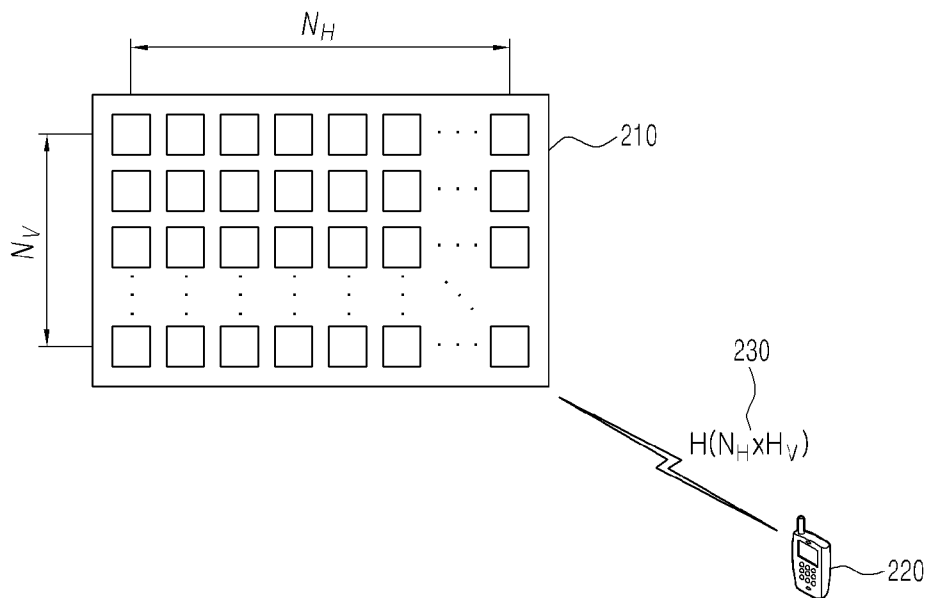
[청구항 14] 제13항에 있어서, 상기 다수의 기준신호 구성정보들은 기준신호 자원의 개수를 정의하고, 상기 기준신호 포트 정보는 하나의 기준신호 자원에 대응한 안테나 포트의 개수를 정의하는 무선 단말.

[청구항 15] 제14항에 있어서, 상기 채널 측정 자원들에 대응한 안테나 포트들의 전체 개수는 상기 기준신호 자원의 개수와 상기 안테나 포트의 개수의 곱에 의해 결정됨을 특징으로 하는 무선 단말.

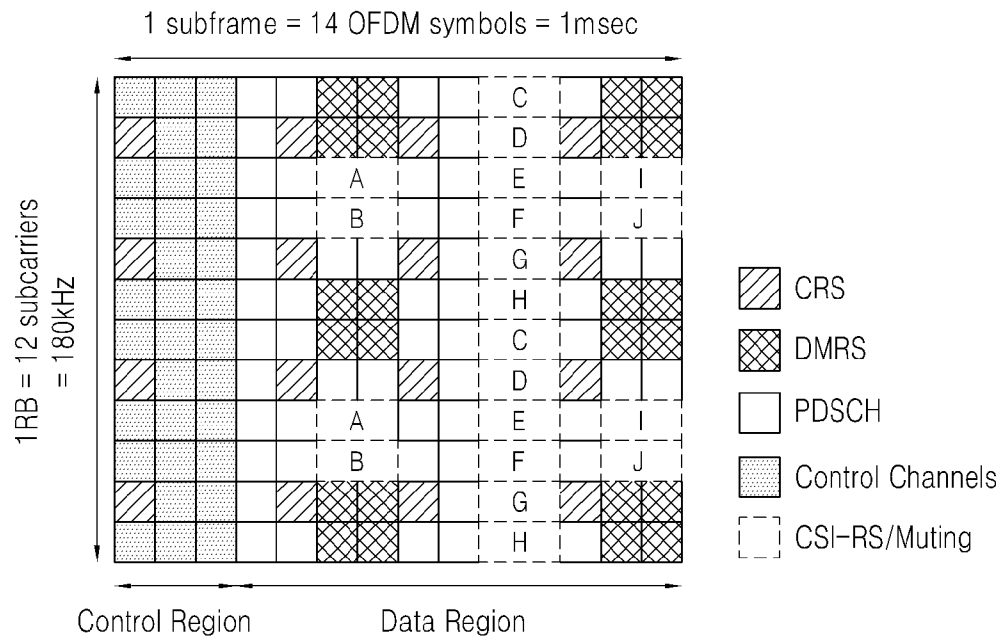
[도1]



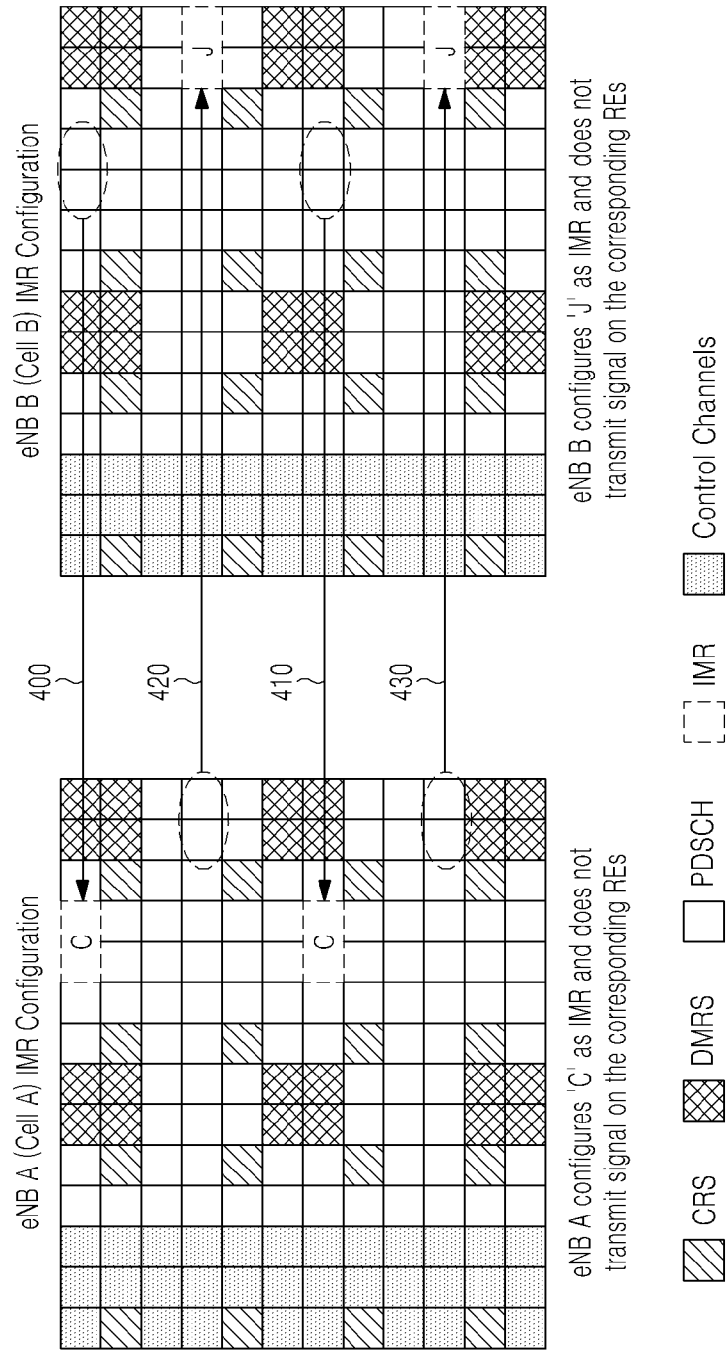
[도2]



