

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 10월 5일 (05.10.2017)



(10) 국제공개번호
WO 2017/171307 A1

- (51) 국제특허분류:
H04L 1/06 (2006.01) H04L 1/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/003144
- (22) 국제출원일: 2017년 3월 23일 (23.03.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
62/316,553 2016년 3월 31일 (31.03.2016) US
62/326,825 2016년 4월 24일 (24.04.2016) US
62/339,941 2016년 5월 22일 (22.05.2016) US
62/376,897 2016년 8월 18일 (18.08.2016) US
62/379,220 2016년 8월 24일 (24.08.2016) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 염건일 (YUM, Kunil); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 김기준 (KIM, Kijun); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 박종현 (PARK, Jonghyun); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 김형태 (KIM, Hyungtae); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR).

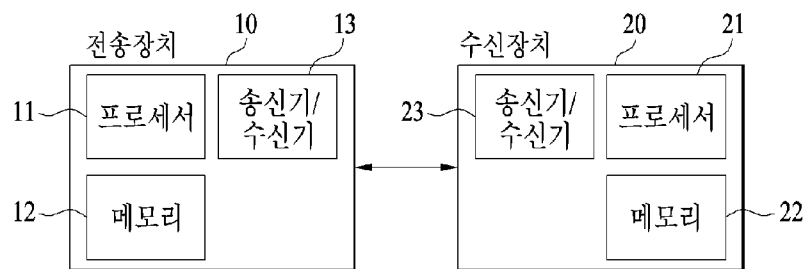
- (74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 05556 서울시 송파구 올림픽로 82, 7층 KBK 특허법률사무소, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, 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 FOR REPORTING CHANNEL STATE BY USING APERIODIC CHANNEL STATE INFORMATION-REFERENCE SIGNAL, AND DEVICE THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 비주기적 채널 상태 정보-참조 신호를 이용한 채널 상태 보고를 위한 방법 및 이를 위한 장치



10 ... Transmission device
11, 21 ... Processor
12, 22 ... Memory
13, 23 ... Transmitter/Receiver
20 ... Reception device

(57) Abstract: The present invention relates to a method for receiving a downlink signal in a wireless communication system. The method, according to one embodiment of the present invention, is performed by a terminal and may comprise the steps of: receiving control information indicating an aperiodic channel state information-reference signal (CSI-RS) resource masked with an identifier associated with an aperiodic CSI-RS; if the control information does not indicate an aperiodic CSI-RS resource for each terminal in a cell, determining that the aperiodic CSI-RS resource indicated by the control information is a resource element (RE) puncturing pattern for a downlink data channel or an improved downlink control channel; and decoding the downlink data channel or the improved downlink control channel by using the RE puncturing pattern.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2017/171307 A1



본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 하향링크 신호 수신을 위한 방법에 있어서, 상기 방법은 단말에 의해 수행되며, 비주기적 채널 상태 정보-참조 신호(channel state information-reference signal; CSI-RS) 관련 식별자로 마스킹된, 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하는 제어 정보를 수신하는 단계; 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하지 않으면, 상기 제어 정보가 지시하는 비주기적 CSI-RS 자원을 하향링크 데이터 채널 또는 향상된 하향링크 제어 채널을 위한 자원 요소(resource element; RE) 평처링 패턴으로 판단하는 단계; 및 상기 RE 평처링 패턴을 사용하여 상기 하향링크 데이터 채널 또는 상기 향상된 하향링크 제어 채널을 디코딩하는 단계를 포함할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 비주기적 채널 상태 정보-참조 신호를 이용한 채널 상태 보고를 위한 방법 및 이를 위한 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 구체적으로 비주기적 채널 상태 정보-참조 신호를 이용한 채널 상태 보고를 위한 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 안테나 어레이를 2차원으로 구축하는 안테나 시스템이 도입되었다. 이러한 2차원 안테나 시스템을 통한 다중-입력 다중 출력 방식을 FD(full dimension)-MIMO라고 지칭한다. FD-MIMO는 안테나 포트의 수 역시 종래에 비해 크게 늘어나므로, 채널 추정을 위한 참조 신호의 오버헤드 역시 증가하는 문제가 있다. 이를 위해, 비주기적 채널 상태 정보-참조 신호가 제안되었으며, 본 발명은 이와 관련한 이슈를 다루고자 한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [3] 본 발명은 비주기적 채널 상태 정보-참조 신호 기반의 채널 상태 보고를 위한 방법을 제안하고자 한다.
- [4] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 상기 기술적 과제로 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

