

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2014년 5월 8일 (08.05.2014)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호

WO 2014/069821 A1

(51) 국제특허분류:
H04B 7/04 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2013/009299

(22) 국제출원일: 2013년 10월 17일 (17.10.2013)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2012-0123583 2012년 11월 2일 (02.11.2012) KR

(71) 출원인: 주식회사 팬택 (PANTECH CO., LTD.)
[KR/KR]; 121-270 서울시 마포구 상암동 DMC I-2 팬택
계열 R&D 센터, Seoul (KR).

(72) 발명자: 리지안준 (LI, Jian Jun); 121-270 서울시 마포
구 상암동 DMC I-2 팬택 계열 R&D 센터, Seoul (KR).
박경민 (PARK, Kyoung Min); 121-270 서울시 마포구
상암동 DMC I-2 팬택 계열 R&D 센터, Seoul (KR).

(74) 대리인: 에스엔아이피 특허법인 (S&IP PATENT &
LAW FIRM); 135-080 서울시 강남구 테헤란로 14길 5
(역삼동 삼흥역삼빌딩 2층), Seoul (KR).

(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, KZ, LA,
LC, LK, LR, LS, LT, 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.

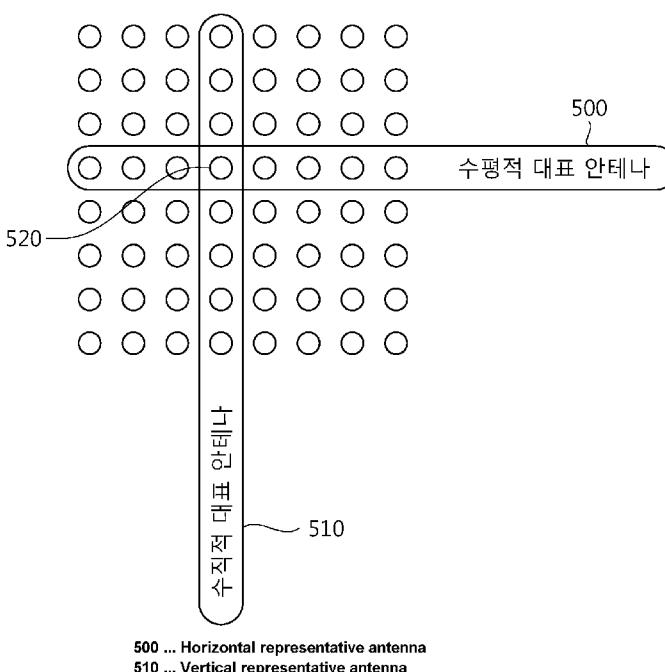
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, 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))

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR TRANSMITTING REFERENCE SIGNAL IN MULTI-ANTENNA SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 다중 안테나 시스템에서 참조 신호의 전송장치 및 방법



CSI-RS 구성정보를 상기 기지국으로부터 수신하는 단계, 및 상기 제 1 및 제 2 CSI-RS 를 상기 기지국으로부터 수신하는 단계를 포함하는 참조 신호의 수신 방법을 개시한다.

(57) Abstract: The present invention relates to a device and a method for transmitting a reference signal in a multi-antenna system. The present specification discloses a method for receiving a reference signal, the method comprising the steps of: receiving, from a base station, first channel state information (CSI) reference signal (CSI-RS) configuration information including individual parameters necessary when a terminal receives a first CSI-RS from a horizontally adjacent horizontal representative antenna among all of the transmission antennas of the base station and second CSI-RS configuration information including individual parameters necessary when the terminal receives a second CSI-RS from a vertically adjacent vertical representative antenna; and receiving the respective first and second CSI-RSs from the base station on the basis of the first CSI-RS configuration information and the second CSI-RS configuration information.

(57) 요약서: 본 발명은 다중 안테나 시스템에서 참조 신호의 전송장치 및 방법에 관한 것이다. 이러한 본 명세서는 상기 방법은 기지국의 전체 송신 안테나들 중에서 수평적으로 인접한 수평적 대표 안테나로부터 상기 단말이 제 1 채널상태정보(channel state information: CSI) 참조 신호(CSI-RS)를 수신하는데 필요한 개별적인 파라미터를 포함하는 제 1 CSI-RS 구성정보와, 수직적으로 인접한 수직적 대표 안테나로부터 상기 단말이 제 2 CSI-RS를 수신하는데 필요한 개별적인 파라미터를 포함하는 제 2

명세서

발명의 명칭: 다중 안테나 시스템에서 참조 신호의 전송장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 무선통신에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 다중 안테나 시스템에서 참조 신호의 전송장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 기존의 이동통신 시스템은 빔포밍(beamforming) 동작을 위해 8개의 송신 안테나를 지원할 수 있다. 특히 다중 사용자(Multi-User) MIMO(Multiple Input Multiple Output) 동작에 있어서, 최대 4개의 단말(user equipment: UE)에 동일한 물리자원블록(physical resource block: PRB)이 스케줄링(scheduled) 또는 할당될 수 있다. 이러한 차세대 이동통신 시스템에서 안테나의 구성과 관련하여, 예를 들어 0.5에서 0.7λ정도로 매우 근접한 간격의(closely-spaced) X 편극의(X-polarized) 안테나가 고려된다.

- [3] 한편, LTE(long term evolution) Release 12와 같은 차세대 이동통신 시스템은 폐루프(closed loop: CL) MIMO 동작과 관련하여, 2차원의 안테나 구성으로 최대 64개까지의 송신 안테나를 지원하는 것을 목표로 하고 있다. 그런데 64개까지의 송신 안테나를 안정적으로 지원하려면 그에 따른 제어신호의 오버헤드가 증가한다. 따라서, 64개의 송신 안테나를 지원하는 무선통신 시스템에서 채널상태를 추정하기 위한 참조신호인 CSI-RS(channel state information-reference signal)과 프리코딩 행렬 지시자(precoding matrix indicator: PMI) 피드백(feedback), 그리고 데이터 복조를 위한 참조신호인 DMRS(demodulation reference signal)의 오버헤드를 최소화하도록 디자인하는 것은 매우 중요한 이슈다. 그런데, 송신 안테나의 개수증가와 더불어 제어신호의 오버헤드를 최소화하는 방법에 관하여 아직까지 정해진 바가 없다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명의 기술적 과제는 다중 안테나 시스템에서 참조 신호의 전송장치 및 방법을 제공함에 있다.

- [5] 본 발명의 다른 기술적 과제는 채널상태정보 참조 신호(CSI-RS)를 수직적 대표 안테나와 수평적 대표 안테나를 통해 전송하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

- [6] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 이중 채널상태정보 참조 신호에 대응하는 이중 프리코딩 매트릭스 지시자(PMI)를 전송하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

- [7] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 이중 채널상태정보 참조 신호의 전송에 관한 개별적 구성정보 및 공통 구성정보를 전송하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

- [8] 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 q개의 안테나 포트 단위로 대응하는 CSI-RS

- [9] 패턴을 나타내는 CSI-RS 대응 비트맵을 전송하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.
본 발명의 또 다른 기술적 과제는 자원요소의 개수를 이용하여 DMRS간
직교성을 부여하는 DMRS 시퀀스 생성 장치 및 방법을 제공함에 있다.

과제 해결 수단

- [10] 본 발명의 일 양태에 따르면, 다중 안테나 시스템에서 단말에 의한 참조
신호(reference signal: RS)의 수신 방법을 제공한다. 상기 방법은 기지국의 전체
송신 안테나들 중에서 수평적으로 인접한 수평적 대표 안테나로부터 상기
단말이 제1 채널상태정보(channel state information: CSI) 참조 신호(CSI-RS)를
수신하는데 필요한 개별적인 파라미터를 포함하는 제1 CSI-RS 구성정보와,
수직적으로 인접한 수직적 대표 안테나로부터 상기 단말이 제2 CSI-RS를
수신하는데 필요한 개별적인 파라미터를 포함하는 제2 CSI-RS 구성정보를 상기
기지국으로부터 수신하는 단계, 및 상기 제1 및 제2 CSI-RS 구성정보에
기반하여, 각각 상기 제1 및 제2 CSI-RS를 상기 기지국으로부터 수신하는 단계를
포함한다.
- [11] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 다중 안테나 시스템에서 참조 신호(reference
signal: RS)를 수신하는 단말을 제공한다. 상기 단말은 기지국의 전체 송신
안테나들 중에서 수평적으로 인접한 수평적 대표 안테나로부터 상기 단말이 제1
채널상태정보(channel state information: CSI) 참조 신호(CSI-RS)를 수신하는데
필요한 개별적인 파라미터를 포함하는 제1 CSI-RS 구성정보와, 수직적으로
인접한 수직적 대표 안테나로부터 상기 단말이 제2 CSI-RS를 수신하는데 필요한
개별적인 파라미터를 포함하는 제2 CSI-RS 구성정보를 상기 기지국으로부터
수신하는 수신부, 및 상기 제1 및 제2 CSI-RS 구성정보에 기반하여, 상기 단말에
관한 CSI-RS 구성을 재구성하는 채널 추정부를 포함한다.
- [12] 상기 수신부는, 상기 제1 및 제2 CSI-RS 구성정보에 기반하여 각각 상기 제1 및
제2 CSI-RS를 상기 기지국으로부터 수신하는 것을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [13] 차세대 이동 통신 시스템에서 구현 가능한 64개까지의 송신 안테나에 대해
CSI-RS를 전송함에 있어서, 시스템 성능을 유지하면서 CSI-RS 전송 오버헤드를
감소시킬 수 있고, 최소한의 오버헤드로 전방향의 빔포밍을 가능하게 하는
효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [14] 도 1은 본 발명이 적용되는 무선통신 시스템을 나타낸다.
- [15] 도 2와 도 3은 본 발명의 일례에 따른 CSI-RS 패턴을 도시한 것이다.
- [16] 도 4는 본 발명의 일례에 따른 다중 안테나 시스템을 도시한 것이다.
- [17] 도 5는 본 발명의 일례에 따른 대표 안테나를 설명하는 설명도이다.
- [18] 도 6은 본 발명의 일례에 따른 CSI-RS 대응 비트맵을 도시한 블록도이다.
- [19] 도 7은 본 발명의 다른 예에 따른 CSI-RS 대응 비트맵을 도시한 블록도이다.

[20] 도 8은 본 발명의 일례에 따른 이종 PMI 피드백 과정을 설명하는 설명도이다.

[21] 도 9는 본 발명의 일례에 따른 CSI-RS를 전송하는 방법을 설명하는 설명도이다.

[22] 도 10은 본 발명의 다른 예에 따른 CSI-RS를 전송하는 방법을 설명하는 설명도이다.

[23] 도 11은 본 발명의 일례에 따른 DMRS를 전송하는 방법을 설명하는 흐름도이다.

[24] 도 12는 본 발명의 일례에 따른 단말과 기지국을 도시한 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[25] 이하, 본 명세서에서는 일부 실시 예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 명세서의 실시 예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 명세서의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[26] 또한 본 명세서는 무선 통신 네트워크를 대상으로 설명하며, 무선 통신 네트워크에서 이루어지는 작업은 해당 무선 통신 네트워크를 관할하는 시스템(예를 들어 기지국)에서 네트워크를 제어하고 데이터를 송신하는 과정에서 이루어지거나, 해당 무선 네트워크에 결합한 단말에서 작업이 이루어질 수 있다.

[27] 본 발명의 실시 예들에 따르면, '채널을 전송한다'라는 의미는 특정 채널을 통해 정보가 전송되는 의미로 해석될 수 있다. 여기서, 채널은 제어채널과 데이터 채널을 모두 포함하는 개념이며, 제어채널은 일례로 물리 하향링크 제어채널(Physical Downlink Control Channel: PDCCH) 혹은 물리 상향링크 제어채널(Physical Uplink Control Channel: PUCCH)이 될 수 있고, 데이터 채널은 일례로 물리 하향링크 공용채널(Physical Downlink Shared CHannel: PDSCH) 혹은 물리 상향링크 공용채널(Physical Uplink Shared CHannel: PUSCH)이 될 수 있다.

[28] 도 1은 본 발명이 적용되는 무선통신 시스템을 나타낸다.

[29] 도 1을 참조하면, 무선통신 시스템(10)은 음성, 패킷 데이터 등과 같은 다양한 통신 서비스를 제공하기 위해 널리 배치된다. 무선통신 시스템(10)은 적어도 하나의 기지국(11; Base Station, BS)을 포함한다. 각 기지국(11)은 특정한 셀(cell)(15a, 15b, 15c)에 대해 통신 서비스를 제공한다. 하나의 기지국은 다수의 셀을 담당할 수 있다. 본 발명에서 기지국(11)은 셀룰러 통신을 위해 단말과의 정보 및 제어 정보 공유 등을 수행하게 되는 송수신단을 의미하며 eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point), 펨토(femto) 기지국, 가내 기지국(Home nodeB), 릴레이(relay) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 셀은 메가셀, 매크로셀, 마이크로셀, 피코셀, 펨토셀 등 다양한

커버리지 영역을 모두 포함하는 의미이다.

- [30] 단말(12; user equipment, UE)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, MS(mobile station), MT(mobile terminal), UT(user terminal), SS(subscriber station), 무선기기(wireless device), PDA(personal digital assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [31] 이하에서 하향링크(downlink)는 기지국(11)에서 단말(12) 방향의 전송링크(transmission link)를 의미하며, 상향링크(uplink)는 단말(12)에서 기지국(11) 방향으로의 전송링크를 의미한다. 하향링크에서 송신기는 기지국(11)의 일부분일 수 있고, 수신기는 단말(12)의 일부분일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 단말(12)의 일부분일 수 있고, 수신기는 기지국(11)의 일부분일 수 있다. 무선통신 시스템에 적용되는 다중 접속 기법에는 제한이 없다. CDMA(Code Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA(Single Carrier-FDMA), OFDM-FDMA, OFDM-TDMA, OFDM-CDMA와 같은 다양한 다중 접속 기법을 사용할 수 있다. 상향링크 전송 및 하향링크 전송은 서로 다른 시간을 사용하여 전송되는 TDD(Time Division Duplex) 방식이 사용될 수 있고, 또는 서로 다른 주파수를 사용하여 전송되는 FDD(Frequency Division Duplex) 방식이 사용될 수 있다.
- [32] 단말(12)과 기지국(11) 사이의 무선 인터페이스 프로토콜(radio interface protocol)의 계층들은 통신시스템에서 널리 알려진 개방형 시스템간 상호접속(Open System Interconnection; OSI) 모델의 하위 3개 계층을 바탕으로 제1 계층(L1), 제2 계층(L2), 제3 계층(L3)으로 구분될 수 있다. 이 중에서 제1 계층에 속하는 물리계층은 물리채널(physical channel)을 이용한 정보 전송 서비스(information transfer service)를 제공한다.
- [33] 물리계층에서 사용되는 몇몇 물리채널들이 있다. 물리하향링크 제어채널(physical downlink control channel: 이하 PDCCH)은 하향링크 공용채널(Downlink Shared Channel: DL-SCH)의 자원 할당 및 전송 포맷, 상향링크 공용채널(Uplink Shared Channel: UL-SCH)의 자원 할당 정보, 물리하향링크 공용채널(physical downlink shared channel: PDSCH)상으로 전송되는 랜덤 액세스 응답과 같은 상위 계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 단말 그룹내 개별 단말들에 대한 전송 전력 제어(transmission power control: TPC) 명령(command)의 집합 등을 나를 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링 할 수 있다.
- [34] PDCCH에 맵핑되는 물리계층의 제어정보를 하향링크 제어정보(downlink control information; 이하 DCI)라고 한다. 즉, DCI는 PDCCH을 통해 전송된다. DCI는 상향링크 또는 하향링크 자원 할당 필드, 상향링크 전송전력제어 명령 필드, 페이지ing을 위한 제어필드, 랜덤 액세스 응답(RA response)을

지시(indicate)하기 위한 제어필드 등을 포함할 수 있다.

[35] DCI는 그 포맷(format)에 따라 사용용도가 다르고, DCI내에서 정의되는 필드(field)도 다르다. 표 1은 여러가지 포맷에 따른 DCI를 나타낸다.

[36] 표 1

[Table 1]

DCI 포맷	설명
0	PUSCH(상향링크 그랜트)의 스케줄링에 사용됨
1	1개 셀에서의 1개의 PDSCH 코드워드(codeword)의 스케줄링에 사용됨
1A	1개 셀에서의 1개의 PDSCH 코드워드의 간략한 스케줄링 및 PDCCH 명령에 의해 초기화되는 랜덤 액세스 절차에 사용됨
1B	프리코딩 정보를 이용한 1개 셀에서의 1개의 PDSCH 코드워드의 간략한 스케줄링에 사용됨
1C	1개의 PDSCH 코드워드의 간략한 스케줄링 및 MCCH 변경의 통지를 위해 사용됨
1D	프리코딩 및 전력 오프셋 정보를 포함하는 1개 셀에서의 1개의 PDSCH 코드워드의 간략한 스케줄링에 사용됨
2	공간 다중화 모드로 구성되는 단말에 대한 PDSCH 스케줄링에 사용됨
2A	긴 지연(large delay)의 CDD 모드로 구성된 단말의 PDSCH 스케줄링에 사용됨
2B	전송모드 8(이중 레이어(layer) 전송)에서 사용됨
2C	전송모드 9(다중 레이어(layer) 전송)에서 사용됨
3	2비트의 전력 조정을 포함하는 PUCCH와 PUSCH를 위한 TPC 명령의 전송에 사용됨
3A	단일 비트 전력 조정을 포함하는 PUCCH와 PUSCH를 위한 TPC 명령의 전송에 사용됨
4	PUSCH(상향링크 그랜트)의 스케줄링에 사용됨. 특히 공간 다중화 모드로 구성되는 단말에 대한 PUSCH 스케줄링에 사용됨

[37] 표 1을 참조하면, DCI 포맷 0은 상향링크 스케줄링 정보이고, 하나의 PDSCH 코드워드의 스케줄링을 위한 포맷 1, 하나의 PDSCH 코드워드의 간단한(compact) 스케줄링을 위한 포맷 1A, DL-SCH의 매우 간단한 스케줄링을 위한 포맷 1C, 폐루프(Closed-loop) 공간 다중화(spatial multiplexing) 모드에서

PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2, 개루프(Open-loop) 공간 다중화 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2A, 상향링크 채널을 위한 TPC(Transmission Power Control) 명령의 전송을 위한 포맷 3 및 3A 등이 있다.

