(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017 년 5 월 11 일 (11.05.2017)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2017/078409 A1

(51) 국제특허분류:
H04L 5/00 (2006.01) *H04L 5/14* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2016/012538

(22) 국제출원일: 2016 년 11 월 2 일 (02.11.2016)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
62/250,488 2015 년 11 월 3 일 (03.11.2015) US

(71) 출원인: 엘지전자(주) (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).

(72) 발명자: 박종현 (PARK, Jonghyun); 06772 서울시 서초구 양재대로 11 길 19, LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 김기준 (KIM, Kijun); 06772 서울시 서초구 양재대로 11 길 19, LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 박해욱 (PARK, Haewook); 06772 서울시 서초구 양재대로 11 길 19, LG 전자 특허센터, Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인 로얄 (ROYAL PATENT & LAW OFFICE); 08806 서울시 관악구 남부순환로 2072, 도원회관 빌딩 1 층, Seoul (KR).

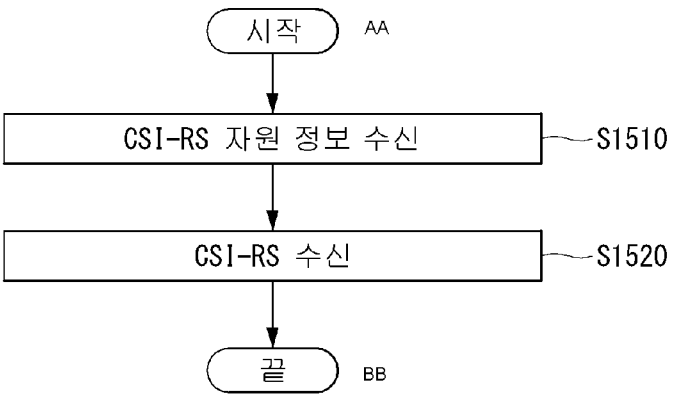
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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))

(54) Title: METHOD OF TRANSMITTING/RECEIVING CHANNEL STATE INFORMATION REFERENCE SIGNAL IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM AND DEVICE FOR SAME

(54) 발명의 명칭 : 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보 참조 신호의 송수신 방법 및 이를 위한 장치



S1510 ... Receive CSI-RS resource information
S1520 ... Receive CSI-RS
AA ... Start
BB ... End

(57) Abstract: In an aspect of the present invention, a method for receiving a channel state information-reference signal (CSI-RS) of a terminal includes: receiving, from a base station, CSI-RS resource information on a CSI-RS resource location to which a CSI-RS is mapped; and receiving the CSI-RS through a CSI-RS resource at the location determined based on the CSI-RS resource information, wherein the CSI-RS resource information includes an index value for indicating a location of a CSI-RS resource element from which the CSI-RS is transmitted, a period of a sub-frame and offset information on the sub-frame in which the CSI-RS is transmitted, and information on the number of antenna ports through which the CSI-RS is transmitted, and wherein the index value instructs different CSI-RS resource element locations for each sub-frame type in which the CSI-RS is transmitted and the CSI-RS resource location can be determined in further consideration of a sub-frame type other than the CSI-RS resource information, when the CSI-RS is set to be alternately transmitted through a general sub-frame and a specific sub-frame in one wireless frame.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2017/078409 A1

본 발명의 일 양상은, 단말의 채널 상태 정보-참조 신호를 수신하기 위한 방법에 있어서, CSI-RS 가 매핑되는 CSI-RS 자원 위치에 관한 CSI-RS 자원 정보를 기지국으로부터 수신하는 단계; 및 CSI-RS 자원 정보에 기초하여 결정된 위치의 CSI-RS 자원을 통해 CSI-RS 를 수신하는 단계; 를 포함하되, CSI-RS 자원 정보는 CSI-RS 가 전송되는 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하는 인덱스 값, CSI-RS 가 전송되는 서브 프레임의 주기와 오프셋 정보 및 CSI-RS 가 전송되는 안테나 포트의 개수 정보를 포함하되, 인덱스 값이 CSI-RS 가 전송되는 서브 프레임 타입별로 서로 다른 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하고, CSI-RS 가 하나의 무선 프레임 내에서 일반 서브 프레임 및 특별 서브 프레임을 통해 교대로 전송되도록 설정된 경우, CSI-RS 자원의 위치는 CSI-RS 자원 정보 외에 서브 프레임의 타입이 추가로 고려되어 결정될 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보 참조 신호의 송수신 방법 및 이를 위한 장치

기술분야

[1] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게 채널 상태 정보-참조 신호를 송수신하기 위한 방법을 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

배경기술

[2] 이동 통신 시스템은 사용자의 활동성을 보장하면서 음성 서비스를 제공하기 위해 개발되었다. 그러나 이동통신 시스템은 음성뿐 아니라 데이터 서비스까지 영역을 확장하였으며, 현재에는 폭발적인 트래픽의 증가로 인하여 자원의 부족 현상이 야기되고 사용자들이 보다 고속의 서비스에 대한 요구하므로, 보다 발전된 이동 통신 시스템이 요구되고 있다.

[3] 차세대 이동 통신 시스템의 요구 조건은 크게 폭발적인 데이터 트래픽의 수용, 사용자 당 전송률의 획기적인 증가, 대폭 증가된 연결 디바이스 개수의 수용, 매우 낮은 단대단 지연(End-to-End Latency), 고에너지 효율을 지원할 수 있어야 한다. 이를 위하여 이중 연결성(Dual Connectivity), 대규모 다중 입출력(Massive MIMO: Massive Multiple Input Multiple Output), 전이중(In-band Full Duplex), 비직교 다중접속(NOMA: Non-Orthogonal Multiple Access), 초광대역(Super wideband) 지원, 단말 네트워킹(Device Networking) 등 다양한 기술들이 연구되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[4] 본 발명의 목적은 단말이 서브 프레임 타입에 따라 서로 다른 CSI-RS 자원 위치에서 전송되는 CSI-RS를 단말이 정확하고 효율적으로 수신하기 위한 방법을 제안하기 위함을 그 목적으로 한다.

[5] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

[6] 본 발명의 일 양상은, 무선 통신 시스템에서 단말의 채널 상태 정보-참조 신호(CSI-RS(Reference Signal))를 수신하기 위한 방법에 있어서, 상기 CSI-RS가 매핑되는 CSI-RS 자원 위치에 관한 CSI-RS 자원 정보를 기지국으로부터 수신하는 단계; 및 상기 CSI-RS 자원 정보에 기초하여 결정된 위치의 CSI-RS 자원을 통해 상기 CSI-RS를 수신하는 단계; 를 포함하되, 상기 CSI-RS 자원

정보는 상기 CSI-RS가 전송되는 CSI-RS 자원 요소(element)의 위치를 지시하는 인덱스 값, 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임의 주기와 오프셋 정보 및 상기 CSI-RS가 전송되는 안테나 포트의 개수 정보를 포함하되, 상기 인덱스 값이 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임 타입별로 서로 다른 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하고, 상기 CSI-RS가 하나의 무선 프레임 내에서 일반 서브 프레임 및 특별 서브 프레임을 통해 교대로 전송되도록 설정된 경우, 상기 CSI-RS 자원의 위치는 상기 CSI-RS 자원 정보 외에 상기 서브 프레임의 타입이 추가로 고려되어 결정될 수 있다.

[7] 또한, 상기 CSI-RS가 상기 하나의 무선 프레임 내에서 상기 일반 서브 프레임 및 상기 특별 서브 프레임을 통해 교대로 전송되도록 설정된 경우는, 상향링크(Uplink)-하향링크(Downlink) 구성이 3, 4 또는 5로, 상기 CSI-RS의 전송 주기는 5ms로 설정된 경우일 수 있다.

[8] 또한, 상기 인덱스 값이, 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임이 상기 일반 서브 프레임인 경우 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하고, 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임이 상기 특별 서브 프레임인 경우 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하는 경우, 상기 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치는 상기 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치로부터 시간-이동된(time-shifted) 형태로 정의될 수 있다.

[9] 또한, 상기 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치는 상기 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치로부터 4개의 OFDM 심볼 길이만큼 시간-이동된 형태로 정의될 수 있다.

[10] 또한, 상기 CSI-RS는 기설정된 길이 이상의 특별 서브 프레임을 통해서만 전송될 수 있다.

[11] 또한, 상기 CSI-RS는 특별 서브 프레임 구성 0, 5 및 9에서는 전송되지 않을 수 있다.

[12] 또한, 상기 CSI-RS가 전송되는 상기 일반 서브 프레임 또는 상기 특별 서브 프레임은 일반 순환 전치(Normal cyclic prefix)가 적용된 서브 프레임에 해당할 수 있다.

[13] 또한, 본 발명의 다른 일 양상은, 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보-참조 신호(CSI-RS(Reference Signal))를 수신하는 단말에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛; 및 상기 RF 유닛을 제어하는 프로세서; 를 포함하고, 상기 단말은, 상기 CSI-RS가 매핑되는 CSI-RS 자원 위치에 관한 CSI-RS 자원 정보를 기지국으로부터 수신하고, 상기 CSI-RS 자원 정보에 기초하여 결정된 위치의 CSI-RS 자원을 통해 상기 CSI-RS를 수신하되, 상기 CSI-RS 자원 정보는 상기 CSI-RS가 전송되는 CSI-RS 자원 요소(element)의 위치를 지시하는 인덱스 값, 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임의 주기와 오프셋 정보 및 상기 CSI-RS가 전송되는 안테나 포트의 개수 정보를 포함하되, 상기 인덱스 값이 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임 타입별로 서로 다른 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하고, 상기 CSI-RS가 하나의 무선 프레임 내에서 일반 서브 프레임 및 특별 서브 프레임을 통해 교대로 전송되도록 설정된

경우, 상기 CSI-RS 자원의 위치는 상기 CSI-RS 자원 정보 외에 상기 서브 프레임의 타입이 추가로 고려되어 결정될 수 있다.

[14] 또한, 상기 CSI-RS가 상기 하나의 무선 프레임 내에서 상기 일반 서브 프레임 및 상기 특별 서브 프레임을 통해 교대로 전송되도록 설정된 경우는, 상향링크(Uplink)-하향링크(Downlink) 구성이 3, 4 또는 5로, 상기 CSI-RS의 전송 주기는 5ms로 설정된 경우일 수 있다.

[15] 또한, 상기 인덱스 값이, 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임이 상기 일반 서브 프레임인 경우 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하고, 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임이 상기 특별 서브 프레임인 경우 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하는 경우, 상기 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치는 상기 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치로부터 시간-이동된(time-shifted) 형태로 정의될 수 있다.

[16] 또한, 상기 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치는 상기 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치로부터 4개의 OFDM 심볼 길이만큼 시간-이동된 형태로 정의될 수 있다.

[17] 또한, 상기 CSI-RS는 기설정된 길이 이상의 특별 서브 프레임을 통해서만 전송될 수 있다.

[18] 또한, 상기 CSI-RS는 특별 서브 프레임 구성 0, 5 및 9에서는 전송되지 않을 수 있다.

[19] 또한, 상기 CSI-RS가 전송되는 상기 일반 서브 프레임 또는 상기 특별 서브 프레임은 일반 순환 전치(Normal cyclic prefix)가 적용된 서브 프레임에 해당할 수 있다.

발명의 효과

[20] 본 발명의 실시예에 따르면, 단말이 원활하고 정확하게 CSI-RS를 수신 및 측정하여 기지국에게 CSI를 보고/피드백할 수 있다.

[21] 또한, 특별 서브 프레임에서의 CSI-RS 전송이 허용됨에 따라 단말이 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임의 타입을 알지 못하면 CSI-RS 자원의 정확한 위치를 알 수 없다는 모호함/문제점이 발생하게 되는데, 본 발명의 실시예에 따르면 이러한 모호함/문제점을 해결할 수 있다는 효과가 있다.

[22] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 기지국이 단말로 CSI-RS 자원 위치를 지시하기 위한 시그널링의 복잡도가 줄어들며, 기지국은 하나의 인덱스 값을 단말로 제공하면서도 서브 프레임 타입별로 서로 다르게 정의된 CSI-RS 전송 위치/패턴을 지시할 수 있다는 효과가 있다.

[23] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 특별 서브 프레임에 매핑되는 CSI-RS 패턴을 레가시 시스템의 CSI-RS 패턴을 재사용하여 정의하므로, 레가시 시스템을 크게 변경하지 않고도 새롭고 효율적인 CSI-RS 패턴의 도출/사용이 가능하다는 효과를 갖는다. 또한, 이로써 새로운 시스템과 레가시 시스템과의 호환성이 유지될 수 있다는 효과를 갖는다.

[24] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며,

언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[25] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 특징을 설명한다.

[26] 도 1은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

[27] 도 2는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.

[28] 도 3은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

[29] 도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

[30] 도 5는 일반적인 다중 입출력 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도이다.

[31] 도 6은 다수의 송신 안테나에서 하나의 수신 안테나로의 채널을 나타낸 도이다.

[32] 도 7은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 자원 블록 쌍에 매핑된 참조 신호 패턴을 예시한다.

[33] 도 8은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 참조 신호가 매핑되는 자원을 예시하는 도면이다.

[34] 도 9는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 참조 신호가 매핑되는 자원을 예시하는 도면이다.

[35] 도 10은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서, 64개의 안테나 요소(antenna elements)를 가지는 2차원 능동 안테나 시스템을 예시한다.

[36] 도 11은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 기지국 또는 단말이 AAS 기반의 3D(3-Dimension) 빔 형성이 가능한 다수의 송/수신 안테나를 갖고 있는 시스템을 예시한다.

[37] 도 12는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 교차 편파(cross polarization)를 가지는 2차원 안테나 시스템을 예시한다.

[38] 도 13은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 트랜스시버 유닛 모델을 예시한다.

[39] 도 14는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 CSI-RS가 매핑되는 특별 서브 프레임의 자원을 예시하는 도면이다.

[40] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 단말의 CSI-RS 수신 방법을 예시한 순서도이다.

[41] 도 16는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[42] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.

[43] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다.

[44] 본 명세서에서 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미를 갖는다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다. 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. '기지국(BS: Base Station)'은 고정국(fixed station), Node B, eNB(evolved-NodeB), BTS(base transceiver system), 액세스 포인트(AP: Access Point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(Terminal)'은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, UE(User Equipment), MS(Mobile Station), UT(user terminal), MSS(Mobile Subscriber Station), SS(Subscriber Station), AMS(Advanced Mobile Station), WT(Wireless terminal), MTC(Machine-Type Communication) 장치, M2M(Machine-to-Machine) 장치, D2D(Device-to-Device) 장치 등의 용어로 대체될 수 있다.

[45] 이하에서, 하향링크(DL: downlink)는 기지국에서 단말로의 통신을 의미하며, 상향링크(UL: uplink)는 단말에서 기지국으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 송신기는 기지국의 일부이고, 수신기는 단말의 일부일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 단말의 일부이고, 수신기는 기지국의 일부일 수 있다.

[46] 이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.

[47] 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access), NOMA(non-orthogonal multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 이용될 수 있다. CDMA는 UTRA(universal terrestrial radio access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(global system for mobile communications)/GPRS(general packet radio service)/EDGE(enhanced data rates for GSM evolution)와 같은 무선 기술로 구현될

수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(universal mobile telecommunications system)의 일부이다. 3GPP(3rd generation partnership project) LTE(long term evolution)은 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(advanced)는 3GPP LTE의 진화이다.

[48] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802, 3GPP 및 3GPP2 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.

[49] 설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다.

[50]

[51] **본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템 일반**

[52] 도 1은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

[53] 3GPP LTE/LTE-A에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조와 TDD(Time Division Duplex)에 적용 가능한 타입 2의 무선 프레임 구조를 지원한다.

[54] 도 1에서 무선 프레임의 시간 영역에서의 크기는 $T_s=1/(15000*2048)$의 시간 단위의 배수로 표현된다. 하향링크 및 상향링크 전송은 $T_f=307200*T_s=10ms$의 구간을 가지는 무선 프레임으로 구성된다.

[55] 도 1의 (a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 예시한다. 타입 1 무선 프레임은 전이중(full duplex) 및 반이중(half duplex) FDD에 모두 적용될 수 있다.

[56] 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성된다. 하나의 무선 프레임은 $T_{slot}=15360*T_s=0.5ms$ 길이의 20개의 슬롯으로 구성되고, 각 슬롯은 0부터 19까지의 인덱스가 부여된다. 하나의 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 연속적인 2개의 슬롯(slot)으로 구성되고, 서브프레임 i는 슬롯 2i 및 슬롯 2i+1로 구성된다. 하나의 서브프레임을 전송하는데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 한다. 예를 들어, 하나의 서브 프레임은 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms일 수 있다.

[57] FDD에서 상향링크 전송 및 하향링크 전송은 주파수 도메인에서 구분된다. 전이중 FDD에 제한이 없는 반면, 반이중 FDD 동작에서 단말은 동시에 전송 및 수신을 할 수 없다.

[58] 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(RB: Resource Block)을 포함한다. 3GPP LTE는 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로 OFDM

심볼은 하나의 심볼 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것이다. OFDM 심볼은 하나의 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간이라고 할 수 있다. 자원 블록(resource block)은 자원 할당 단위이고, 하나의 슬롯에서 복수의 연속적인 부반송파(subcarrier)를 포함한다.

[59] 도 1의 (b)는 타입 2 프레임 구조(frame structure type 2)를 나타낸다.

[60] 타입 2 무선 프레임은 각 153600*T_s=5ms의 길이의 2개의 하프 프레임(half frame)으로 구성된다. 각 하프 프레임은 30720*T_s=1ms 길이의 5개의 서브프레임으로 구성된다.

[61] TDD 시스템의 타입 2 프레임 구조에서 상향링크-하향링크 구성(uplink-downlink configuration)은 모든 서브프레임에 대하여 상향링크와 하향링크가 할당(또는 예약)되는지 나타내는 규칙이다.

[62] 표 1은 상향링크-하향링크 구성을 나타낸다.

[63] [표1]

Uplink-Downlink configu-ration	Downlink-to-Uplink Switch-point periodicity	Subframe number									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

[64] 표 1을 참조하면, 무선 프레임의 각 서브프레임 별로, 'D'는 하향링크 전송을 위한 서브프레임을 나타내고, 'U'는 상향링크 전송을 위한 서브프레임을 나타내며, 'S'는 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(GP: Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot Time Slot) 3가지의 필드로 구성되는 스페셜 서브프레임(special subframe)을 나타낸다.

[65] DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향링크 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. GP는 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

[66] 각 서브프레임 i는 각 T_slot=15360*T_s=0.5ms 길이의 슬롯 2i 및 슬롯 2i+1로 구성된다.

[67] 상향링크-하향링크 구성은 7가지로 구분될 수 있으며, 각 구성 별로 하향링크 서브프레임, 스페셜 서브프레임, 상향링크 서브프레임의 위치 및/또는 개수가 다르다.

[68] 하향링크에서 상향링크로 변경되는 시점 또는 상향링크에서 하향링크로 전환되는 시점을 전환 시점(switching point)이라 한다. 전환 시점의

주기성(Switch-point periodicity)은 상향링크 서브프레임과 하향링크 서브프레임이 전환되는 양상이 동일하게 반복되는 주기를 의미하며, 5ms 또는 10ms가 모두 지원된다. 5ms 하향링크-상향링크 전환 시점의 주기를 가지는 경우에는 스페셜 서브프레임(S)은 하프-프레임 마다 존재하고, 5ms 하향링크-상향링크 전환 시점의 주기를 가지는 경우에는 첫번째 하프-프레임에만 존재한다.

[69] 모든 구성에 있어서, 0번, 5번 서브프레임 및 DwPTS는 하향링크 전송만을 위한 구간이다. UpPTS 및 서브프레임 서브프레임에 바로 이어지는 서브프레임은 항상 상향링크 전송을 위한 구간이다.

[70] 이러한, 상향링크-하향링크 구성은 시스템 정보로써 기지국과 단말이 모두 알고 있을 수 있다. 기지국은 상향링크-하향링크 구성 정보가 바뀔 때마다 구성 정보의 인덱스만을 전송함으로써 무선 프레임의 상향링크-하향링크 할당상태의 변경을 단말에 알려줄 수 있다. 또한, 구성 정보는 일종의 하향링크 제어정보로서 다른 스케줄링 정보와 마찬가지로 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 전송될 수 있으며, 방송 정보로서 브로드캐스트 채널(broadcast channel)을 통해 셀 내의 모든 단말에 공통으로 전송될 수도 있다.