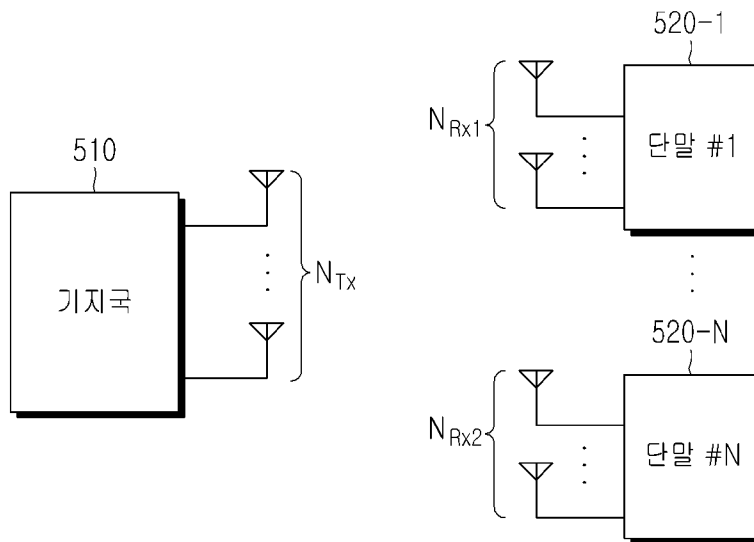
[도3]



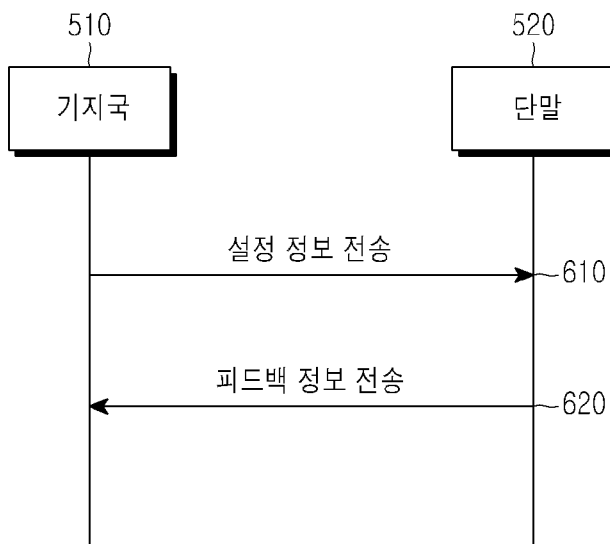
[도4]



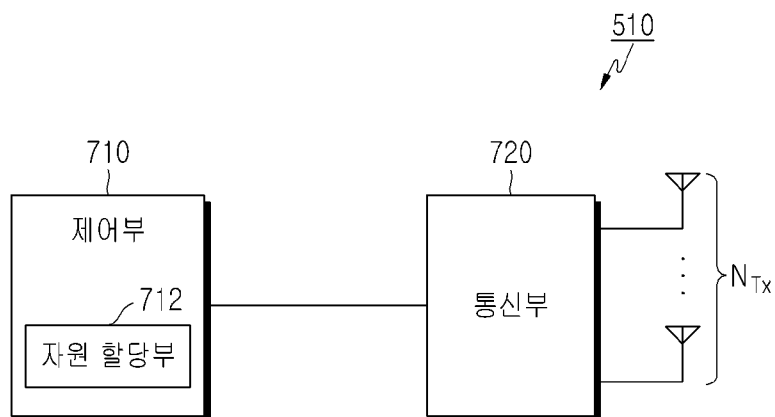
[도5]



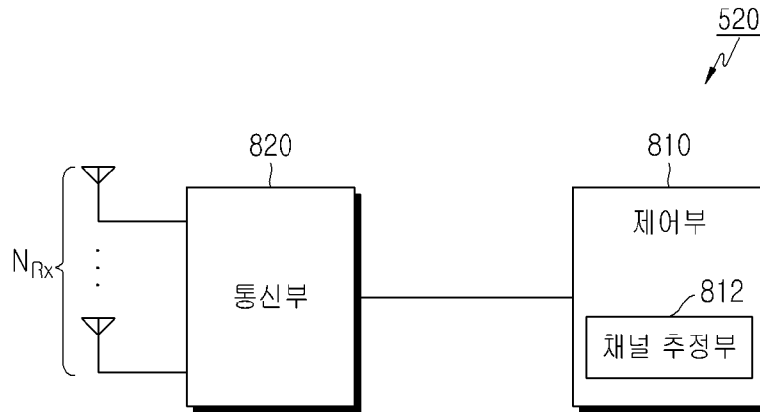
[도6]



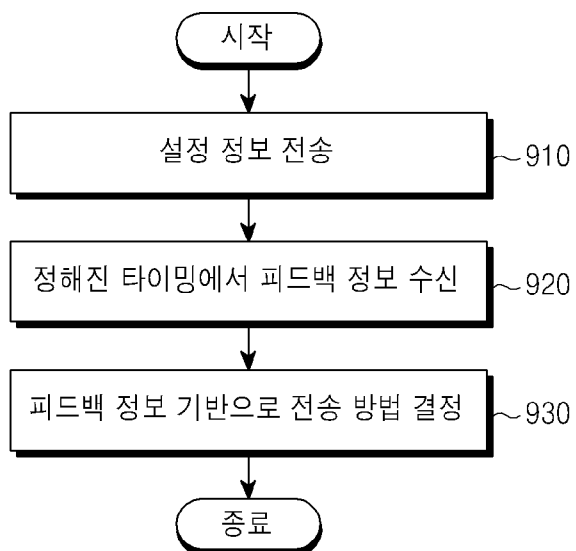
[도7]