- [38] DCI의 각 필드는 n개의 정보비트(information bit) a_0 내지 a_{n-1} 에 순차적으로 맵핑된다. 예를 들어, DCI가 총 44비트 길이의 정보비트에 맵핑된다고 하면, DCI 각 필드가 순차적으로 a_0 내지 a_{43} 에 맵핑된다. DCI 포맷 0, 1A, 3, 3A는 모두 동일한 페이로드(payload) 크기를 가질 수 있다. DCI 포맷 0은 상향링크 그랜트(uplink grant)라 불릴 수도 있다.
- [39] 무선통신 시스템(10)은 다중 안테나(multiple antenna) 시스템일 수 있다. 다중안테나 시스템은 다중입출력(multiple-input multiple-output; MIMO) 시스템이라 불릴 수 있다. 또는 다중안테나 시스템은 다중 입력 싱글 출력(multiple-input single-output; MISO) 시스템 또는 싱글 입력 싱글 출력(single-input single-output; SISO) 시스템 또는 싱글 입력 다중 출력(single-input multiple-output; SIMO) 시스템일 수도 있다. MIMO 시스템은 다수의 송신안테나와 다수의 수신 안테나를 사용한다. MISO 시스템은 다수의 송신안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SISO 시스템은 하나의 송신안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SIMO 시스템은 하나의 송신안테나와 다수의 수신 안테나를 사용한다.
- [40] 다중 안테나 시스템의 운영(operation)을 위해 사용되는 다중 안테나 송수신 기법(scheme)은 FSTD(frequency switched transmit diversity), SFBC(Space Frequency Block Code), STBC(Space Time Block Code), CDD(Cyclic Delay Diversity), TSTD(time switched transmit diversity) 등이 사용될 수 있다.
- [41] 무선통신 시스템(10)에서는 데이터의 송/수신, 시스템 동기 회득, 채널 정보 피드백 등을 위하여 상향링크 채널 또는 하향링크의 채널을 추정할 필요가 있다. 급격한 채널환경의 변화에 의하여 생기는 신호의 왜곡(distortion)을 보상하여 전송 신호를 복원하는 과정을 채널추정(channel estimation)이라고 한다. 또한 단말(12)이 속한 셀 혹은 다른 셀에 대한 채널 상태(channel state) 역시 측정할 필요가 있다. 일반적으로 채널 추정 또는 채널 상태 측정을 위해서 단말(12)과 기지국(11)이 상호 간에 알고 있는 참조 신호(RS: Reference Signal)를 이용하게 된다.
- [42] 단말(12)은 참조 신호의 정보를 알고 있기 때문에 수신된 참조 신호를 기반으로 채널을 추정하고 채널 값을 보상해서 기지국(11)에서 보낸 데이터를 정확히 얻어낼 수 있다. 기지국(11)이 보내는 참조 신호를 p , 참조 신호가 전송 중에 겪게 되는 채널 정보를 h , 단말(12)에서 발생하는 열 잡음을 n , 단말(12)이 수신한 신호를 y 라 하면 $y = h \cdot p + n$ 과 같이 나타낼 수 있다. 이때 참조 신호 p 는 단말(12)이 이미 알고 있기 때문에 LS(Least Square) 방식을 이용할 경우 수학식 1과 같이 채널 정보(\hat{h})를 추정할 수 있다.

[43] 수학식 1

$$\hat{h} = \frac{\mathbf{y}}{\mathbf{p}} = \mathbf{h} + \frac{\mathbf{n}}{\mathbf{p}} = \mathbf{h} + \hat{\mathbf{n}}$$

[44] 여기서, 참조 신호 \mathbf{p} 를 이용하여 추정한 채널 추정값

\hat{h}

는

$\hat{\mathbf{n}}$

값에 의존하게 되므로, 정확한 \mathbf{h} 값의 추정을 위해서는

$\hat{\mathbf{n}}$

이 0에 수렴시킬 필요가 있다. 많은 개수의 참조 신호를 이용함으로써

$\hat{\mathbf{n}}$

의 영향을 최소화하여 채널을 추정할 수 있다.

[45] 참조 신호는 모든 부반송파에 할당될 수도 있고, 데이터를 전송하는 데이터부반송파 사이에 할당될 수도 있다. 참조 신호가 모든 부반송파에 할당되는 방식에서는 채널 추정 성능의 이득을 얻기 위하여 특정 전송 타이밍의 신호가 프리앰블(preamble)와 같은 참조 신호만으로 이루어진다. 데이터 부반송파 사이에 참조 신호가 할당되는 방식에 의하면 데이터의 전송량을 증대시킬 수 있다. 다중 안테나 시스템에서는 한 안테나가 참조 신호를 전송하기 위해 사용한 자원 요소는 다른 안테나에서 사용되지 않는다. 안테나 간 간섭을 주지 않기 위해서이다.

[46] 하향링크 참조 신호로는 CSI(Channel State Information) 참조 신호(CSI-RS)와 DMRS가 있다. 참조 신호마다 전송 패턴과 구성정보가 다르므로, 이하에서는 다중 안테나 시스템에서 각 참조 신호를 전송하는 방법에 관하여 상세히 설명한다.

1. CSI-RS

[48] CSI-RS는 채널 상태 정보의 추정을 위해 사용될 수 있다. CSI-RS는 주파수 영역 또는 시간 영역에서 배치된다. CSI-RS를 이용한 채널 상태의 추정을 통해 필요한 경우에 채널 품질 지시자(CQI: Channel Quality Indicator), 프리코딩 행렬 지시자(PMI: Precoding Matrix Indicator) 및 랭크 지시자(RI: Rank Indicator) 등이 채널 상태 정보로서 단말로부터 보고될 수 있다.

[49] 무선통신 시스템(10)은 여러가지 전송 모드(transmission mode)에 따라 동작할 수 있다. 예를 들어, 전송 모드 0은 단일 안테나 포트(antenna port)만을 지원하는 모드인 반면, 전송 모드 9는 8개의 안테나 포트까지 지원할 수 있는 모드일 수

있다. 여기서, 안테나 포트의 정의는 다음과 같다.

- [50] 제1 심볼(또는 신호)이 제1 채널에 걸쳐 운반되고 제2 심볼(또는 신호)이 제2 채널에 걸쳐 운반될 때, 상기 제1 채널이 상기 제2 채널에 의해 유추될 수 있도록 상기 제1 심볼(또는 신호)과 상기 제2 심볼(또는 신호)을 함께 운반하는 것을 안테나 포트라 정의한다(An antenna port is defined such that the channel over which a symbol on the antenna port is conveyed can be inferred from the channel over which another symbol on the same antenna port is conveyed).
- [51] 하나의 안테나 포트에는 고유한 하나의 자원 그리드(resource grid)가 존재한다. 안테나 포트 p를 위한 자원 그리드 내의 각 요소를 자원요소(resource element: RE)라 하며, 각 자원요소는 매 슬롯(slot) 내의 인덱스 짹 (k,l)에 의해 식별된다. 여기서, $k=0, \dots, N_{\text{RB}}^{\text{DL}}N_{\text{sc}}^{\text{RB}}-1$ 이고, $l=0, \dots, N_{\text{symb}}^{\text{DL}}$ 이며, k는 주파수 영역에서 부반송파(subcarrier) 인덱스이고, l은 시간 영역에서의 심볼 인덱스이다. 자원요소는 데이터 채널의 변조 심벌 또는 제어 채널의 변조 심벌이 매핑되는 가장 작은 주파수-시간 단위를 나타낸다. 한 OFDM 심벌 상에 M개의 부반송파가 있고, 한 슬롯이 N개의 OFDM 심벌을 포함한다면, 한 슬롯은 총 $M \times N$ 개의 자원요소를 포함한다.
- [52] 다중 안테나 시스템에서 각 물리 안테나에는 서로 다른 안테나 포트가 맵핑될 수 있다. 예를 들어, 4개의 물리 안테나 각각에 안테나 포트 0~3이 차례로 맵핑될 수 있다.
- [53] 안테나 포트 개수와, 각 안테나 포트의 고유한 자원 그리드는 셀 내의 참조신호 구성(reference signal configuration)에 의존하여 결정된다. 예를 들어 물리 안테나가 총 64개라 할 때, CSI-RS를 지원하는 안테나 포트의 개수는 CSI-RS의 구성 및 CSI-RS 포트를 물리 안테나에 배열하는 방식에 따라 {1, 2, 4, 8, 16, 32, 64} 중 어느 하나로 정의될 수 있고, 각 안테나 포트마다 도 2 또는 도 3과 같이 CSI-RS를 운반하는 고유한 패턴을 가질 수 있다. 이하에서 안테나 포트가 CSI-RS를 운반하는 고유한 패턴 또는 CSI-RS가 자원요소에 맵핑되는 패턴을 CSI-RS 패턴이라 한다.
- [54] 도 2와 도 3은 본 발명의 일례에 따른 CSI-RS 패턴을 도시한 것이다. 도 2는 정규(normal) CP(cyclic prefix)의 경우에 CSI-RS가 자원요소에 맵핑되는 예이고, 도 3은 확장(extended) CP의 경우에 CSI-RS가 자원요소에 맵핑되는 일 예를 개략적으로 나타낸 것이다.
- [55] 도 2 및 도 3을 참조하면, Rp는 안테나 포트 P에서 CSI-RS 전송에 사용되는 자원요소를 나타낸다. 예를 들어 R_{15} 는 안테나 포트 15에서 전송되는 CSI-RS를 의미한다. 도 2에서 1개의 안테나 포트가 지원된다고 할 때, CSI-RS 패턴은 CSI-RS가 안테나 포트 15의 자원요소 (2, 5)와 (2, 6)에 맵핑되는 것이다. 또는 도 2에서 8개의 안테나 포트가 지원된다고 할 때, CSI-RS 패턴은 CSI-RS가 안테나 포트 15 및 16의 자원요소 (2, 5)와 (2, 6)에 맵핑되고, 안테나 포트 17 및 18의 자원요소 (8, 5)와 (8, 6)에 맵핑되며, 안테나 포트 19 및 20의 자원요소 (3, 5)와 (3,

6)에 맵핑되고, 안테나 포트 21 및 22의 자원요소 (9, 5)와 (9, 6)에 맵핑되는 것이다.

[56] 이와 같이 각 안테나 포트의 개수마다 고유한 CSI-RS 패턴을 가진다. 도 2 및 도 3의 예시는 8개의 물리적 안테나가 구비된 무선통신 시스템에서, CSI-RS를 전송하는 안테나 포트 15 내지 22까지 총 8개를 정의한 것이다. 그러나 이는 예시일 뿐이고 64개의 물리적 안테나를 구비한 무선 통신 시스템의 경우 안테나 포트가 64개까지 지원될 수 있으며, 이 경우 CSI-RS를 전송하는 안테나 포트들은 안테나 포트 15 내지 63까지 확장될 수 있다.

[57] 도 4는 본 발명의 일례에 따른 다중 안테나 시스템을 도시한 것이다.

[58] 도 4를 참조하면, 다중 안테나 시스템(400)은 다수의 안테나를 구비한 기지국(410)과 다수의 안테나를 구비한 단말(420)을 포함한다. 1, 2, 4, 8개의 안테나 포트를 지원하는 종래 기술과 달리, 기지국(410)은 8개 이상의 안테나 포트를 가진 2차원의 안테나 배열(array)로써 총 64개의 안테나를 지원한다. 예를 들어, 기지국(400)이 지원하는 8개 이상의 안테나 포트는 일례로서 {16, 32, 64} 중 어느 하나의 해당하는 개수일 수 있다. 즉, 기지국(400)은 8의 배수에 해당하는 안테나 포트를 지원할 수 있다. 여기서 기지국(400)이 다중 사용자 MIMO(MU-MIMO) 동작을 지원하는 경우 10개의 단말을 지원할 수 있다.

[59] 이처럼 무선통신 시스템의 수율을 향상시키기 위해, 지원되는 물리적 안테나의 개수가 점차 증가하고 있다. 그런데 모든 안테나마다 다른 자원을 사용하여 CSI-RS를 전송하거나, 물리적 안테나의 증가에 비례하여 CSI-RS를 지원하는 안테나 포트를 증가시키는 것은 자칫 참조신호의 오버헤드를 발생시킬 수 있다. 그리고 참조신호의 오버헤드는 곧 시스템의 열화로 이어진다. 따라서, 지원 가능한 물리적 안테나의 개수가 많은 경우 CSI-RS의 전송량을 효율적으로 줄일 수 있는 방법이 필요하다.

[60] 일 실시에는 유사한 채널상태를 가질 것으로 예측되는 물리적 안테나들 중 적어도 하나를 CSI-RS의 전송을 위한 대표 안테나로 정의하고, 대표 안테나에서만 CSI-RS를 전송하도록 시스템을 구현한다. 즉 모든 물리적 안테나가 CSI-RS를 전송하지 않아도 된다. 다만, 대표 안테나가 다른 안테나들의 채널을 대표할 수 있으려면, 대표 안테나를 적절하게 잘 선정하는 것이 중요하다. 또한, 지원 가능한 안테나의 개수가 많아서 하나의 대표 안테나만으로는 전체 안테나의 채널을 충분히 반영할 수 없는 경우, 대표 안테나가 다수 개로 정의될 수도 있다. 대표 안테나를 설명하기 위해 도 5를 예로 들어본다.

[61] 도 5는 본 발명의 일례에 따른 대표 안테나를 설명하는 설명도이다.

[62] 도 5를 참조하면, 8x8의 안테나가 다중 안테나 시스템에 의해 지원된다. 총 64개의 물리적 안테나가 모두 CSI-RS를 전송할 수도 있지만, 본 실시에는 CSI-RS 전송 오버헤드를 줄이기 위해 적어도 하나의 대표 안테나를 선정할 수 있다. 예를 들어 x축 방향으로 인접한 8개의 물리적 안테나(500)와 y축 방향으로

인접한 8개의 물리적 안테나(510)가 대표 안테나로 선정될 수 있다. 이 경우 대표 안테나는 총 16개로 정의된다. 그리고 총 16개의 CSI-RS 전송용 안테나 포트만이 요구된다. x축 방향으로 인접한 대표 안테나를 수평적(horizontal) 대표 안테나라 하고, y축 방향으로 인접한 대표 안테나를 수직적(vertical) 대표 안테나라 부를 수 있다. 수평적 대표 안테나는 수평 방향의 빔포밍을 위한 채널 정보 추정에 사용되고, 수직적 대표 안테나는 수직 방향의 빔포밍을 위한 채널 정보 추정에 사용될 수 있다. 수평적 대표 안테나에 맵핑되는 안테나 포트들을 수평적 안테나 포트라 하고, 수직적 대표 안테나에 맵핑되는 안테나 포트들을 수직적 안테나 포트라 한다.

[63] 본 실시예에 따르면, CSI-RS들은 수평적 안테나 포트에서 전송되는 CSI-RS1과 수직적 안테나 포트에서 전송되는 CSI-RS2로 분리될 수 있다. 이러한 2 종류의 CSI-RS를 통칭하여 이중(double) CSI-RS라 하고, 이중 CSI-RS가 다차원(multiple dimension) MIMO 동작에 적용될 수 있다. 즉, 기지국은 MIMO 동작을 위해 이중 CSI-RS를 구성할 수 있다. 0값 제외 전력(non-zero power)으로 구성된 CSI-RS를 0값 제외 CSI-RS라 하는데, 상기 이중 CSI-RS들은 모두 0값 제외 CSI-RS에 포함될 수 있다.

[64] 수평적 대표 안테나의 윗쪽에 위치한 안테나들과 아래쪽에 위치한 안테나들은 수평적 대표 안테나와 거리가 매우 가깝기 때문에, 위치적인 코히어런트(coherent) 관계에 있다. 따라서, 수평적 대표 안테나에서 전송된 CSI-RS에 기반하여 추정된 채널은, 상기 위쪽과 아래쪽에 위치한 안테나들의 채널과 유사한 것으로 추정할 수 있다. 수직적 대표 안테나도 마찬가지로, 수직적 대표 안테나의 윗쪽에 위치한 안테나들과 오른쪽에 위치한 안테나들의 채널은, 수직적 대표 안테나에서 전송된 CSI-RS를 기반으로 추정된 채널과 유사한 것으로 추정될 수 있다.

[65] 수평적 안테나 포트의 수를 N1이라 하고 수직적 안테나 포트의 수를 N2라 하면, CSI-RS를 전송하는 전체 안테나 포트의 수는 $N1 \times N2$ 가 된다. 도 5에서 수평적 안테나 포트와 수직적 안테나 포트가 각각 8개로 선정된 것은 예시일 뿐이고, 각 방향의 안테나 포트의 개수는 {1, 2, 4, 8} 중 어느 하나일 수 있다. 이에 따르면, 가능한 안테나 포트의 전체 개수는 {1, 2, 4, 8, 16, 32, 64}이다. 그리고 각 방향의 안테나 포트의 개수는 이전 버전의 무선통신 시스템에서 지원 가능한 안테나 포트의 수와 같다. 이는 각 방향의 안테나 포트가 이전 무선통신 시스템과 호환 가능하게 하기 위함이다.

[66] 이와 같이 대표 안테나가 2차원 평면상에서 십자가 형태로 배열되면, 인접한 다른 안테나들은 CSI-RS를 전송하지 않더라도 대표 안테나와의 상관관계로 인해 채널 추정을 할 수 있다. 이로써 시스템 성능의 열화를 최소화하면서 CSI-RS의 전송량을 줄일 수 있다.

[67] 기지국이 전송하는 CSI-RS를 단말이 수신하기 위해서는, CSI-RS의 구성을 먼저 알아야 한다. 이를 위해 기지국은 CSI-RS 구성정보를 단말로 전송하고,

단말은 CSI-RS 구성정보를 읽고 몇 개의 안테나 포트와 어떤 CSI-RS 패턴으로 CSI-RS가 전송될지를 확인한 후 CSI-RS를 수신할 준비를 해야 한다.

- [68] 본 발명에 따라 기지국이 2차원 평면상에서 배열된 대표 안테나들을 통해 이중 CSI-RS를 전송할 때에도 CSI-RS 구성정보가 필요하다. 이하에서는 2차원 평면상에서 배열된 대표 안테나를 통해 이중 CSI-RS를 전송하는데 사용되는 이중 CSI-RS 구성정보(double CSI-RS configuration information)에 관하여 설명한다. 대표 안테나가 2차원 평면상에서 수평 방향과 수직 방향으로 각각 정해지므로, 대표 안테나에 대한 이중 CSI-RS 구성정보 또한 각 방향마다 개별적으로 정해질 수 있다.
- [69] 예를 들어, 이중 CSI-RS 구성정보는 수평적 안테나 포트와 수직적 안테나 포트 각각에 대해 개별적으로 정의되는 개별 CSI-RS 구성정보와, 수평적 안테나 포트와 수직적 안테나 포트에 공통으로 정의되는 공통 CSI-RS 구성정보를 포함한다.
- [70] 먼저, 개별 CSI-RS 구성정보는 표 2와 같은 수평적 안테나 포트에 관한 개별 CSI-RS 구성정보와 표 3과 같은 수직적 안테나 포트에 관한 개별 CSI-RS 구성정보로 분류될 수 있다.