[71] 표 2는 스페셜 서브프레임의 구성(DwPTS/GP/UpPTS의 길이)을 나타낸다.

[72] [표2]

Special subframe configuration	Normal cyclic prefix in downlink			Extended cyclic prefix in downlink		
	DwPTS	UpPTS		DwPTS	UpPTS	
		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink
0	$6592 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$	$7680 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$
1	$19760 \cdot T_s$			$20480 \cdot T_s$		
2	$21952 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
3	$24144 \cdot T_s$			$25600 \cdot T_s$		
4	$26336 \cdot T_s$			$7680 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$
5	$6592 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$	$20480 \cdot T_s$		
6	$19760 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
7	$21952 \cdot T_s$			-	-	-
8	$24144 \cdot T_s$			-	-	-

[73] 도 1의 예시에 따른 무선 프레임의 구조는 하나의 예시에 불과하며, 무선 프레임에 포함되는 부 반송파의 수 또는 서브 프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

[74] 도 2는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.

[75] 도 2를 참조하면, 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 여기서, 하나의 하향링크 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하고,

하나의 자원 블록은 주파수 영역에서 12개의 부 반송파를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[76] 자원 그리드 상에서 각 요소(element)를 자원 요소(resource element)하고, 하나의 자원 블록(RB: resource block)은 12 x 7 개의 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원 블록들의 수 N^DL은 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다.

[77] 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

[78] 도 3은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

[79] 도 3을 참조하면, 서브 프레임내의 첫번째 슬롯에서 앞의 최대 3개의 OFDM 심볼들이 제어 채널들이 할당되는 제어 영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심볼들은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)이 할당되는 데이터 영역(data region)이다. 3GPP LTE에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 일례로 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 등이 있다.

[80] PCFICH는 서브 프레임의 첫번째 OFDM 심볼에서 전송되고, 서브 프레임 내에 제어 채널들의 전송을 위하여 사용되는 OFDM 심볼들의 수(즉, 제어 영역의 크기)에 관한 정보를 나른다. PHICH는 상향 링크에 대한 응답 채널이고, HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)에 대한 ACK(Acknowledgement)/NACK(Not-Acknowledgement) 신호를 나른다. PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 하향링크 제어정보(DCI: downlink control information)라고 한다. 하향링크 제어정보는 상향링크 자원 할당 정보, 하향링크 자원 할당 정보 또는 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송(Tx) 파워 제어 명령을 포함한다.

[81] PDCCH는 DL-SCH(Downlink Shared Channel)의 자원 할당 및 전송 포맷(이를 하향링크 그랜트라고도 한다.), UL-SCH(Uplink Shared Channel)의 자원 할당 정보(이를 상향링크 그랜트라고도 한다.), PCH(Paging Channel)에서의 페이징(paging) 정보, DL-SCH에서의 시스템 정보, PDSCH에서 전송되는 랜덤 액세스 응답(random access response)과 같은 상위 레이어(upper-layer) 제어 메시지에 대한 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내 개별 단말들에 대한 전송 파워 제어 명령들의 집합, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 나를 수 있다. 복수의 PDCCH들은 제어 영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH들을 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 복수의 연속적인 CCE(control channel elements)의 집합으로 구성된다. CCE는 무선 채널의 상태에 따른 부호화율(coding rate)을 PDCCH에 제공하기 위하여 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group)들에 대응된다. PDCCH의 포맷 및 사용 가능한 PDCCH의 비트 수는 CCE들의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율 간의 연관 관계에 따라 결정된다.

[82] 기지국은 단말에게 전송하려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 붙인다. CRC에는 PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(이를 RNTI(Radio Network Temporary Identifier)라고 한다.)가 마스킹된다. 특정의 단말을 위한 PDCCH라면 단말의 고유한 식별자, 예를 들어 C-RNTI(Cell-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는 페이징 메시지를 위한 PDCCH라면 페이징 지시 식별자, 예를 들어 P-RNTI(Paging-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 시스템 정보, 더욱 구체적으로 시스템 정보 블록(SIB: system information block)를 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자, SI-RNTI(system information RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 랜덤 액세스 프리앰블의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위하여, RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

[83] 도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

[84] 도 4를 참조하면, 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)이 할당된다. 데이터 영역은 사용자 데이터를 나르는 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH을 동시에 전송하지 않는다.

[85] 하나의 단말에 대한 PUCCH에는 서브 프레임 내에 자원 블록(RB: Resource Block) 쌍이 할당된다. RB 쌍에 속하는 RB들은 2개의 슬롯들의 각각에서 서로 다른 부 반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당된 RB 쌍은 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다.

[86]

[87] **MIMO**(Multi-Input Multi-Output)

[88] MIMO 기술은 지금까지 일반적으로 한 개의 송신안테나와 한 개의 수신안테나를 사용했던 것에서 탈피하여, 다중 송신(Tx) 안테나와 다중 수신(Rx) 안테나를 사용한다. 다시 말해서, MIMO 기술은 무선 통신 시스템의 송신단 또는 수신단에서 다중 입출력 안테나를 사용하여 용량 증대 또는 성능 개성을 꾀하기 위한 기술이다. 이하에서는 'MIMO'를 '다중 입출력 안테나'라 칭하기로 한다.

[89] 더 구체적으로, 다중 입출력 안테나 기술은 하나의 완전한 메시지(total message)를 수신하기 위하여 한 개의 안테나 경로에 의존하지 않으며, 여러 개의 안테나를 통해 수신한 복수의 데이터 조각을 수집하여 완전한 데이터를 완성시킨다. 결과적으로, 다중 입출력 안테나 기술은 특정 시스템 범위 내에서 데이터 전송율을 증가시킬 수 있으며, 또한 특정 데이터 전송율을 통해 시스템 범위를 증가시킬 수 있다.

[90] 차세대 이동통신은 기존 이동통신에 비해 훨씬 높은 데이터 전송률을 요구하므로 효율적인 다중 입출력 안테나 기술이 반드시 필요할 것으로

예상된다. 이와 같은 상황에서 MIMO 통신 기술은 이동통신 단말과 중계기 등에 폭넓게 사용할 수 있는 차세대 이동통신 기술이며, 데이터 통신 확대 등으로 인해 한계 상황에 따라 다른 이동통신의 전송량 한계를 극복할 수 있는 기술로서 관심을 모으고 있다.

[91] 한편, 현재 연구되고 있는 다양한 전송효율 향상 기술 중 다중 입출력 안테나(MIMO) 기술은 추가적인 주파수 할당이나 전력증가 없이도 통신 용량 및 송수신 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있는 방법으로서 현재 가장 큰 주목을 받고 있다.

[92] 도 5는 일반적인 다중 입출력 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도이다.

[93] 도 5를 참조하면, 송신 안테나의 수를 N_T개로, 수신 안테나의 수를 N_R개로 동시에 늘리게 되면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와 달리 안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가하므로, 전송 레이트(transfer rate)를 향상시키고, 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 이 경우, 채널 전송 용량의 증가에 따른 전송 레이트는 하나의 안테나를 이용하는 경우의 최대 전송 레이트(R_o)에 다음과 같은 레이트 증가율(R_i)이 곱해진 만큼으로 이론적으로 증가할 수 있다.

[94] [수식1]

$$R_i = \min\left(N_T, N_R\right)$$

[95] 즉, 예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다.

[96] 이와 같은 다중 입출력 안테나의 기술은 다양한 채널 경로를 통과한 심볼들을 이용하여 전송 신뢰도를 높이는 공간 다이버시티(spatial diversity) 방식과, 다수의 송신 안테나를 이용하여 다수의 데이터 심볼을 동시에 송신하여 전송률을 향상시키는 공간 멀티플렉싱(spatial multiplexing) 방식으로 나눌 수 있다. 또한 이러한 두 가지 방식을 적절히 결합하여 각각의 장점을 적절히 얻고자 하는 방식에 대한 연구도 최근 많이 연구되고 있는 분야이다.

[97] 각각의 방식에 대해 좀더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

[98] 첫째로, 공간 다이버시티 방식의 경우에는 시공간 블록 부호 계열과, 다이버시티 이득과 부호화 이득을 동시에 이용하는 시공간 트렐리스(Trelis) 부호 계열 방식이 있다. 일반적으로 비트 오류율 개선 성능과 부호 생성 자유도는 트렐리스 부호 방식이 우수하지만, 연산 복잡도는 시공간 블록 부호가 간단하다. 이와 같은 공간 다이버서티 이득은 송신 안테나 수(N_T)와 수신 안테나 수(N_R)의 곱(N_T × N_R)에 해당되는 양을 얻을 수 있다.

[99] 둘째로, 공간 멀티플렉싱 기법은 각 송신 안테나에서 서로 다른 데이터 열을 송신하는 방법인데, 이때 수신기에서는 송신기로부터 동시에 전송된 데이터 사이에 상호 간섭이 발생하게 된다. 수신기에서는 이 간섭을 적절한 신호처리

기법을 이용하여 제거한 후 수신한다. 여기에 사용되는 잡음 제거 방식은 MLD(maximum likelihood detection) 수신기, ZF(zero-forcing) 수신기, MMSE(minimum mean square error) 수신기, D-BLAST (Diagonal-Bell Laboratories Layered Space-Time), V-BLAST(Vertical-Bell Laboratories Layered Space-Time) 등이 있으며, 특히 송신단에서 채널 정보를 알 수 있는 경우에는 SVD(singular value decomposition) 방식 등을 사용할 수 있다.

[100] 셋째로, 공간 다이버시티와 공간 멀티플렉싱의 결합된 기법을 들 수 있다. 공간 다이버시티 이득만을 얻을 경우 다이버시티 차수의 증가에 따른 성능개선 이득이 점차 포화되며, 공간 멀티플렉싱 이득만을 취하면 무선 채널에서 전송 신뢰도가 떨어진다. 이를 해결하면서 두 가지 이득을 모두 얻는 방식들이 연구되어 왔으며, 이 중 시공간 블록 부호 (Double-STTD), 시공간 BICM(STBICM) 등의 방식이 있다.

[101] 상술한 바와 같은 다중 입출력 안테나 시스템에 있어서의 통신 방법을 보다 구체적인 방법으로 설명하기 위해 이를 수학적으로 모델링하는 경우 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[102] 먼저, 도 5에 도시된 바와 같이 N_T개의 송신 안테나와 N_R개의 수신 안테나가 존재하는 것을 가정한다.

[103] 먼저, 송신 신호에 대해 살펴보면, 이와 같이 N_T개의 송신 안테나가 있는 경우 최대 전송 가능한 정보는 N_T개 이므로, 이를 다음과 같은 벡터로 나타낼 수 있다.

[104] [수식2]

$$\mathbf{s} = \left[s_1, s_2, \cdots, s_{N_T}\right]^T$$

[105] 한편, 각각의 전송 정보 s_1, s_2, ..., s_N_T에 있어 전송 전력을 달리 할 수 있으며, 이때 각각의 전송 전력을 P_1, P_2, ..., P_N_T라 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보는 다음과 같은 벡터로 나타낼 수 있다.

[106] [수식3]

$$\hat{\mathbf{s}} = \left[\hat{s}_1, \hat{s}_2, \cdots, \hat{s}_{N_T}\right]^T = \left[P_1 s_1, P_2 s_2, \cdots, P_{N_T} s_{N_T}\right]^T$$

[107] 또한, 수학식 3의 전송 전력이 조정된 전송 정보를 전송 전력의 대각 행렬 P로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[108] [수식4]

$$\hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{Ps}$$

[109] 한편, 수학식 4의 전송 전력이 조정된 정보 벡터는 그 후 가중치 행렬 W가

곱해져 실제 전송되는 N_T개의 전송 신호 x_1, x_2, ..., x_N_T를 구성한다. 여기서, 가중치 행렬은 전송 채널 상황 등에 따라 전송 정보를 각 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 수행한다. 이와 같은 전송 신호 x_1, x_2, ..., x_N_T를 벡터 x를 이용하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[110] [수식5]

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \cdots & w_{N_TN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{WPs}$$

[111] 여기서, w_ij는 i번째 송신 안테나와 j번째 전송 정보간의 가중치를 나타내며, W는 이를 행렬로 나타낸 것이다. 이와 같은 행렬 W를 가중치 행렬(Weight Matrix) 또는 프리코딩 행렬(Precoding Matrix)라 부른다.

[112] 한편, 상술한 바와 같은 전송 신호(x)는 공간 다이버시티를 사용하는 경우와 공간 멀티플랙싱을 사용하는 경우로 나누어 생각해 볼 수 있다.

[113] 공간 멀티플랙싱을 사용하는 경우는 서로 다른 신호를 다중화하여 보내게 되므로, 정보 벡터 s의 원소들이 모두 다른 값을 가지게 되는 반면, 공간 다이버시티를 사용하게 되면 같은 신호를 여러 채널 경로를 통하여 보내게 되므로 정보 벡터 s의 원소들이 모두 같은 값을 갖게 된다.

[114] 물론, 공간 멀티플랙싱과 공간 다이버시티를 혼합하는 방법도 고려 가능하다. 즉, 예를 들어 3 개의 송신 안테나를 통하여 같은 신호를 공간 다이버시티를 이용하여 전송하고, 나머지는 각각 다른 신호를 공간 멀티플랙싱하여 보내는 경우도 고려할 수 있다.

[115] 다음으로, 수신신호는 N_R개의 수신 안테나가 있는 경우, 각 안테나의 수신신호 y_1, y_2, ..., y_N_R을 벡터 y로 다음과 같이 나타내기로 한다.

[116] [수식6]

$$\mathbf{y} = \left[y_1, y_2, \cdots, y_{N_R}\right]^{\mathrm{T}}$$

[117] 한편, 다중 입출력 안테나 통신 시스템에 있어서의 채널을 모델링하는 경우, 각각의 채널은 송수신 안테나 인덱스에 따라 구분할 수 있으며, 송신 안테나 j로부터 수신 안테나 i를 거치는 채널을 h_ij로 표시하기로 한다. 여기서, h_ij의 인덱스의 순서가 수신 안테나 인덱스가 먼저, 송신안테나의 인덱스가 나중임에 유의한다.

[118] 이러한 채널은 여러 개를 한데 묶어서 벡터 및 행렬 형태로도 표시 가능하다. 벡터 표시의 예를 들어 설명하면 다음과 같다.

[119] 도 6은 다수의 송신 안테나에서 하나의 수신 안테나로의 채널을 나타낸 도이다.

[120] 도 6에 도시된 바와 같이 총 N_T개의 송신 안테나로부터 수신안테나 i로 도착하는 채널은 다음과 같이 표현 가능하다.

[121] [수식7]

$$\mathbf{h}_i^T = \left[h_{i1}, h_{i2}, \cdots, h_{iN_T}\right]$$

[122] 또한, 상기 수학식 7과 같은 행렬 표현을 통해 N_T개의 송신 안테나로부터 N_R개의 수신 안테나를 거치는 채널을 모두 나타내는 경우 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[123] [수식8]

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^{\mathrm{T}} \\ \mathbf{h}_2^{\mathrm{T}} \\ \vdots \\ \mathbf{h}_i^{\mathrm{T}} \\ \vdots \\ \mathbf{h}_{N_R}^{\mathrm{T}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{i1} & h_{i2} & \cdots & h_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \cdots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix}$$

[124] 한편, 실제 채널은 위와 같은 채널 행렬 H를 거친 후에 백색 잡음(AWGN: Additive White Gaussian Noise)가 더해지게 되므로, N_R개의 수신 안테나 각각에 더해지는 백색 잡음 n_1, n_2, ..., n_N_R을 백터로 표현하면 다음과 같다.

[125] [수식9]

$$\mathbf{n} = \left[n_1, n_2, \cdots, n_{N_R}\right]^{\mathrm{T}}$$

[126] 상술한 바와 같은 전송 신호, 수신 신호, 채널, 및 백색 잡음의 모델링을 통해 다중 입출력 안테나 통신 시스템에서의 각각은 다음과 같은 관계를 통해 나타낼 수 있다.

[127] [수식10]

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{i1} & h_{i2} & \cdots & h_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \cdots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{Hx} + \mathbf{n}$$

[128] 한편, 채널의 상태를 나타내는 채널 행렬 H의 행과 열의 수는 송수신 안테나 수에 의해서 결정된다. 채널 행렬 H는 앞서 살펴본 바와 같이 행의 수는 수신 안테나의 수 N_R과 같아지고, 열의 수는 송신 안테나의 수 N_T와 같아 지게 된다. 즉, 채널 행렬 H는 N_R×N_T 행렬이 된다.

[129] 일반적으로, 행렬의 랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행 또는 열의 개수

중에서 최소 개수로 정의된다. 따라서, 행렬의 랭크는 행 또는 열의 개수보다 클 수 없게 된다. 수식적으로 예를 들면, 채널 행렬 H의 랭크(rank(H))는 다음과 같이 제한된다.

[130] [수식11]

$$rank(\mathbf{H}) \le \min(N_T, N_R)$$

[131] 또한, 행렬을 고유치 분해(Eigen value decomposition)를 하였을 때, 랭크는 고유치(eigen value)들 중에서 0이 아닌 고유치들의 개수로 정의할 수 있다. 비슷한 방법으로, 랭크를 SVD(singular value decomposition) 했을 때 0이 아닌 특이값(singular value)들의 개수로 정의할 수 있다. 따라서, 채널 행렬에서 랭크의 물리적인 의미는 주어진 채널에서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다.

[132] 본 명세서에 있어, MIMO 전송에 대한 '랭크(Rank)'는 특정 시점 및 특정 주파수 자원에서 독립적으로 신호를 전송할 수 있는 경로의 수를 나타내며, '레이어(layer)의 개수'는 각 경로를 통해 전송되는 신호 스트림의 개수를 나타낸다. 일반적으로 송신단은 신호 전송에 이용되는 랭크 수에 대응하는 개수의 레이어를 전송하기 때문에 특별한 언급이 없는 한 랭크는 레이어 개수와 동일한 의미를 가진다.

[133]

[134] <u>참조 신호(RS: Reference Signal)</u>

[135] 무선 통신 시스템에서 데이터는 무선 채널을 통해 전송되기 때문에, 신호는 전송 중에 왜곡될 수 있다. 수신단에서 왜곡된 신호를 정확하게 수신하기 위하여, 수신된 신호의 왜곡은 채널 정보를 이용하여 보정되어야 한다. 채널 정보를 검출하기 위하여 송신측과 수신측 모두 알고 있는 신호 전송 방법과 신호가 채널을 통해 전송될 때 왜곡된 정도를 이용하여 채널 정보를 검출하는 방법을 주로 이용한다. 상술한 신호를 파일럿 신호 또는 참조 신호(RS: reference signal)라고 한다.

[136] 또한 최근 대부분의 이동통신 시스템에서 패킷을 전송할 때, 지금까지 한 개의 송신안테나와 한 개의 수신안테나를 사용했던 것에서 탈피, 다중송신안테나와 다중수신안테나를 채택해 송수신 데이터 효율을 향상시킬 수 있는 방법을 사용한다. 다중 입출력 안테나를 이용하여 데이터를 송수신할 때, 신호를 정확하게 수신하기 위하여 송신 안테나와 수신 안테나 간의 채널 상태가 검출되어야 한다. 따라서 각 송신 안테나는 개별적인 참조 신호를 가져야 한다.

[137] 이동 통신 시스템에서 RS는 그 목적에 따라 크게 두 가지로 구분될 수 있다. 채널 상태 정보 획득을 위한 목적의 RS와 데이터 복조를 위해 사용되는 RS가 있다. 전자는 UE가 하향 링크로의 채널 상태 정보를 획득하는데 그 목적이 있으므로, 광대역으로 전송되어야 하고, 특정 서브 프레임에서 하향 링크 데이터를 수신하지 않는 UE라도 그 RS를 수신하고 측정할 수 있어야 한다. 또한

이는 핸드 오버 등의 무선 자원 무선 자원 관리(RRM: Radio Resource Management) 측정 등을 위해서도 사용된다. 후자는 기지국이 하향링크를 보낼 때 해당 리소스에 함께 보내는 RS로서, UE는 해당 RS를 수신함으로써 채널 추정을 할 수 있고, 따라서 데이터를 복조할 수 있게 된다. 이 RS는 데이터가 전송되는 영역에 전송되어야 한다.