- [5] 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 하향링크 신호 수신을 위한 방법에 있어서, 상기 방법은 단말에 의해 수행되며, 비주기적 채널 상태 정보-참조 신호(channel state information-reference signal; CSI-RS) 관련 식별자로 마스킹된, 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하는 제어 정보를 수신하는 단계; 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하지 않으면, 상기 제어 정보가 지시하는 비주기적 CSI-RS 자원을 하향링크 데이터 채널 또는 향상된 하향링크 제어 채널을 위한 자원 요소(resource element; RE) 평치링 패턴으로 판단하는 단계; 및 상기 RE 평치링 패턴을 사용하여 상기 하향링크 데이터 채널 또는 상기 향상된 하향링크 제어 채널을 디코딩하는 단계를 포함할 수 있다.
- [6] 추가로 또는 대안으로, 상기 방법은 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하지 않으면, 상기 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하는 정보를 별도의 제어 정보를 통해 수신하는 단계를 더 포함할 수

있다.

- [7] 추가로 또는 대안으로, 상기 방법은 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하면, 상기 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원에서 상기 비주기적 CSI-RS를 측정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [8] 추가로 또는 대안으로, 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하면, 상기 단말 외의 다른 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원은 상기 하향링크 데이터 채널 또는 상기 향상된 하향링크 제어 채널의 디코딩을 위한 레이트 매칭을 위해 사용될 수 있다.
- [9] 추가로 또는 대안으로, 상기 제어 정보는 단말-특정 탐색 공간에서 수신될 수 있다.
- [10] 추가로 또는 대안으로, 상기 제어 정보는 미리 결정된 최소 집성 레벨의 제어 정보 후보에서 수신될 수 있다.
- [11] 추가로 또는 대안으로, 상기 제어 정보는 미리 결정된 특정 포맷의 하향링크 제어 정보에서 수신될 수 있다.
- [12] 추가로 또는 대안으로, 상기 제어 정보는 향상된 하향링크 제어 채널을 제외한 하향링크 제어 채널에서 수신될 수 있다.
- [13] 추가로 또는 대안으로, 상기 제어 정보는 향상된 하향링크 제어 채널에서 수신될 수 있다.
- [14] 추가로 또는 대안으로, 상기 방법은 상기 제어 정보가 향상된 하향링크 제어 채널에서 수신되면, 상기 제어 정보에 따른 비주기적 CSI가 전송되는 시점을 지시하는 정보를 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [15] 추가로 또는 대안으로, 상기 비주기적 CSI가 전송되는 시점(서브프레임 $\#n+p$)은 상기 제어 정보가 하향링크 제어 채널에서 수신되는 경우의 비주기적 CSI가 전송되는 시점(서브프레임 $\#n+q$)과 상이하고, p 는 q 보다 큰 양의 정수일 수 있다.
- [16] 추가로 또는 대안으로, 상기 비주기적 CSI가 전송되는 시점은 상기 제어 정보가 지시하는 상향링크 데이터가 전송되는 시점과 상이할 수 있다.
- [17] 추가로 또는 대안으로, 상기 비주기적 CSI가 전송되는 상향링크 자원은 미리 정의될 수 있다.
- [18] 본 발명의 또다른 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 하향링크 신호를 수신하도록 구성된 단말에 있어서, 상기 단말은 송신기 및 수신기; 및 상기 송신기 및 수신기를 제어하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 비주기적 채널 상태 정보-참조 신호(channel state information-reference signal; CSI-RS) 관련 식별자로 마스킹된, 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하는 제어 정보를 수신하고; 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하지 않으면, 상기 제어 정보가 지시하는 비주기적 CSI-RS 자원을 하향링크 데이터 채널 또는 향상된 하향링크 제어 채널을 위한 자원 요소(resource element; RE) 평차령 패턴으로 판단하고; 그리고 상기 RE 평차령 패턴을 사용하여 상기

하향링크 데이터 채널 또는 상기 향상된 하향링크 제어 채널을 디코딩하도록 구성될 수 있다.