표 2

[Table 2]

	정보필드
수평적 안테나 포트에 관한 개별 CSI-RS 구성정보	안테나 포트 카운트(antennaPortsCount) : CSI-RS 전송용 안테나 포트의 개수
	자원구성(ResourceConfig) : CSI-RS 패턴
	서브프레임 구성(SubframeConfig) : CSI-RS를 전송하는 서브프레임을 지시함
	안테나 포트 인덱스(antennaPortIndex) : 교차점 안테나(cross point antenna)에 맵핑되는 수평적 안테나 포트의 번호를 지시함

표 3

[Table 3]

	정보필드
수직적 안테나 포트에 관한 개별 CSI-RS 구성정보	안테나 포트 카운트(antennaPortsCount) : CSI-RS 전송용 안테나 포트의 개수
	자원구성(ResourceConfig) : CSI-RS 패턴
	서브프레임 구성(SubframeConfig) : CSI-RS를 전송하는 서브프레임을 지시함
	안테나 포트 인덱스(antennaPortIndex) : 교차점 안테나에 맵핑되는 수직적 안테나 포트의 번호를 지시함

- [73] 표 2 및 표 3을 참조하면, 개별 CSI-RS 구성정보는 안테나 포트 카운트(antennaPortsCount) 정보필드, 자원구성(ResourceConfig) 정보필드, 서브프레임 구성(subframeConfig) 정보필드 및 안테나 포트 인덱스(antennaPortIndex) 정보필드를 포함한다. 안테나 포트 카운트 정보필드는 CSI-RS 전송용 안테나 포트의 개수를 지시한다. 자원구성 정보필드는 CSI-RS 패턴을 지시한다. CSI-RS 패턴은 최대 8개까지 지원되는 각 방향의 대표 안테나를 기준으로 할 때, 총 32가지로 주어질 수 있다. 32개의 CSI-RS 패턴을 표현하기 위해. 자원구성 정보필드는 5비트 정보이다. 서브프레임 구성 정보필드는 CSI-RS를 전송하는 서브프레임을 지시한다.
- [74] 안테나 포트 인덱스는 교차점 안테나(cross point antenna)에 맵핑되는 안테나 포트의 번호를 지시한다. 교차점 안테나(520)는 수평적 대표 안테나(500)들과 수직적 대표 안테나(510)들 중 교차점에 위치한다. 즉, 하나의 교차점 안테나(520)에는 하나의 수평적 안테나 포트 및 하나의 수직적 안테나 포트가 맵핑된다. 즉 하나의 교차점 안테나(520)에는 2개의 CSI-RS 전송용 안테나 포트가 맵핑된다.
- [75] 수평적 안테나 포트에 관한 개별 CSI-RS 구성정보에 포함된 안테나 포트 인덱스 정보필드는, 교차점 안테나에 맵핑되는 수평적 안테나 포트를 지시한다. 반대로, 수직적 안테나 포트에 관한 개별 CSI-RS 구성정보에 포함된 안테나 포트 인덱스 정보필드는, 교차점 안테나에 맵핑되는 수직적 안테나 포트를 지시한다. 하나의 교차점 안테나(520)에 대해 2개의 CSI-RS가 전송됨으로써, 교차점 안테나(520)에서의 채널 추정 성능은 보다 정확해지고 참조신호 대수신신호(reference signal received power: RSRP) 측정(measurement)의 정확도도 향상될 수 있다.
- [76] 다음으로, 공통 CSI-RS 구성정보는 예를 들어 표 4와 같이 정의된다.
- [77] 표 4

[Table 4]

	정보필드
공통 CSI-RS 구성정보	N^{CSI}_{ID} : CSI-RS 스크램블링 초기 상태를 위한 가상 셀 ID
	P_c : 단말이 추정한 CSI-RS EPRE 대 PDSCH EPRE의 비율

- [78] 표 4를 참조하면, 공통 CSI-RS 구성정보는 N^{CSI}_{ID} 정보필드와 P_c 정보필드를 포함한다. N^{CSI}_{ID} 정보필드는 CSI-RS 스크램블링 초기 상태를 위한 가상 셀 ID를 지시한다. 그리고 P_c 정보필드는 단말이 CSI 피드백을 유도할 때 PDSCH 자원요소당 에너지(energy per resource element : EPRE) 대 CSI-RS 자원요소당 에너지(EPRE)의 추측비율(assumed ratio)이다. P_c 의 값은 [-8, 15]dB의 범위의 값을 가지며, 1dB 크기 간격으로 증감한다.
- [79] 상기에서는 CSI-RS의 전송 오버헤드를 줄이기 위해 대표 안테나를 선정하는 개념을 설명하였다. 그러나, CSI-RS의 전송량을 줄이는 것은 채널상태가 매우 열악한 환경에서는 부적합할 수 있다. 따라서, 본 발명의 다른 실시예는 2차원 평면의 안테나 시스템에서 모든 안테나가 CSI-RS를 전송가능한 시나리오를 전제로 한다. 예를 들어 64개의 안테나가 CSI-RS를 전송하려면, 최대 64개의 안테나 포트 또는 최대 64개의 CSI-RS 패턴이 요구된다. 이에 따르면 CSI-RS 패턴에 대한 정보뿐만 아니라 안테나 포트의 수에 대한 정보에 소요되는 비트수가 증가한다. 즉 CSI-RS 구성정보의 크기가 커질 수 밖에 없다.
- [80] 따라서, 본 발명의 다른 실시예는 CSI-RS 전송용 안테나 포트(antenna port for CSI-RS transmission) 및 CSI-RS 패턴에 관한 정보를 컴팩트(compact)하게 생성 또는 구성하는 방법을 개시한다.
- [81] 이를 위해 CSI-RS 대응 비트맵(correspondence bitmap)이 정의된다. CSI-RS 대응 비트맵의 길이는 n비트이다. 여기서, n은 지원 가능한 CSI-RS 패턴의 개수이다.
- [82] 도 6은 본 발명의 일례에 따른 CSI-RS 대응 비트맵을 도시한 블록도이다. 이는 n=5인 경우이다.
- [83] 도 6을 참조하면, CSI-RS 대응 비트맵의 각 비트는 그 위치에 따라 5가지 CSI-RS 패턴 중 어느 하나에 대응한다. 예를 들어, 최상위비트(most significant bit: MSB) A0은 CSI-RS 패턴 0에 대응하고, A1은 CSI-RS 패턴 1에 대응하며, A2은 CSI-RS 패턴 2에 대응하고, A3은 CSI-RS 패턴 3에 대응하며, 최하위비트(least significant bit: LSB)인 A4는 CSI-RS 패턴 4에 대응한다. 물론, 각 비트가 CSI-RS 패턴에 대응하는 방식은 이외에도 다양한 실시예가 가능하다. 즉 CSI-RS 패턴의 다양성이 5개로 제약이 가해지며, 5개의 CSI-RS 패턴은 예를 들어 표 5와 같다.
- [84] 표 5

[Table 5]

CSI-RS 패턴	구성된 CSI-RS 개수					
	1 or 2		4		8	
	(k',l')	n _s mod 2	(k',l')	n _s mod 2	(k',l')	n _s mod 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

[85] 표 5를 참조하면, k'과 l'은 각각 k와 1을 계산하는데 사용되는 파라미터로서, CSI-RS 패턴에 따라 표 2와 같이 정해진다. 예를 들어, 구성된 CSI-RS 개수가 2개이며 CSI-RS 패턴 0인 경우 k'=9, l'=5이며. 이는 2개의 CSI-RS 전송을 위해 미리 설정된 다수의 CSI-RS 패턴 중 k=9,l=5에 첫 자원요소가 매핑된 CSI-RS 패턴 사용됨을 의미한다. 예를 들어 CSI-RS 안테나 포트가 8개 사용될 때 CSI-RS 패턴 0은 도 2와 같다. nS는 슬롯 번호로서 0 또는 1이다. 물론, 이는 예시일 뿐이며, 사용되는 CSI-RS 안테나 포트의 개수와 CSI-RS 패턴 번호에 따라서 도 2와는 다른 형태로 표현될 수도 있다.

[86] 이상과 같이, 사용되는 CSI-RS 안테나 포트의 수에 따라 각기 다른 CSI-RS 패턴이 정의되며, 본 발명에서 CSI-RS 대응 비트맵 전송 시, 단말은 상기 비트맵이 몇 개의 CSI-RS port 사용을 위해 설정된 CSI-RS 패턴을 위한 비트맵인지에 대한 정보를 파악하고 있다. 상기 CSI-RS 대응 비트맵에서, 각 비트가 가지는 0 또는 1이 지시하는 의미는 다음과 같다. 예를 들어 특정 개수의 CSI-RS 안테나 포트 사용을 위해 작성된 CSI-RS 패턴 중 특정 CSI-RS 패턴이 선택 또는 사용되면 그 대응하는 비트는 1을 지시하고, 특정 CSI-RS 패턴이 선택 또는 사용되지 않으면 그 대응하는 비트는 0을 지시한다.

[87] 일 실시예로서, 특정한 CSI-RS 패턴에 대응하는 비트가 1인 경우, 기지국은 미리 정의된 q개의 안테나 포트에서 상기 특정한 CSI-RS 패턴에 따른 CSI-RS를 전송할 수 있다. 즉, 각 비트는 q개의 안테나 포트 단위로 CSI-RS 패턴을 지시한다. 다시 말하면, CSI-RS 패턴이 선택되면, 해당 CSI-RS 패턴에 따라 전송되는 CSI-RS 개수는 q로 고정되는 것이다. 예를 들어, 단말과 기지국간에 q=8로 미리 규약될 수 있다. 만약 CSI-RS 대응 비트맵이 도 7과 같이 01011로 주어진다고 할 때, 최상위비트 A0=0이므로 8개의 CSI-RS 안테나 포트 전송을 위해 설계된 CSI-RS 패턴 중 CSI-RS 패턴 0은 사용되지 않는다. 그 다음 A1=1이므로, CSI-RS 패턴 1은 사용된다. 이 때, CSI-RS 패턴 1에 따라 안테나 포트 15~22가 CSI-RS를 전송한다. 이는 CSI-RS 전송용 안테나 포트는 그 번호가

15부터 시작되기 때문이다.

- [88] 다음으로, A2=0이므로 CSI-RS 패턴 2는 사용되지 않는다. 그 다음 A3=1이므로, CSI-RS 패턴 3은 사용된다. 이 때, CSI-RS 패턴 3에 따라 안테나 포트 23~30이 CSI-RS를 전송한다. 이전의 CSI-RS 패턴 1을 사용하는 안테나 포트가 22까지이므로, 그 다음인 안테나 포트 23부터 30까지 총 8개의 안테나 포트가 CSI-RS를 전송하는 것이다. 마지막으로 최하위비트 A4=1이므로 CSI-RS 패턴 4가 사용된다. 이 때, CSI-RS 패턴 4에 따라 안테나 포트 31~38이 CSI-RS를 전송한다. 이와 같이 이를 안테나의 인덱스들은 CSI-RS 대응 비트맵 내의 비트의 위치에 의존적으로 정해진다. CSI-RS 전송용 안테나 포트의 개수가 8의 배수, 즉 8, 16, 24,...이기 때문에 CSI-RS 대응 비트맵 내의 비트의 순서에 따라 안테나 포트 번호가 자동적으로 정해진다. 즉 CSI-RS 패턴을 사용하는 안테나 포트 번호를 구체적, 명시적으로 지시하는 시그널링이 불필요하다.
- [89] 한편, 5개의 CSI-RS 패턴과 각 CSI-RS 패턴별로 8개의 안테나 포트가 지원되기 때문에 CSI-RS 대응 비트맵이 11111인 경우 최대 $5 \times 8 = 40$ 개의 안테나 포트를 통해 CSI-RS가 전송될 수 있다.
- [90] 이와 같이 CSI-RS 패턴별로 전송에 사용되는 안테나 포트들을 일정 개수로 미리 정의하면, 각 패턴에 따른 안테나 포트의 개수를 알려주는 시그널링이 불필요해지고, CSI-RS 구성정보를 하기 표 6과 같은 컴팩트한 형태로 줄일 수 있다.
- [91] 표 6
[Table 6]

	정보필드
CSI-RS 구성정보	CSI-RS 대응 비트맵 : 5비트로서 각 비트가 CSI-RS 패턴에 대응함. 비트 값이 1이면 대응하는 CSI-RS 패턴이 사용됨을 지시하고, 비트 값이 0이면 대응하는 CSI-RS 패턴이 사용되지 않음을 지시함
	서브프레임 구성(subframeConfig) : CSI-RS를 전송하는 서브프레임을 지시함
	N^{CSI}_{ID} : CSI-RS 스크램블링 초기 상태를 위한 가상 셀 ID
	P_c : 단말이 추정한 CSI-RS EPRE 대 PDSCH EPRE의 비율

- [92] 표 6을 참조하면, CSI-RS 구성정보는 CSI-RS 대응 비트맵과, 서브프레임 구성 정보필드, N^{CSI}_{ID} 정보필드 및 P_c 정보필드를 포함한다. 각 정보필드의 내용은 앞서 설명된 바와 같다.
- [93] 이하에서, 도 5와 같이 다중 안테나 시스템에서 단말이 CSI-RS를 이용하여 채널을 추정하고, PMI를 피드백하는 방법에 관하여 개시한다. 이는 이중 CSI-RS로 인해 채널 추정과 PMI 피드백에 영향이 가해지기 때문이다.

- [94] 일 실시예에 따르면, 단말은 이중 CSI-RS에 기반하여 채널추정을 수행한다. 그리고 단말은 상기 채널추정에 기반하여 상기 이중 CSI-RS에 대응하는 이중(double) PMI을 기지국으로 피드백할 수 있다. 하나의 PMI는 수평적 안테나 포트의 CSI-RS에 대응하고, 다른 하나의 PMI는 수직적 안테나 포트의 CSI-RS에 대응한다. 이러한 이중 PMI에 의해 2차원 평면의 빔포밍이 모든 방향에 대해 지원될 수 있다.
- [95] 코드북(codebook)은 2개, 4개 및 8개의 송신 안테나에 대해 디자인된다. 본 실시예는 8개의 송신 안테나에 대해, 도 5와 같은 안테나 구성에 관하여 이중 PMI로써 코드북을 디자인한다.
- [96] 도 8은 본 발명의 일례에 따른 이중 PMI 피드백 과정을 설명하는 설명도이다.
- [97] 도 8을 참조하면, 8×8의 안테나가 다중 안테나 시스템에 의해 지원된다. x축 방향으로 8개의 수평적 대표 안테나(800)가 있고, y축 방향으로 8개의 수직적 대표 안테나(810)가 있다. 수평적 대표 안테나(800)에 최대 8개의 수평적 안테나 포트가 맵핑되고, 수직적 대표 안테나(810)에 최대 8개의 수직적 안테나 포트가 맵핑될 수 있다. 수평적 안테나 포트에서 CSI-RS1을 단말(830)로 전송하고, 수직적 안테나 포트에서 CSI-RS2를 단말(830)로 전송한다. 즉, 이중 CSI-RS가 단말(830)로 전송된다.
- [98] 한편, 단말(830)은 이중 CSI-RS에 대응하는 이중 PMI를 기지국으로 피드백한다. CSI-RS1에는 PMI1이 대응되고, CSI-RS2에는 PMI2가 대응된다. PMI1은 수평적 방향의 빔포밍을 위한 것이고, PMI2는 수직적 방향의 빔포밍을 위한 것이다. 수평적 방향이든, 수직적 방향이든 각 방향에서 지원되는 CSI-RS 전송용 안테나 포트의 수는 2, 4, 8 중 하나이다.
- [99] 2개와 4개의 안테나 포트에 대한 코드북은 독립적인 공간 채널(independent spatial channel)에 기반하여 디자인된다. 반면, 8개의 안테나 포트에 대한 코드북은 x 편극(x-polarized) 안테나 구성에 기반하여 디자인된다. 모든 안테나에 대하여, 만약 x 편극 안테나가 사용되지 않으면, 최적화된 코드북이 재디자인(redesign)되고, 코페이징(co-phasing) 부분은 필요하지 않다. 기본적 코드북(original codenook)에 기반할 때, 본 실시예는 DFT(discrete fourier transform) 빔과 빔 선택(beam selection)의 조합으로써 코드북을 디자인할 수 있다.
- [100] 예를 들어, 8개의 송신 안테나를 위한 DFT 빔을 디자인하고, 빔 선택 부분을 유지하되 코페이징(또는 위상 적응(phase adaptation)) 부분을 제거함으로써, 다음의 수학식과 같은 벡터 v_m 이 디자인될 수 있다.
- [101] 수학식 2
- $$v_m = [1 \ e^{j4\pi m/64} \ e^{j8\pi m/64} \ e^{j12\pi m/64} \ e^{j16\pi m/64} \ e^{j20\pi m/64} \ e^{j24\pi m/64} \ e^{j28\pi m/64}]^T$$
- [102] 수학식 2를 참조하면, 1번째 요소(element)인 1부터 8번째 요소인 $e^{j28\pi m/64}$ 까지 순차적으로 위상이 변경되는 형태로 크기가 8인 벡터 v_m 이 디자인된다. 8개

레이어(layer)에서 빔포밍을 4개 레이어 단위로 2회 빔포밍 후 위상 적응을 적용하는 방식이 아니기 때문에 벡터의 크기가 8이고, 5번째 요소가 1이 아닌 $e^{j16\pi m/64}$ 이다. 8개 레이어에 대해 한꺼번에 프리코딩을 적용하기 때문에 레졸루션(resolution)을 증가시키는 효과가 있다.

[103] 그리고 이에 따른 8개 안테나 포트(번호 15~22)를 이용한 CSI 보고를 위한 코드북을 레이어(layer) 개수 별로 다음과 같이 정의할 수 있다.

[104] 수학식 3

$$W_m^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{8}} [v_m \ v_{m+8}] \quad (m=0 \sim 15)$$

[105] 수학식 4

$$W_m^{(2)} = \frac{1}{4} [v_m \ v_{m+4} \ v_{m+8}] \quad (m=0 \sim 7)$$

[106] 수학식 5

$$W_m^{(3)} = \frac{1}{\sqrt{24}} [v_m \ v_{m+4} \ v_{m+8} \ v_{m+12}] \quad (m=0 \sim 7)$$

[107] 수학식 6

$$W_m^{(4)} = \frac{1}{\sqrt{32}} [v_m \ v_{m+4} \ v_{m+8} \ v_{m+12} \ v_{m+16}] \quad (m=0 \sim 3)$$

[108] 수학식 7

$$W_m^{(5)} = \frac{1}{\sqrt{40}} [v_m \ v_{m+4} \ v_{m+6} \ v_{m+8} \ v_{m+12} \ v_{m+14}]$$

[109] 수학식 8

$$W_m^{(6)} = \frac{1}{\sqrt{48}} [v_m \ v_{m+4} \ v_{m+8} \ v_{m+12} \ v_{m+14} \ v_{m+16}]$$

[110] 수학식 9

$$W_m^{(7)} = \frac{1}{\sqrt{56}} [v_m \ v_{m+4} \ v_{m+6} \ v_{m+8} \ v_{m+10} \ v_{m+12} \ v_{m+14}] \quad (m=0 \sim 1)$$

[111] 수학식 10

$$W_m^{(8)} = \frac{1}{8} [v_m \ v_{m+2} \ v_{m+4} \ v_{m+6} \ v_{m+8} \ v_{m+10} \ v_{m+12} \ v_{m+14}] \quad (m=0 \sim 1)$$

[112] 수학식 3 부터 수학식 10까지 차례로 레이어 1개, 2개, 3개, 4개, 5개, 6개, 7개, 8개에 대한 코드북 예시이다. m 은 레이어의 수이다.