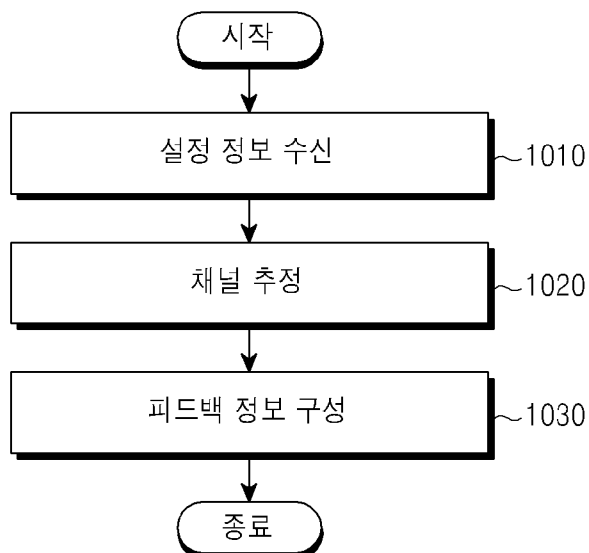
[도8]



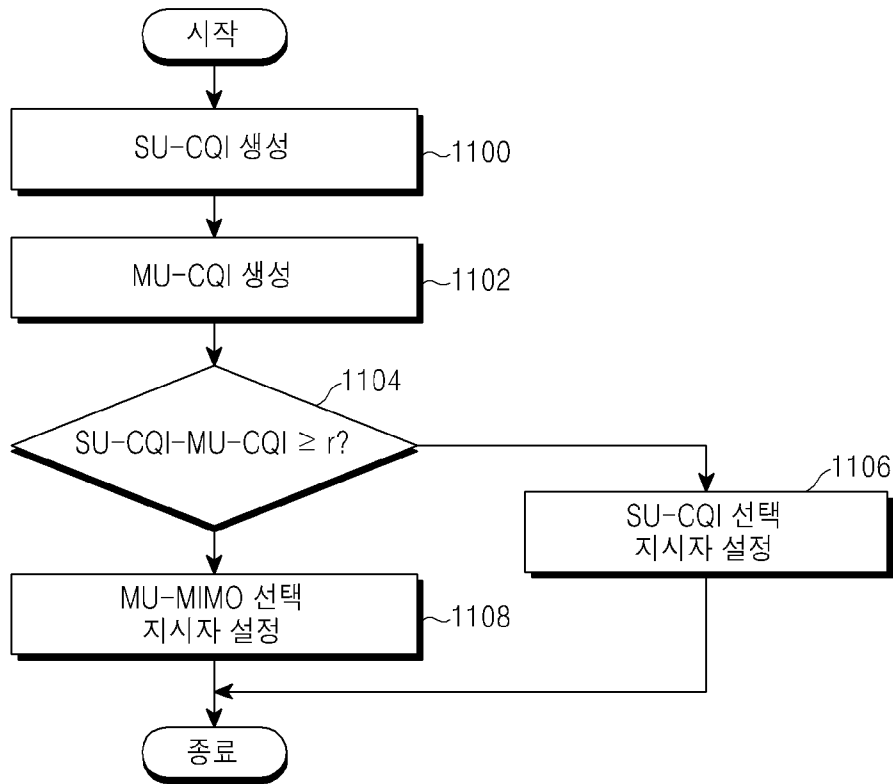
[도9]



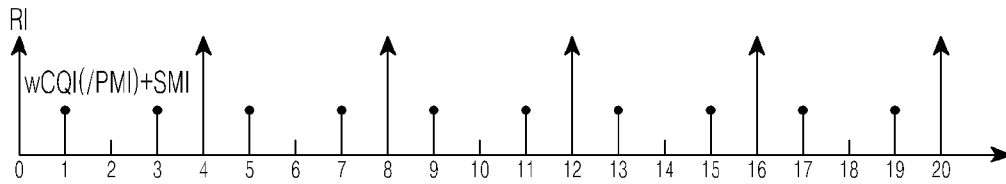
[도10]



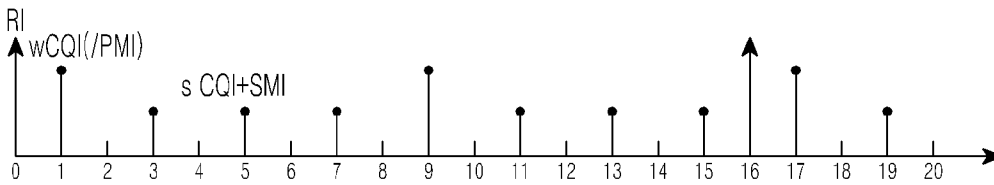
[도11]



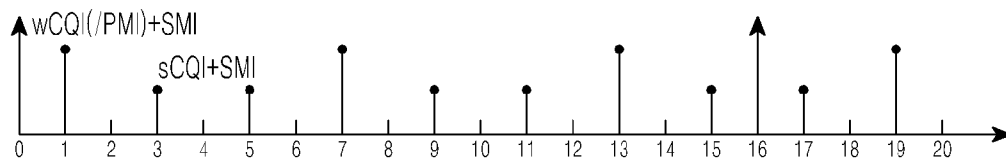
[도12]



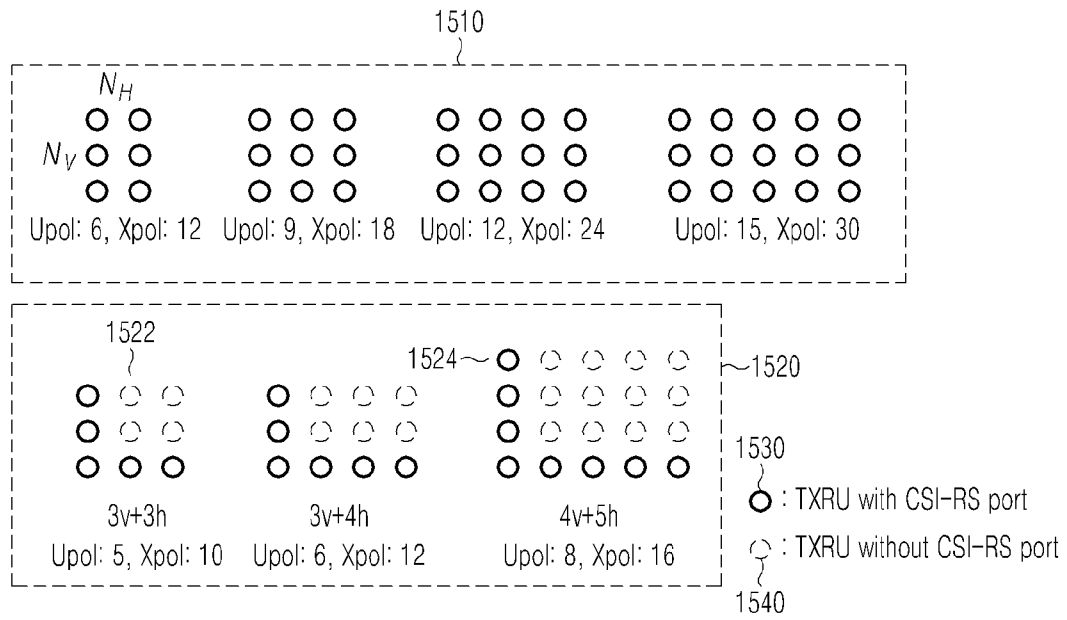
[도13]