[138] 하향 참조 신호는 셀 내 모든 단말이 공유하는 채널 상태에 대한 정보 획득 및 핸드오버 등의 측정 등을 위한 하나의 공통 참조 신호(CRS: common RS)와 특정 단말만을 위하여 데이터 복조를 위해 사용되는 전용 참조 신호(dedicated RS)가 있다. 이와 같은 참조 신호들을 이용하여 복조(demodulation)와 채널 측정(channel measurement)을 위한 정보를 제공할 수 있다. 즉, DRS는 데이터 복조용으로만 사용되며 CRS는 채널 정보 획득 및 데이터 복조의 두 가지 목적으로 다 사용된다.

[139] 수신 측(즉, 단말)은 CRS로부터 채널 상태를 측정하고, CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Index) 및/또는 RI(Rank Indicator)와 같은 채널 품질과 관련된 지시자를 송신 측(즉, 기지국)으로 피드백한다. CRS는 셀 특정 기준신호(cell-specific RS)라고도 한다. 반면, 채널 상태 정보(CSI: Channel State Information)의 피드백과 관련된 참조 신호를 CSI-RS라고 정의할 수 있다.

[140] DRS는 PDSCH 상의 데이터 복조가 필요한 경우 자원 요소들을 통해 전송될 수 있다. 단말은 상위 계층을 통하여 DRS의 존재 여부를 수신할 수 있으며, 상응하는 PDSCH가 매핑되었을 때만 유효하다. DRS를 단말 특정 참조 신호(UE-specific RS) 또는 복조 참조 신호(DMRS: Demodulation RS)라고 할 수 있다.

[141] 도 7은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 자원 블록 쌍에 매핑된 참조 신호 패턴을 예시한다.

[142] 도 7을 참조하면, 참조 신호가 매핑되는 단위로 하향링크 자원 블록 쌍은 시간 영역에서 하나의 서브 프레임 x 주파수 영역에서 12개의 부 반송파로 나타낼 수 있다. 즉, 시간 축(x축) 상에서 하나의 자원 블록 쌍은 일반 순환 전치(normal CP: normal Cyclic Prefix) 인 경우 14개의 OFDM 심볼의 길이를 가지고(도 7(a)의 경우), 확장 순환 전치(extended CP: extended Cyclic Prefix)인 경우 12개의 OFDM 심볼의 길이를 가진다(도 7(b)의 경우). 자원 블록 격자에서 '0', '1', '2' 및 '3'으로 기재된 자원 요소들(REs)은 각각 안테나 포트 인덱스 '0', '1', '2' 및 '3'의 CRS의 위치를 의미하며, 'D'로 기재된 자원 요소들은 DRS의 위치를 의미한다.

[143] 이하 CRS에 대하여 좀 더 상세하게 기술하면, CRS는 물리적 안테나의 채널을 추정하기 위해 사용되고, 셀 내에 위치한 모든 단말에 공통적으로 수신될 수 있는 참조 신호로써 전체 주파수 대역에 분포된다. 즉, 이 CRS는 cell-specific한 시그널로, 광대역에 대해서 매 서브 프레임마다 전송된다. 또한, CRS는 채널 품질 정보(CSI) 및 데이터 복조를 위해 이용될 수 있다.

[144] CRS는 전송 측(기지국)에서의 안테나 배열에 따라 다양한 포맷으로 정의된다.

3GPP LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)에서는 기지국의 전송 안테나 개수에 따라서 최대 4개의 안테나 포트에 대한 RS가 전송된다. 하향링크 신호 송신 측은 단일의 송신 안테나, 2개의 송신 안테나 및 4개의 송신 안테나와 같이 3 종류의 안테나 배열을 가진다. 예를 들어 기지국의 송신 안테나의 개수가 두 개일 경우, 0번과 1번 안테나 포트에 대한 CRS가 전송되고, 네 개인 경우 0~3 번 안테나 포트에 대한 CRS가 각각 전송된다. 기지국의 송신 안테나가 4개일 경우 한 RB 에서의 CRS 패턴은 도 7과 같다.

[145] 기지국이 단일의 송신 안테나를 사용하는 경우, 단일 안테나 포트를 위한 참조 신호가 배열된다.

[146] 기지국이 2개의 송신 안테나를 사용하는 경우, 2개의 송신 안테나 포트를 위한 참조 신호는 시분할 다중화(TDM: Time Division Multiplexing) 및/또는 주파수 분할 다중화(FDM Frequency Division Multiplexing) 방식을 이용하여 배열된다. 즉, 2개의 안테나 포트를 위한 참조 신호는 각각이 구별되기 위해 서로 다른 시간 자원 및/또는 서로 다른 주파수 자원이 할당된다.

[147] 게다가, 기지국이 4개의 송신 안테나를 사용하는 경우, 4개의 송신 안테나 포트를 위한 참조 신호는 TDM 및/또는 FDM 방식을 이용하여 배열된다. 하향링크 신호의 수신 측(단말)에 의하여 측정된 채널 정보는 단일의 송신 안테나 전송, 송신 다이버시티, 폐쇄 루프 공간 다중화(closed-loop spatial multiplexing), 개방 루프 공간 다중화(open-loop spatial multiplexing) 또는 다중 사용자-다중 입출력 안테나(Multi-User MIMO)와 같은 전송 방식을 이용하여 전송된 데이터를 복조하기 위하여 사용될 수 있다.

[148] 다중 입출력 안테나가 지원되는 경우 참조 신호가 특정의 안테나 포트로부터 전송될 때, 상기 참조 신호는 참조 신호의 패턴에 따라 특정된 자원 요소들의 위치에 전송되며, 다른 안테나 포트를 위해 특정된 자원 요소들의 위치에 전송되지 않는다. 즉, 서로 다른 안테나 사이의 참조 신호는 서로 겹치지 않는다.

[149] 이하 DRS에 대하여 좀 더 상세하게 기술하면, DRS는 데이터를 복조하기 위하여 사용된다. 다중 입출력 안테나 전송에서 특정의 단말을 위해 사용되는 선행 부호화(precoding) 가중치는 단말이 참조 신호를 수신하였을 때 각 송신 안테나에서 전송된 전송 채널과 결합되어 상응하는 채널을 추정하기 위하여 변경 없이 사용된다.

[150] 3GPP LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)은 최대로 4개의 전송 안테나를 지원하고, 랭크 1 빔포밍(beamforming)을 위한 DRS가 정의된다. 랭크 1 빔포밍을 위한 DRS는 또한 안테나 포트 인덱스 5 를 위한 참조 신호를 나타낸다.

[151] LTE 시스템의 진화 발전된 형태의 LTE-A 시스템에서 기지국의 하향 링크로 최대 8개의 송신 안테나를 지원할 수 있도록 디자인되어야 한다. 따라서 최대 8개 송신 안테나에 대한 RS 역시 지원되어야 한다. LTE 시스템에서 하향 링크 RS는 최대 4개의 안테나 포트에 대한 RS만 정의되어 있으므로, LTE-A 시스템에서 기지국이 4개 이상 최대 8개의 하향 링크 송신 안테나를 가질 경우

이들 안테나 포트에 대한 RS가 추가적으로 정의되고 디자인되어야 한다. 최대 8개의 송신 안테나 포트에 대한 RS는 위에서 설명한 채널 측정을 위한 RS와 데이터 복조를 위한 RS 두 가지가 모두 디자인되어야 한다.

[152] LTE-A 시스템을 디자인 함에 있어서 중요한 고려 사항 중 하나는 하위 호환성(backward compatibility), 즉 LTE 단말이 LTE-A 시스템에서도 아무 무리 없이 잘 동작해야 하고, 시스템 또한 이를 지원해야 한다는 것이다. RS 전송 관점에서 보았을 때, LTE에서 정의되어 있는 CRS가 전 대역으로 매 서브 프레임마다 전송되는 시간-주파수 영역에서 추가적으로 최대 8개의 송신 안테나 포트에 대한 RS가 추가적으로 정의되어야 한다. LTE-A 시스템에서 기존 LTE의 CRS와 같은 방식으로 최대 8개의 송신 안테나에 대한 RS 패턴을 매 서브 프레임마다 전 대역에 추가하게 되면 RS 오버헤드가 지나치게 커지게 된다.

[153] 따라서 LTE-A 시스템에서 새로이 디자인되는 RS는 크게 두 가지 분류로 나누게 되는데, MCS, PMI 등의 선택을 위한 채널 측정 목적의 RS (CSI-RS: Channel State Information-RS, Channel State Indication-RS 등)와 8개의 전송 안테나로 전송되는 데이터 복조를 위한 RS(DM-RS: Data Demodulation-RS)이다.

[154] 채널 측정 목적의 CSI-RS는 기존의 CRS가 채널 측정, 핸드 오버 등의 측정 등의 목적과 동시에 데이터 복조를 위해 사용되는 것과 달리 채널 측정 위주의 목적을 위해서 디자인되는 특징이 있다. 물론 이 또한 핸드 오버 등의 측정 등의 목적으로도 사용될 수도 있다. CSI-RS가 채널 상태에 대한 정보를 얻는 목적으로만 전송되므로 CRS와 달리 매 서브 프레임마다 전송되지 않아도 된다. CSI-RS의 오버헤드를 줄이기 위하여 CSI-RS는 시간 축 상에서 간헐적으로 전송된다.

[155] 데이터 복조를 위해서 해당 시간-주파수 영역에서 스케줄링 된 UE에게 전용적(dedicated)으로 DM-RS가 전송된다. 즉, 특정 UE의 DM-RS는 해당 UE가 스케줄링 된 영역, 즉 데이터를 수신 받는 시간-주파수 영역에만 전송되는 것이다.

[156] LTE-A 시스템에서 기지국의 하향 링크로 최대 8개의 송신 안테나를 지원한다. LTE-A 시스템에서 기존 LTE의 CRS와 같은 방식으로 최대 8개의 송신 안테나에 대한 RS를 매 서브 프레임마다 전 대역에 전송하게 되면 RS 오버헤드가 지나치게 커지게 된다. 따라서 LTE-A 시스템에서는 MCS, PMI 등의 선택을 위한 CSI 측정 목적의 CSI-RS와 데이터 복조를 위한 DM-RS로 분리되어 두 개의 RS가 추가되었다. CSI-RS는 RRM 측정 등의 목적으로도 사용될 수는 있지만 CSI 획득의 주목적을 위해서 디자인되었다. CSI-RS는 데이터 복조에 사용되지 않으므로 매 서브 프레임마다 전송될 필요는 없다. 그러므로 CSI-RS의 오버헤드를 줄이기 위하여 시간 축 상에서 간헐적으로 전송하도록 한다. 즉, CSI-RS는 한 서브 프레임의 정수 배의 주기를 가지고 주기적으로 전송되거나 특정 전송 패턴으로 전송될 수 있다. 이 때 CSI-RS가 전송되는 주기나 패턴은 eNB가 설정할 수 있다.

[157] 데이터 복조를 위해서는 해당 시간-주파수 영역에서 스케줄링 된 UE에게 dedicated하게 DM-RS가 전송된다. 즉, 특정 UE의 DM-RS는 해당 UE가 스케줄링 된 영역, 즉 데이터를 수신 받는 시간-주파수 영역에만 전송된다.

[158] CSI-RS를 측정하기 위해서 UE는 반드시 자신이 속한 셀의 각각의 CSI-RS 안테나 포트에 대한 CSI-RS의 전송 서브 프레임 인덱스, 전송 서브 프레임 내에서 CSI-RS 자원 요소(RE) 시간-주파수 위치, 그리고 CSI-RS 시퀀스 등에 대한 정보를 알고 있어야 한다.

[159] LTE-A 시스템에 eNB는 CSI-RS를 최대 8개의 안테나 포트에 대해서 각각 전송해야 한다. 서로 다른 안테나 포트의 CSI-RS 전송을 위해 사용되는 자원은 서로 직교(orthogonal)해야 한다. 한 eNB가 서로 다른 안테나 포트에 대한 CSI-RS를 전송할 때 각각의 안테나 포트에 대한 CSI-RS를 서로 다른 RE에 맵핑함으로써 FDM/TDM 방식으로 이들 자원을 orthogonal하게 할당할 수 있다. 또는 서로 다른 안테나 포트에 대한 CSI-RS를 서로 orthogonal한 코드에 맵핑시키는 CDM 방식으로 전송할 수 있다.

[160] CSI-RS에 관한 정보를 eNB가 자기 셀 UE에게 알려줄 때, 먼저 각 안테나 포트에 대한 CSI-RS가 매핑되는 시간-주파수에 대한 정보를 알려줘야 한다. 구체적으로, CSI-RS가 전송되는 서브 프레임 번호들, 또는 CSI-RS가 전송되는 주기, CSI-RS가 전송되는 서브 프레임 오프셋이며, 특정 안테나의 CSI-RS RE가 전송되는 OFDM 심볼 번호, 주파수 간격(spacing), 주파수 축에서의 RE의 오프셋 또는 쉬프트 값 등이 있다.

[161] CSI-RS는 1개, 2개, 4개 또는 8개의 안테나 포트를 통해 전송된다. 이때, 사용되는 안테나 포트는 각각 p=15, p=15,16, p=15,...,18, p=15,...,22이다. CSI-RS는 서브캐리어 간격 Δf=15kHz에 대해서만 정의될 수 있다.

[162] CSI-RS 전송을 위해 설정된 서브프레임 내에서, CSI-RS 시퀀스는 아래 수학식 12와 같이 각 안테나 포트(p) 상의 참조 심볼(reference symbol)로서 이용되는 복소 변조 심볼(complex-valued modulation symbol) a_k,l^(p)에 매핑된다.

[163] [수식12]

$$a_{k,l}^{(p)} = w_{l''} \cdot r_{l,n_s}(m')$$

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

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

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

$$l'' = 0,1$$

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

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

[164] 상기 수학식 12에서, (k',l')(여기서, k'는 자원 블록 내 부반송파 인덱스이고, l'는 슬롯 내 OFDM 심볼 인덱스를 나타낸다.) 및 n_s의 조건은 아래 표 3 또는 표 4와 같은 CSI-RS 설정(configuration)에 따라 결정된다.

[165] 표 3는 일반 CP에서 CSI-RS 구성으로부터 (k',l')의 매핑을 예시한다.

[166] [표3]

	CSI reference signal configuration	Number of CSI reference signals configured					
		1 or 2		4		8	
		(k',l')	$n_s \bmod 2$	(k',l')	$n_s \bmod 2$	(k',l')	$n_s \bmod 2$
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	(8,1)	1	(8,1)	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				

[167] 표 4는 확장 CP에서 CSI-RS 구성으로부터 (k',l')의 매핑을 예시한다.

[168] [표4]

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

[169] 표 3 및 표 4를 참조하면, CSI-RS의 전송에 있어서, 이종 네트워크(HetNet: heterogeneous network) 환경을 포함하여 멀티 셀 환경에서 셀간 간섭(ICI: inter-cell interference)을 줄이기 위하여 최대 32개(일반 CP 경우) 또는 최대 28개(확장 CP 경우)의 서로 다른 구성(configuration)이 정의된다.

[170] CSI-RS 구성은 셀 내의 안테나 포트의 개수 및 CP에 따라 서로 다르며, 인접한 셀은 최대한 서로 다른 구성을 가질 수 있다. 또한, CSI-RS 구성은 프레임 구조에 따라 FDD 프레임과 TDD 프레임에 모두 적용하는 경우와 TDD 프레임에만 적용하는 경우로 나눠질 수 있다.

[171] 표 3 및 표 4를 기반으로 CSI-RS 구성에 따라 (k',l') 및 n_s가 정해지고, 각 CSI-RS 안테나 포트에 따라 CSI-RS 전송에 이용하는 시간-주파수 자원이 결정된다.

[172] 도 8은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 참조 신호가 매핑되는 자원을 예시하는 도면이다. 특히, 도 8은 normal CP가 적용된 서브프레임 내에서

CSI-RS 안테나 포트가 1, 2, 4 또는 8개인 경우에 대한 CSI-RS 패턴들을 예시한다.

[173] 도 8(a)는 1개 또는 2개의 CSI-RS 안테나 포트들에 의한 CSI-RS 전송에 사용 가능한 20가지 CSI-RS 구성들을 나타낸 것이고, 도 8(b)는 4개의 CSI-RS 안테나 포트들에 의해 사용 가능한 10가지 CSI-RS 구성들을 나타낸 것이며, 도 8(c)는 8개의 CSI-RS 안테나 포트들에 의해 CSI-RS 전송에 사용 가능한 5가지 CSI-RS 구성들을 나타낸 것이다.

[174] 이와 같이, 각 CSI-RS 구성에 따라 CSI-RS가 전송되는 무선 자원(즉, RE 쌍)이 결정된다.

[175] 특정 셀에 대하여 CSI-RS 전송을 위해 1개 혹은 2개의 안테나 포트가 설정되면, 도 8(a)에 도시된 20가지 CSI-RS 구성들 중 설정된 CSI-RS 구성에 따른 무선 자원 상에서 CSI-RS가 전송된다.

[176] 마찬가지로, 특정 셀에 대하여 CSI-RS 전송을 위해 4개의 안테나 포트가 설정되면, 도 8(b)에 도시된 10가지 CSI-RS 구성들 중 설정된 CSI-RS 구성에 따른 무선 자원 상에서 CSI-RS가 전송된다. 또한, 특정 셀에 대하여 CSI-RS 전송을 위해 8개의 안테나 포트가 설정되면, 도 8(c)에 도시된 5가지 CSI-RS 구성들 중 설정된 CSI-RS 구성에 따른 무선 자원 상에서 CSI-RS가 전송된다.

[177] 2개의 안테나 포트 별(즉, {15,16}, {17,18}, {19,20}, {21,22})로 각각의 안테나 포트에 대한 CSI-RS는 동일한 무선 자원에 CDM되어 전송된다. 안테나 포트 15 및 16를 예를 들면, 안테나 포트 15 및 16에 대한 각각의 CSI-RS 복소 심볼은 동일하나, 서로 다른 직교 코드(예를 들어, 왈시 코드(walsh code)가 곱해져서 동일한 무선 자원에 매핑된다. 안테나 포트 15에 대한 CSI-RS의 복소 심볼에는 [1, 1]이 곱해지고, 안테나 포트 16에 대한 CSI-RS의 복소 심볼에는 [1 -1]이 곱해져서 동일한 무선 자원에 매핑된다. 이는 안테나 포트 {17,18}, {19,20}, {21,22}도 마찬가지이다.

[178] UE는 전송된 심볼에 곱해진 코드를 곱하여 특정 안테나 포트에 대한 CSI-RS를 검출할 수 있다. 즉, 안테나 포트 15에 대한 CSI-RS를 검출하기 위해서 곱해진 코드 [1 1]을 곱하고, 안테나 포트 16에 대한 CSI-RS를 검출하기 위해서 곱해진 코드 [1 -1]을 곱한다.

[179] 도 8(a) 내지 (c)를 참조하면, 동일한 CSI-RS 구성 인덱스에 해당하게 되면, 안테나 포트 수가 많은 CSI-RS 구성에 따른 무선 자원은 CSI-RS 안테나 포트 수가 적은 CSI-RS 구성에 따른 무선 자원을 포함한다. 예를 들어, CSI-RS 구성 0의 경우, 8개 안테나 포트 수에 대한 무선 자원은 4개 안테나 포트 수에 대한 무선 자원과 1 또는 2개의 안테나 포트 수에 대한 무선 자원을 모두 포함한다.

[180] 도 9는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 참조 신호가 매핑되는 자원을 예시하는 도면이다.

[181] 특히, 도 9는 extended CP가 적용된 서브프레임 내에서 CSI-RS 안테나 포트가 1, 2, 4 또는 8개인 경우에 대한 CSI-RS 패턴들을 나타낸다.

[182] 도 9(a)는 1개 또는 2개의 CSI-RS 안테나 포트들에 의한 CSI-RS 전송에 사용 가능한 16가지 CSI-RS 구성들을 나타낸 것이고, 도 8(b)는 4개의 CSI-RS 안테나 포트들에 의해 사용 가능한 8가지 CSI-RS 구성들을 나타낸 것이며, 도 8(c)는 8개의 CSI-RS 안테나 포트들에 의해 CSI-RS 전송에 사용 가능한 4가지 CSI-RS 구성들을 나타낸 것이다.

[183] 이와 같이, 각 CSI-RS 구성에 따라 CSI-RS가 전송되는 무선 자원(즉, RE 쌍)이 결정된다.

[184] 특정 셀에 대하여 CSI-RS 전송을 위해 1개 혹은 2개의 안테나 포트가 설정되면, 도 9(a)에 도시된 16가지 CSI-RS 구성들 중 설정된 CSI-RS 구성에 따른 무선 자원 상에서 CSI-RS가 전송된다.