[113] 단말은 채널추정을 수행하여 수평 방향의 빔포밍에 대한 채널 H^H 와 수직 방향의 빔포밍에 대한 채널 H^V 를 각각 획득한다. 그리고 단말은 상기 수학식 3 내지 수학식 10을 이용하여 각 채널에 대해 최적의 코드북을 선정한다. 예를 들어, 단말은 수학식 11과 같이 채널 H^H 에 수학식 3 내지 10과 같은 각 레이어에 따른 코드북을 곱하고, 그 중 최대값이 되는 코드북을 수평 방향 빔포밍에 대한 코드북1으로 선택할 수 있다.

[114] 수학식 11

$$\max[|H^H W_m|]$$

[115] 그리고 단말은 수학식 12와 같이 채널 H^V 에 수학식 3 내지 10과 같은 각 레이어에 따른 코드북을 곱하고, 그 중 최대값이 되는 코드북을 수직 방향 빔포밍에 대한 코드북2으로 선택할 수 있다.

[116] 수학식 12

$$\max[|H^V W_m|]$$

[117] 그리고 단말은 코드북1을 지시하는 PMI1과, 코드북2를 지시하는 PMI2를 이중 PMI로써 기지국으로 전송할 수 있다. 기지국이 단말로부터 이중 PMI 피드백을 받으면, 기지국은 이중 PMI에서 어느 PMI를 기반으로 프리코딩(precoding)을 수행할지 결정한다. 이를 위한 방법으로서, 다음의 2가지가 사용될 수 있다.

[118] (1) 크로네커 곱(kronecker product)

[119] 프리코딩 매트릭스 C_1 (PMI1)에 대한 C_2 (PMI2)의 2개의 랭크(rank)가 각각 R_1 , R_2 일 때, 최종 랭크 R 은 $R_1 \times R_2$ 로 표현된다. 크로네커 곱으로 최종 프리코딩 매트릭스를 구하면, 최종 프리코딩 매트릭스는 $C = \text{kron}(C_1, C_2)$ 이다. 수직 방향의 빔포밍에 대하여, 레솔루션이 낮기 때문에 높은 랭크를 지원하기가 어렵다. 즉 수직 방향의 빔포밍은 MU-MIMO에만 지원됨이 바람직하다. 따라서, 수직 방향의 피드백과 관련하여, 본 실시예에 따른 랭크는 1로 설정된다. 수직 방향의 빔포밍에 관한 랭크 지시자(rank indicator; RI)의 피드백은 존재하지 않는다.

[120] 이에 따를 때, PMI 피드백은 다음의 조건에 따라 수행된다. i) 수평 방향의 빔포밍은 8개 송신 안테나에 대한 피드백이고, 랭크는 1~8을 사용한다. ii) 수직 방향의 빔포밍은 랭크 지시자를 피드백하지 않고, 오직 랭크 1만을 사용한다.

[121] (2) 이중 PMI가 동일한 랭크 R 을 공유하는 방식

[122] 최종 프리코딩 매트릭스가 C 일 때, 이를 벡터 수준에서 만들 수 있다. 즉, 크로네커 곱이 벡터 수준에서 수행된다. 최종 프리코딩 매트릭스의 각 벡터 b_i 에 대해 다음의 수학식을 이용한다.

[123] 수학식 13

$$\mathbf{b}_i = \mathbf{b}_i^{(1)} \otimes \mathbf{b}_i^{(2)}$$

- [124] 한편, 단말이 코드북을 사용하지 않을 수도 있다. 이를 넌 코드북(non-codebook) 기반의 피드백이라 한다. 즉, 수학식 3 내지 10과 같은 코드북이 사용되지 않는다. 넌 코드북 기반의 피드백에 관련하여, 본 실시예는 조인트(joint) 비주기적/주기적 피드백을 개시한다. 비주기적 피드백은 단말이 원하는 빔의 방향을 수평 성분과 수직 성분으로 정확하게 산출하여 기지국으로 보고하는 것이다. 주기적 피드백은 이미 결정된 빔의 방향의 변화를 단말이 차분값(differential value)로써 기지국에 보고하는 것이다. 랭크는 비주기적 피드백에서 보고된다.
- [125] 예를 들어 비주기적 피드백은 다음과 같은 정보 필드로 구성된다.
- [126] 표 7

[Table 7]

정보필드	비트수
랭크 지시자(RI)	3
1번 빔의 수평적 방향	6
2번 빔의 수평적 방향	6
...	...
RI번 빔의 수평적 방향	6
빔의 수직적 방향	6
CQI	4/8

- [127] 표 7을 참조하면, 지원 가능한 랭크의 수는 최대 8이므로 랭크 지시자는 3비트 정보로 표시할 수 있다. 8×8 송신 안테나를 가정할 때, 수평적 안테나 8개를 하나의 빔으로 방향을 제어할 수 있다. 예를 들어 도 8에서, 맨 위의 8개의 수평적 안테나가 1번 빔으로서, 수평 방향으로 360도의 방향성을 가진다. 이때, 표 7에서와 같이 360도를 6비트, 즉 $2^6=64$ 개의 각도로 쪼갤 수 있다. 이에 따르면 빔의 각도가 5.625도 정도의 레솔루션을 지원할 수 있다. 다음, 도 8의 맨 위에서 2번째의 8개의 수평적 안테나가 2번 빔으로서, 마찬가지로 수평 방향으로 360도의 방향성을 가진다. 그리고 표 7과 같이 수평 방향에서 2번 빔의 방향을 표시하기 위해 6비트가 할당된다. 이와 같이 비주기적 피드백은 전체 랭크 수만큼 빔의 수평적 방향을 표시한다. 그리고, 빔의 수직적 방향은 모든 수평적 안테나에 공통적으로 적용되므로, 그 정보필드는 하나만 존재한다. 그리고 표 7과 같이 6비트이므로 5.625도 정도의 레솔루션으로 표시한다. 물론, 각 빔의 방향을 표시하는 비트의 수는 6비트 이상 또는 그 이하가 될 수도 있다.
- [128] 또한, 반대로 표 8과 같이 빔의 수직적 방향을 랭크 수만큼 정의하고, 빔의

수평적 방향을 1개로 정의할 수 있다.

[129] 표 8

[Table 8]

정보필드	비트수
랭크 지시자(RI)	3
1번 빔의 수직적 방향	6
2번 빔의 수직적 방향	6
...	...
RI번 빔의 수직적 방향	6
빔의 수평적 방향	6
CQI	4/8

[130] 다음으로, 주기적 피드백은 차분값이며, 예를 들어 빔 방향의 수직적 변화에 대한 차분값은 다음과 같은 정보 필드로 구성된다.

[131] 표 9

[Table 9]

부호점(code point)	차분값
0	$\pi/64$ 증가
1	$\pi/64$ 감소

[132] 표 9를 참조하면, 주기적 피드백은 1비트로서, 2개의 부호점 0과 1을 지시한다. 주기적 피드백의 정보 필드가 0이면 빔 방향을 수직으로 $\pi/64$ 증가시킴을 지시하고, 주기적 피드백의 정보 필드가 1이면 빔 방향을 수직으로 $\pi/64$ 감소시킴을 지시한다. 다른 예로서, 주기적 피드백의 최대 비트수는 9일 수 있다.

[133] 빔 방향의 수평적 변화는 빔의 수직적 변화에 비해 더 빠를 수 있다. 만약 빔 방향의 수평적 변화에 대한 차분값이 빔 방향의 수직적 변화에 대한 차분값과 같으면, 상기 변화가 인지되지 않을 수도 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로서, 다음의 2가지 실시예를 설명한다.

[134] 제1 실시예는 단말이 표 10과 같은 정보 필드로써 빔 방향의 수평적 변화에 대한 차분값을 지시하고, 주기적 피드백을 기지국으로 보고하는 것을 포함한다.

[135] 표 10

[Table 10]

부호점(code point)	차분값
0	$\pi/32$ 증가
1	$\pi/32$ 감소

[136] 제2 실시에는 단말이 다른 랭크에 대하여 다른 비트의 피드백을 사용하는 것을 포함한다. 여기서, 주기적 피드백을 위한 최대 비트수는 9비트라 한다. 이때 최대 8비트가 빔 방향의 수평적 변화에 대한 차분값을 지시하고, 나머지 1비트는 빔 방향의 수직적 변화에 대한 차분값을 지시한다.

[137] 예를 들어, 만약 랭크가 4보다 크면, 각 레이어에 대해 1비트가 빔 방향의 수평적 변화에 대한 차분값을 지시하는데 사용된다. 만약 랭크가 3 또는 4이면, 각 레이어에 대해 2비트가 빔 방향의 수평적 변화에 대한 차분값을 지시하는데 사용된다. 만약 랭크가 1 또는 2이면, 각 레이어에 대해 4비트가 빔 방향의 수평적 변화에 대한 차분값을 지시하는데 사용된다. 이를 표로 나타내면 다음과 같다.

[138] 표 11

[Table 11]

랭크	차분값을 피드백하는데 소요되는 비트수
1~2	4 비트, 차분값 범위 (-7 ~ 8)
3~4	2 비트, 차분값 범위 (-1, 0, 1, 2)
5~8	1 비트, 차분값 범위 (-1, 1)

[139] 이를 이용하여, 단말은 빔 방향의 수평적인 변화를 지시할 수 있다.

[140]

2. DMRS

[141] 본 발명에 따른 다른 실시에는 다수의 레이어를 지원하는 DMRS를 설계할 수 있다. 종래에는 DMRS의 전송을 위해 한 단말의 단일 사용자 MIMO(single user MIMO)를 위해 8개까지의 레이어가 지원되었고, 다중 사용자 MIMO를 위해서는 4개까지의 레이어가 지원되었다. 한편, 64개까지의 물리적 안테나가 지원되는 무선통신 시스템에서는 다중 사용자 MIMO를 위해 최대 8개까지의 레이어가 지원된다. 따라서, 본 실시에는 다중 사용자 MIMO를 위해 최대 8개까지의 레이어가 지원되는 무선 통신 시스템에서 DMRS를 전송하는 방법에 관하여 개시한다.

[142] 지원되는 레이어가 증가함에 따라, DMRS의 수도 증가한다. 따라서, 증가하는 DMRS들을 구분하기 위한 방법이 요구된다. 서로 다른 DMRS들 또는 서로 다른 단말의 DMRS들 간에는 서로 직교성(orthogonality)이 만족되어야 한다. DMRS의 전송을 위해 시퀀스(sequence)가 사용된다.

[143] 참조 신호는 일반적으로 시퀀스(sequence)로 전송된다. 참조 신호 시퀀스는 특별한 제한 없이 임의의 시퀀스가 사용될 수 있다. 참조 신호 시퀀스는 PSK(Phase Shift Keying) 기반의 컴퓨터를 통해 생성된 시퀀스(PSK-based computer generated sequence)를 사용할 수 있다. PSK의 예로는 BPSK(Binary Phase Shift Keying), QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 등이 있다. 또는, 참조 신호

시퀀스는 CAZAC(Constant Amplitude Zero Auto-Correlation) 시퀀스를 사용할 수 있다. CAZAC 시퀀스의 예로는 ZC(Zadoff-Chu) 기반 시퀀스(ZC-based sequence), 순환 확장(cyclic extension)된 ZC 시퀀스(ZC sequence with cyclic extension), 절단(truncation) ZC 시퀀스(ZC sequence with truncation) 등이 있다. 또는, 참조 신호 시퀀스는 PN(pseudo-random) 시퀀스를 사용할 수 있다. PN 시퀀스의 예로는 m-시퀀스, 컴퓨터를 통해 생성된 시퀀스, 골드(Gold) 시퀀스, 카사미(Kasami) 시퀀스 등이 있다. 또, 참조 신호 시퀀스는 순환 쉬프트된 시퀀스(cyclically shifted sequence)를 이용할 수 있다.

[145] DMRS 시퀀스의 생성을 위해 사용되는 파라미터는 안테나 포트 번호, 스크램블링 식별자(scrambling identity) n_{CSID} 를 포함하며, 이외에 본 실시 예는 자원요소의 개수 정보를 추가적으로 포함한다. 이러한 파라미터들은 DRX의 직교성을 부여하는데 사용되는 정보라 할 수 있다.

[146] DMRS 시퀀스의 생성을 위해 사용되는 파라미터들은 DCI에 포함되어 전송된다. 일례로 DCI에 포함된 정보필드들은 다음의 표와 같다.

[147] 표 12

[Table 12]

- 반송파 지시자(carrier indicator) : 0 또는 3비트- HARQ 프로세스 번호 : 3비트(FDD), 4비트(TDD)- PUCCH를 위한 전송전력제어(TPC) 명령 : 2비트- 하향링크 할당 인덱스(downlink assignment index) : 2비트- 각 전송블록마다 - 면조 및 코딩 방식 : 5비트 - 신규 데이터 지시자 : 1비트 - 중복 버전(redundancy version) : 2비트- 자원블록 할당 - 국부적 자원할당 :
$\lceil \log_2(N_{RB}^{DL}(N_{RB}^{DL}+1)/2 \rceil$ 비트 - 분산적 자원할당 :
$\lceil \log_2(N_{RB}^{DL}(N_{RB}^{DL}+1)/2 \rceil$ 또는
$\lceil \log_2(N_{RB}^{DL}(N_{RB}^{DL}+1)/2-1 \rceil$ 비트- 시퀀스 생성값 : 4비트-

하향링크 할당 인덱스(downlink assignment index: DAI)

[148] 표 12를 참조하면, DCI는 반송파 지시자 필드, HARQ 프로세스 번호 필드, 전송전력제어 명령 필드, 자원블록 할당 필드, 하향링크 할당 인덱스 필드 등을 포함할 수 있으며, 특히 4비트의 시퀀스 생성값 필드를 포함한다. 표 12에 포함된 정보 필드들은 예시적인 것이고, 본 발명의 기술적 사상은 적어도 하나의 정보 필드가 생략된 형태의 DCI 뿐만 아니라, 상기 정보 필드들 이외에 새로운 정보 필드가 더 추가된 형태의 DCI도 포함한다.

[149] 표 12에서 시퀀스 생성값은 안테나 포트 번호(antenna port), 스크램블링 식별자, 레이어수(number of Layer) 및 자원요소의 개수(number of Resource element)의 조합을 지시하는 것으로서, 예를 들어 4비트일 수 있다. 자원요소의 개수는

DMRS가 전송되는데 사용되는 자원요소의 개수를 지시한다. 시퀀스 생성값은 4비트이므로 총 16가지 경우의 수를 나타낸다.

- [150] 단일 사용자 MIMO에 대해, DMRS를 위한 최대 레이어 수는 8이지만, 다중 사용자 MIMO에 대해서는 최대 8개까지의 단말이 지원될 수 있다. 다중 사용자 MIMO 모드에서 단말 당 최대 레이어 수와 관련하여, 본 실시예는 기지국과 단말이 최대 2개의 레이어 수를 지원하는 경우와, 최대 4개의 레이어 수를 지원하는 경우를 모두 포함한다.
- [151] 먼저, 다중 사용자 MIMO 모드에서 단말 당 최대 2개의 레이어 수가 지원되는 경우를 예로 들어 설명한다. 이 경우 시퀀스 생성값은 예를 들어 다음의 표와 같이 그 지시하는 바가 정의될 수 있다.
- [152] 표 13

[Table 13]

단일 부호어		2개 부호어	
시퀀스 생성값	지시내용	시퀀스 생성값	지시내용
0	1 레이어, 포트 7, $n_{SCID} = 0, 12RE$	0	2 레이어, 포트 7-8, $n_{SCID}=0, 12RE$
1	1 레이어, 포트 7, $n_{SCID} = 1, 12RE$	1	2 레이어, 포트 7-8, $n_{SCID}=1, 12RE$
2	1 레이어, 포트 8, $n_{SCID} = 0, 12RE$	2	2 레이어, 포트 7-8, $n_{SCID}=0, 24RE$
3	1 레이어, 포트 8, $n_{SCID} = 1, 12RE$	3	2 레이어, 포트 7-8, $n_{SCID}=1, 24RE$
4	1 레이어, 포트 7, $n_{SCID} = 0, 24RE$	4	2 레이어, 포트 9-10, $n_{SCID}=0, 24RE$
5	1 레이어, 포트 7, $n_{SCID} = 1, 24RE$	5	2 레이어, 포트 9-10, $n_{SCID}=1, 24RE$
6	1 레이어, 포트 8, $n_{SCID} = 0, 24RE$	6	2 레이어, 포트 11-12, $n_{SCID}=0, 24RE$
7	1 레이어, 포트 8, $n_{SCID} = 1, 24RE$	7	2 레이어, 포트 13-14, $n_{SCID}=0, 24RE$
8	1 레이어, 포트 9, $n_{SCID}=0$	8	2 레이어, 포트 11-12, $n_{SCID}=1, 24RE$
9	1 레이어, 포트 9, $n_{SCID}=1$	9	2 레이어, 포트 13-14, $n_{SCID}=1, 24RE$
10	1 레이어, 포트 10, $n_{SCID}=0$	10	3 레이어, 포트 7-9
11	1 레이어, 포트 10, $n_{SCID}=1$	11	4 레이어, 포트 7-10
12	2 레이어, 포트 7-8, $n_{SCID}=0$	12	5 레이어, 포트 7-11
13	2 레이어, 포트 7-8, $n_{SCID}=1$	13	6 레이어, 포트 7-12
14	3 레이어, 포트 7-9	14	7 레이어, 포트 7-13
15	4 레이어, 포트 7-10	15	8 레이어, 포트 7-14

[153] 표 13을 참조하면, DMRS 시퀀스 생성(또는 특정 또는 전송)에 안테나 포트 번호, 레이어의 수, 스크램블링 식별자 및 자원요소의 개수가 사용된다. 시퀀스 생성값 0~7 까지는 레이어 수, 안테나 포트 번호, 스크램블링 식별자의 동일한 조합이 2개 존재한다. 예를 들어, 시퀀스 생성값 0과 시퀀스 생성값 4는 레이어

수, 안테나 포트 번호, 스크램블링 식별자가 모두 동일하다. 따라서 이들을 구별하기 위해 자원요소의 개수가 사용된다. 한편, 시퀀스 생성값 8~15까지는 레이어 수, 안테나 포트 번호, 스크램블링 식별자의 동일한 조합이 같은 경우가 없으므로, 자원요소의 개수가 사용되지 않는다.