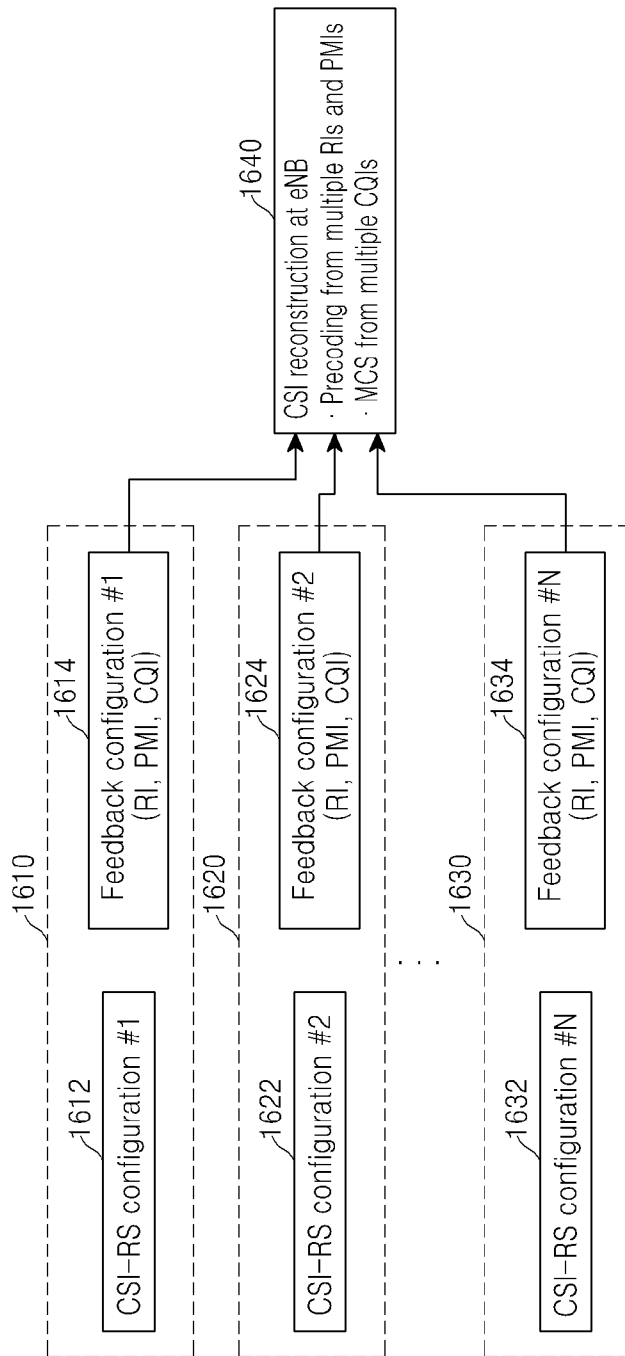
[도14]



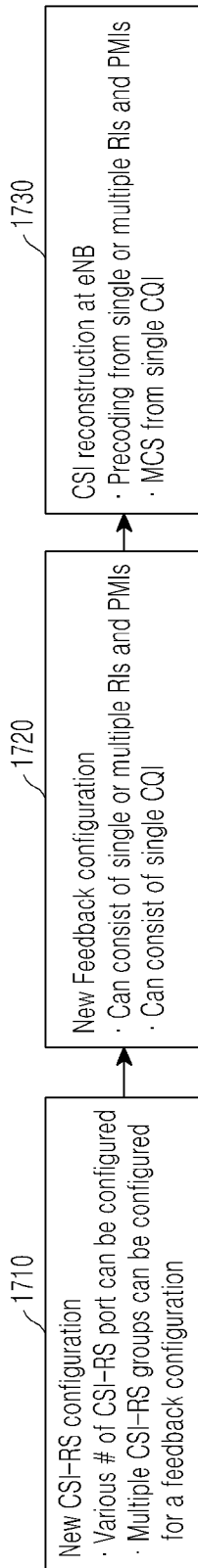
[도 15]



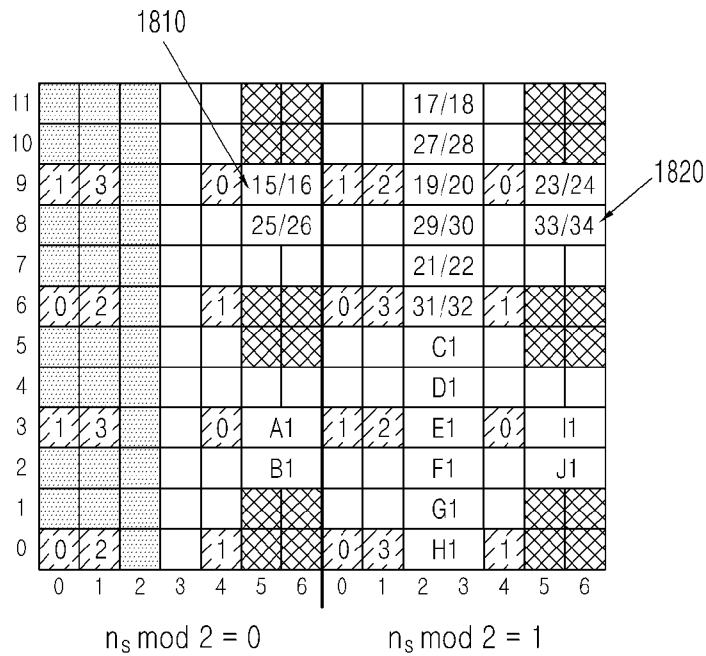
[도16]



[도17]