[185] 마찬가지로, 특정 셀에 대하여 CSI-RS 전송을 위해 4개의 안테나 포트가 설정되면, 도 9(b)에 도시된 8가지 CSI-RS 구성들 중 설정된 CSI-RS 구성에 따른 무선 자원 상에서 CSI-RS가 전송된다. 또한, 특정 셀에 대하여 CSI-RS 전송을 위해 8개의 안테나 포트가 설정되면, 도 9(c)에 도시된 4가지 CSI-RS 구성들 중 설정된 CSI-RS 구성에 따른 무선 자원 상에서 CSI-RS가 전송된다.하나의 셀에서 복수의 CSI-RS 구성이 사용될 수 있다. 넌-제로 전력(NZP: non-zero power) CSI-RS는 0개 또는 1개 CSI-RS 구성만이 이용되고, 제로 전력(ZP: zero power) CSI-RS는 0개 또는 여러 개의 CSI-RS 구성이 이용될 수 있다.

[186] 상위 계층에 의해 설정되는 16 비트의 비트맵인 ZP CSI-RS(ZeroPowerCSI-RS)에서 1로 설정된 각 비트 별로, UE는 위의 표 3 및 표 4의 4개의 CSI-RS 열(column)에 해당하는 RE들에서(상위 계층에 의해 설정된 NZP CSI-RS를 가정하는 RE와 중복되는 경우를 제외) 제로 전송 전력을 가정한다. 최상위 비트(MSB: Most Significant Bit)는 가장 낮은 CSI-RS 구성 인덱스에 해당하고, 비트맵 내에서 그 다음의 비트는 순서대로 다음의 CSI-RS 구성 인덱스에 해당한다.

[187] CSI-RS는 위의 표 3 및 표 4에서 (n_s mod 2)의 조건을 만족하는 하향링크 슬롯 및 CSI-RS 서브프레임 구성을 만족하는 서브프레임에서만 전송된다.

[188] 프레임 구조 타입 2(TDD)의 경우, 스페셜 서브프레임, 동기 신호(SS), PBCH 또는 SIB 1(SystemInformationBlockType1) 메시지 전송과 충돌되는 서브프레임 또는 페이징 메시지 전송을 위해 설정된 서브프레임에서 CSI-RS는 전송되지 않는다.

[189] 또한, 안테나 포트 세트 S(S={15}, S={15,16}, S={17,18}, S={19,20} 또는 S={21,22}) 내 속하는 어떠한 안테나 포트에 대한 CSI-RS가 전송되는 RE는 PDSCH 또는 다른 안테나 포트의 CSI-RS 전송에 사용되지 않는다.

[190] CSI-RS 전송에 사용되는 시간-주파수 자원들은 데이터 전송에 사용될 수 없으므로, CSI-RS 오버헤드가 증가할수록 데이터 처리량(throughput)이 감소하게 된다. 이를 고려하여 CSI-RS는 매 서브프레임마다 전송되도록 구성되지 않고, 다수의 서브프레임에 해당하는 소정의 전송 주기마다 전송되도록 구성된다. 이

경우, 매 서브프레임마다 CSI-RS가 전송되는 경우에 비하여 CSI-RS 전송 오버헤드가 많이 낮아질 수 있다.

[191] CSI-RS 전송을 위한 서브프레임 주기(이하, 'CSI 전송 주기'로 지칭함)(T_CSI-RS) 및 서브프레임 오프셋(Δ_CSI-RS)은 아래 표 5과 같다.

[192] 표 5은 CSI-RS 서브프레임 구성을 예시한다.

[193] [표5]

CSI-RS-SubframeConfig I_{CSI-RS}	CSI-RS periodicity T_{CSI-RS} (subframes)	CSI-RS subframe offset Δ_{CSI-RS} (subframes)
0 - 4	5	I_{CSI-RS}
5 - 14	10	$I_{CSI-RS}-5$
15 - 34	20	$I_{CSI-RS}-15$
35 - 74	40	$I_{CSI-RS}-35$
75 - 154	80	$I_{CSI\ RS}-75$

[194] 표 5을 참조하면, CSI-RS 서브프레임 구성(I_CSI-RS)에 따라 CSI-RS 전송 주기(T_CSI-RS) 및 서브프레임 오프셋(Δ_CSI-RS)이 결정된다.

[195] 표 5의 CSI-RS 서브프레임 구성은 앞서 'SubframeConfig' 필드 및 'zeroTxPowerSubframeConfig' 필드 중 어느 하나로 설정될 수 있다. CSI-RS 서브프레임 구성은 NZP CSI-RS 및 ZP CSI-RS에 대하여 개별적으로(separately) 설정될 수 있다.

[196] CSI-RS를 포함하는 서브프레임은 아래 수학식 13을 만족한다.

[197] [수식13]

$$(10n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - \Delta_{CSI-RS}) \bmod T_{CSI-RS} = 0$$

[198] 수학식 13에서 T_CSI-RS는 CSI-RS 전송 주기, Δ_CSI-RS는 서브프레임 오프셋 값, n_f는 시스템 프레임 넘버, n_s는 슬롯 넘버를 의미한다.

[199] 서빙 셀에 대해 전송 모드 9(transmission mode 9)가 설정된 UE의 경우, UE는 하나의 CSI-RS 자원 구성이 설정될 수 있다. 서빙 셀에 대해 전송 모드 10(transmission mode 10)이 설정된 UE의 경우, UE는 하나 또는 그 이상의 CSI-RS 자원 구성(들)이 설정될 수 있다.

[200] 현재 LTE 표준에서 CSI-RS 구성은 안테나 포트 개수(antennaPortsCount), 서브프레임 구성(subframeConfig), 자원 구성(resourceConfig) 등으로 구성되어 있어, CSI-RS가 몇 개의 안테나 포트에서 전송되는지, CSI-RS가 전송될 서브프레임의 주기 및 오프셋이 어떻게 되는지, 그리고 해당 서브프레임에서 어떤 RE 위치(즉, 주파수와 OFDM 심볼 인덱스)에서 전송되는지 알려준다.

[201] 구체적으로 각 CSI-RS (자원) 구성을 위한 아래와 같이 파라미터가 상위 계층 시그널링을 통해 설정된다.

[202] - 전송 모드 10이 설정된 경우, CSI-RS 자원 구성 식별자

[203] - CSI-RS 포트 개수(antennaPortsCount): CSI-RS 전송을 위해 사용되는 안테나

포트의 개수를 나타내는 파라미터(예를 들어, 1 CSI-RS 포트, 2 CSI-RS 포트, 4 CSI-RS 포트, 8 CSI-RS 포트)

[204] - CSI-RS 구성(resourceConfig) (표 3 및 표 4 참조): CSI-RS 할당 자원 위치에 관한 파라미터

[205] - CSI-RS 서브프레임 구성(subframeConfig, 즉 I_CSI-RS) (표 5 참조): CSI-RS가 전송될 서브프레임 주기 및/또는 오프셋에 관한 파라미터

[206] - 전송 모드 9가 설정된 경우, CSI 피드백을 위한 전송 파워(P_C): 피드백을 위한 참조 PDSCH 전송 파워에 대한 UE의 가정과 관련하여, UE가 CSI 피드백을 도출하고 1 dB 단계 크기로 [-8, 15] dB 범위 내에서 값을 취할 때, P_C는 PDSCH RE 당 에너지(EPRE: Energy Per Resource Element)와 CSI-RS EPRE의 비율로 가정된다.

[207] - 전송 모드 10이 설정된 경우, 각 CSI 프로세스에 대하여 CSI 피드백을 위한 전송 파워(P_C). CSI 프로세스에 대하여 CSI 서브프레임 세트들 C_CSI,0 및 C_CSI,1가 상위 계층에 의해 설정되면, P_C는 CSI 프로세스의 각 CSI 서브프레임 세트 별로 설정된다.

[208] - 임의 랜덤(pseudo-rnadom) 시퀀스 발생기 파라미터(n_ID)

[209] - 전송 모드 10이 설정된 경우, QCL(QuasiCo-Located) 타입 B UE 가정을 위한 QCL 스크램블링 식별자(qcl-ScramblingIdentity-r11), CRS 포트 카운트(crs-PortsCount-r11), MBSFN 서브프레임 설정 리스트(mbsfn-SubframeConfigList-r11) 파라미터를 포함하는 상위 계층 파라미터('qcl-CRS-Info-r11')

[210] UE가 도출한 CSI 피드백 값이 [-8, 15] dB 범위 내의 값을 가질 때, P_C는 CSI-RS EPRE에 대한 PDSCH EPRE의 비율로 가정된다. 여기서, PDSCH EPRE는 CRS EPRE에 대한 PDSCH EPRE의 비율이 ρ_A인 심볼에 해당한다.

[211] 서빙 셀의 동일한 서브프레임에서 CSI-RS와 PMCH이 함께 설정되지 않는다.

[212] 프레임 구조 타입 2에서 4개의 CRS 안테나 포트가 설정된 경우, UE는 일반 CP의 경우 [20-31] 세트(표 3 참조) 또는 확장 CP의 경우 [16-27] 세트(표 4 참조)에 속하는 CSI-RS 구성 인덱스가 설정되지 않는다.

[213] UE는 CSI-RS 자원 구성의 CSI-RS 안테나 포트가 지연 확산(delay spread), 도플러 확산(Doppler spread), 도플러 쉬프트(Doppler shift), 평균 이득(average gain) 및 평균 지연(average delay)에 대하여 QCL 관계를 가진다고 가정할 수 있다.

[214] 전송 모드 10 그리고 QCL 타입 B가 설정된 UE는 CSI-RS 자원 구성에 해당하는 안테나 포트 0-3과 CSI-RS 자원 구성에 해당하는 안테나 포트 15-22가 도플러 확산(Doppler spread), 도플러 쉬프트(Doppler shift)에 대하여 QCL 관계라고 가정할 수 있다.

[215] 전송 모드 1-9가 설정된 UE의 경우, 서빙 셀에 대하여 UE는 하나의 ZP CSI-RS 자원 구성이 설정될 수 있다. 전송 모드 10이 설정된 UE의 경우, 서빙 셀에

대하여 UE는 하나 또는 그 이상의 ZP CSI-RS 자원 구성이 설정될 수 있다.

[216] 상위 계층 시그널링을 통해 ZP CSI-RS 자원 구성을 위한 아래와 같은 파라미터가 설정될 수 있다.

[217] - ZP CSI-RS 구성 리스트(zeroTxPowerResourceConfigList) (표 3 및 표 4 참조): 제로-파워 CSI-RS 구성에 관한 파라미터

[218] - ZP CSI-RS 서브프레임 구성(eroTxPowerSubframeConfig, 즉 I_CSI-RS) (표 5 참조): 제로-파워 CSI-RS가 전송되는 서브프레임 주기 및/또는 오프셋에 관한 파라미터

[219] 서빙 셀의 동일한 서브프레임에서 ZP CSI-RS와 PMCH가 동시에 설정되지 않는다.

[220] 전송 모드 10이 설정된 UE의 경우, 서빙 셀에 대하여 하나 또는 그 이상의 CSI-IM(Channel-State Information - Interference Measurement) 자원 구성이 설정될 수 있다.

[221] 상위 계층 시그널링을 통해 각 CSI-IM 자원 구성을 위한 아래와 같은 파라미터가 설정될 수 있다.

[222] - ZP CSI-RS 구성 (표 3 및 표 4 참조)

[223] - ZP CSI RS 서브프레임 구성(I_CSI-RS) (표 5 참조)

[224] CSI-IM 자원 구성은 설정된 ZP CSI-RS 자원 구성 중 어느 하나와 동일하다.

[225] 서빙 셀의 동일한 서브프레임 내 CSI-IM 자원과 PMCH가 동시에 설정되지 않는다.

[226]

[227] 매시브 MIMO(Massive MIMO)

[228] 다수의 안테나를 가지는 MIMO 시스템을 매시브 MIMO(Massive MIMO) 시스템으로 지칭할 수 있으며, 스펙트럼 효율(spectral efficiency), 에너지 효율(energy efficiency), 프로세싱 복잡도(processing complexity)를 향상 시키기 위한 수단으로써 주목 받고 있다.

[229] 최근 3GPP에서는 미래의 이동 통신 시스템의 스펙트럼 효율성에 대한 요구사항을 만족시키기 위하여 매시브 MIMO 시스템에 대한 논의가 시작되었다. 매시브 MIMO는 전-차원 MIMO(FD-MIMO: Full-Dimension MIMO)로도 지칭된다.

[230] LTE 릴리즈(Rel: release)-12 이후의 무선 통신 시스템에서는 능동 안테나 시스템(AAS: Active Antenna System)의 도입이 고려되고 있다.

[231] 신호의 위상 및 크기를 조정할 수 있는 증폭기와 안테나가 분리되어 있는 기존의 수동 안테나 시스템과 달리, AAS는 각각의 안테나가 증폭기와 같은 능동 소자를 포함하도록 구성된 시스템을 의미한다.

[232] AAS는 능동 안테나 사용에 따라 증폭기와 안테나를 연결하기 위한 별도의 케이블, 커넥터, 기타 하드웨어 등이 필요하지 않고, 따라서 에너지 및 운용 비용 측면에서 효율성이 높은 특징을 갖는다. 특히, AAS는 각 안테나 별 전자식 빔

제어(electronic beam control) 방식을 지원하기 때문에 빔 방향 및 빔 폭을 고려한 정교한 빔 패턴 형성 또는 3차원 빔 패턴을 형성하는 등의 진보된 MIMO 기술을 가능하게 한다.

[233] AAS 등의 진보된 안테나 시스템의 도입으로 다수의 입출력 안테나와 다차원 안테나 구조를 갖는 대규모 MIMO 구조 또한 고려되고 있다. 일례로, 기존의 일자 형 안테나 배열과 달리 2차원(2D: 2-Dimension) 안테나 배열을 형성할 경우, AAS의 능동 안테나에 의해 3차원 빔 패턴을 형성할 수 있다.

[234] 도 10은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서, 64개의 안테나 요소(antenna elements)를 가지는 2차원 능동 안테나 시스템을 예시한다.

[235] 도 10에서는 일반적인 2차원(2D: 2 Dimension) 안테나 배열을 예시하고 있으며, 도 9와 같이 N_t=N_v * N_h개의 안테나가 정방형의 모양을 갖는 경우를 고려할 수 있다. 여기서, N_h는 수평 방향으로 안테나 열의 개수를 N_v는 수직 방향으로 안테나 행의 개수를 나타낸다.

[236] 이러한 2D 구조의 안테나 배열을 이용하면, 3차원 공간에서 전송 빔을 제어할 수 있도록 무선 파장(radio wave)이 수직 방향(고도(elevation)) 및 수평 방향(방위각(azimuth))으로 모두 제어될 수 있다. 이러한 타입의 파장 제어 메커니즘을 3차원 빔포밍으로 지칭할 수 있다.

[237] 도 11은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 기지국 또는 단말이 AAS 기반의 3D(3-Dimension) 빔 형성이 가능한 다수의 송/수신 안테나를 갖고 있는 시스템을 예시한다.

[238] 도 11은 앞서 설명한 예를 도식화한 것으로서, 2차원 안테나 배열(즉, 2D-AAS)를 이용한 3D MIMO 시스템을 예시한다.

[239] 송신 안테나 관점에서 상기 3차원 빔 패턴을 활용할 경우, 빔의 수평 방향뿐만 아니라 수직 방향으로의 준-정적 또는 동적인 빔 형성을 수행할 수 있으며 일례로 수직 방향의 섹터 형성 등의 응용을 고려할 수 있다.

[240] 또한, 수신 안테나 관점에서는 대규모 수신 안테나를 활용하여 수신 빔을 형성할 때, 안테나 배열 이득(antenna array gain)에 따른 신호 전력 상승 효과를 기대할 수 있다. 따라서, 상향링크의 경우, 기지국이 다수의 안테나를 통해 단말로부터 전송되는 신호를 수신할 수 있으며, 이때 단말은 간섭 영향을 줄이기 위해 대규모 수신 안테나의 이득을 고려하여 자신의 송신 전력을 매우 낮게 설정할 수 있는 장점이 있다.

[241] 도 12는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 교차 편파(cross polarization)를 가지는 2차원 안테나 시스템을 예시한다.

[242] 편파(Polarization)를 고려한 2D 평면 배열 안테나(planar antenna array) 모델의 경우, 도 11과 같이 도식화할 수 있다.

[243] 수동적 안테나(passive antenna)에 따른 기존의 MIMO 시스템과 달리, 능동 안테나에 기반한 시스템은 각 안테나 요소에 부착된(또는 포함된) 능동 소자(예를 들어, 증폭기)에 가중치를 적용함으로써 안테나 요소의 이득(gain)을

동적으로 조절할 수 있다. 방사 패턴(radiation pattern)은 안테나 요소의 개수, 안테나 간격(spacing) 등과 같은 안테나 배치(arrangement)에 의존하므로, 안테나 시스템은 안테나 요소 레벨에서 모델링될 수 있다.

[244] 도 12의 예시와 같은 안테나 배열 모델을 (M, N, P)로 나타낼 수 있으며, 이는 안테나 배열 구조를 특징 짓는 파라미터에 해당된다.

[245] M은 각 열(즉, 수직 방향에서)에서 같은 편파(polarization)를 가지고 있는 안테나 요소(antenna element)의 개수(즉, 각 열에서 +45°경사(slant)를 가지고 있는 안테나 요소의 개수 또는 각 열에서 -45°경사(slant)를 가지고 있는 안테나 요소의 개수)를 나타낸다.

[246] N은 수평 방향의 열의 개수(즉, 수평 방향에서 안테나 요소의 개수)를 나타낸다.

[247] P는 편파(polarization)의 차원(dimension)의 개수를 나타낸다. 도 11의 경우와 같이 교차 편파(cross polarization)의 경우 P=2이나, 동일 편파(co-polarization)의 경우 P=1이다.

[248] 안테나 포트(antenna port)는 물리적 안테나 요소(physical antenna element)로 매핑될 수 있다. 안테나 포트(antenna port)는 해당 안테나 포트와 관련된 참조 신호에 의해 정의될 수 있다. 예를 들어, LTE 시스템에서 안테나 포트 0는 CRS(Cell-specific Reference Signal)와 관련되고, 안테나 포트 6는 PRS(Positioning Reference Signal)와 관련될 수 있다.

[249] 일례로, 안테나 포트와 물리적 안테나 요소 간은 일대일 매핑될 수 있다. 단일의 교차 편파(cross polarization) 안테나 요소가 하향링크 MIMO 또는 하향링크 전송 다이버시티를 위해 사용되는 경우 등이 이에 해당될 수 있다. 예를 들어, 안테나 포트 0는 하나의 물리적 안테나 요소에 매핑되는 반면, 안테나 포트 1은 다른 물리적 안테나 요소에 매핑될 수 있다. 이 경우, 단말 입장에서는, 2개의 하향링크 전송이 존재한다. 하나는 안테나 포트 0을 위한 참조 신호와 관련되고, 또 다른 하나는 안테나 포트 1을 위한 참조 신호와 관련된다.

[250] 다른 일례로, 단일의 안테나 포트는 다중의 물리적 안테나 요소에 매핑될 수 있다. 빔포밍(beamforming)을 위해 사용되는 경우 등이 이에 해당될 수 있다. 빔포밍은 다중의 물리적 안테나 요소를 이용함으로써, 하향링크 전송이 특정 단말에게 향하도록 할 수 있다. 일반적으로 다중의 교차 편파(cross polarization) 안테나 요소의 다중의 열(column)로 구성되는 안테나 배열(antenna array)를 사용하여 이를 달성할 수 있다. 이 경우, 단말 입장에서는, 단일의 안테나 포트로부터 발생된 단일의 하향링크 전송이 존재한다. 하나는 안테나 포트 0을 위한 CRS와 관련되고, 또 다른 하나는 안테나 포트 1을 위한 CRS와 관련된다.

[251] 즉, 안테나 포트는 기지국에서 물리적 안테나 요소로부터 전송된 실제 하향링크 전송이 아닌 단말 입장에서의 하향링크 전송을 나타낸다.

[252] 다른 일례로, 다수의 안테나 포트가 하향링크 전송을 위해 사용되나, 각 안테나 포트는 다중의 물리적 안테나 요소에 매핑될 수 있다. 이 경우는 안테나 배열이

하향링크 MIMO 또는 하향링크 다이버시티를 위해 사용되는 경우 등이 이에 해당될 수 있다. 예를 들어, 안테나 포트 0 및 1은 각각 다중의 물리적 안테나 요소에 매핑될 수 있다. 이 경우, 단말 입장에서는, 2개의 하향링크 전송이 존재한다. 하나는 안테나 포트 0을 위한 참조 신호와 관련되고, 또 다른 하나는 안테나 포트 1을 위한 참조 신호와 관련된다.