- [154] 또한 2개 부호어가 전송되는 상황에서 시퀀스 생성값이 0이면, 이는 상기 2개 부호어의 전송과 관련된 DMRS가 2개 레이어, 7번과 8번 안테나 포트, $n_{SCID}=0$, 12개 자원요소를 사용하여 전송됨을 지시한다. 한편, 2개 부호어가 전송되는 상황에서 시퀀스 생성값이 2이면, 이는 2개 부호어의 전송과 관련된 DMRS가 2개 레이어, 7번과 8번 안테나 포트, $n_{SCID}=0$, 24개 자원요소를 사용하여 전송됨을 지시한다. 즉, 시퀀스 생성값이 0인 경우와 2인 경우는 DMRS가 맵핑되는 자원요소의 개수에 차이가 있을 뿐 나머지 파라미터들은 동일하다.
- [155] 1 부호어 기준으로, 단말 1과 단말 2에 다중 사용자 MIMO를 지원하는 것을 가정하자. 단말 1에 대한 시퀀스 생성값이 0이고 단말 2에 대한 시퀀스 생성값이 4이면, 단말 1과 단말 2간에 안테나 포트 번호가 7 또는 8로 같고, n_{SCID} 가 같지만 자원요소의 개수가 각각 12개, 24개이므로 단말 1과 단말 2의 DMRS간에 직교성이 보장될 수 있다.
- [156] 따라서, 2개의 단말이 다중 사용자 MIMO 모드로 동작하고, 상기 2 단말들에 모두 1개 레이어만으로 DMRS가 전송되는 경우, 기지국은 상기 2 단말들에 대한 DMRS의 직교성을 보장하기 위해 자원요소의 개수가 상기 2 단말들마다 서로 다르게 설정되도록 시퀀스 생성값을 설정한다. 이로써, 다중 사용자 MIMO 동작에서 DMRS의 전송량이 증가하더라도 각 DMRS간에 직교성이 유지될 수 있고, DMRS를 위한 맵핑의 모호성(ambiguity)이 없으므로 단말은 각 DMRS를 구별할 수 있다.
- [157] 다음으로, 다중 사용자 MIMO 모드에서 단말 당 최대 4개의 레이어 수가 지원되는 경우를 예로 들어 설명한다. 이 경우 시퀀스 생성값은 예를 들어 다음의 표와 같이 그 지시하는 바가 정의될 수 있다.
- [158] 표 14

[Table 14]

단일 부호어		2개 부호어	
시퀀스 생성값	지시 내용	시퀀스 생성값	지시 내용
0	1 레이어, 포트 7, $n_{SCID} = 0,12RE$	0	2 레이어, 포트 7-8, $n_{SCID}=0,12RE$
1	1 레이어, 포트 7, $n_{SCID} = 1,12RE$	1	2 레이어, 포트 7-8, $n_{SCID}=1,12RE$
2	1 레이어, 포트 8, $n_{SCID} = 0,12RE$	2	2 레이어, 포트 7-8, $n_{SCID}=0,24RE$
3	1 레이어, 포트 8, $n_{SCID} = 1,12RE$	3	2 레이어, 포트 7-8, $n_{SCID}=1,24RE$
4	1 레이어, 포트 7, $n_{SCID} = 0,24RE$	4	2 레이어, 포트 9-10, $n_{SCID}=0,24RE$
5	1 레이어, 포트 7, $n_{SCID} = 1,24RE$	5	2 레이어, 포트 9-10, $n_{SCID}=1,24RE$
6	1 레이어, 포트 8, $n_{SCID} = 0,24RE$	6	3 레이어, 포트 11-12, $n_{SCID}=0,24RE$
7	1 레이어, 포트 8, $n_{SCID} = 1,24RE$	7	3 레이어, 포트 13-14, $n_{SCID}=0,24RE$
8	1 레이어, 포트 9, $n_{SCID}=0$	8	3 레이어, 포트 7-9, $n_{SCID}=0,24RE$
9	1 레이어, 포트 9, $n_{SCID}=1$	9	3 레이어, 포트 7-9, $n_{SCID}=1,24RE$
10	1 레이어, 포트 10, $n_{SCID}=0$	10	4 레이어, 포트 7-10, $n_{SCID}=0,24RE$
11	1 레이어, 포트 10, $n_{SCID}=1$	11	4 레이어, 포트 7-10, $n_{SCID}=1,24RE$
12	2 레이어, 포트 7-8, $n_{SCID}=0$	12	5 레이어, 포트 7-11
13	2 레이어, 포트 7-8, $n_{SCID}=1$	13	6 레이어, 포트 7-12
14	3 레이어, 포트 7-9	14	7 레이어, 포트 7-13
15	4 레이어, 포트 7-10	15	8 레이어, 포트 7-14

[159] 표 14를 참조하면, 2개 부호어에서 시퀀스 생성값 8~11까지의 포트 번호가 표 13과 차이가 있다.

[160] 다른 예로, DCI에 포함된 정보필드들은 다음의 표와 같다.

[161] 표 15

[Table 15]

<p>- 반송파 지시자(carrier indicator) : 0 또는 3비트- HARQ 프로세스 번호 : 3비트(FDD), 4비트(TDD)- PUCCH를 위한 전송전력제어(TPC) 명령 : 2비트- 하향링크 할당 인덱스(downlink assignment index) : 2비트- 각 전송블록마다 - 벤조 및 코딩 방식 : 5비트 - 신규 데이터 지시자 : 1비트 - 중복 버전(redundancy version) : 2비트- 자원블록 할당 - 국부적 자원할당 :</p>
$\lceil \log_2(N_{RB}^{DL}(N_{RB}^{DL}+1)/2 \rceil$ 비트 - 분산적 자원할당 :
$\lceil \log_2(N_{RB}^{DL}(N_{RB}^{DL}+1)/2 \rceil$ 또는
$\lceil \log_2(N_{RB}^{DL}(N_{RB}^{DL}+1)/2-1 \rceil$ 비트 - 시퀀스 생성값 : 4 또는 5비트- 하향링크 할당 인덱스(downlink assignment index: DAI)

- [162] 표 15는 시퀀스 생성값 필드가 4 또는 5비트인 점에서 표 14와 차이가 있고, 나머지 필드들은 동일하다. 그리고 4비트인 시퀀스 생성값 필드는 안테나 포트 번호, 레이어 수 및 자원요소의 개수의 조합을 지시하는 점에서 표 14와 차이가 있다. 한편, 5비트인 시퀀스 생성값 필드는 안테나 포트 번호, 스크램블링 식별자, 레이어 수 및 자원요소의 개수의 조합을 지시한다.
- [163] 표 15와 같은 시퀀스 생성값에 따르면, 서로 다른 DMRS간 또는 서로 다른 단말의 DMRS간에 직교성을 중대시킬 수 있다. 특히 다중 사용자 MIMO의 DMRS가 직교하는 경우의 수가 증가할 수 있다. 단일 사용자 MIMO에 대해, 최대 레이어의 수는 8이다. 실제로 채널 추정에서의 인터폴레이션(interpolation)을 고려되지 않으므로, 자원요소의 개수는 12 또는 24 중 어느 하나로 정해질 수 있다. 그리고 어떠한 패턴(즉, 자원요소의 개수)이 사용되는지가 4비트의 시퀀스 생성값에 의해 아래 표와 같이 지시된다.
- [164] 표 16

[Table 16]

단일 부호어			
시퀀스 생성 값	지시 내용	시퀀스 생성 값	지시 내용
0	1 레이어, 포트 7, 12 REs	0	2 레이어, 포트 7-8, 12 REs
1	1 레이어, 포트 7, 24 REs	1	2 레이어, 포트 7-8, 24 REs
2	1 레이어, 포트 8, 12 REs	2	2 레이어, 포트 9-10, 24 REs
3	1 레이어, 포트 8, 24 REs	3	2 레이어, 포트 11-12, 24 REs
4	1 레이어, 포트 9, 24 REs	4	2 레이어, 포트 13-14, 24 REs
5	1 레이어, 포트 10, 24 REs	5	3 레이어, 포트 7-9, 24 REs
6	1 레이어, 포트 11, 24 REs	6	3 레이어, 포트 10-12, 24 REs
7	1 레이어, 포트 12, 24 REs	7	4 레이어, 포트 7-10, 24 REs
8	1 레이어, 포트 13, 24 REs	8	4 레이어, 포트 11-14, 24 REs
9	1 레이어, 포트 14, 24 REs	9	5 레이어, 포트 7-11, 24 REs
10	2 레이어, 포트 7-8, 12 REs	10	6 레이어, 포트 7-12, 24 REs
11	2 레이어, 포트 7-8, 24 REs	11	7 레이어, 포트 7-13, 24 REs
12	2 레이어, 포트 9-10, 24 REs	12	8 레이어, 포트 7-14, 24 REs
13	2 레이어, 포트 11-12, 24 REs	13	Reserved
14	3 레이어, 포트 7-9, 24 REs	14	Reserved
15	4 레이어, 포트 7-10, 24 REs	15	Reserved

[165] 표 16을 참조하면, 시퀀스 생성값은 스크램블링 식별자를 지시하지 않는다. 즉, DMRS 시퀀스 생성에 스크램블링 식별자가 사용되지 않는다. 다만 자원요소의 개수가 모든 시퀀스 생성값에 의해 지시된다. 즉, 시퀀스 생성값 0~15는 모두 안테나 포트 번호, 레이어의 수와 자원요소의 개수의 조합을 서로 다르게 지시한다.

[166] 이하에서는 2차원 평면 구조의 다중 안테나를 이용하여 CSI-RS를 전송하는 방법 및 PMI를 피드백하는 방법과, DMRS를 전송하는 방법에 관하여 각각 설명한다. 먼저, CSI-RS를 전송하는 방법 및 PMI를 피드백하는 방법에 관하여 설명한다.

[167] 도 9는 본 발명의 일례에 따른 CSI-RS를 전송하는 방법을 설명하는 설명도이다.

[168] 도 9를 참조하면, 기지국은 이중 CSI-RS 구성정보를 생성하고, 이를 단말로 전송한다(S900). 이중 CSI-RS 구성정보는 수평적 안테나 포트와 수직적 안테나 포트 각각에 대해 개별적으로 정의되는 개별 CSI-RS 구성정보와, 수평적 안테나 포트와 수직적 안테나 포트에 공통으로 정의되는 공통 CSI-RS 구성정보를 포함한다. 먼저, 개별 CSI-RS 구성정보는 표 17과 같은 수평적 안테나 포트에 관한 개별 CSI-RS 구성정보와 표 18과 같은 수직적 안테나 포트에 관한 개별 CSI-RS 구성정보로 분류될 수 있다.

[169] 표 17

[Table 17]

	정보필드
수평적 안테나 포트에 관한 개별 CSI-RS 구성정보	안테나 포트 카운트(antennaPortsCount) : CSI-RS 전송용 안테나 포트의 개수
	자원구성(ResourceConfig) : CSI-RS 패턴
	서브프레임 구성(SubframeConfig) : CSI-RS를 전송하는 서브프레임을 지시함
	안테나 포트 인덱스(antennaPortIndex) : 교차점 안테나(cross point antenna)에 맵핑되는 수평적 안테나 포트의 번호를 지시함

[170] 표 18

[Table 18]

	정보필드
수직적 안테나 포트에 관한 개별 CSI-RS 구성정보	안테나 포트 카운트(antennaPortsCount) : CSI-RS 전송용 안테나 포트의 개수
	자원구성(ResourceConfig) : CSI-RS 패턴
	서브프레임 구성(SubframeConfig) : CSI-RS를 전송하는 서브프레임을 지시함
	안테나 포트 인덱스(antennaPortIndex) : 교차점 안테나에 맵핑되는 수직적 안테나 포트의 번호를 지시함

[171] 표 17 및 표 18을 참조하면, 개별 CSI-RS 구성정보는 안테나 포트
카운트(antennaPortsCount) 정보필드, 자원구성(ResourceConfig) 정보필드,
서브프레임 구성(subframeConfig) 정보필드 및 안테나 포트
인덱스(antennaPortIndex) 정보필드를 포함한다. 안테나 포트 카운트 정보필드는
CSI-RS 전송용 안테나 포트의 개수를 지시한다. 자원구성 정보필드는 CSI-RS
패턴을 지시한다. CSI-RS 패턴은 최대 8개까지 지원되는 각 방향의 대표

안테나를 기준으로 할 때, 총 32가지로 주어질 수 있다. 32개의 CSI-RS 패턴을 표현하기 위해, 자원구성 정보필드는 5비트 정보이다. 서브프레임 구성 정보필드는 CSI-RS를 전송하는 서브프레임을 지시한다.

- [172] 수평적 안테나 포트에 관한 개별 CSI-RS 구성정보에 포함된 안테나 포트 인덱스 정보필드는, 교차점 안테나에 맵핑되는 수평적 안테나 포트를 지시한다. 반대로, 수직적 안테나 포트에 관한 개별 CSI-RS 구성정보에 포함된 안테나 포트 인덱스 정보필드는, 교차점 안테나에 맵핑되는 수직적 안테나 포트를 지시한다. 하나의 교차점 안테나에 대해 2개의 CSI-RS가 전송됨으로써, 교차점 안테나에서의 채널 추정 성능은 보다 정확해지고 참조신호 대수신신호(reference signal received power: RSRP) 측정(measurement)의 정확도도 향상될 수 있다.

- [173] 다음으로, 공통 CSI-RS 구성정보는 예를 들어 표 19와 같이 정의된다.

- [174] 표 19

[Table 19]

	정보필드
공통 CSI-RS	N^{CSI}_{ID} : CSI-RS 스크램블링 초기 상태를 위한 가상 셀 ID
구성정보	P_c : 단말이 추정한 CSI-RS EPRE 대 PDSCH EPRE의 비율

- [175] 표 19를 참조하면, 공통 CSI-RS 구성정보는 N^{CSI}_{ID} 정보필드와 P_c 정보필드를 포함한다. N^{CSI}_{ID} 정보필드는 CSI-RS 스크램블링 초기 상태를 위한 가상 셀 ID를 지시한다. 그리고 P_c 정보필드는 단말이 CSI 피드백을 유도할 때 PDSCH 자원요소당 에너지(energy per resource element : EPRE) 대 CSI-RS 자원요소당 에너지(EPRE)의 추측비율(assumed ratio)이다. P_c 의 값은 [-8, 15]dB의 범위의 값을 가지며, 1dB 크기 간격으로 증감한다.

- [176] 단말은 이중 CSI-RS 구성정보를 수신한 후, 이를 이용하여 상위계층, 예를 들어 CSI-RS 구성을 재구성(또는 변경)한다(S905). CSI-RS 구성을 재구성하는 과정은, 단말이 RRC 연결을 재구성하는 과정에 수반되어 수행될 수 있다. 예를 들어, 단말은 이중 CSI-RS 구성정보를 포함하는 RRC 연결 재구성 메시지를 기지국으로부터 수신하고, 단계 S905를 완료한 후, RRC 연결 재구성 완료 메시지를 기지국으로 전송할 수 있다.

- [177] 상기 개별 CSI-RS 구성정보와 공통 CSI-RS 구성정보에 기반하여, 기지국은 이중 CSI-RS를 단말로 전송한다(S910). 이중 CSI-RS를 전송하는 단계는, 기지국이 수평적 안테나 포트를 통해 CSI-RS1을 단말로 전송하고, 수직적 안테나 포트를 통해 CSI-RS2를 단말로 전송하는 것을 포함한다. 상기 이중 CSI-RS들은 모두 0값 제외 CSI-RS에 포함될 수 있다.

- [178] 보다 구체적으로, 기지국이 CSI-RS1을 전송하는 단계는, 수평적 안테나 포트에 관해 구성된 CSI-RS 패턴1과 안테나 포트의 개수 N1에 기반하여, 정해진

서브프레임 S1에서 CSI-RS1을 단말로 전송한다. 또한, 기지국이 CSI-RS2를 전송하는 단계는, 수직적 안테나 포트에 관해 구성된 CSI-RS 패턴2와 안테나 포트의 개수 N2에 기반하여, 정해진 서브프레임 S2에서 CSI-RS2를 단말로 전송한다. 이때, 기지국은 CSI-RS1과 CSI-RS2를 동일한 하나의 교차점 안테나를 통해 전송할 수 있다. 따라서, 상기 교차점 안테나에는 수평적 안테나 포트와 수직적 안테나 포트가 동시에 맵핑된다. 여기서, CSI-RS 패턴1 및 2, 안테나 포트의 개수 N1 및 N2, 그리고 서브프레임 S1 및 S2, 교차점에 맵핑되는 안테나 포트 인덱스는 CSI-RS1과 CSI-RS2의 전송 전에 상기 이중 CSI-RS 구성정보에 의해 미리 구성되는 것이다.

- [179] 단말의 입장에서 보면, 단말은 이중 CSI-RS 구성정보에 기반하여, 이중 CSI-RS를 기지국으로부터 수신한다.
- [180] 단말은 이중 CSI-RS에 기반하여 채널추정을 수행하고, 그 결과로서 수평적 안테나 포트에 대한 채널 H^H 와 수직적 안테나 포트에 대한 채널 H^V 를 각각 획득한다(S915). 그리고 단말은 상기 수학식 3 내지 수학식 10을 이용하여 각 채널에 대해 최적의 코드북을 선정한다(S920).
- [181] 예를 들어, 단말은 수학식 11과 같이 채널 H^H 에 수학식 3 내지 10과 같은 각 레이어에 따른 코드북을 곱하고, 그 중 최대값이 되는 코드북을 수평 방향 빔포밍에 대한 코드북1으로 선택할 수 있다. 그리고 단말은 수학식 12와 같이 채널 H^V 에 수학식 3 내지 10과 같은 각 레이어에 따른 코드북을 곱하고, 그 중 최대값이 되는 코드북을 수직 방향 빔포밍에 대한 코드북2로 선택할 수 있다.
- [182] 단말은 각 채널에 대해 선정된 최적의 코드북을 지시하는 이중 PMI를 생성하여 기지국으로 전송한다(S925). 이중 PMI는 코드북1을 지시하는 PMI1과, 코드북2를 지시하는 PMI2를 포함한다. PMI1은 수평적 안테나 포트의 CSI-RS에 대응하고, PMI2는 수직적 안테나 포트의 CSI-RS에 대응한다. 이러한 이중 PMI에 의해 2차원 평면의 빔포밍이 모든 방향에 대해 지원될 수 있다.
- [183] 기지국이 단말로부터 이중 PMI 피드백을 받으면, 기지국은 이중 PMI에서 어느 하나의 PMI를 기반으로 프리코딩(precoding)을 수행할지 결정한다(S930). 이를 위한 방법으로서, 상기에서 개시된 크로네커 곱(kronecker product) 또는 이중 PMI가 동일한 랭크 R을 공유하는 방식이 사용될 수 있다. 이와 같이 코드북(codebook)은 2개, 4개 및 8개의 송신 안테나에 대해 디자인된다. 본 실시예는 8개의 송신 안테나에 대해, 도 5와 같은 안테나 구성에 관하여 이중 PMI로써 코드북을 디자인한다.
- [184] 그리고, 기지국은 결정된 PMI를 기반으로 프리코딩된 데이터를 단말로 전송한다(S935).
- [185] 도 10은 본 발명의 다른 예에 따른 CSI-RS를 전송하는 방법을 설명하는 설명도이다. 도 10은 2차원 평면의 안테나 시스템에서 모든 안테나가 CSI-RS를 전송 가능한 시나리오를 전제로 하며, 64개의 안테나가 CSI-RS를 전송하려면, 최대 64개의 안테나 포트 또는 최대 64개의 CSI-RS 패턴이 요구되므로, CSI-RS

구성정보를 컴팩트하게 생성 또는 구성하는 방법을 개시한다.