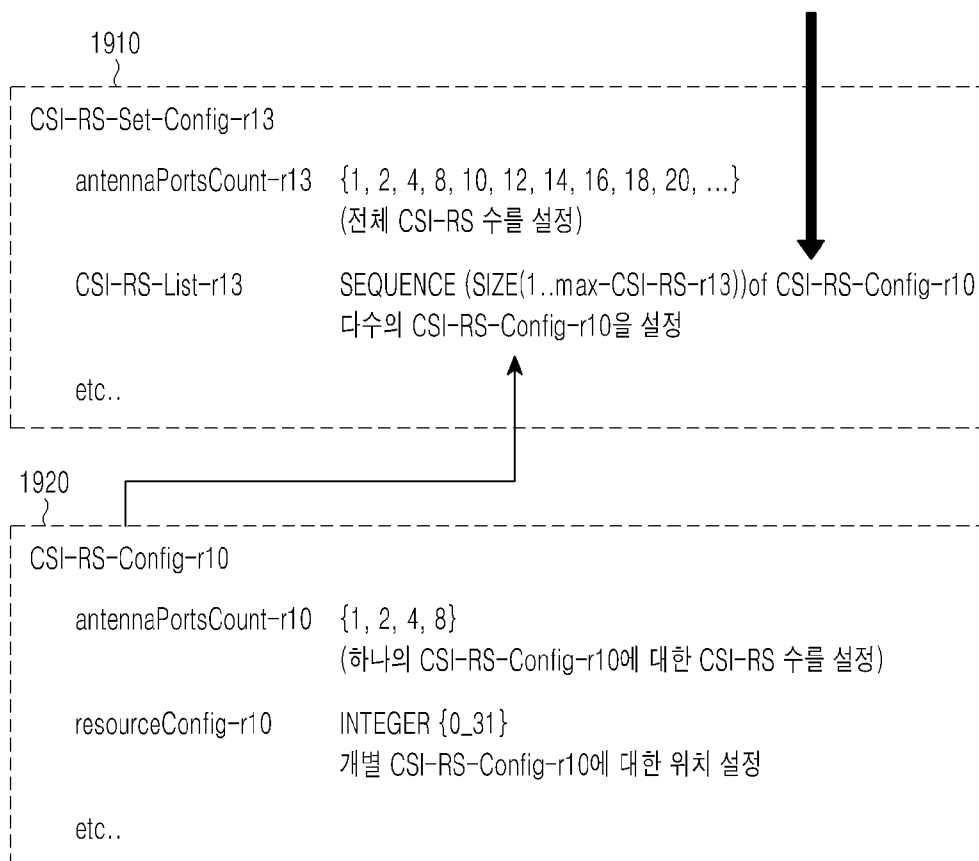


[도18]

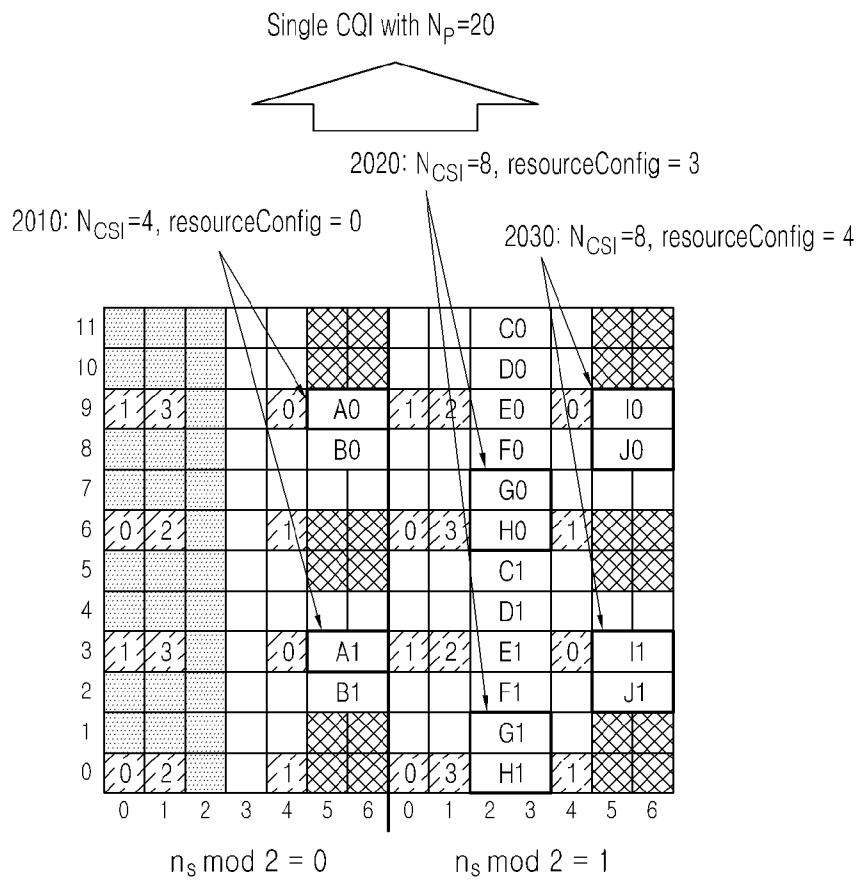


[도 19]

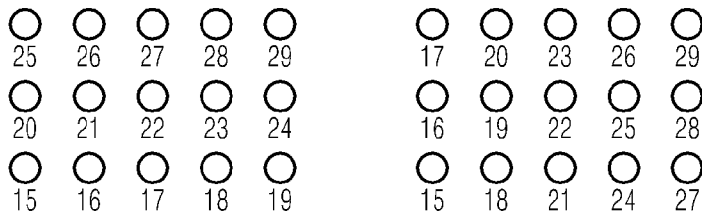
1930: Association rule between CSI-RS ports in different CSI-RS configuration



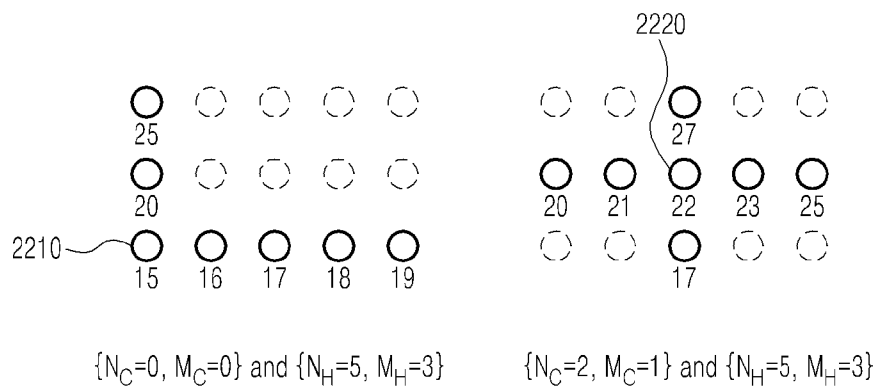
[도20]