[253] FD-MIMO 에서는, 데이터 스트림의 MIMO 프리코딩은 안테나 포트 가상화, 트랜스시버 유닛(또는 송수신 유닛)(TXRU: transceiver unit) 가상화, 안테나 요소 패턴을 거칠 수 있다.

[254] 안테나 포트 가상화는 안테나 포트 상의 스트림이 TXRU 상에서 프리코딩된다. TXRU 가상화는 TXRU 신호가 안테나 요소 상에서 프리코딩된다. 안테나 요소 패턴은 안테나 요소로부터 방사되는 신호는 방향성의 이득 패턴(directional gain pattern)을 가질 수 있다.

[255] 기존의 송수신기(transceiver) 모델링에서는, 안테나 포트와 TXRU 간의 정적인 일대일 매핑이 가정되고, TXRU 가상화 효과는 TXRU 가상화 및 안테나 요소 패턴의 효과 모두를 포함하는 정적인 (TXRU) 안테나 패턴으로 합쳐진다.

[256] 안테나 포트 가상화는 주파수-선택적인 방법으로 수행될 수 있다. LTE에서 안테나 포트는 참조 신호(또는 파일럿)와 함께 정의된다. 예를 들어, 안테나 포트 상에서 프리코딩된 데이터 전송을 위해, DMRS가 데이터 신호와 동일한 대역폭에서 전송되고, DMRS와 데이터 모두 동일한 프리코더(또는 동일한 TXRU 가상화 프리코딩)로 프리코딩된다. CSI 측정을 위해 CSI-RS는 다중의 안테나 포트를 통해 전송된다. CSI-RS 전송에 있어서, 단말에서 데이터 프리코딩 벡터를 위한 TXRU 가상화 프리코딩 행렬을 추정할 수 있도록 CSI-RS 포트와 TXRU 간의 매핑을 특징짓는 프리코더는 고유한 행렬로 설계될 수 있다.

[257] TXRU 가상화 방법은 1차원 TXRU 가상화(1D TXRU virtualization)와 2차원 TXRU 가상화(2D TXRU virtualization)이 논의되며, 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 설명한다.

[258] 도 13은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 트랜스시버 유닛 모델을 예시한다.

[259] 1D TXRU 가상화에 있어서, M_TXRU 개의 TXRU은 동일한 편파(polarization)을 가지는 단일의 열(column) 안테나 배열로 구성되는 M개의 안테나 요소와 관련된다.

[260] 2D TXRU 가상화에 있어서, 앞서 도 12의 안테나 배열 모델 구성 (M, N, P)에 상응하는 TXRU 모델 구성은 (M_TXRU, N, P)로 나타낼 수 있다. 여기서, M_TXRU는 2D 같은 열, 같은 편파(polarization)에 존재하는 TXRU의 개수를 의미하며, $M_TXRU \leq M$을 항상 만족한다. 즉, TXRU의 총 개수는 $M_TXRU \times N \times P$와 같다.

[261] TXRU 가상화 모델은 안테나 요소와 TXRU와의 상관 관계에 따라 도 13(a)와 같이 TXRU 가상화(virtualization) 모델 옵션-1: 서브-배열 분할 모델(sub-array

partition model)과 도 13(b)와 같이 TXRU 가상화 모델 옵션-2: 전역 연결(full-connection) 모델로 구분될 수 있다.

[262] 도 13(a)를 참조하면, 서브-배열 분할 모델(sub-array partition model)의 경우, 안테나 요소는 다중의 안테나 요소 그룹으로 분할되고, 각 TXRU는 그룹 중 하나와 연결된다.

[263] 도 13(b)를 참조하면, 전역 연결(full-connection) 모델의 경우, 다중의 TXRU의 신호가 결합되어 단일의 안테나 요소(또는 안테나 요소의 배열)에 전달된다.

[264] 도 13에서 q는 하나의 열(column) 내 M개의 같은 편파(co-polarized)를 가지는 안테나 요소들의 송신 신호 벡터이다. w는 광대역 TXRU 가상화 가중치 벡터(wideband TXRU virtualization weight vector)이며, W는 광대역 TXRU 가상화 가중치 행렬(wideband TXRU virtualization weight matrix)이다. x는 M_TXRU 개의 TXRU들의 신호 벡터이다.

[265] 여기서, 안테나 포트와 TXRU들과의 매핑은 일대일(1-to-1) 또는 일대다(1-to-many)일 수 있다.

[266] 도 13에서 TXRU와 안테나 요소 간의 매핑(TXRU-to-element mapping)은 하나의 예시를 보여주는 것일 뿐이고, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 하드웨어 관점에서 이 밖에 다양한 형태로 구현될 수 있는 TXRU와 안테나 요소 간의 매핑에도 본 발명이 동일하게 적용될 수 있다.

[267]

[268] **일반/특별 서브 프레임에서의 CSI-RS 전송 방법**

[269] TDD 시스템에서는 앞서 도 1과 관련하여 상술한 바와 같이 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(GP: Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot Time Slot), 이렇게 3가지의 필드들로 구성되는 특별 서브 프레임(special subframe)이 존재한다. 특별 서브 프레임에 포함되는 각 필드의 길이는 특별 서브 프레임의 구성(configuration)에 따라 다양하게 설정될 수 있다. 레가시 LTE 표준에서는 이러한 특별 서브 프레임(특히, 특별 서브 프레임의 DwPTS 영역/필드)에서의 CSI-RS의 전송이 허용되지 않았다.

[270] 그러나, 최근 EB/FD-MIMO 표준화 논의를 통해, 특별히 서브 프레임 구성 '0'에서는, 16포트의 CSI-RS의 매핑이 불가능함(즉 특정 UL/DL 구성에서는 8포트 이상의 CSI-RS를 전송하는 것이 불가능함)(In Subframe 0, it's not possible to map 16 ports CSI-RS, meaning that in some UL/DL configurations it's not possible to transmit CSI-RS ports>8.")을 동기/이유로, 특별 서브 프레임에서의 CSI-RS 전송을 허용하는 것으로 논의되었다. 그 결과, 차세대 LTE 시스템에서는, DwPTS 영역에서의 2/4/8/12/16 포트들을 이용한 ZP 및 NZP CSI-RS 전송을 지원하는 것으로 결정되었다. 보다 상세하게는, 8포트 이상의 CSI-RS 전송이 EB/FD-MIMO 동작을 위해 필요하므로, TDD 방식에서 CSI-RS의 전송이 DwPTS에서도 가능하도록 허용함으로써 8포트 이상의 포트를 이용한 CSI-RS 전송이 최소한 DwPTS를 통해서는 가능하게 되었다. 이에 대한 구체적인

실시예로서 도 14와 같은 CSI-RS 패턴이 제안된 바 있다.

[271] 도 14는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 CSI-RS가 매핑되는 특별 서브 프레임의 자원을 예시하는 도면이다. 특히, 도 14는 일반 순환 전치가 적용된 특별 서브프레임 내에서 CSI-RS 안테나 포트가 1, 2, 4 또는 8개인 경우에 대한 CSI-RS 패턴들을 예시한다.

[272] 특별 서브 프레임에 매핑되는 CSI-RS 패턴은, 일반 서브 프레임에 매핑되는 레가시 CSI-RS 패턴을 기초로(또는 재이용한 형태로) 디자인될 수 있으며, 예를 들어, 도 14에 도시한 바와 같이, 레가시 CSI-RS 패턴이 시간-이동(time-shifted)된 형태로 디자인될 수 있다. 도 14에서 제안된 CSI-RS 패턴 외에도, DwPTS에 매핑되는 CSI-RS 패턴(즉, CSI-RS가 전송/매핑되는 RE)이 다양하게 디자인/제안될 수 있다.

[273] 현재 표준에서의 RRC 시그널링에 의한 CSI-RS 자원 정보는 다음과 같은 형태로 제공될 수 있다.

[274]

```
CSI-RS-ConfigNZP

The IE CSI-RS-ConfigNZP is the CSI-RS resource configuration using non-zero power
transmission that E-UTRAN may configure on a serving frequency.

                              CSI-RS-ConfigNZP rmation elements
-- ASN1STA
CSI-RS-ConfigNZP-r11 ::=      SEQUENCE {
     csi-RS-ConfigNZPId-r11                CSI-RS-ConfigNZPId-r11,
     antennaPortsCount-r11              ENUMERATED an1, an2, an4, an8},
     resourceConfig-r11                    INTEGER (0..31),
     subframeConfig-r11                    INTEGER (0..154),
     scramblingIdentity-r11                INTEGER (0..503),
     qcl-CRS-Info-r11                      SEQUENCE {
          qcl-ScramblingIdentity-r11       INTEGER (0..503),
          crs-PortsCount-r11                     ENUMERATED n1, n2, n4, spare1},
          mbsfn-SubframeConfigList-r11     CHOICE {
                    release                                    NULL,
                    setup                                SEQUENCE {
                         subframeConfigList                    MBSFN-SubframeConfigList
                    }

          }
OPTIONAL  -- Need ON

     }
OPTIONAL, -- Need OR

     ...
}
-- ASN1STOP
```

[275] 여기서, ‘antennaPortsCount’는 CSI-RS의 포트 개수 정보, ‘resourceConfig’는 도 14에서의 예시와 같이 CSI-RS가 매핑/전송되는 서브 프레임 내 자원 요소의 위치(즉, 특정 CSI-RS 패턴)를 지시하는 인덱스 값(파라미터 (값)이라 지칭 가능), ‘subframeConfig’는 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임의 전송 주기 및 오프셋 정보를 각각 지시한다. 특히, ‘subframeConfig’는 위에서와 같이 INTEGER (0..154)의 범위로 설계하게 되면, 앞서 상술한 표 5와 같이, CSI-RS의 전송 주기와 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임의 오프셋이 함께 joint encoding된 형태로 단말에게 설정이 가능하다.

[276] 이때, 만일 이러한 표 5에 기초하여 CSI-RS 전송이 설정된다고 가정했을 때,

특별 서브 프레임을 통한 CSI-RS 전송이 허용되면, 단말의 CSI-RS 수신 동작에 있어 모호함(ambiguity)이 발생할 수 있다.

[277] 예를 들어, CSI-RS의 전송 주기가 5ms로 설정되고, TDD 시스템에서의 상향링크-하향링크 구성(이하, 'UL/DL 구성'이라 지칭)(표 1 참조)이 3, 4 또는 5로 설정된 경우를 가정해볼 수 있다. 이 경우, CSI-RS는 하나의 무선 프레임 내에서 총 2번 전송되게 되는데, 한 번은 특별 서브 프레임(서브 프레임 #1), 나머지 한 번은 일반 서브 프레임(서브 프레임 #6)을 통해 교대로 전송된다(표 1 참조). 이때 만일, 서브 프레임 타입에 따라 CSI-RS가 매핑/전송되는 자원(또는 자원 요소)의 위치가 상이한 경우, 단말이 현재 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임의 타입을 알지 못하면 CSI-RS 자원의 정확한 위치를 알 수 없다는 모호함/문제점이 발생하게 된다.

[278] 따라서, 본 명세서에서는 이러한 모호함/문제점을 해결하기 위해 아래와 같은 3가지 해결 방법을 제안하기로 한다.

[279]

[280] 1. 제1 실시예 - 상술한 문제점이 발생하지 않도록 제한을 설정하는 방법

[281] 제1 실시예로서, 앞서 상술한 모호함/문제점이 발생하지 않도록 제한이 설정될 수 있다.

[282] 일 예로서, 단말은 상술한 모호함/문제점이 발생할 수 있는 상황을 기대하지 않도록 설정될 수 있다. 즉, 단말은 하나의 무선 프레임 내에서 서로 다른 타입의 서브 프레임을 통해 CSI-RS가 교대로 전송될 것이 예상되는 경우(즉, CSI-RS 전송 주기가 5ms이고(또는 I_CSI-RS가 0~4로 설정), TDD UL-DL 구성이 3, 4 또는 5로 설정된 경우), 이에 대한 단말의 대응 동작이 명시적으로 정의되지 않을 수 있다. 그 결과, 상기 모호함/문제점이 발생할 수 있는 상황에서, 단말의 어떠한 동작도 보장되지 않을 수 있다.

[283] 또는, 애초에 상술한 모호함/문제점이 발생하지 않도록 단말의 동작을 명확히 정의할 수도 있다.

[284] 예를 들어, TDD 시스템에서 UL-DL 구성 0, 1, 2 및 6에 대해서는 상술한 표 5를 그대로 적용하되, UL-DL 구성 3, 4 및 5에 대해서는 표 5에서 5ms 주기가 빠진 상태로 새롭게 디자인된 이하의 표 6을 적용하도록 할 수 있다.

[285] [표6]

CSI-RS-SubframeConfig I_{CSI-RS}	CSI-RS periodicity T_{CSI-RS} (subframes)	CSI-RS subframe offset Δ_{CSI-RS} (subframes)
5 - 14	10	$I_{CSI-RS}-5$
15 - 34	20	$I_{CSI-RS}-15$
35 - 74	40	$I_{CSI-RS}-35$
75 - 154	80	$I_{CSI-RS}-75$

[286] 표 6은 설명의 편의상 레가시 LTE 시스템에서 적용되던 표 5에서 5ms 주기와

관련된 행을 삭제한 형태로 예시하였으나, I_CSI-RS의 인덱스를 '0'부터 재인덱싱 하는 형태로 재구성될 수 있음은 자명하다.

[287] 즉, 앞서 상술한 바와 같이, 하나의 무선 프레임 내에서 CSI-RS가 서로 다른 서브 프레임 타입을 통해 교대로 전송될 수 있는 상황이 발생할 수 있는 UL-DL 구성 3, 4 및 5에 대해서는, 애초에 CSI-RS의 전송 주기가 5ms가 되지 않도록 정의할 수 있다. 그 결과, 하나의 무선 프레임 내에서 CSI-RS가 서로 다른 서브 프레임 타입을 통해 교대로 전송되는 상황을 피할 수 있다.

[288] 이는, 레가시 시스템에서의 표 5를 그대로 적용하되, I_CSI-RS가 0 내지 4(즉, CSI-RS 전송 주기가 5ms)는 단말에 설정되지 않는다는 제한이 부여된 것으로 해석될 수 있다. 또는, 이는, CSI-RS 전송 주기가 5ms로 설정될 수 없도록 새롭게 디자인된 표 6를 새롭게 적용하는 것으로 해석될 수도 있다. 따라서, I_CSI-RS가 0 내지 4는 시그널링 가능한 범위에서 삭제되거나, 시그널링되어 단말로 전송더라도 단말이 이를 무시하도록 설정될 수 있다.

[289]

[290] 2. 제2 실시예 - 서브 프레임 타입별 우선권을 부여하는 방법

[291] 제2 실시예로서, 위와 같은 모호함/문제점이 발생할 때, 특별 서브 프레임(또는 DwPTS)에 일반 서브 프레임보다 높은 우선 순위를 부여하여, 특별 서브 프레임에서의 CSI-RS 전송만 유효한 것으로 단말이 인식하도록 정의/설정할 수 있다. 다시 말해, 단말이 특별 서브 프레임(또는 DwPTS)에서의 CSI-RS 전송 관련 설정을 받고(RRC 시그널링을 통해), 기지국으로부터 전송될 CSI-RS가 적어도 일부라도 일반 서브 프레임에서 전송될 수 있는 설정이 제공된 경우(예를 들어, 'subframeConfig' 등의 설정 정보를 통해 하나의 무선 프레임 내에 특별 서브 프레임뿐 아니라 일반 서브 프레임에도 CSI-RS가 전송되도록 설정된 경우)(즉, 앞서 상술한 모호함/문제점이 발생한 상황에서), 단말은 일반 서브 프레임에서의 CSI-RS 전송을 무시하고 해당 CSI-RS를 측정하지 않도록 설정될 수 있다. 다시 말하면, 하나의 무선 프레임 내에서 CSI-RS가 특별 서브 프레임 및 일반 서브 프레임을 통해 교차로 전송되는 경우, 단말은 특별 서브 프레임을 통해 전송된 CSI-RS만 유효한 것으로 판단하여 해당 CSI-RS만 측정하도록 설정될 수 있다.

[292] 또는 반대로, 상기와 같은 상황에서 단말은 일반 서브 프레임에서의 CSI-RS 전송만 유효한 것으로 판단하여 해당 CSI-RS만 측정하도록 설정/정의될 수 있다. 즉, 본 실시예는 상술한 모호함/문제점이 발생한 상황에서 단말이 실질적으로 레가시 동작으로 돌아가서 CSI-RS를 측정하는 것으로 볼 수 있다. 이 경우, 단말은 'resourceConfig'와 같은 CSI-RS 전송 자원 요소의 위치 정보를 일반 서브 프레임에 대한 정보로서 해석하며, 특별 서브 프레임(또는 DwPTS)에서의 CSI-RS는 수신하지 않는다. 따라서, 본 실시예는, 일종의 모호함/문제점이 발생할 수 있는 특정 상황(또는 misconfiguration 상황)에 대해, 단말이 레가시 동작으로의 회귀를 우선시하도록 설정하는 방법으로 볼 수 있다.

[293]

[294] 3. 제3 실시예 - 상술한 모호함/문제점의 발생을 허용하되, 이때의 단말 동작을 새롭게 정의하는 방법

[295] 제3 실시예로서, 앞서 상술한 모호함/문제점이 발생할 수 있는 설정(예를 들어, 하나의 무선 프레임 내에서 CSI-RS가 특별 서브 프레임 및 일반 서브 프레임을 통해 교대로 전송되도록 설정)을 허용하되, 이러한 설정에서의 단말의 동작을 새롭게 정의함으로써 상술한 모호함/문제점을 해결할 수 있다.

[296] 즉, 상기와 같은 모호함/문제점이 발생할 수 있는 상황이 설정된 경우(예를 들어, CSI-RS 전송 주기가 5ms이고(또는 I_CSI-RS가 0~4로 설정), TDD UL-DL 구성이 3, 4 또는 5로 설정된 경우), 단말은 특별 서브 프레임(또는 DwPTS)에서 전송되는 CSI-RS에 관한 설정(또는 CSI-RS 자원 정보)과 일반 서브 프레임에서 전송되는 CSI-RS에 관한 설정(또는 CSI-RS 자원 정보)을 서로 다르게 해석하도록 설정될 수 있다. 다시 말하면, 단말은 기지국으로부터 수신한 CSI-RS 자원에 관한 CSI-RS 정보를 서브 프레임 타입별로 서로 다르게 해석하도록 설정될 수 있다.