- [186] 도 10을 참조하면, 기지국은 q개의 안테나 포트 단위로 대응하는 CSI-RS 패턴을 나타내는 CSI-RS 대응 비트맵을 생성한다(S1000). CSI-RS 대응 비트맵의 길이는 n비트이다. 여기서, n은 지원 가능한 CSI-RS 패턴의 개수이다. CSI-RS 대응 비트맵에 관한 자세한 사항은 상기 도 6 및 도 7에서 설명된 바가 본 실시예에 동일하게 적용된다.
- [187] 기지국은 CSI-RS 대응 비트맵을 포함하는 CSI-RS 구성정보를 단말로 전송한다(S1005). 이와 같이 CSI-RS 패턴별로 전송에 사용되는 안테나 포트들을 일정 개수로 미리 정의하면, 각 패턴에 따른 안테나 포트의 개수를 알려주는 시그널링이 불필요해지고, CSI-RS 구성정보를 표 20과 같은 컴팩트한 형태로 줄일 수 있다.
- [188] 표 20

[Table 20]

	정보필드
CSI-RS 구성정보	CSI-RS 대응 비트맵 : 5비트로서 각 비트가 CSI-RS 패턴에 대응함. 비트 값이 1이면 대응하는 CSI-RS 패턴이 사용됨을 지시하고, 비트 값이 0이면 대응하는 CSI-RS 패턴이 사용되지 않음을 지시함
	서브프레임 구성(subframeConfig) : CSI-RS를 전송하는 서브프레임을 지시함
	$N_{CSI_ID}^{CSI}$: CSI-RS 스크램블링 초기 상태를 위한 가상 셀 ID
	P_c : 단말이 추정한 CSI-RS EPRE 대 PDSCH EPRE의 비율

- [189] 표 20을 참조하면, CSI-RS 구성정보는 CSI-RS 대응 비트맵과, 서브프레임 구성 정보필드, $N_{CSI_ID}^{CSI}$ 정보필드 및 P_c 정보필드를 포함한다. 각 정보필드의 내용은 앞서 설명된 바와 같다.
- [190] 단말은 CSI-RS 구성정보를 수신한 후, 이를 이용하여 상위계층, 예를 들어 CSI-RS 구성을 재구성(또는 변경)한다(S1010). CSI-RS 구성을 재구성하는 과정은, 단말이 RRC 연결을 재구성하는 과정에 수반되어 수행될 수 있다. 예를 들어, 단말은 이중 CSI-RS 구성정보를 포함하는 RRC 연결 재구성 메시지를 기지국으로부터 수신하고, 단계 S1010을 완료한 후, RRC 연결 재구성 완료 메시지를 기지국으로 전송할 수 있다.
- [191] 기지국은 CSI-RS 대응 비트맵과 같이, 선택된 적어도 하나의 CSI-RS 패턴(그 값이 1인 비트에 대응하는 CSI-RS 패턴)을 확인하고, CSI-RS 패턴마다 대응하는 q개의 안테나 포트를 사용하여 CSI-RS를 단말로 전송한다(S1015). 그리고 단말은 재구성된 CSI-RS 구성을 기반하여, 각 안테나 포트별로 정해진 CSI-RS 패턴에 기반하여 CSI-RS를 기지국으로부터 수신한다.

- [192] 도 11은 본 발명의 일례에 따른 DMRS를 전송하는 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [193] 도 11을 참조하면, 기지국은 시퀀스 생성값을 결정한다(S1100).
- [194] 일례로서, 다중 사용자 MIMO 모드에서 단말 당 최대 2개의 레이어 수가 지원되는 경우, 시퀀스 생성값은 예를 들어 상기 표 13과 같이 그 지시하는 바가 정의될 수 있다. 표 13에서, 시퀀스 생성값 0~7 까지는 레이어 수, 안테나 포트 번호, 스크램블링 식별자의 동일한 조합이 2개 존재한다. 예를 들어, 시퀀스 생성값 0과 시퀀스 생성값 4는 레이어 수, 안테나 포트 번호, 스크램블링 식별자가 모두 동일하다. 따라서 이들을 구별하기 위해 자원요소의 개수가 사용된다. 한편, 시퀀스 생성값 8~15까지는 레이어 수, 안테나 포트 번호, 스크램블링 식별자의 동일한 조합이 같은 경우가 없으므로, 자원요소의 개수가 사용되지 않는다. 따라서, 2개의 단말이 다중 사용자 MIMO 모드로 동작하고, 상기 2 단말들에 모두 1개 레이어만으로 DMRS가 전송되는 경우, 기지국은 상기 2 단말들에 대한 DMRS의 직교성을 보장하기 위해 자원요소의 개수가 상기 2 단말들마다 서로 다르게 설정되도록 시퀀스 생성값을 결정할 수 있다.
- [195] 다른 예로서, 다중 사용자 MIMO 모드에서 단말 당 최대 4개의 레이어 수가 지원되는 경우, 시퀀스 생성값은 예를 들어 상기 표 14와 같이 그 지시하는 바가 정의될 수 있다.
- [196] 기지국은 상기 결정된 시퀀스 생성값을 포함하는 DCI를 생성한다(S1105). 시퀀스 생성값은 안테나 포트 번호, 스크램블링 식별자, 레이어 수 및 자원요소의 개수의 조합을 지시하며, 예를 들어 4비트 정보일 수 있다. 또한, 이러한 시퀀스 생성값을 포함하는 DCI는 상기 표 12와 같이 정의될 수 있다. 다만, 표 12에 포함된 정보 필드들은 예시적인 것이고, 본 발명의 기술적 사상은 적어도 하나의 정보 필드가 생략된 형태의 DCI 뿐만 아니라, 상기 정보 필드들이 외에 새로운 정보 필드가 더 추가된 형태의 DCI도 포함한다. 자원요소의 개수는 DMRS가 전송되는데 사용되는 자원요소의 개수를 지시한다. 시퀀스 생성값은 4비트이므로 총 16가지 경우의 수를 나타낸다.
- [197] 단일 사용자 MIMO에 대해, DMRS를 위한 최대 레이어 수는 8이지만, 다중 사용자 MIMO에 대해서는 최대 8개까지의 단말이 지원될 수 있다. 다중 사용자 MIMO 모드에서 단말 당 최대 레이어 수와 관련하여, 본 실시예는 기지국과 단말이 최대 2개의 레이어 수를 지원하는 경우와, 최대 4개의 레이어 수를 지원하는 경우를 모두 포함한다.
- [198] 기지국은 상기 결정된 시퀀스 생성값을 포함하는 DCI를 PDCCH에 맵핑하여 단말로 전송한다(S1110). 단말은 기지국으로부터 상기 DCI를 수신하기 위해, 상기 DCI가 맵핑된 PDCCH를 모니터링(monitoring)한다. 단말이 PDCCH를 성공적으로 디코딩하면, 상기 DCI를 획득한다. 그리고 상기 DCI내의 정보필드를 분석하여, 시퀀스 생성값이 지시하는 레이어의 수, 안테나 포트 번호, 그리고 스크램블링 식별자, 자원요소의 개수 중 적어도 하나를 확인한다.

- [199] 기지국은 시퀀스 생성값에 기반하여 결정된 DMRS 시퀀스를 사용하여, DMRS를 단말로 전송한다(S1115). 단말은 시퀀스 생성값이 지시하는 레이어의 수, 안테나 포트 번호, 그리고 스크램블링 식별자, 자원요소의 개수 중 적어도 하나를 이용하여 DMRS 시퀀스를 확인하고, 이를 이용하여 DMRS를 기지국으로부터 수신한다.
- [200] 이로써, 다중 사용자 MIMO 동작에서 DMRS의 전송량이 증가하더라도 각 DMRS간에 직교성이 유지될 수 있고, DMRS를 위한 맵핑의 모호성(ambiguity)이 없으므로 단말은 각 DMRS를 구별할 수 있다.
- [201] 도 12는 본 발명의 일례에 따른 단말과 기지국을 도시한 블록도이다.
- [202] 도 12를 참조하면, 단말(1200)은 수신부(1205), 단말 프로세서(1210), 전송부(1220)를 포함한다. 단말 프로세서(1210)는 또한 채널 추정부(1211) 및 신호 생성부(1212)를 포함한다.
- [203] 수신부(1205)는 기지국(1250)으로부터 참조 신호, DCI, CSI-RS 구성정보 등을 수신한다. 여기서, 참조 신호는 CSI-RS, 이중 CSI-RS, DMRS 중 적어도 하나를 포함한다. DCI는 시퀀스 생성값 필드를 포함한다.
- [204] 채널 추정부(1211)는 이중 CSI-RS를 사용하여 채널을 추정한다.
- [205] 일례로서, 채널 추정부(1211)는 이중 CSI-RS에 기반하여 채널추정을 수행하고, 그 결과로서 수평적 안테나 포트에 대한 채널 H^H 와 수직적 안테나 포트에 대한 채널 H^V 를 각각 획득한다. 그리고 채널 추정부(1211)는 상기 수학식 3 내지 수학식 10을 이용하여 각 채널에 대해 최적의 코드북을 선정한다. 예를 들어, 채널 추정부(1211)는 수학식 11과 같이 채널 H^H 에 수학식 3 내지 10과 같은 각 레이어에 따른 코드북을 곱하고, 그 중 최대값이 되는 코드북을 수평 방향 빔포밍에 대한 코드북1으로 선택할 수 있다. 그리고 채널 추정부(1211)는 수학식 12와 같이 채널 H^V 에 수학식 3 내지 10과 같은 각 레이어에 따른 코드북을 곱하고, 그 중 최대값이 되는 코드북을 수직 방향 빔포밍에 대한 코드북2로 선택할 수 있다.
- [206] 신호 생성부(1212)는 각 채널에 대해 선정된 최적의 코드북을 지시하는 이중 PMI를 생성하여 전송부(1220)로 보낸다. 그러면 전송부(1220)는 이중 PMI를 기지국(1250)으로 전송한다. 이중 PMI는 코드북1을 지시하는 PMI1과, 코드북2를 지시하는 PMI2를 포함한다. PMI1은 수평적 안테나 포트의 CSI-RS에 대응하고, PMI2는 수직적 안테나 포트의 CSI-RS에 대응한다. 이러한 이중 PMI에 의해 2차원 평면의 빔포밍이 모든 방향에 대해 지원될 수 있다.
- [207] 다른 예로서, 채널 추정부(1211)는 CSI-RS 구성정보를 분석한 후, CSI-RS 구성정보에 포함된 CSI-RS 대응 비트맵을 이용하여 상위계층, 예를 들어 CSI-RS 구성을 재구성(또는 변경)한다. 그리고 수신부(1205)는 재구성된 CSI-RS 구성을 기반하여, 각 안테나 포트별로 정해진 CSI-RS 패턴에 기반하여 CSI-RS를 기지국(1250)으로부터 수신한다.
- [208] 또 다른 예로서, 수신부(1205)는 기지국(1250)으로부터 DCI를 수신하기 위해,

DCI가 맵핑된 PDCCH를 모니터링(monitoring)한다. 수신부(1205)가 PDCCH를 성공적으로 디코딩하면, 상기 DCI를 획득한다. 그리고 수신부(1205)는 상기 DCI내의 정보필드를 분석하여, 시퀀스 생성값이 지시하는 레이어의 수, 안테나 포트 번호, 그리고 스크램블링 식별자, 자원요소의 개수 중 적어도 하나를 확인한다. 그리고 수신부(1205)는 시퀀스 생성값이 지시하는 레이어의 수, 안테나 포트 번호, 그리고 스크램бл링 식별자, 자원요소의 개수 중 적어도 하나를 이용하여 DMRS 시퀀스를 확인하고, 이를 이용하여 DMRS를 기지국(1250)으로부터 수신한다.

[209] 기지국(1250)은 다수의 송신 안테나들(도면에 미도시), 전송부(1255), 수신부(1260) 및 기지국 프로세서(1270)를 포함한다. 기지국 프로세서(1270)는 정보 생성부(1271) 및 프리코더 선택부(1272)를 포함한다.

[210] 전송부(1255)는 참조 신호, DCI, CSI-RS 구성정보 등을 단말(1200)로 전송한다. 이러한 신호와 정보는 다수의 송신 안테나를 통해 전송될 수 있다. 다수의 송신 안테나들은 각각 수직적 안테나 포트 또는 수평적 안테나 포트에 포함될 수 있다. 여기서, 참조 신호는 CSI-RS, 이중 CSI-RS, DMRS 중 적어도 하나를 포함한다. DCI는 시퀀스 생성값 필드를 포함한다. CSI-RS 구성정보는 이중 CSI-RS 구성정보 또는 CSI-RS 대응 비트맵을 포함하는 것일 수 있다.

[211] 일례로서, 정보 생성부(1271)가 이중 CSI-RS 구성정보를 생성하여 전송부(1255)로 보내면, 전송부(1255)는 이중 CSI-RS 구성정보를 단말(1200)로 전송한다. 그리고 전송부(1255)는 이중 CSI-RS를 단말(1200)로 전송한다. 예를 들어, 이중 CSI-RS를 전송하는 단계는, 전송부(1255)가 수평적 안테나 포트를 통해 CSI-RS1을 단말(1200)로 전송하고, 수직적 안테나 포트를 통해 CSI-RS2를 단말(1200)로 전송하는 것을 포함한다. 상기 이중 CSI-RS들은 모두 0값 제외 CSI-RS에 포함될 수 있다. 보다 구체적으로, 전송부(1255)가 CSI-RS1을 전송하는 단계는, 수평적 안테나 포트에 관해 구성된 CSI-RS 패턴1과 안테나 포트의 개수 N1에 기반하여, 정해진 서브프레임 S1에서 CSI-RS1을 단말(1200)로 전송한다. 또한, 전송부(1255)가 CSI-RS2를 전송하는 단계는, 수직적 안테나 포트에 관해 구성된 CSI-RS 패턴2와 안테나 포트의 개수 N2에 기반하여, 정해진 서브프레임 S2에서 CSI-RS2를 단말(1200)로 전송한다. 이때, 전송부(1255)는 CSI-RS1과 CSI-RS2를 동일한 하나의 교차점 안테나를 통해 전송할 수 있다. 따라서, 상기 교차점 안테나에는 수평적 안테나 포트와 수직적 안테나 포트가 동시에 맵핑된다. 여기서, CSI-RS 패턴1 및 2, 안테나 포트의 개수 N1 및 N2, 그리고 서브프레임 S1 및 S2, 교차점에 맵핑되는 안테나 포트 인덱스는 CSI-RS1과 CSI-RS2의 전송 전에 상기 이중 CSI-RS 구성정보에 의해 미리 구성되는 것이다.

[212] 수신부(1260)는 이중 CSI-RS에 대한 이중 PMI를 단말(1200)로부터 수신한다. 수신부(1260)가 단말(1200)로부터 이중 PMI 피드백을 받으면, 프리코더 선택부(1272)는 이중 PMI에서 어느 하나의 PMI를 기반으로 프리코딩(precoding)을 수행할지 결정한다. 이를 위한 방법으로서, 상기에서

개시된 크로네커 곱(kronecker product) 또는 이중 PMI가 동일한 랭크 R을 공유하는 방식이 사용될 수 있다. 이와 같이 코드북(codebook)은 2개, 4개 및 8개의 송신 안테나에 대해 디자인된다. 본 실시 예는 8개의 송신 안테나에 대해, 도 5와 같은 안테나 구성에 관하여 이중 PMI로써 코드북을 디자인한다. 그리고, 프리코더 선택부(1272)는 결정된 PMI를 기반으로 프리코딩된 데이터를 생성하고, 전송부(1255)는 프리코딩된 데이터를 단말(1200)로 전송한다.

- [213] 다른 예로서, 정보 생성부(1271)가 CSI-RS 대응 비트맵을 포함하는 CSI-RS 구성정보를 생성하여 전송부(1255)로 보내면, 전송부(1255)는 상기 CSI-RS 구성정보를 단말(1200)로 전송한다. 그리고 전송부(1255)는 CSI-RS 대응 비트맵과 같이, 선택된 적어도 하나의 CSI-RS 패턴(그 값이 1인 비트에 대응하는 CSI-RS 패턴)을 확인하고, CSI-RS 패턴마다 대응하는 q개의 안테나 포트를 사용하여 CSI-RS를 단말(1200)로 전송한다.
- [214] 또 다른 예로서, 정보 생성부(1271)가 시퀀스 생성값을 포함하는 DCI를 생성하면, 전송부(1255)는 DCI를 PDCCH에 맵핑하여 단말(1200)로 전송한다. 그리고 전송부(1255)는 시퀀스 생성값에 기반하여 결정된 DMRS 시퀀스를 사용하여, DMRS를 단말(1200)로 전송한다. 이로써, 다중 사용자 MIMO 동작에서 DMRS의 전송량이 증가하더라도 각 DMRS간에 직교성이 유지될 수 있고, DMRS를 위한 맵핑의 모호성(ambiguity)이 없으므로 단말(1200)은 각 DMRS를 구별할 수 있다.
- [215] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.
- [216]
- [217]
- [218]

청구범위

[청구항 1]

다중 안테나 시스템에서 단말에 의한 참조 신호(reference signal: RS)의 수신 방법에 있어서,
기지국의 전체 송신 안테나들 중에서 수평적으로 인접한 수평적 대표 안테나로부터 상기 단말이 제1 채널상태정보(channel state information: CSI) 참조 신호(CSI-RS)를 수신하는데 필요한 개별적인 파라미터를 포함하는 제1 CSI-RS 구성정보와,
수직적으로 인접한 수직적 대표 안테나로부터 상기 단말이 제2 CSI-RS를 수신하는데 필요한 개별적인 파라미터를 포함하는 제2 CSI-RS 구성정보를 상기 기지국으로부터 수신하는 단계; 및
상기 제1 및 제2 CSI-RS 구성정보에 기반하여, 각각 상기 제1 및 제2 CSI-RS를 상기 기지국으로부터 수신하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, 참조 신호의 수신 방법.