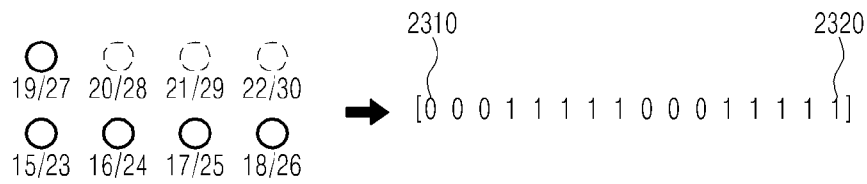
[도21]



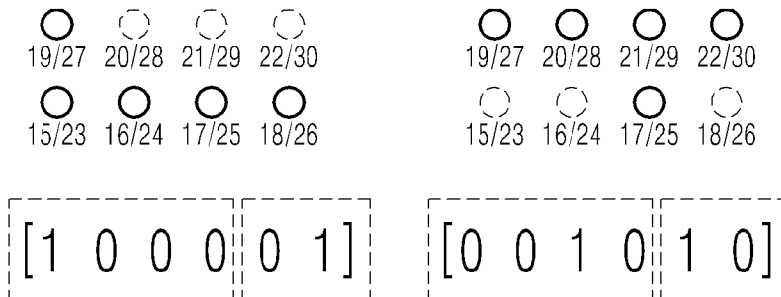
[도22]



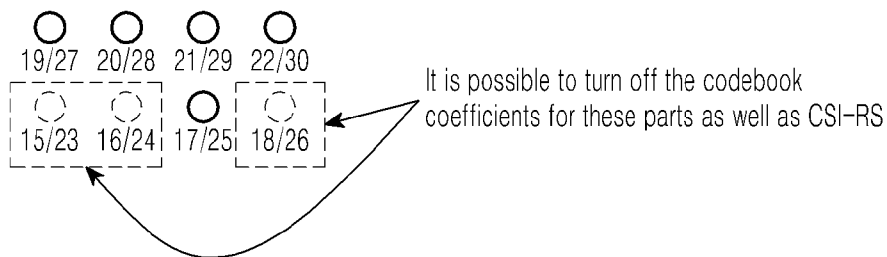
[도23]



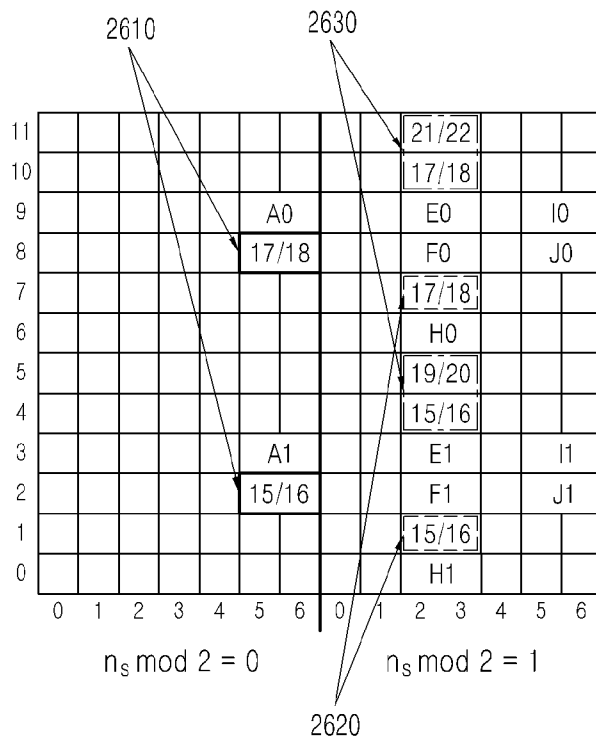
[도24]



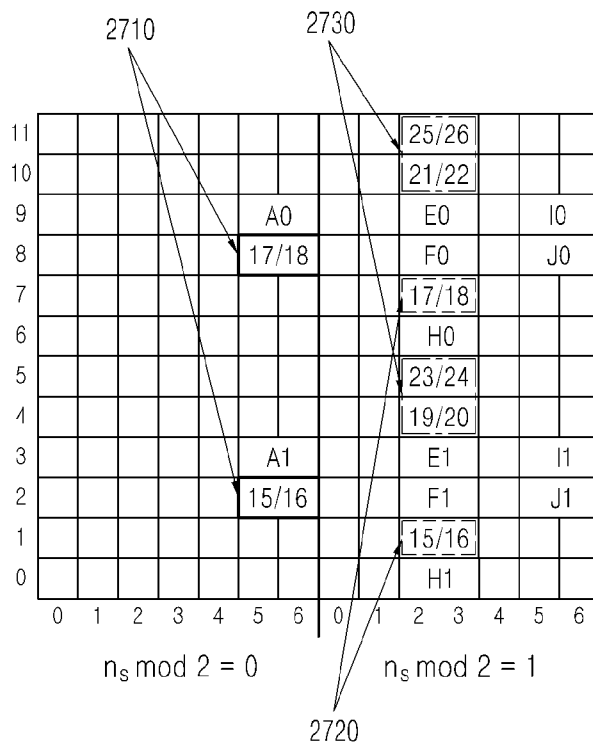
[도25]



[도26]



[도27]