[297] 이를 위해, 특별 서브 프레임(또는 DwPTS)에 매핑되는 CSI-RS 패턴/구성을 지시하는 정보가 레가시 CSI-RS 구성/패턴을 지시하는 표 3에 새로운 열(column)로 삽입되어, 아래와 같은 표 7로 새롭게 정의될 수 있다. 표 3 및 표 7은 모두 일반 순환 전치가 적용된 서브 프레임에서의 CSI-RS 패턴/구성을 지시하는 표에 해당한다. 표 7에서 새롭게 추가된 열은 앞서 상술한 도 14의 CSI-RS 구성/패턴을 중심으로 작성하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[298] [표7]

	CSI reference signal configuration	Number of CSI reference signals configured											
		1 or 2				4				8			
		Normal Subframe		DwPTS with length 11, 12		Normal subframe		DwPTS with length 11, 12		Normal subframe		DwPTS with length 11, 12	
		(k',l')	$n_s \bmod 2$	(k',l')	$n_s \bmod 2$	(k',l')	$n_s \bmod 2$	(k',l')	$n_s \bmod 2$	(k',l')	$n_s \bmod 2$	(k',l')	$n_s \bmod 2$
Frame structure type 1 and 2	0	(9, 5)	0	(9, 2)	0	(9, 5)	0	(9, 2)	0	(9, 5)	0	(9, 2)	0
	1	(11, 2)	1	(11, 5)	0	(11, 2)	1	(11, 5)	0	(11, 2)	1	(11, 5)	0
	2	(9, 2)	1	(9, 5)	0	(9, 2)	1	(9, 5)	0	(9, 2)	1	(9, 5)	0
	3	(7, 2)	1	(7, 5)	0	(7, 2)	1	(7, 5)	0	(7, 2)	1	(7, 5)	0
	4	(9, 5)	1	(9, 2)	1	(9, 5)	1	(9, 2)	1	(9, 5)	1	(9, 2)	1
	5	(8, 5)	0	(8, 2)	0	(8, 5)	0	(8, 2)	0				
	6	(10, 2)	1	(10, 5)	0	(10, 2)	1	(10, 5)	0				
	7	(8, 2)	1	(8, 5)	0	(8, 2)	1	(8, 5)	0				
	8	(6, 2)	1	(6, 5)	0	(6, 2)	1	(6, 5)	0				
	9	(8, 5)	1	(8, 2)	1	(8, 5)	1	(8, 2)	1				
	10	(3, 5)	0	(3, 2)	0								
	11	(2, 5)	0	(2, 2)	0								
	12	(5, 2)	1	(5, 5)	0								
	13	(4, 2)	1	(4, 5)	0								
	14	(3, 2)	1	(3, 5)	0								
	15	(2, 2)	1	(2, 5)	0								
	16	(1, 2)	1	(1, 5)	0								
	17	(0, 2)	1	(0, 5)	0								
	18	(3, 5)	1	(3, 2)	1								
	19	(2, 5)	1	(2, 2)	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	(8, 1)	1			(8, 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										

[299] 표 7은 CSI-RS가 매핑되는 자원 요소의 위치를 지시하는 복수의 인덱스 값들(0~31)을 포함한다. 복수의 인덱스 값들은 각각 서브 프레임 타입별로 서로 다른 자원 요소의 위치를 지시하거나, 일반 서브 프레임으로 전송되는 CSI-RS의 자원 요소의 위치만을 지시하도록 정의된다. 즉, 동일한 인덱스 값이라 하더라도 서브 프레임 타입에 따라 서로 다른 자원 요소의 위치를 지시하도록 정의될 수 있다. 따라서, CSI-RS가 하나의 무선 프레임 내에서 특별 서브 프레임 및 일반 서브 프레임을 통해 교대로 전송되도록 설정된 경우, 단말은 기지국으로부터 수신한 CSI-RS 정보뿐만 아니라 현재 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임의 타입을 추가로 고려하여야 정확한 CSI-RS 자원의 위치를 알 수 있게 된다.

[300] 예를 들어, 단말은 "인덱스 값(resourceConfig) = 3" 및 "안테나 포트 개수(antennaPortsCount) = an4"으로 설정된 CSI-RS 자원 정보를 수신한 경우를

가정해볼 수 있다. 이에 대한 CSI-RS의 자원 요소의 위치는, 표 7을 참조하면, 일반 서브 프레임인 경우 (k', l')=(7, 2) 및 n_s mode 2 = 1이고 특별 서브 프레임인 경우 (k', l')=(7, 5) 및 n_s mode 2 = 0에 해당한다. 즉, 다시 말하면, 동일한 인덱스 값 및 동일한 안테나 포트 개수에 해당하는 CSI-RS 자원의 위치는 서브 프레임 타입에 따라 상이할 수 있다.

[301] 따라서, 단말은 하나의 무선 프레임 내에서 서로 다른 프레임 타입을 통해 CSI-RS를 교대로 수신하는 경우에는, 정확한 CSI-RS 자원의 위치를 획득하기 위해 인덱스 값 및 안테나 포트 개수뿐만 아니라(즉, CSI-RS 자원 정보뿐만 아니라), 현재 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임의 타입을 추가로 고려할 수 있다. 이러한 서브 프레임의 타입은, CSI-RS 정보에 포함되어 있는 서브 프레임의 주기와 오프셋 정보 및 단말에 설정되는 UL-DL 구성 정보에 기초하여 결정될 수 있다.

[302] 따라서, 상기 예의 경우, 단말은 하나의 무선 프레임 내에서 일반 서브 프레임을 통해 전송되는 CSI-RS를 수신/측정하고자 하는 경우, (k', l')=(7, 2) 및 n_s mode 2 = 1에 해당하는 CSI-RS 자원 위치의 CSI-RS 4포트를 수신/측정하게 되며, 특별 서브 프레임을 통해 전송되는 CSI-RS를 수신/측정하고자 하는 경우에는 (k', l')=(7, 5) 및 n_s mode 2 = 0에 해당하는 CSI-RS 자원 위치의 CSI-RS 4포트를 측정할 수 있다.

[303] 즉, 상술한 문제점/모호함을 피하기 위해, 기지국은 CSI-RS 전송 시점 및/또는 CSI-RS 자원 요소 위치 설정 등을 CSI-RS 자원 할당에 문제가 없도록 한 상태에서, 단일 'resourceConfig(인덱스 값)'을 통해 서브 프레임 타입별 두 가지 서로 다른 CSI-RS 자원 요소 패턴 정보를 단말에게 지시할 수 있게 된다. 그 결과, 기지국이 단말로 CSI-RS 자원 위치를 지시하기 위한 시그널링의 복잡도가 줄어들며, 기지국은 하나의 'resourceConfig(인덱스 값)' 정보를 단말로 제공함에도, 서브 프레임 타입별로 서로 다르게 정의된 CSI-RS 전송 위치/패턴을 지시할 수 있다는 효과가 있다.

[304] 표 7에서 새롭게 추가되는 특별 서브 프레임에서 전송되는 CSI-RS 자원 요소의 위치는 일반 서브 프레임에서 전송되는 CSI-RS 자원 요소의 위치로부터 시간-이동된(time-shifted) 형태로 정의될 수 있다. 보다 상세하게는, 인덱스 값이, CSI-RS가 전송되는 서브 프레임이 일반 서브 프레임인 경우에 대해 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하고, 특별 서브 프레임인 경우에 대해 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하는 경우를 가정할 수 있다. 이 경우, 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치는 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치로부터 시간-이동된 형태로 정의될 수 있다. 특히, 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치는 상기 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치로부터 n개(예를 들어, n=3 또는 4)의 OFDM 심볼 길이만큼 시간-이동된 형태로 정의될 수 있다.

[305] 본 실시예에 대한 추가 제안 기술로서, 하나의 무선 프레임 내에서 특별 서브 프레임과 일반 서브 프레임에서의 CSI-RS 전송을 모두 허용하되, 이 경우

CSI-RS가 전송될 수 있는 특별 서브 프레임을 특정 특별 서브 프레임으로 한정할 수 있다. 보다 상세하게는, 하나의 무선 프레임 내에서 일반 및 특별 서브 프레임을 통해 CSI-RS가 교대로 전송되는 경우에 있어서, CSI-RS는 특정 길이 이상으로 구성된 특별 서브 프레임(또는 DwPTS)을 통해서만 전송되는 것으로 설정될 수 있다.

[306] 예를 들어, 도 14(a)와 같이, 11 또는 12의 길이를 갖는 DwPTS에서의 CSI-RS 전송을 허용하되, 도 14(b)와 같이 길이 11 미만인 DwPTS에서의 CSI-RS 전송은 허용하지 않을 수 있다. 이는 다시 말하면, 8 포트 CSI-RS 패턴이 최대 2개밖에 매핑될 수 없는 길이를 가진 특별 서브 프레임에 대해서는 CSI-RS 전송을 허용하지 않는 것으로 볼 수 있다.

[307] 또는, 다른 예로서, CSI-RS는 특별 서브 프레임 구성 0, 5 및 9(즉, 짧은 길이의 DwPTS를 갖는 특별 서브 프레임)에서의 전송을 허용하지 않고, 특별 서브 프레임 구성 1 내지 4 및 6 내지 8(즉, 긴 길이의 DwPTS를 갖는 특별 서브 프레임)에서만 전송을 허용하도록 설정될 수 있다(표 2 참조).

[308] 여기서 '허용하지 않음'은, 제1 실시예와 같이, 'subframeConfig' 등을 통한 설정을 통해, 하나의 프레임 내에서 일반 서브 프레임과 함께 '특정 길이 이하의' 특별 서브 프레임에서 교대로 CSI-RS가 전송되는 상황이 애초에 발생하지 않도록 설정 제한을 가하는 것을 의미할 수 있다. 또는 '허용하지 않음'은, 하나의 프레임 내에서 일반 서브 프레임과 함께 '특정 길이 이하의' 특별 서브 프레임에서 교대로 CSI-RS가 전송되는 상황에서는, 제2 실시예에서와 같이, 단말은 일반 서브 프레임에 '특정 길이 이하의' 특별 서브 프레임보다 높은 우선권을 부여하여, 일반 서브 프레임을 통해서만 CSI-RS를 수신/측정하는 것을 의미할 수도 있다. 이 경우, 하나의 프레임 내에서 일반 서브 프레임과 함께 '특정 길이 이하의' 특별 서브 프레임에서 교대로 CSI-RS가 전송되는 상황에서는, 제3 실시예에서 상술한 바와 같이, 단말은 CSI-RS 정보 및 서브 프레임 타입을 고려하여 CSI-RS를 수신할 수 있다.

[309]

[310] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 단말의 CSI-RS 수신 방법을 예시한 순서도이다. 본 순서도와 관련하여 앞서 상술한 실시예들에 관한 설명이 동일/유사하게 적용될 수 있으며, 이하에서 중복되는 설명은 생략한다.

[311] 우선, 단말은 기지국으로부터 CSI-RS가 매핑되는 CSI-RS 자원 위치에 관한 CSI-RS 자원 정보를 수신할 수 있다(S1510). 여기서 CSI-RS 자원 정보는 CSI-RS가 전송되는 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하는 인덱스 값, CSI-RS가 전송되는 서브 프레임의 주기와 오프셋 정보 및 CSI-RS가 전송되는 안테나 포트의 개수 정보를 포함할 수 있다.

[312] 다음으로, 단말은 기지국으로부터 수신한 CSI-RS 자원 정보에 기초하여 결정된 위치의 CSI-RS 자원을 통해 CSI-RS를 수신할 수 있다(S1520). 이때, 만일 수신된 CSI-RS 정보의 인덱스 값이 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임 타입별로

서로 다른 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하고, 상기 CSI-RS가 하나의 무선 프레임 내에서 일반 서브 프레임 및 특별 서브 프레임을 통해 교대로 전송되도록 설정된 경우, 단말은 CSI-RS 자원 정보 외에 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임의 타입을 추가로 고려하여 CSI-RS 자원의 위치를 판단/인식/선택/결정/획득할 수 있다. 나아가, 단말은 판단/인식/선택/결정/획득된 CSI-RS 자원 위치의 CSI-RS를 수신/측정하게 된다.

[313] 여기서 CSI-RS가 하나의 무선 프레임 내에서 일반 서브 프레임 및 특별 서브 프레임을 통해 교대로 전송되도록 설정된 경우는, 상향링크(Uplink)-하향링크(Downlink) 구성이 3, 4 또는 5로, CSI-RS의 전송 주기는 5ms로 설정된 경우에 해당할 수 있다.

[314] 인덱스 값이, CSI-RS가 전송되는 서브 프레임이 일반 서브 프레임인 경우에 대해 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하고, CSI-RS가 전송되는 서브 프레임이 특별 서브 프레임인 경우에 대해 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하는 경우, 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치는 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치로부터 시간-이동된 형태로 정의될 수 있다. 예를 들어, 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치는 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치로부터 4개의 OFDM 심볼 길이만큼 시간-이동된 형태로 정의될 수 있다.

[315] 또한, CSI-RS는 기설정된 길이 이상의 특별 서브 프레임을 통해서만 전송될 수 있는데, 예를 들어, CSI-RS는 특별 서브 프레임 구성 0, 5 및 9에서는 전송되지 않되, 특별 서브 프레임 구성 1 내지 4 및 6 내지 9에서는 전송될 수 있다.

[316] 또한, CSI-RS가 전송되는 일반 서브 프레임 또는 특별 서브 프레임은 일반 순환 전치가 적용된 서브 프레임에 해당할 수 있다.

[317]

[318] **<u>본 발명이 적용될 수 있는 장치 일반</u>**

[319] 도 16는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

[320] 도 16를 참조하면, 무선 통신 시스템은 기지국(1610)과 기지국(1610) 영역 내에 위치한 다수의 단말(1620)을 포함한다.

[321] 기지국(1610)은 프로세서(processor, 1611), 메모리(memory, 1612) 및 RF부(radio frequency unit, 1613)을 포함한다. 프로세서(1611)는 앞서 도 1 내지 도 15에서 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(1611)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(1612)는 프로세서(1611)와 연결되어, 프로세서(1611)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(1613)는 프로세서(1611)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

[322] 단말(1620)은 프로세서(1621), 메모리(1622) 및 RF부(1623)을 포함한다. 프로세서(1621)는 앞서 도 1 내지 도 16에서 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(1621)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(1622)는 프로세서(1621)와 연결되어, 프로세서(1621)를

구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(1623)는 프로세서(1621)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

[323] 메모리(1612, 1622)는 프로세서(1611, 1621) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(1611, 1621)와 연결될 수 있다. 또한, 기지국(1610) 및/또는 단말(1620)은 한 개의 안테나(single antenna) 또는 다중 안테나(multiple antenna)를 가질 수 있다.

[324]

[325] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

[326] 본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 콘트롤러, 마이크로 콘트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[327] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리는 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

[328] 본 발명은 본 발명의 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상술한 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

발명의 실시를 위한 형태

[329] 발명의 실시를 위한 다양한 형태가 발명의 실시를 위한 최선의 형태에서 설명되었다.

산업상 이용가능성

[330] 본 발명은 3GPP LTE/LTE-A 시스템에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, 3GPP LTE/LTE-A 시스템 이외에도 다양한 무선 통신 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

청구범위

[청구항 1] 무선 통신 시스템에서 단말의 채널 상태 정보-참조 신호(CSI-RS(Reference Signal))를 수신하기 위한 방법에 있어서,
상기 CSI-RS가 매핑되는 CSI-RS 자원 위치에 관한 CSI-RS 자원 정보를 기지국으로부터 수신하는 단계; 및
상기 CSI-RS 자원 정보에 기초하여 결정된 위치의 CSI-RS 자원을 통해 상기 CSI-RS를 수신하는 단계; 를 포함하되,
상기 CSI-RS 자원 정보는 상기 CSI-RS가 전송되는 CSI-RS 자원 요소(element)의 위치를 지시하는 인덱스 값, 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임의 주기와 오프셋 정보 및 상기 CSI-RS가 전송되는 안테나 포트의 개수 정보를 포함하되,
상기 인덱스 값이 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임 타입별로 서로 다른 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하고, 상기 CSI-RS가 하나의 무선 프레임 내에서 일반 서브 프레임 및 특별 서브 프레임을 통해 교대로 전송되도록 설정된 경우,
상기 CSI-RS 자원의 위치는 상기 CSI-RS 자원 정보 외에 상기 서브 프레임의 타입이 추가로 고려되어 결정되는, CSI-RS 수신 방법.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 CSI-RS가 상기 하나의 무선 프레임 내에서 상기 일반 서브 프레임 및 상기 특별 서브 프레임을 통해 교대로 전송되도록 설정된 경우는,
상향링크(Uplink)-하향링크(Downlink) 구성이 3, 4 또는 5로, 상기 CSI-RS의 전송 주기는 5ms로 설정된 경우인, CSI-RS 수신 방법.

[청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 인덱스 값이, 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임이 상기 일반 서브 프레임인 경우 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하고, 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임이 상기 특별 서브 프레임인 경우 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하는 경우,
상기 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치는 상기 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치로부터 시간-이동된(time-shifted) 형태로 정의되는, CSI-RS 수신 방법.

[청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치는 상기 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치로부터 4개의 OFDM 심볼 길이만큼 시간-이동된 형태로 정의되는, CSI-RS 수신 방법.

[청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 CSI-RS는 기설정된 길이 이상의 특별 서브 프레임을 통해서만 전송되는, CSI-RS 수신 방법.

[청구항 6] 제 5 항에 있어서,
상기 CSI-RS는 특별 서브 프레임 구성 0, 5 및 9에서는 전송되지 않는, CSI 수신 방법.

[청구항 7] 제 1 항에 있어서,
상기 CSI-RS가 전송되는 상기 일반 서브 프레임 또는 상기 특별 서브 프레임은 일반 순환 전치(Normal cyclic prefix)가 적용된 서브 프레임에 해당하는, CSI-RS 수신 방법.

[청구항 8] 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보-참조 신호(CSI-RS(Reference Signal))를 수신하는 단말에 있어서,
무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛; 및
상기 RF 유닛을 제어하는 프로세서; 를 포함하고,
상기 단말은,
상기 CSI-RS가 매핑되는 CSI-RS 자원 위치에 관한 CSI-RS 자원 정보를 기지국으로부터 수신하고,
상기 CSI-RS 자원 정보에 기초하여 결정된 위치의 CSI-RS 자원을 통해 상기 CSI-RS를 수신하되,
상기 CSI-RS 자원 정보는 상기 CSI-RS가 전송되는 CSI-RS 자원 요소(element)의 위치를 지시하는 인덱스 값, 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임의 주기와 오프셋 정보 및 상기 CSI-RS가 전송되는 안테나 포트의 개수 정보를 포함하되,
상기 인덱스 값이 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임 타입별로 서로 다른 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하고, 상기 CSI-RS가 하나의 무선 프레임 내에서 일반 서브 프레임 및 특별 서브 프레임을 통해 교대로 전송되도록 설정된 경우,
상기 CSI-RS 자원의 위치는 상기 CSI-RS 자원 정보 외에 상기 서브 프레임의 타입이 추가로 고려되어 결정되는, 단말.

[청구항 9] 제 8 항에 있어서,
상기 CSI-RS가 상기 하나의 무선 프레임 내에서 상기 일반 서브 프레임 및 상기 특별 서브 프레임을 통해 교대로 전송되도록 설정된 경우는,
상향링크(Uplink)-하향링크(Downlink) 구성이 3, 4 또는 5로, 상기 CSI-RS의 전송 주기는 5ms로 설정된 경우인, 단말.

[청구항 10] 제 8 항에 있어서,
상기 인덱스 값이, 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임이 상기 일반 서브 프레임인 경우 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하고, 상기 CSI-RS가 전송되는 서브 프레임이 상기 특별 서브 프레임인 경우 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치를 지시하는 경우,
상기 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치는 상기 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치로부터 시간-이동된(time-shifted) 형태로 정의되는, 단말.

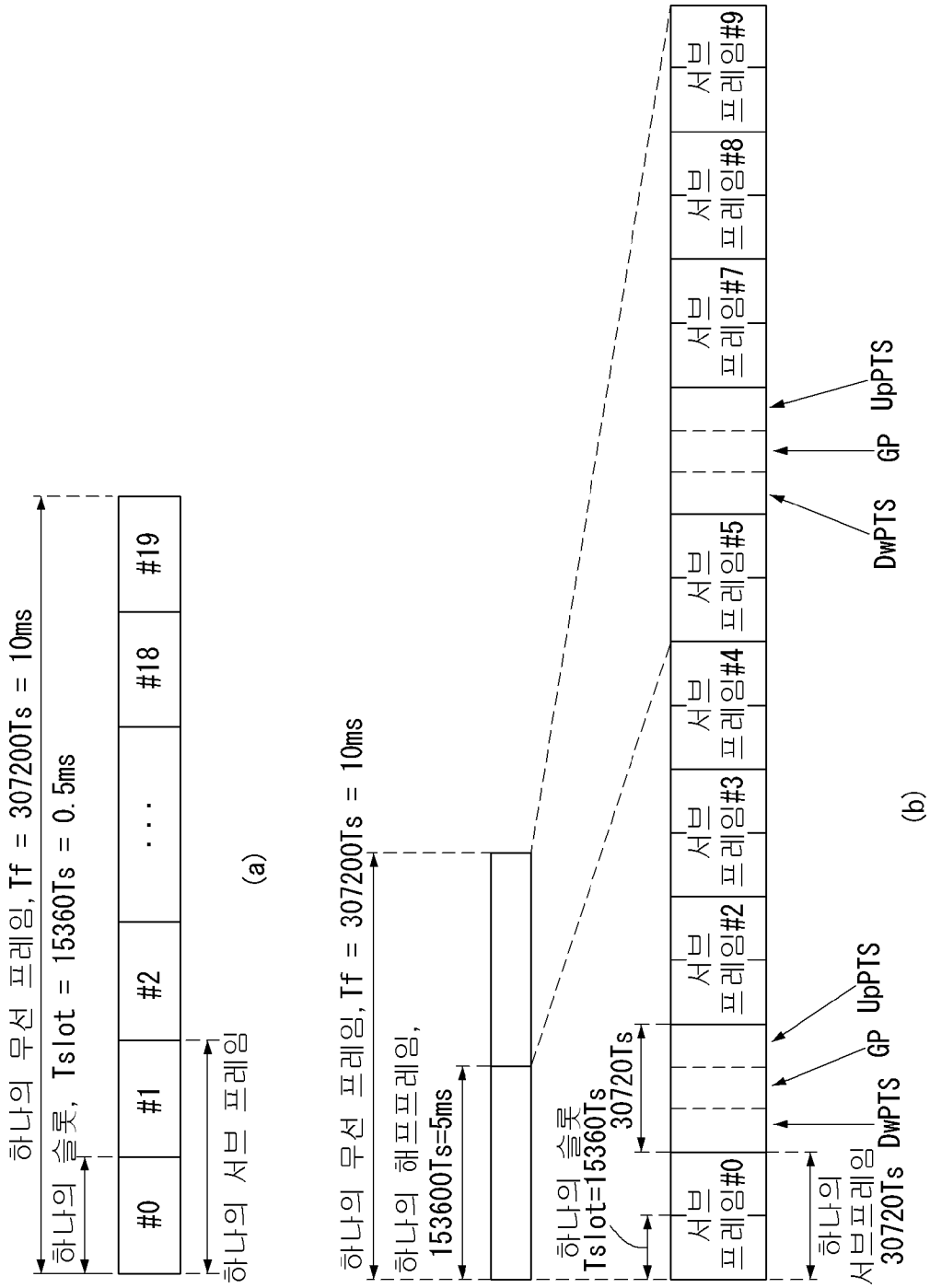
[청구항 11] 제 10 항에 있어서,
상기 제2 CSI-RS 자원 요소의 위치는 상기 제1 CSI-RS 자원 요소의 위치로부터 4개의 OFDM 심볼 길이만큼 시간-이동된 형태로 정의되는, 단말.