[청구항 2]

제 1 항에 있어서,
상기 제1 및 제2 CSI-RS 구성정보에 기반하여, 상기 단말에 관한 CSI-RS 구성을 재구성하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는,
참조 신호의 수신 방법.

[청구항 3]

제 1 항에 있어서,
상기 제1 CSI-RS를 수신하는데 필요한 개별적인 파라미터는, 상기 수평적 대표 안테나에 맵핑되는 안테나 포트(antenna port) 중에서 상기 수직적 대표 안테나에도 맵핑되는 것의 번호를 포함함을 특징으로 하는, 참조 신호의 수신 방법.

[청구항 4]

제 1 항에 있어서,
상기 제1 CSI-RS를 사용하여 제1 채널을 추정하는 단계;
상기 제2 CSI-RS를 사용하여 제2 채널을 추정하는 단계;
상기 추정된 제1 채널에 대응하는 제1 프리코딩 매트릭스 지시자(PMI)와 상기 추정된 제2 채널에 대응하는 제2 프리코딩 매트릭스 지시자를 생성하는 단계;
상기 제1 PMI와 상기 제2 PMI를 상기 기지국으로 전송하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는, 참조 신호의 수신 방법.

[청구항 5]

다중 안테나 시스템에서 참조 신호(reference signal: RS)를 수신하는 단말에 있어서,
기지국의 전체 송신 안테나들 중에서 수평적으로 인접한 수평적 대표 안테나로부터 상기 단말이 제1 채널상태정보(channel state information: CSI) 참조 신호(CSI-RS)를 수신하는데 필요한 개별적인 파라미터를 포함하는 제1 CSI-RS 구성정보와,
수직적으로 인접한 수직적 대표 안테나로부터 상기 단말이 제2

CSI-RS를 수신하는데 필요한 개별적인 파라미터를 포함하는 제2 CSI-RS 구성정보를 상기 기지국으로부터 수신하는 수신부; 및 상기 제1 및 제2 CSI-RS 구성정보에 기반하여, 상기 단말에 관한 CSI-RS 구성을 재구성하는 채널 추정부를 포함하되, 상기 수신부는, 상기 제1 및 제2 CSI-RS 구성정보에 기반하여 각각 상기 제1 및 제2 CSI-RS를 상기 기지국으로부터 수신하는 것을 포함함을 특징으로 하는, 단말.

[청구항 6]

제 5 항에 있어서,

상기 제1 CSI-RS를 수신하는데 필요한 개별적인 파라미터는, 상기 수평적 대표 안테나에 맵핑되는 안테나 포트(antenna port) 중에서 상기 수직적 대표 안테나에도 맵핑되는 것의 번호를 포함함을 특징으로 하는, 단말.

[청구항 7]

제 5 항에 있어서,

상기 채널 추정부는 상기 제1 CSI-RS를 사용하여 제1 채널을 추정하고, 상기 제2 CSI-RS를 사용하여 제2 채널을 추정하되, 상기 단말은 상기 추정된 제1 채널에 대응하는 제1 프리코딩 매트릭스 지시자(PMI)와, 상기 추정된 제2 채널에 대응하는 제2 프리코딩 매트릭스 지시자를 생성하는 신호 생성부를 더 포함하고,

상기 수신부는 상기 제1 PMI와 상기 제2 PMI를 상기 기지국으로 전송하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는, 단말.

[청구항 8]

다중 안테나 시스템에서 기지국에 의한 참조 신호(reference signal: RS)의 전송 방법에 있어서,

상기 기지국의 전체 송신 안테나들 중에서 수평적으로 인접한 수평적 대표 안테나로부터 단말이 제1 채널상태정보(channel state information: CSI) 참조 신호(CSI-RS)를 수신하는데 필요한 개별적인 파라미터를 포함하는 제1 CSI-RS 구성정보와, 수직적으로 인접한 수직적 대표 안테나로부터 상기 단말이 제2 CSI-RS를 수신하는데 필요한 개별적인 파라미터를 포함하는 제2 CSI-RS 구성정보를 생성하는 단계;

상기 제1 및 제2 CSI-RS 구성정보를 상기 단말로 전송하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 CSI-RS 구성정보에 기반하여, 각각 상기 제1 및 제2 CSI-RS를 상기 단말로 전송하는 단계를 포함함을 특징으로 하는, 참조 신호의 전송 방법.

[청구항 9]

제 8 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 CSI-RS 구성정보에 기반하여, 상기 단말에 관한 CSI-RS 구성이 재구성되는 것을 특징으로 하는, 참조 신호의 전송

방법.

[청구항 10]

제 8 항에 있어서,

상기 제1 CSI-RS를 전송하는데 필요한 개별적인 파라미터는, 상기 수평적 대표 안테나에 맵핑되는 안테나 포트(antenna port) 중에서 상기 수직적 대표 안테나에도 맵핑되는 것의 번호를 포함함을 특징으로 하는, 참조 신호의 전송 방법.

[청구항 11]

제 8 항에 있어서,

상기 제1 CSI-RS에 의해 추정된 제1 채널에 대응하는 제1 프리코딩 매트릭스 지시자(precoding matrix indicator: PMI)와, 상기 제2 CSI-RS에 의해 추정된 제2 채널에 대응하는 제2 프리코딩 매트릭스 지시자를 상기 단말로부터 수신하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는, 참조 신호의 전송 방법.

[청구항 12]

다중 안테나 시스템에서 참조 신호(reference signal: RS)를

전송하는 기지국에 있어서,

송신 안테나들;

상기 송신 안테나들 중에서 수평적으로 인접한 수평적 대표 안테나로부터 단말이 제1 채널 상태 정보(channel state information: CSI) 참조 신호(CSI-RS)를 수신하는데 필요한 개별적인 파라미터를 포함하는 제1 CSI-RS 구성 정보와, 수직적으로 인접한 수직적 대표 안테나로부터 상기 단말이 제2 CSI-RS를 수신하는데 필요한 개별적인 파라미터를 포함하는 제2 CSI-RS 구성 정보를 생성하는 정보 생성부; 및

상기 제1 및 제2 CSI-RS 구성 정보를 상기 단말로 전송하고, 상기 제1 및 제2 CSI-RS 구성 정보에 기반하여 각각 상기 제1 및 제2 CSI-RS를 상기 단말로 전송하는 전송부를 포함하는 기지국.

[청구항 13]

제 12 항에 있어서,

상기 제1 CSI-RS를 수신하는데 필요한 개별적인 파라미터는, 상기 수평적 대표 안테나에 맵핑되는 안테나 포트(antenna port) 중에서 상기 수직적 대표 안테나에도 맵핑되는 것의 번호를 포함함을 특징으로 하는, 기지국.

[청구항 14]

제 12 항에 있어서,

상기 제1 CSI-RS에 의해 추정된 제1 채널에 대응하는 제1 프리코딩 매트릭스 지시자(PMI)와, 상기 제2 CSI-RS에 의해 추정된 제2 채널에 대응하는 제2 프리코딩 매트릭스 지시자를 상기 단말로부터 수신하는 수신부를 더 포함함을 특징으로 하는, 기지국.

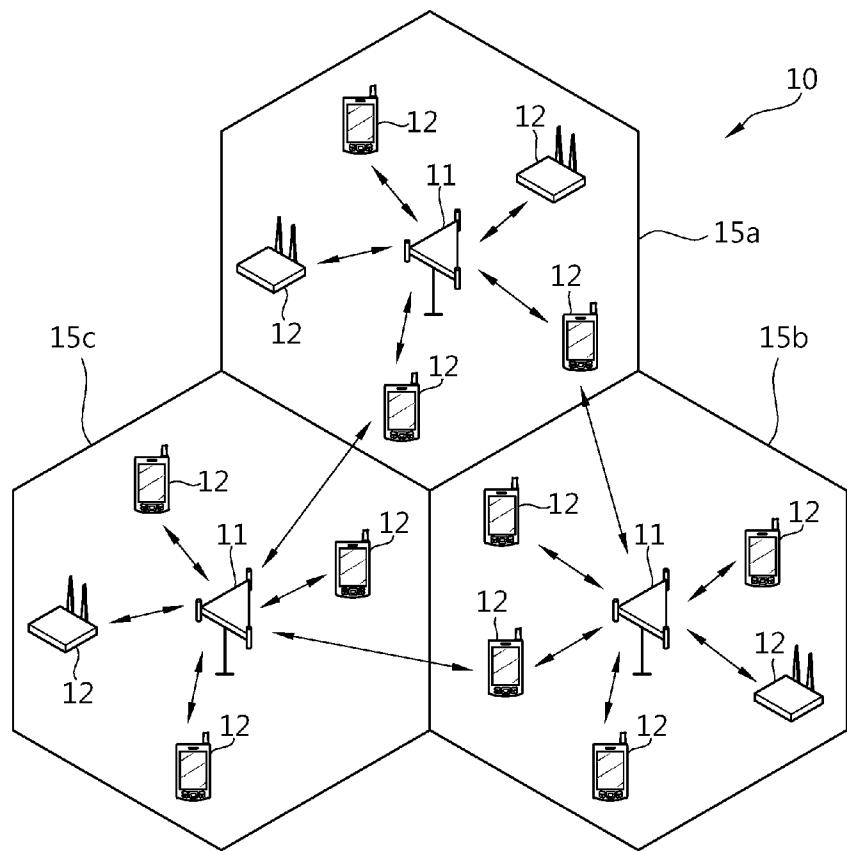
[청구항 15]

제 14 항에 있어서,

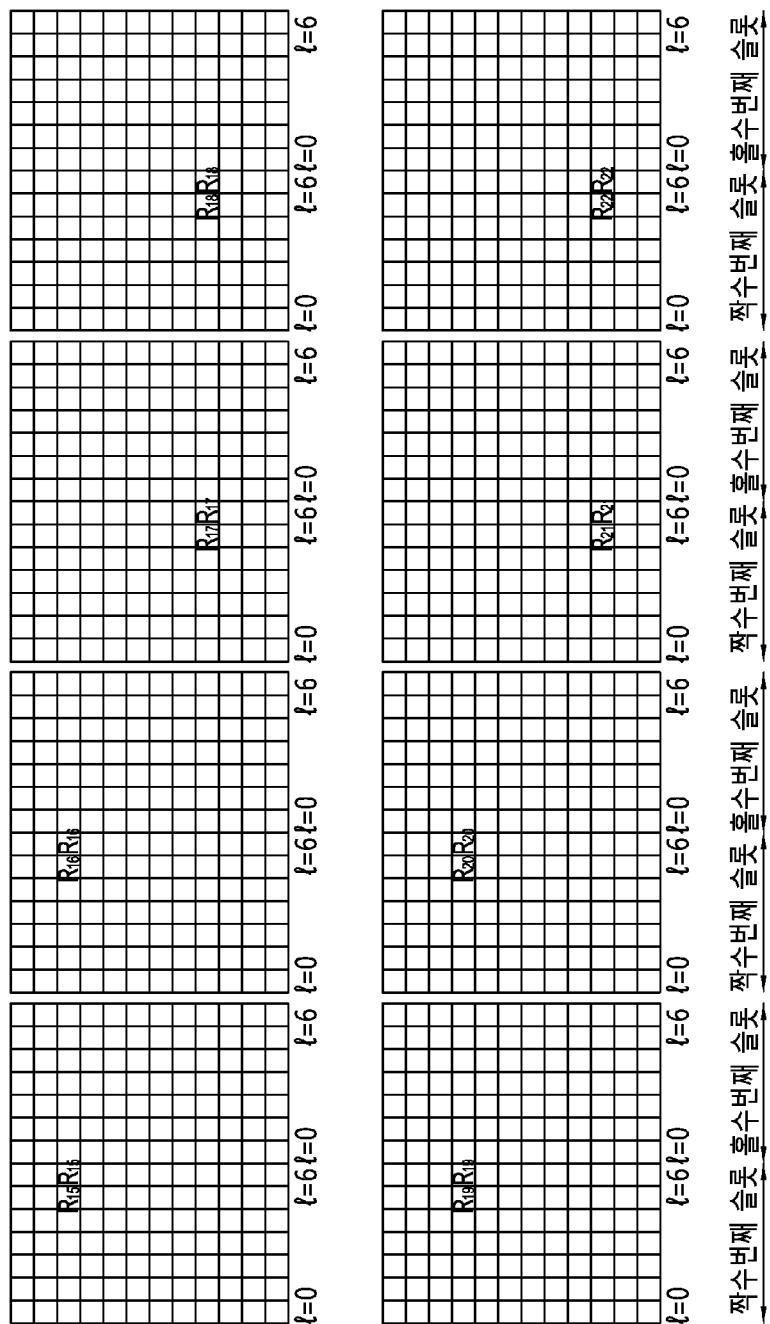
상기 제1 프리코딩 매트릭스 지시자와 상기 제2 프리코딩

매트릭스 지시자 중 어느 하나에 기반하여 프리코딩을 수행할지 결정하는 프리코더 선택부를 더 포함하는, 기지국.

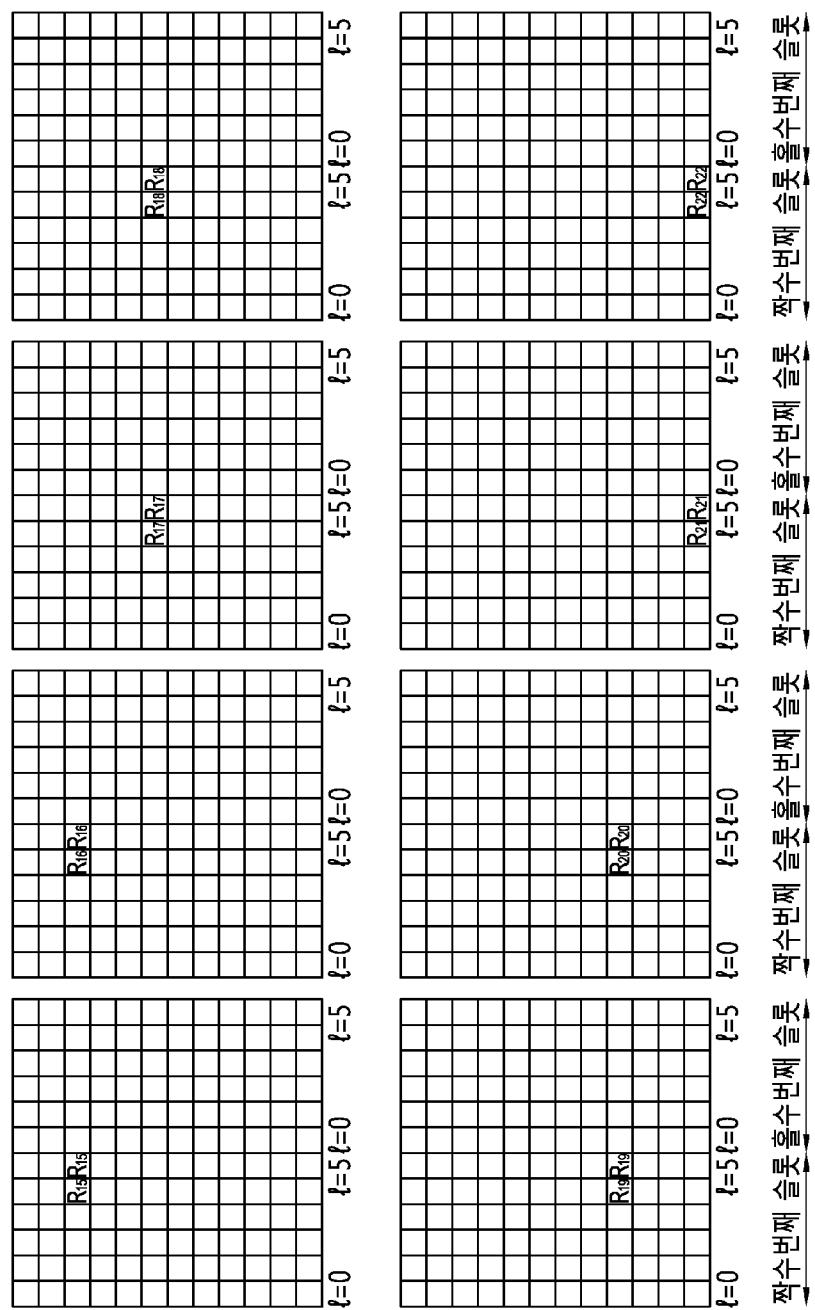
[Fig. 1]



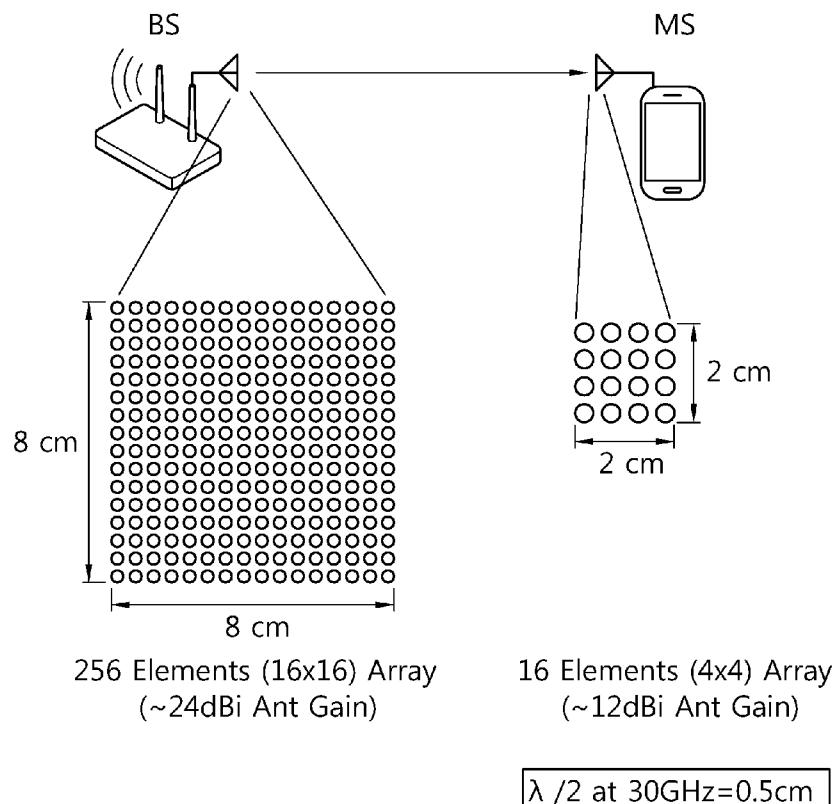
[Fig. 2]