[도28]

```

CSI-Process-r1x ::= SEQUENCE {
    csi-ProcessId-r1x          INTEGER (1..maxCSI-Proc-r1x), ~ 2810
    antennaPortsCountTotal-r1x ENUMERATED {an1, an2, an4, an8, an12, an16}, ~ 2820
    csi-RS-ConfigNZPId-List-r1x (SIZE (1..N)) of CSI-RS-ConfigNZPId-r1x, ~ 2830
    ...
}

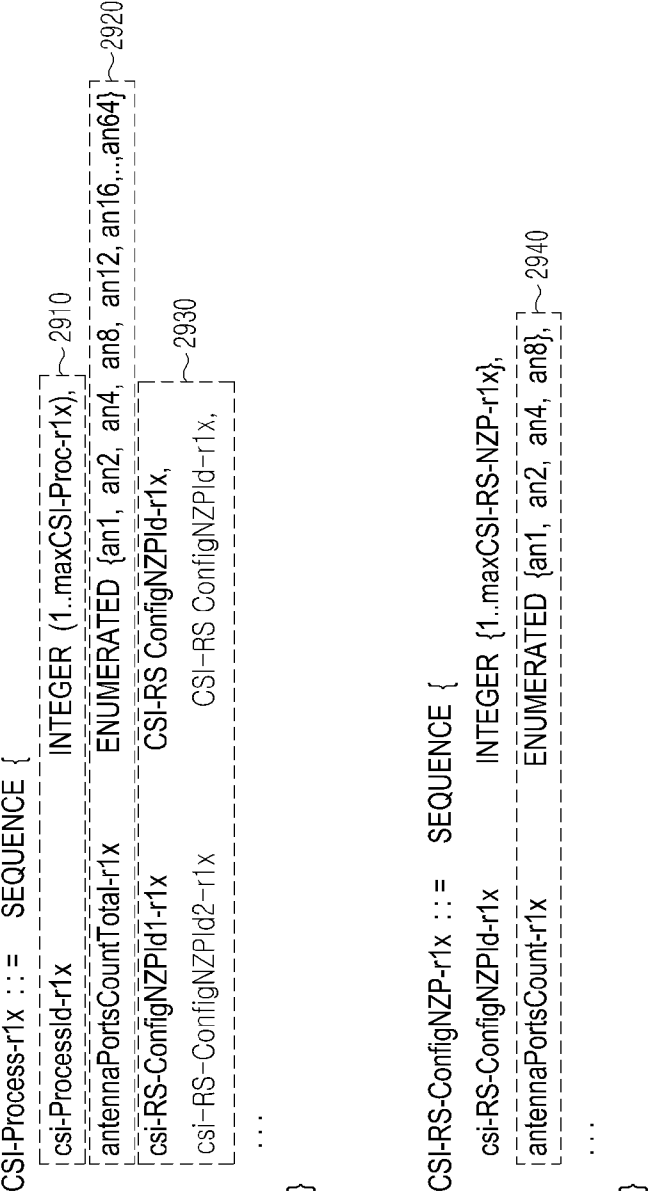
```

```

CSI-RS-ConfigNZP-r1x ::= SEQUENCE {
    csi-RS-ConfigNZPId-r1x    INTEGER {1..maxCSI-RS-NZP-r1x},
    antennaPortsCount-r1x     ENUMERATED {an1, an2, an4, an8}, ~ 2840
    ...
}

```

[도29]



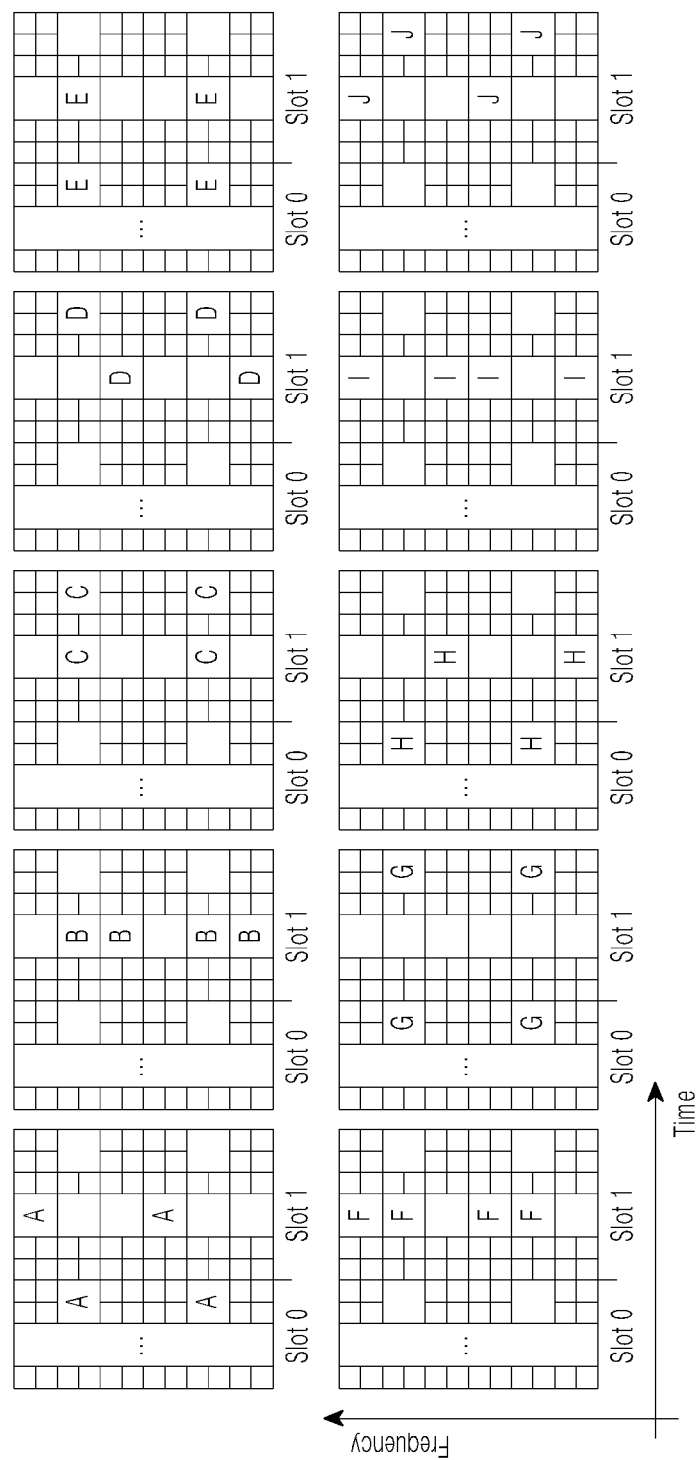
[도30]

```

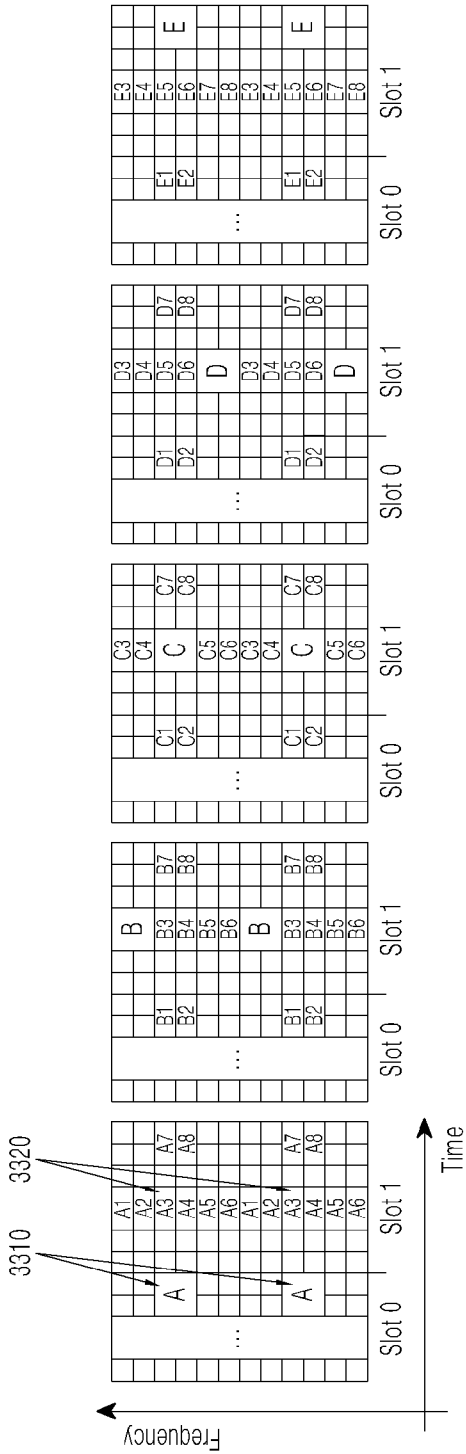
CSI-RS-ConfigNZP-r1x ::= SEQUENCE {
    csi-RS-ConfigNZPId-r1x      INTEGER {1..maxCSI-RS-NZP-r1x},
    antennaPortsCount-r1x       ENUMERATED {an1, an2, an4, an8, an10, an12, an14, an16,...,an40},
    resourceConfig-r1x          INTEGER (0..31)
    ...
}