[청구항 12] 제 8 항에 있어서,
상기 CSI-RS는 기설정된 길이 이상의 특별 서브 프레임을 통해서만 전송되는, 단말.

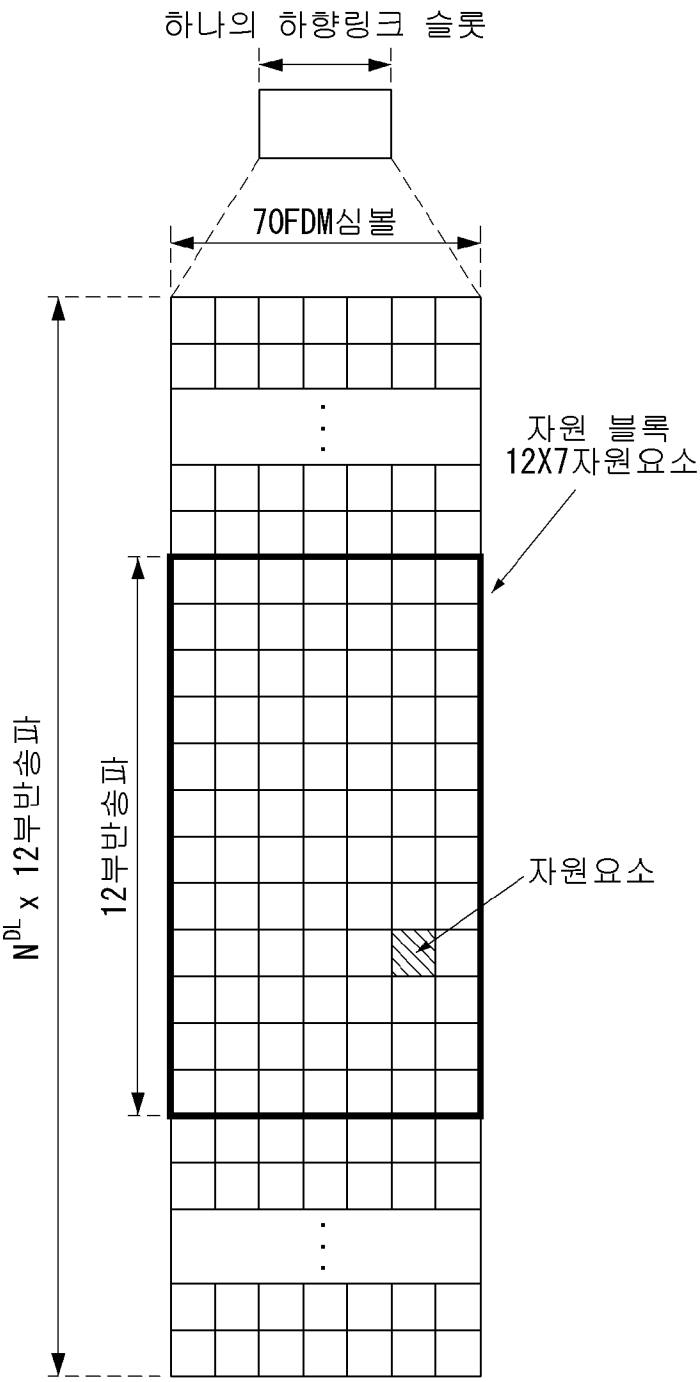
[청구항 13] 제 12 항에 있어서,
상기 CSI-RS는 특별 서브 프레임 구성 0, 5 및 9에서는 전송되지 않는, 단말.

[청구항 14] 제 8 항에 있어서,
상기 CSI-RS가 전송되는 상기 일반 서브 프레임 또는 상기 특별 서브 프레임은 일반 순환 전치(Normal cyclic prefix)가 적용된 서브 프레임에 해당하는, 단말.

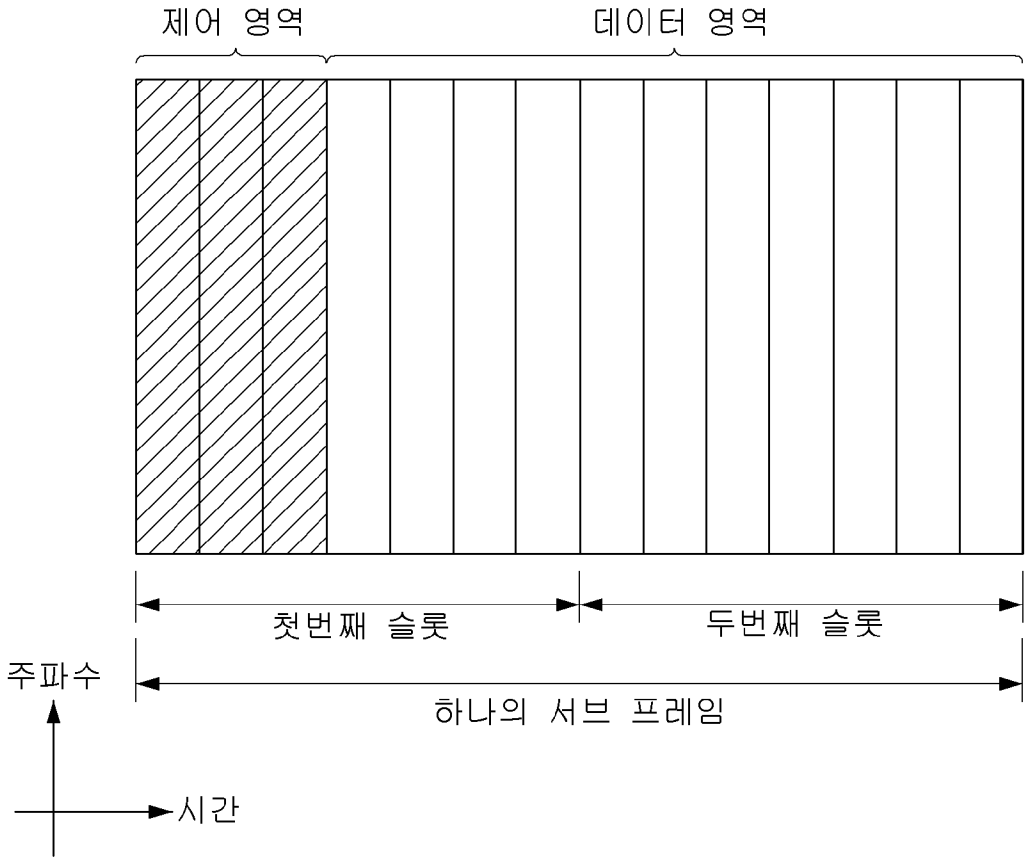
[도1]


하나의 무선 프레임, Tf = 307200Ts = 10ms
하나의 슬롯, Tslot = 15360Ts = 0.5ms
#0
#1
#2
...
#18
#19
하나의 서브 프레임
(a)
하나의 무선 프레임, Tf = 307200Ts = 10ms
하나의 해프프레임, 153600Ts=5ms
하나의 슬롯 Tslot=15360Ts
30720Ts
서브 프레임#0
서브 프레임#2
서브 프레임#3
서브 프레임#4
서브 프레임#5
서브 프레임#7
서브 프레임#8
서브 프레임#9
하나의 서브프레임 30720Ts
DwPTS
GP
UpPTS
(b)

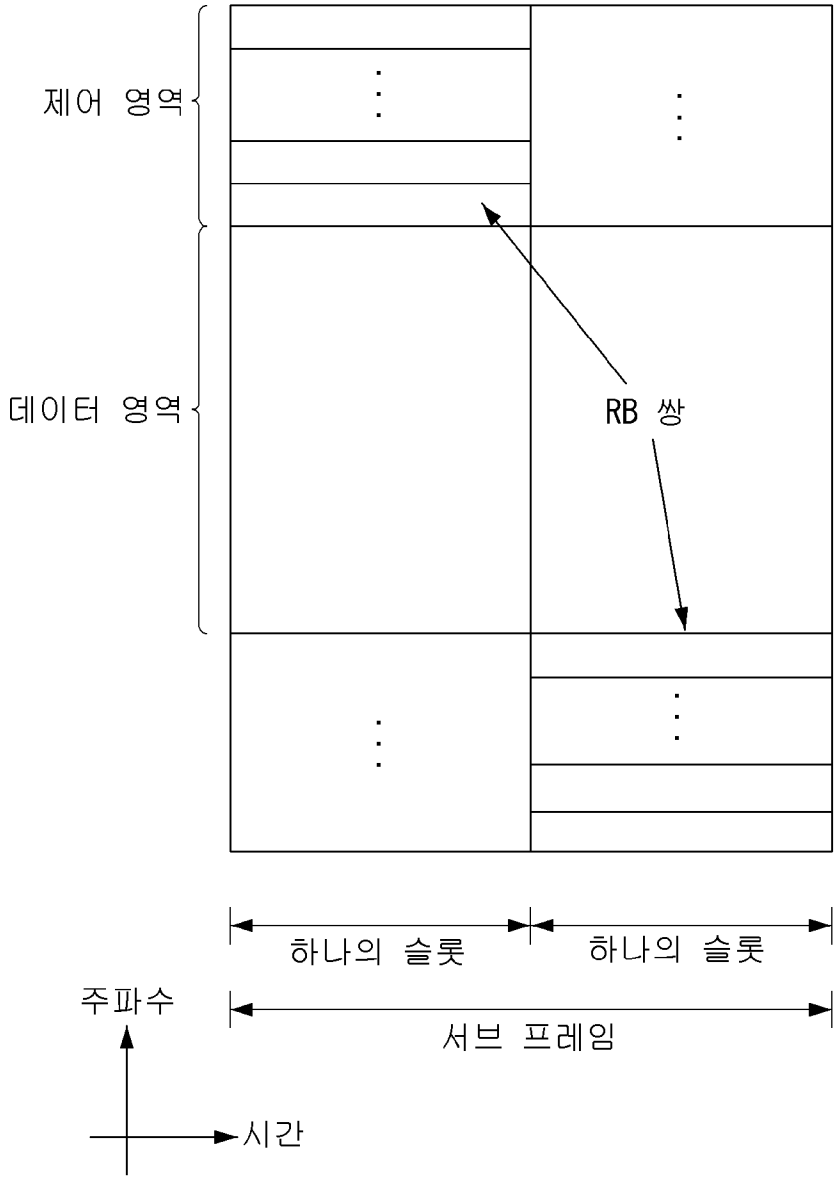
[도2]



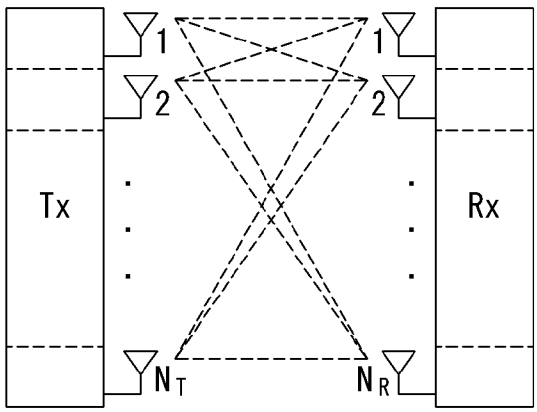
[도3]



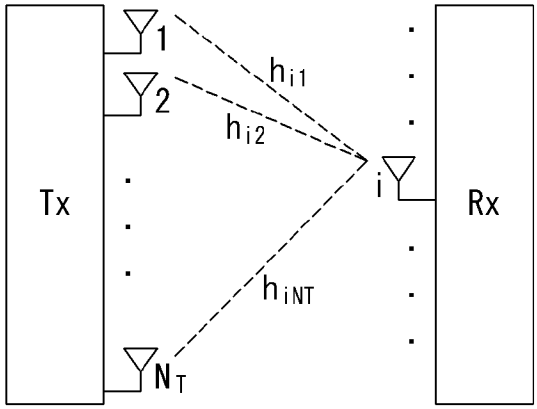
[도4]



[도5]

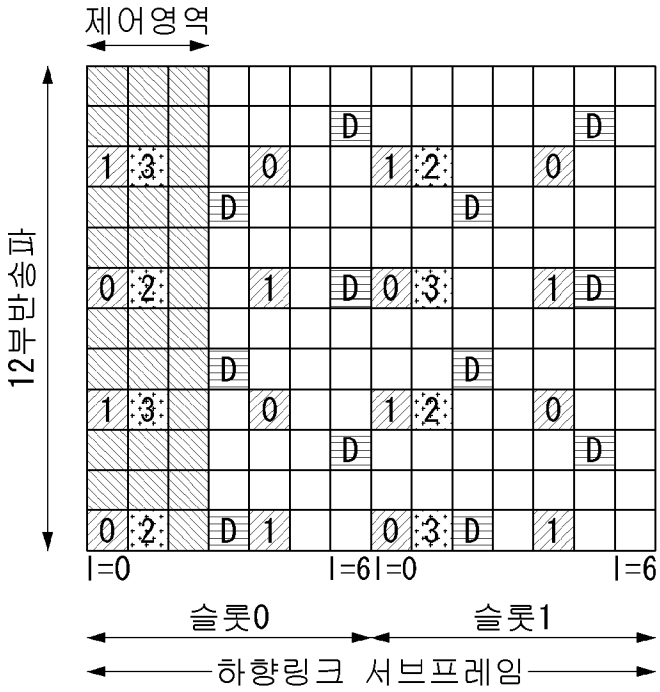


[도6]

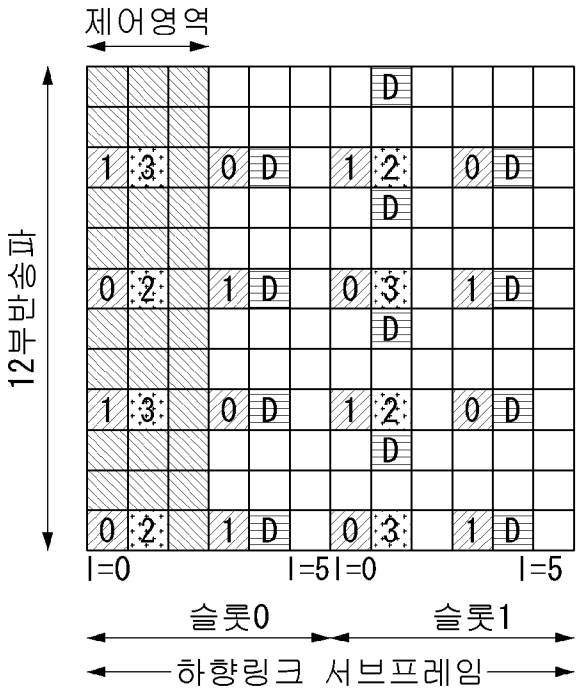


[도7]

(a)

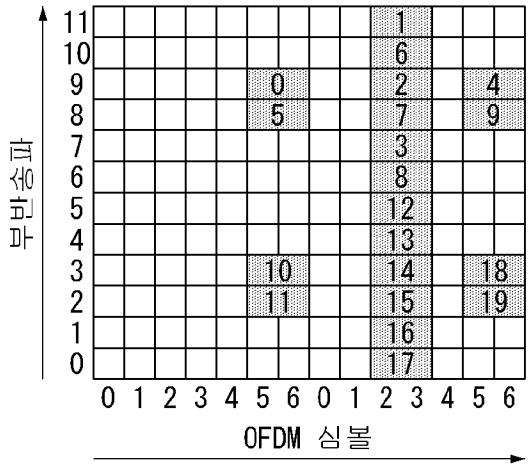

제어영역
12부반송파
l=0
l=6
l=0
l=6
슬롯0
슬롯1
하향링크 서브프레임

(b)


제어영역
12부반송파
l=0
l=5
l=0
l=5
슬롯0
슬롯1
하향링크 서브프레임

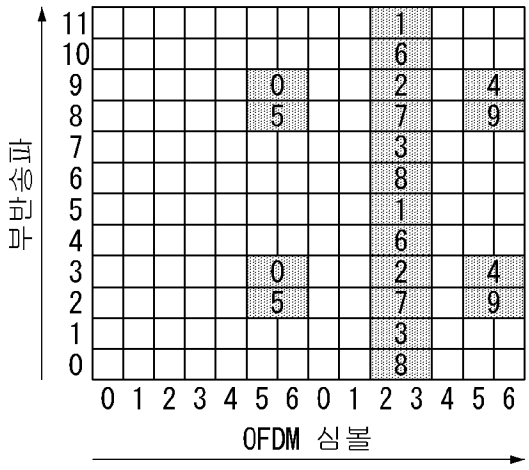
[도8]

(a) 1개 또는 2개 CSI-RS 포트



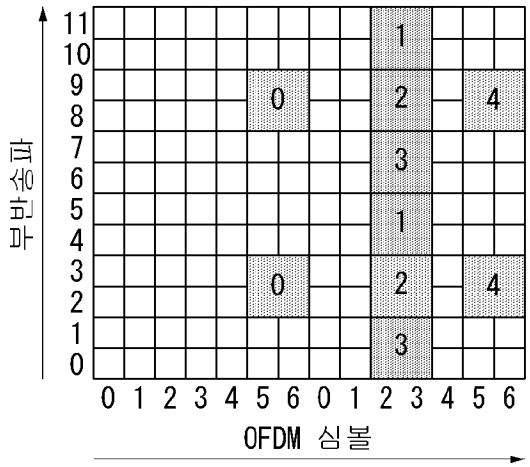
ⓘ :1개 또는 2개 CSI-RS 포트를 위해 이용가능한 CSI-RS 구성 i