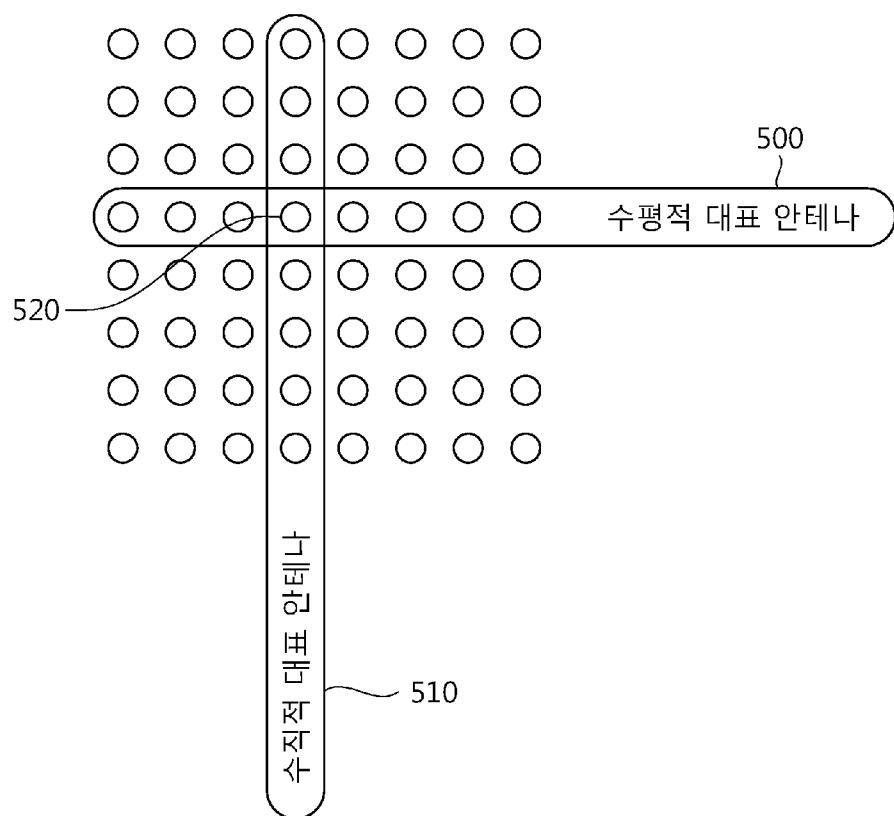
[Fig. 3]



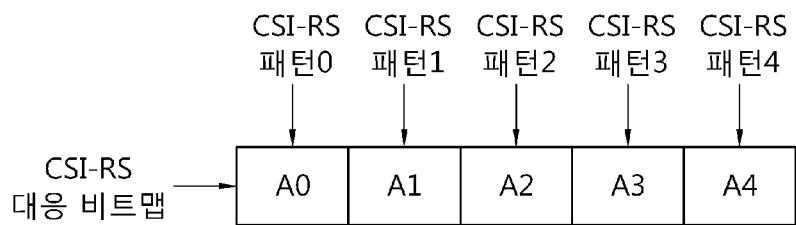
[Fig. 4]



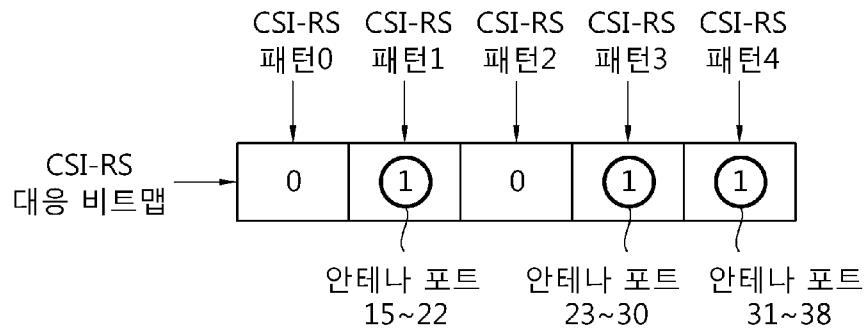
[Fig. 5]



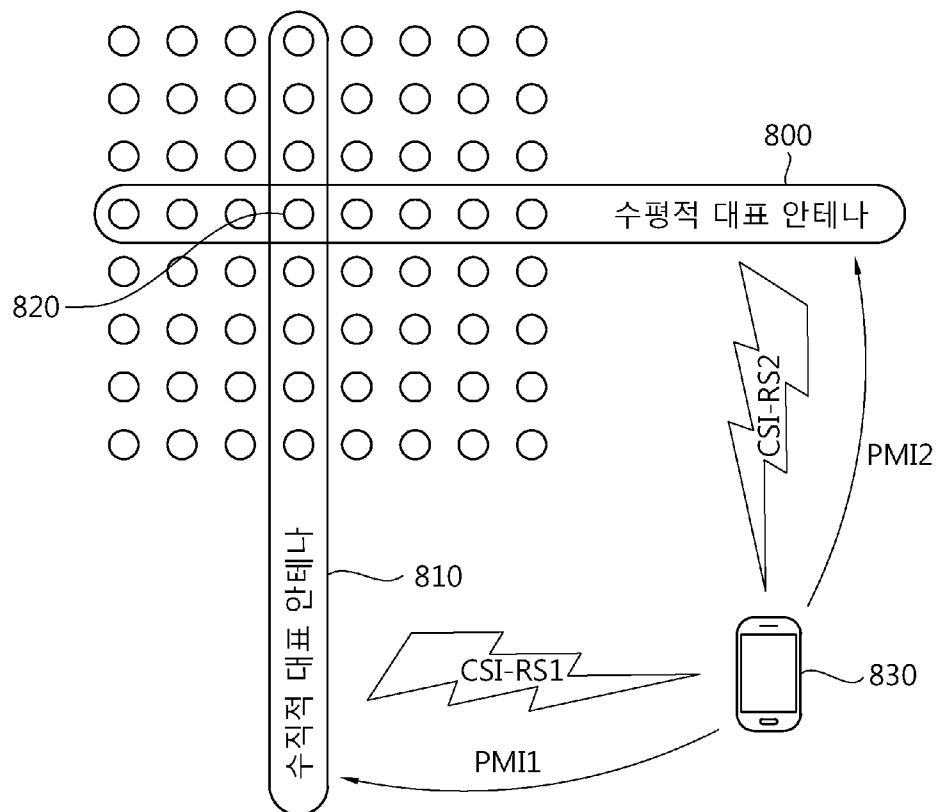
[Fig. 6]



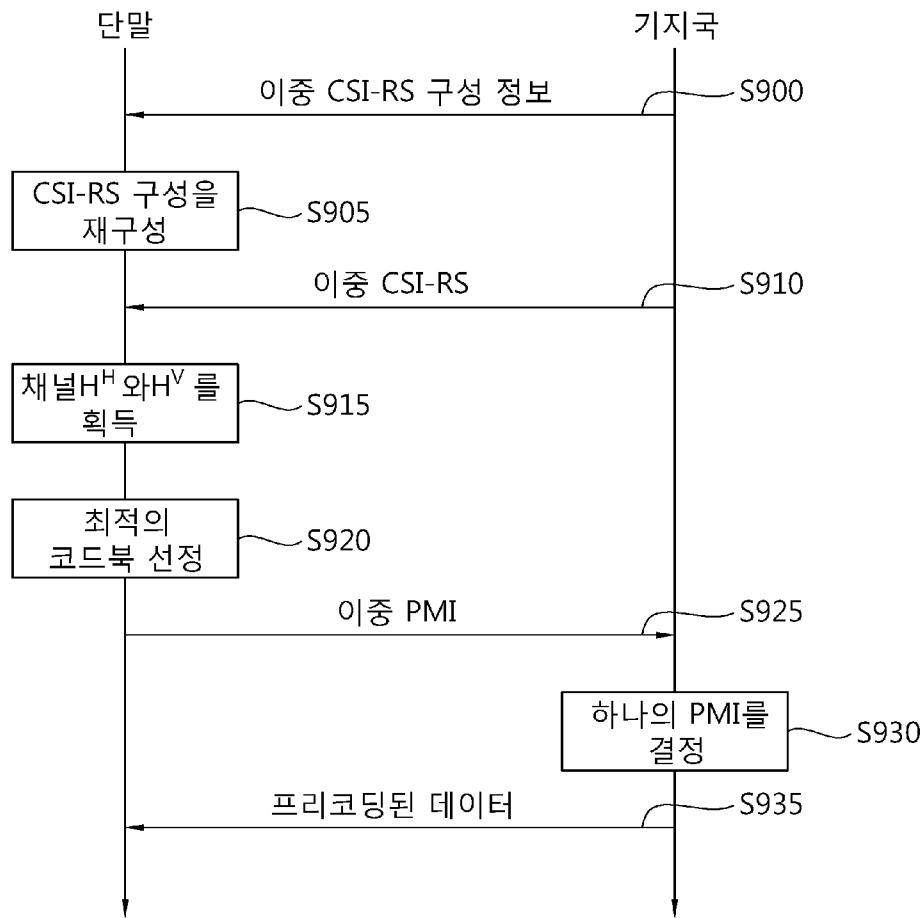
[Fig. 7]



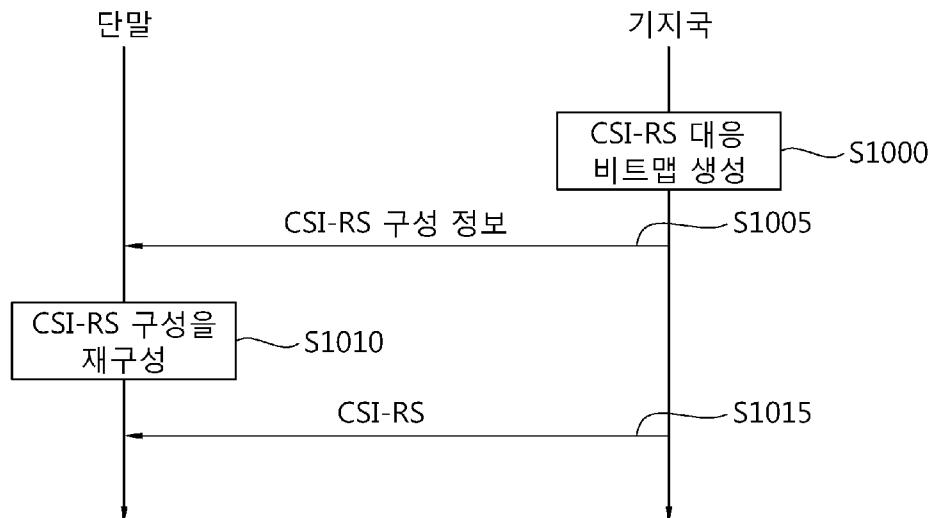
[Fig. 8]



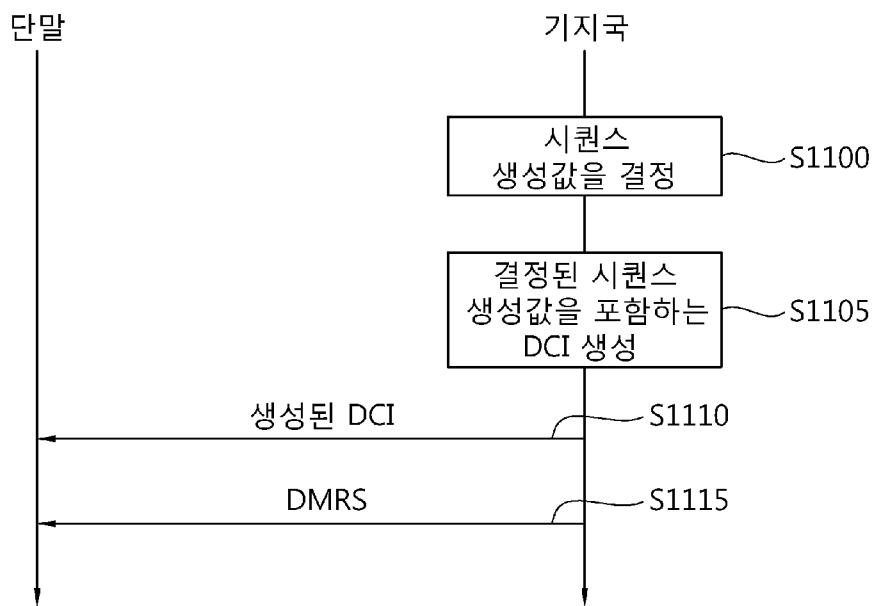
[Fig. 9]



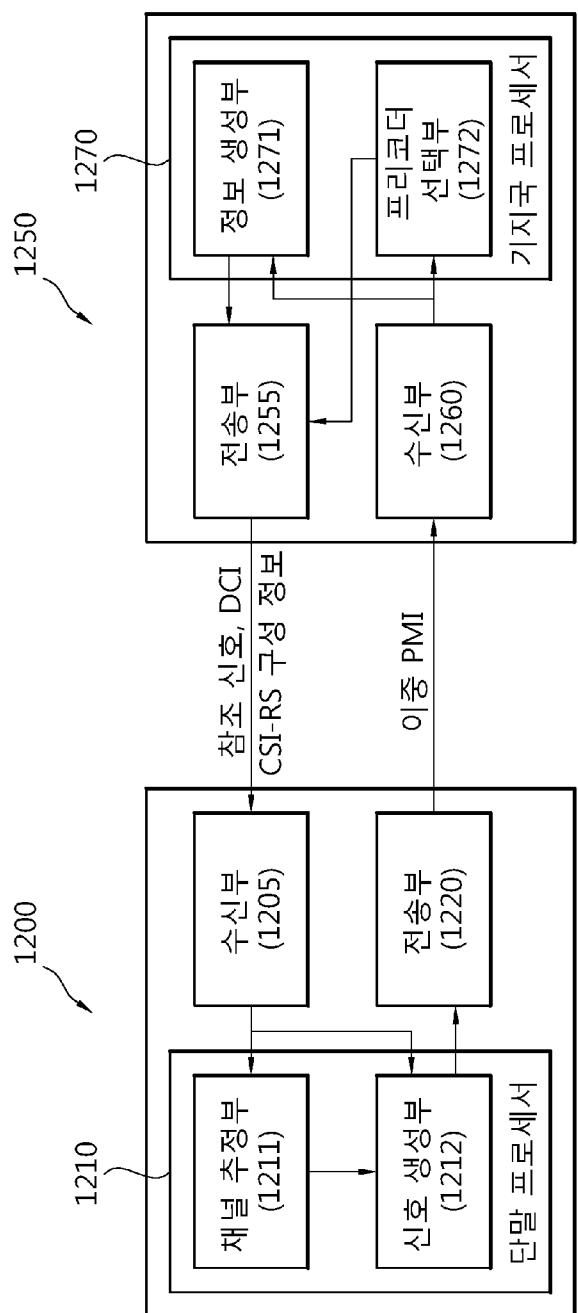
[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/009299**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H04B 7/04(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 7/04; H04L 27/28; H04W 72/04

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: MIMO, Horizontal CSI, Vertical CSI, CSR-RS, PMI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2012-0003781 A (PANTECH CO.,LTD.) 11 January 2012 See paragraphs 43-46, 55-59; claim 1; and figures 2, 4-5.	1-15
A	KR 10-2010-0138261 A (PANTECH CO.,LTD.) 31 December 2010 See paragraphs 13-23, 33-35 and 50-60; claim 1; and figures 3a-3b, 5b-5e.	1-15
A	THIEN-THOAN TRAN et al., "Overview of enabling technologies for 3GPP LTE-advanced", EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking 20 February 2012 (http://jwcn.eurasipjournals.com/content/pdf/1687-1499-2012-54.pdf) See pages 1-12.	1-15
A	KR 10-2012-0002875 A (PANTECH CO.,LTD.) 09 January 2012 See paragraphs 30-33, 129-153; claims 1-2; and figures 2, 7-8.	1-15
A	US 2011-0116563 A1 (VLTTHALADEVUNI, Pavan Kumar et al.) 19 May 2011 See paragraphs 78-79; claim 1; and figures 19-20.	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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 JANUARY 2014 (22.01.2014)	22 JANUARY 2014 (22.01.2014)

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/KR2013/009299

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2012-0003781 A	11/01/2012	EP 2592763 A2 JP 2013-534110 A US 2013-0114763 A1 WO 2012-005476 A2 WO 2012-005476 A3	15/05/2013 29/08/2013 09/05/2013 12/01/2012 01/03/2012
KR 10-2010-0138261 A	31/12/2010	CN 102460999 A EP 2448139 A2 JP 2012-531798 A US 2012-0108254 A1 WO 2010-151050 A2 WO 2010-151050 A3	16/05/2012 02/05/2012 10/12/2012 03/05/2012 29/12/2010 28/04/2011
KR 10-2012-0002875 A	09/01/2012	US 2013-0107849 A1 WO 2012-002753 A2 WO 2012-002753 A3	02/05/2013 05/01/2012 23/02/2012
US 2011-0116563 A1	19/05/2011	TW 201141106 A US 8537879 B2 WO 2011-060299 A2 WO 2011-060299 A3	16/11/2011 17/09/2013 19/05/2011 25/08/2011

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04B 7/04(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04B 7/04; H04L 27/28; H04W 72/04

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: MIMO, Horizontal CSI, Vertical CSI, CSR-RS, PMI

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2012-0003781 A (주식회사 팬택) 2012.01.11 단락 43-46, 55-59; 청구항 1; 및 도면 2, 4-5 참조.	1-15
A	KR 10-2010-0138261 A (주식회사 팬택) 2010.12.31 단락 13-23, 33-35, 50-60; 청구항 1; 및 도면 3a-3b, 5b-5e 참조.	1-15
A	THIEN-THOAN TRAN 외 2명, `Overview of enabling technologies for 3GPP LTE-advanced`, EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking 2012.02.20 (http://jwcn.eurasipjournals.com/content/pdf/1687-1499-2012-54.pdf) 페이지 1-12 참조.	1-15
A	KR 10-2012-0002875 A (주식회사 팬택) 2012.01.09 단락 30-33, 129-153; 청구항 1-2; 및 도면 2, 7-8 참조.	1-15
A	US 2011-0116563 A1 (PAVAN KUMAR VLTTHALADEVUNI 외 2명) 2011.05.19 단락 78-79; 청구항 1; 및 도면 19-20 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

2014년 01월 22일 (22.01.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 01월 22일 (22.01.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

강희곡

전화번호 +82-42-481-8264



국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2013/009299

국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

KR 10-2012-0003781 A	2012/01/11	EP 2592763 A2 JP 2013-534110 A US 2013-0114763 A1 WO 2012-005476 A2 WO 2012-005476 A3	2013/05/15 2013/08/29 2013/05/09 2012/01/12 2012/03/01
KR 10-2010-0138261 A	2010/12/31	CN 102460999 A EP 2448139 A2 JP 2012-531798 A US 2012-0108254 A1 WO 2010-151050 A2 WO 2010-151050 A3	2012/05/16 2012/05/02 2012/12/10 2012/05/03 2010/12/29 2011/04/28
KR 10-2012-0002875 A	2012/01/09	US 2013-0107849 A1 WO 2012-002753 A2 WO 2012-002753 A3	2013/05/02 2012/01/05 2012/02/23
US 2011-0116563 A1	2011/05/19	TW 201141106 A US 8537879 B2 WO 2011-060299 A2 WO 2011-060299 A3	2011/11/16 2013/09/17 2011/05/19 2011/08/25