```

[도31]



[도33]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/003166

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 7/06(2006.01)i, H04B 7/04(2006.01)i, H04L 5/00(2006.01)i, H04L 25/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B 7/06; H04B 7/26; H04L 5/00; H04L 1/06; H04W 24/10; H04W 72/04; H04B 7/04; H04L 25/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: reference signal configuration information, reference signal port information, channel measurement resource, combination, antenna port, channel measurement feedback, large-scale antenna

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2014-0038120 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 28 March 2014 See paragraphs [0058]-[0170]; figures 7-13; and claims 1, 15.	1,2,4-6,8-10,12-14
A		3,7,11,15
Y	KR 10-2014-0144261 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 18 December 2014 See paragraphs [0033]-[0159], [0180]-[0284]; and figures 7-16.	1,2,4-6,8-10,12-14
A	US 2014-0177683 A1 (MOTOROLA MOBILITY LLC.) 26 June 2014 See paragraphs [0029]-[0145]; and figures 6-8.	1-15
A	US 2013-0258965 A1 (QUALCOM INCORPORATED) 03 October 2013 See paragraphs [0053]-[0098]; and figures 7A-9.	1-15
A	US 2014-0112173 A1 (HAMMARWALL, David et al.) 24 April 2014 See paragraphs [0097]-[0116]; and figures 4-8C.	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 JUNE 2016 (24.06.2016)

Date of mailing of the international search report

28 JUNE 2016 (28.06.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/003166

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2014-0038120 A	28/03/2014	CN 104641573 A EP 2898606 A1 US 2014-0079149 A1 WO 2014-046485 A1	20/05/2015 29/07/2015 20/03/2014 27/03/2014
KR 10-2014-0144261 A	18/12/2014	AU 2013-240699 A1 CN 104205660 A EP 2645616 A2 JP 2015-518671 A US 2013-0258964 A1 US 9119209 B2	03/10/2013 10/12/2014 02/10/2013 02/07/2015 03/10/2013 25/08/2015
US 2014-0177683 A1	26/06/2014	US 8942302 B2 WO 2014-099343 A1	27/01/2015 26/06/2014
US 2013-0258965 A1	03/10/2013	CN 104205700 A EP 2832021 A1 JP 2015-517258 A KR 10-2014-0142324 A US 9155098 B2 WO 2013-148347 A1	10/12/2014 04/02/2015 18/06/2015 11/12/2014 06/10/2015 03/10/2013
US 2014-0112173 A1	24/04/2014	CA 2867841 A1 CN 104335514 A EP 2904727 A1 JP 2015-514351 A KR 10-2014-0142297 A PH 12014502069 A1 US 9337970 B2 WO 2013-141781 A1	26/09/2013 04/02/2015 12/08/2015 18/05/2015 11/12/2014 10/12/2014 10/05/2016 26/09/2013

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04B 7/06(2006.01)i, H04B 7/04(2006.01)i, H04L 5/00(2006.01)i, H04L 25/02(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04B 7/06; H04B 7/26; H04L 5/00; H04L 1/06; H04W 24/10; H04W 72/04; H04B 7/04; H04L 25/02

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 기준신호 구성정보, 기준신호 포트 정보, 채널 측정 자원, 조합, 안테나 포트, 채널 측정 피드백, 대규모 안테나

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2014-0038120 A (삼성전자주식회사) 2014.03.28 단락 [0058]-[0170]; 도면 7-13; 및 청구항 1, 15 참조.	1, 2, 4-6, 8-10, 12-14
A		3, 7, 11, 15
Y	KR 10-2014-0144261 A (삼성전자주식회사) 2014.12.18 단락 [0033]-[0159], [0180]-[0284]; 및 도면 7-16 참조.	1, 2, 4-6, 8-10, 12-14
A	US 2014-0177683 A1 (MOTOROLA MOBILITY LLC) 2014.06.26 단락 [0029]-[0145]; 및 도면 6-8 참조.	1-15
A	US 2013-0258965 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2013.10.03 단락 [0053]-[0098]; 및 도면 7A-9 참조.	1-15
A	US 2014-0112173 A1 (DAVID HAMMARWALL 등) 2014.04.24 단락 [0097]-[0116]; 및 도면 4-8C 참조.	1-15

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2016년 06월 24일 (24.06.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 06월 28일 (28.06.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

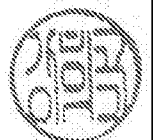
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

강희국

전화번호 +82-42-481-8264



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2014-0038120 A	2014/03/28	CN 104641573 A EP 2898606 A1 US 2014-0079149 A1 WO 2014-046485 A1	2015/05/20 2015/07/29 2014/03/20 2014/03/27
KR 10-2014-0144261 A	2014/12/18	AU 2013-240699 A1 CN 104205660 A EP 2645616 A2 JP 2015-518671 A US 2013-0258964 A1 US 9119209 B2	2013/10/03 2014/12/10 2013/10/02 2015/07/02 2013/10/03 2015/08/25
US 2014-0177683 A1	2014/06/26	US 8942302 B2 WO 2014-099343 A1	2015/01/27 2014/06/26
US 2013-0258965 A1	2013/10/03	CN 104205700 A EP 2832021 A1 JP 2015-517258 A KR 10-2014-0142324 A US 9155098 B2 WO 2013-148347 A1	2014/12/10 2015/02/04 2015/06/18 2014/12/11 2015/10/06 2013/10/03
US 2014-0112173 A1	2014/04/24	CA 2867841 A1 CN 104335514 A EP 2904727 A1 JP 2015-514351 A KR 10-2014-0142297 A PH 12014502069 A1 US 9337970 B2 WO 2013-141781 A1	2013/09/26 2015/02/04 2015/08/12 2015/05/18 2014/12/11 2014/12/10 2016/05/10 2013/09/26