(b) 4개 CSI-RS 포트



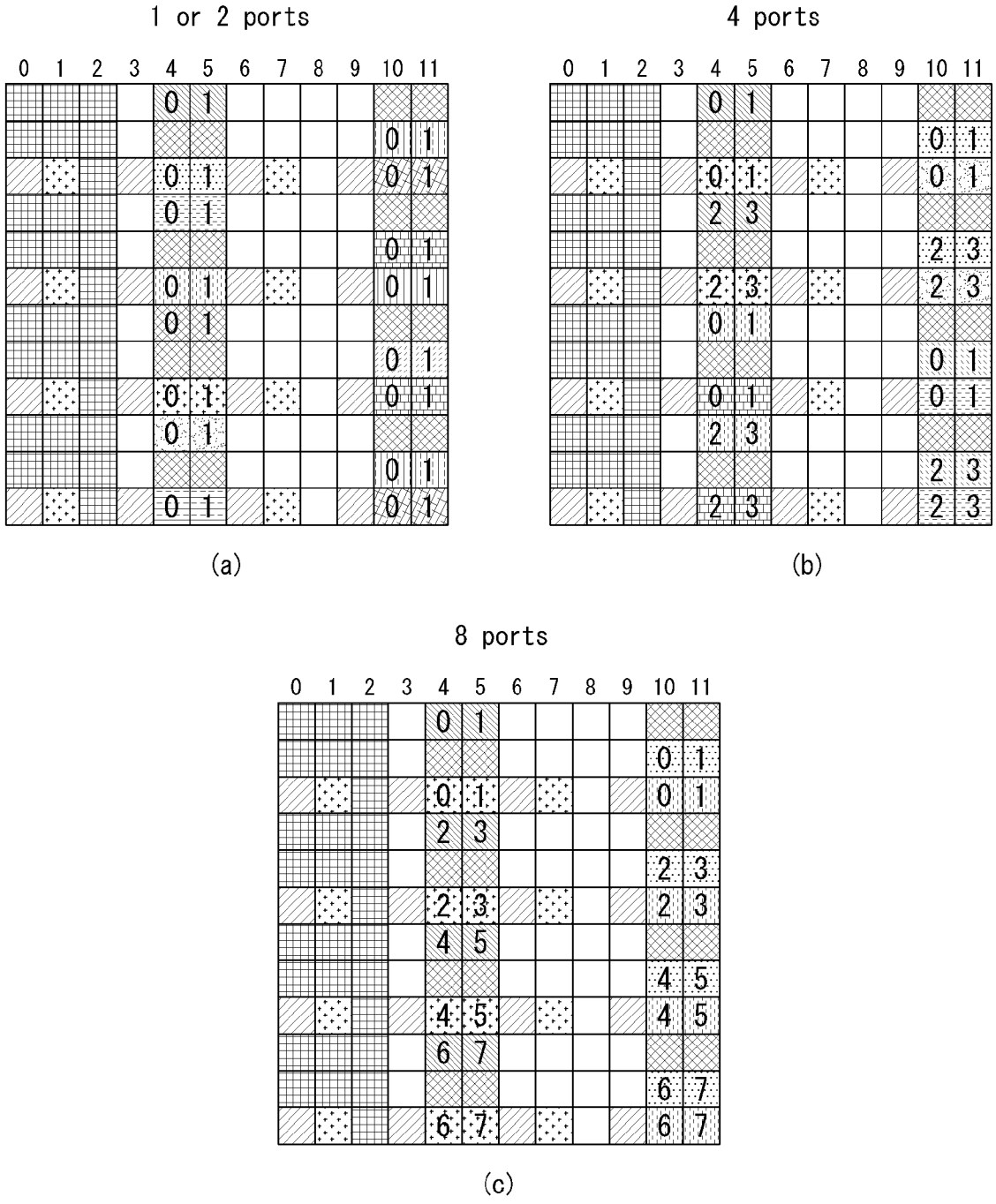
ⓘ :4개 CSI-RS 포트를 위해 이용가능한 CSI-RS 구성 i

(c) 8개 CSI-RS 포트

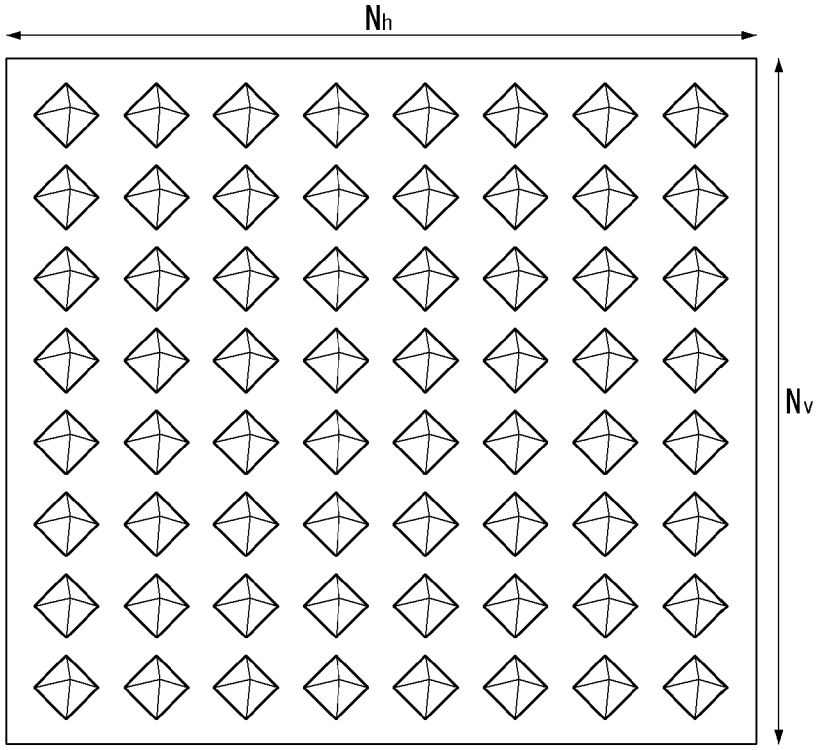


ⓘ :8개 CSI-RS 포트를 위해 이용가능한 CSI-RS 구성 i

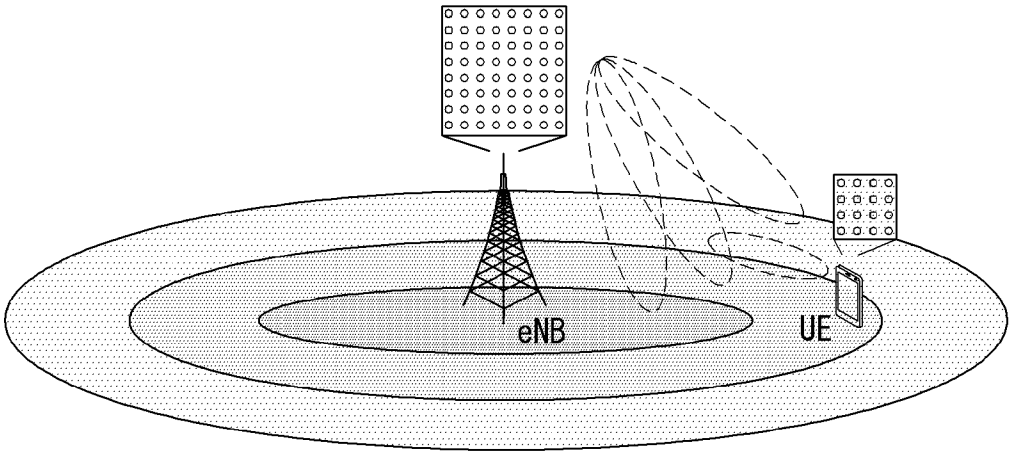
[도9]



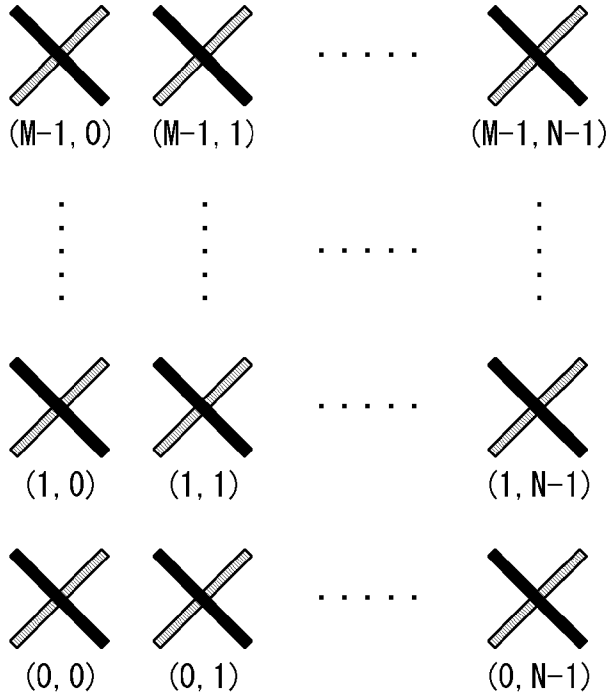
[도10]



[도11]

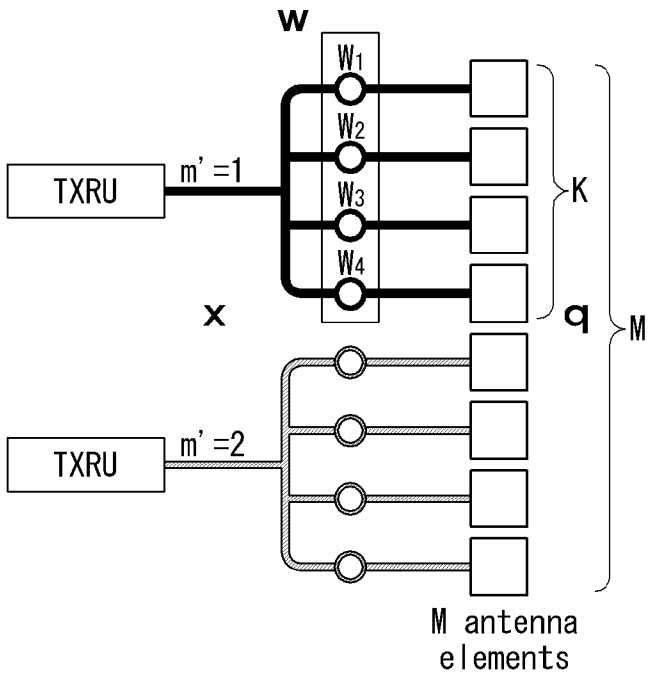


[도12]

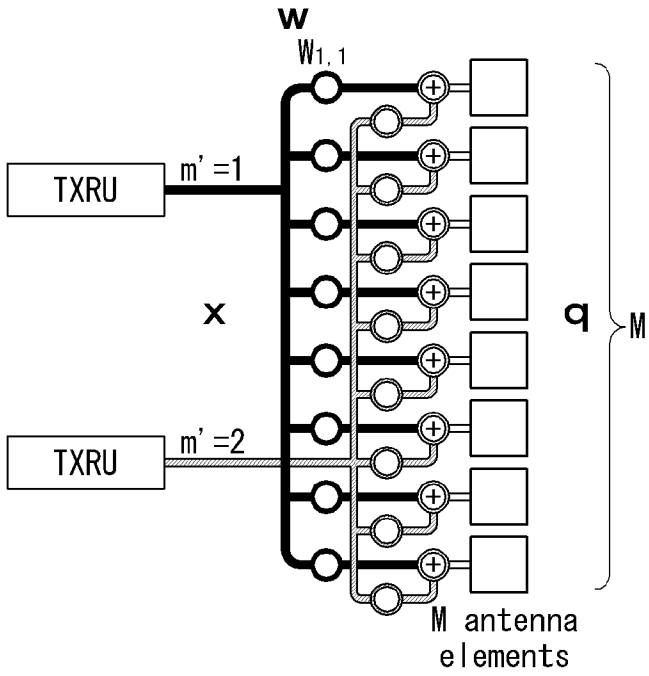


[도13]

(a)

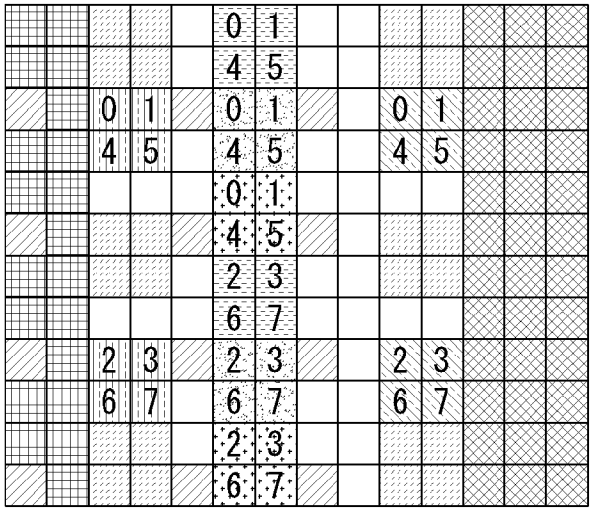

W
W1
W2
W3
W4
TXRU
m' =1
K
x
q
M
TXRU
m' =2
M antenna elements

(b)

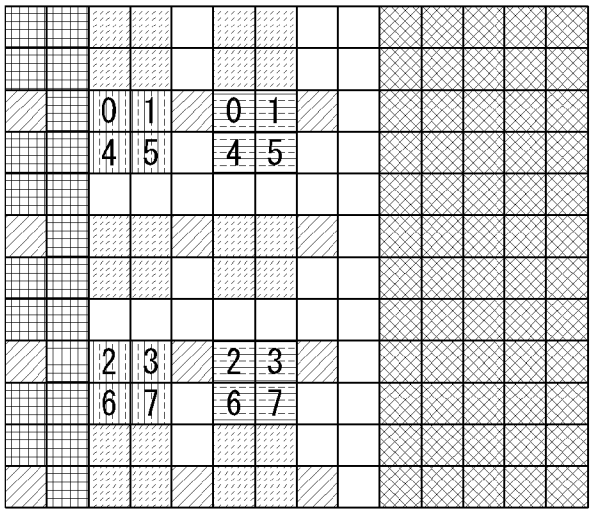

W
W1,1
TXRU
m' =1
x
q
M
TXRU
m' =2
M antenna elements

[도14]

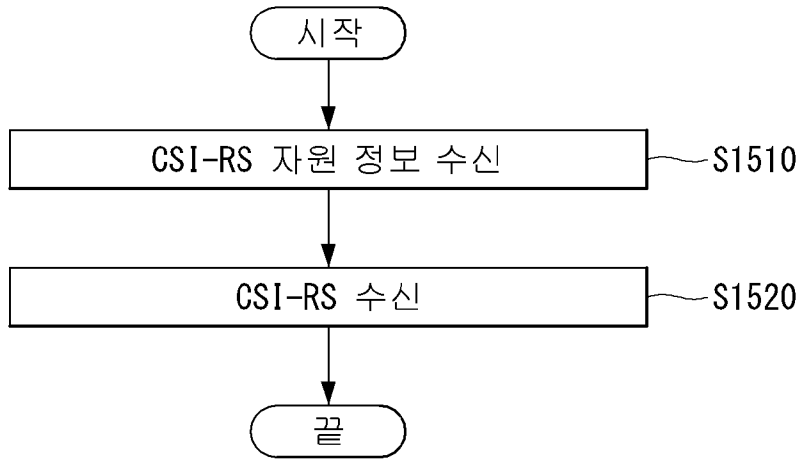
(a)


0 1
4 5
0 1
4 5
0 1
4 5
0 1
4 5
2 3
6 7
2 3
6 7
2 3
6 7
2 3
6 7

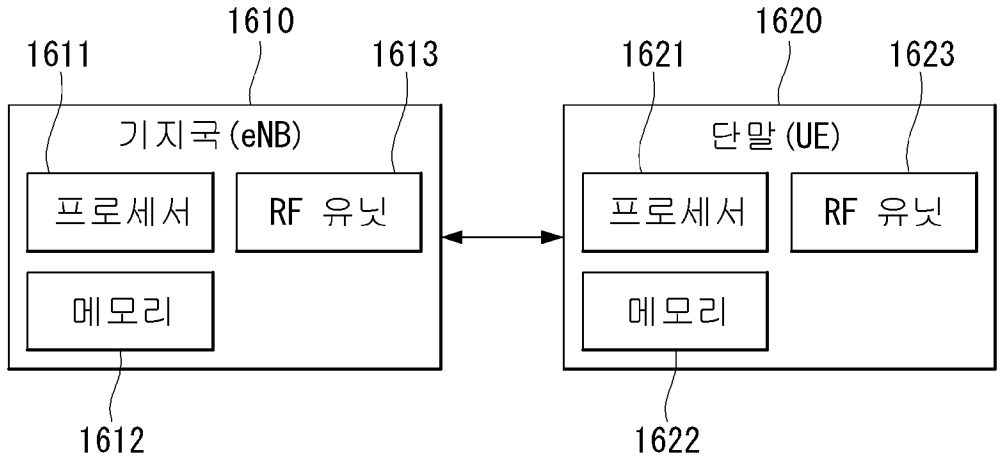
(b)


0 1
4 5
0 1
4 5
2 3
6 7
2 3
6 7

[도15]


시작
CSI-RS 자원 정보 수신
S1510
CSI-RS 수신
S1520
끝

[도16]


1610
1611
1613
기지국(eNB)
프로세서
RF 유닛
메모리
1612
1620
1621
1623
단말(UE)
프로세서
RF 유닛
메모리
1622

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2016/012538

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 5/00(2006.01)i, H04L 5/14(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)

H04L 5/00; H04W 72/04; H04L 27/26; H04L 5/14

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: CSI-RS resource information, index, RE location, subframe period, offset, antenna ports count information, subframe type, normal subframe, special subframe, DwPTS, time-shifted, normal cyclic prefix

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CATT et al., "CSI-RS in DwPTS", R1-156145, 3GPP TSG-RAN1 #82bis, Malmo, Sweden, 07 October 2015 See slides 2-4; and table 6.10.5.2-1.	1,3-5,7,8,10-12,14
A		2,6,9,13
Y	US 2015-0244508 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 27 August 2015 See paragraphs [0074]-[0078]; and figure 6.	1,3-5,7,8,10-12,14
A	SAMSUNG, "CSI-RS Transmission on Special Subframes", R1-155484, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #82b, Maimo, Sweden, 25 September 2015 See section 2.	1-14
A	ALCATEL-LUCENT SHANGHAI BELL et al., "New CSI-RS Port Design for 3D MIMO", R1-155247, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #82b, Malmo, Sweden, 26 September 2015 See section 2; and figures 1, 2.	1-14
A	US 2014-0126496 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 08 May 2014 See paragraphs [0044], [0061], [0062]; and figures 7-9.	1-14

☐ 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	Date of mailing of the international search report
20 FEBRUARY 2017 (20.02.2017)	**20 FEBRUARY 2017 (20.02.2017)**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2016/012538

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2015-0244508 A1	27/08/2015	EP 2896240 A2	22/07/2015
		EP 2896240 A4	01/06/2016
		US 9503235 B2	22/11/2016
		WO 2014-042422 A2	20/03/2014
		WO 2014-042422 A3	08/05/2014
US 2014-0126496 A1	08/05/2014	CN 104782061 A	15/07/2015
		EP 2915265 A1	09/09/2015
		EP 2915265 A4	31/08/2016
		JP 2016-504789 A	12/02/2016
		KR 10-2015-0083103 A	16/07/2015
		WO 2014-069955 A1	08/05/2014

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2016/012538

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04L 5/00(2006.01)i, H04L 5/14(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H04L 5/00; H04W 72/04; H04L 27/26; H04L 5/14

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: CSI-RS 자원 정보, 인덱스, RE 위치, 서브프레임 주기, 오프셋, 안테나 포트 개수 정보, 서브프레임 타입, 일반 서브프레임, 특별 서브프레임, DwPTS, time-shifted, 일반 순환 전치

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	CATT 등, 'CSI-RS in DwPTS', R1-156145, 3GPP TSG-RAN1 #82bis, Malmo, Sweden, 2015.10.07 슬라이드 2-4; 및 테이블 6.10.5.2-1 참조.	1,3-5,7,8,10-12,14
A		2,6,9,13
Y	US 2015-0244508 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 2015.08.27 단락 [0074]-[0078]; 및 도면 6 참조.	1,3-5,7,8,10-12,14
A	SAMSUNG, 'CSI-RS transmission on special subframes', R1-155484, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #82b, Malmo, Sweden, 2015.09.25 섹션 2 참조.	1-14
A	ALCATEL-LUCENT SHANGHAI BELL 등, 'New CSI-RS Port Design for 3D MIMO', R1-155247, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #82b, Malmo, Sweden, 2015.09.26 섹션 2; 및 도면 1, 2 참조.	1-14
A	US 2014-0126496 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2014.05.08 단락 [0044], [0061], [0062]; 및 도면 7-9 참조.	1-14

☐ 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

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

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

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

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

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

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

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

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2017년 02월 20일 (20.02.2017)	2017년 02월 20일 (20.02.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
강희곡
전화번호 +82-42-481-8264

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2016/012538

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2015-0244508 A1	2015/08/27	EP 2896240 A2	2015/07/22
		EP 2896240 A4	2016/06/01
		US 9503235 B2	2016/11/22
		WO 2014-042422 A2	2014/03/20
		WO 2014-042422 A3	2014/05/08
US 2014-0126496 A1	2014/05/08	CN 104782061 A	2015/07/15
		EP 2915265 A1	2015/09/09
		EP 2915265 A4	2016/08/31
		JP 2016-504789 A	2016/02/12
		KR 10-2015-0083103 A	2015/07/16
		WO 2014-069955 A1	2014/05/08