- [19] 상기 과제 해결방법들은 본 발명의 실시예들 중 일부에 불과하며, 본원 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

발명의 효과

- [20] 본 발명의 실시예들에 따르면 확장되는 안테나 포트 수에 따른 주기적 채널 상태 보고-참조 신호에 따른 채널 상태 보고를 효율적으로 처리할 수 있다.
- [21] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 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

- [22] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.
- [23] 도 1 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다.
- [24] 도 2는 무선 통신 시스템에서 하향링크/상향링크(DL/UL) 슬롯 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [25] 도 3은 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 하향링크(downlink, DL) 서브프레임 구조를 예시한 것이다.
- [26] 도 4는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 상향링크(uplink, UL) 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [27] 도 5는 단일 CSI 프로세스 내 복수의 CSI-RS 설정 및 디폴트(default) 피드백 방법을 예시한다.
- [28] 도 6은 단일 CSI 프로세스 내 복수의 CSI-RS 설정 및 그의 상태(state), 그리고 디폴트 피드백 방법을 예시한다.
- [29] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 새로운 DCI 포맷의 구조를 도시한다.
- [30] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 비주기적 CSI 요청과 그 대상 CSI-RS 자원을 도시한다.
- [31] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 비주기적 CSI 요청과 그 대상 CSI-RS 자원을 도시한다.
- [32] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 비주기적 CSI 요청과 그 대상 CSI-RS 자원을 도시한다.
- [33] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 수직 빔을 이용한 전송을 도시한다.
- [34] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 수직 빔을 이용한 전송을 도시한다.

- [35] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 서로 다른 빔이 적용된 CSI-RS를 도시한다.
- [36] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 동작을 도시한다.
- [37] 도 15는 본 발명의 실시예(들)을 구현하기 위한 장치의 블록도를 도시한다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [38] 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.
- [39] 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. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.
- [40] 본 발명에 있어서, 사용자기기(user equipment, UE)는 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, 기지국(base station, BS)와 통신하여 사용자데이터 및/또는 각종 제어정보를 송수신하는 각종 기기들이 이에 속한다. UE는 단말(Terminal Equipment), MS(Mobile Station), MT(Mobile Terminal), UT(User Terminal), SS(Subscribe Station), 무선기기(wireless device), PDA(Personal Digital Assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등으로 불릴 수 있다. 또한, 본 발명에 있어서, BS는 일반적으로 UE 및/또는 다른 BS와 통신하는 고정국(fixed station)을 말하며, UE 및 타 BS와 통신하여 각종 데이터 및 제어정보를 교환한다. BS는 ABS(Advanced Base Station), NB(Node-B), eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point), PS(Processing Server), 전송 포인트(transmission point; TP)등 다른 용어로 불릴 수 있다. 이하의 본 발명에 관한 설명에서는, BS를 eNB로 통칭한다.
- [41] 본 발명에서 노드(node)라 함은 사용자기기와 통신하여 무선 신호를 전송/수신할 수 있는 고정된 지점(point)을 말한다. 다양한 형태의 eNB들이 그 명칭에 관계없이 노드로서 이용될 수 있다. 예를 들어, BS, NB, eNB, 피코-셀 eNB(PeNB), 홈 eNB(HeNB), 릴레이, 리피터 등이 노드가 될 수 있다. 또한, 노드는 eNB가 아니어도 될 수 있다. 예를 들어, 무선 리모트 헤드(radio remote head, RRH), 무선 리모트 유닛(radio remote unit, RRU)가 될 수 있다. RRH, RRU 등은 일반적으로 eNB의 전력 레벨(power level) 보다 낮은 전력 레벨을 갖는다. RRH 혹은 RRU이하, RRH/RRU)는 일반적으로 광 케이블 등의 전용 회선(dedicated line)으로 eNB에 연결되어 있기 때문에, 일반적으로 무선 회선으로 연결된 eNB들에 의한 협력 통신에 비해, RRH/RRU와 eNB에 의한 협력 통신이 원활하게

수행될 수 있다. 일 노드에는 최소 하나의 안테나가 설치된다. 상기 안테나는 물리 안테나를 의미할 수도 있으며, 안테나 포트, 가상 안테나, 또는 안테나 그룹을 의미할 수도 있다. 노드는 포인트(point)라고 불리기도 한다. 안테나들이 기지국에 집중되어 위치하여 하나의 eNB 컨트롤러(controller)에 의해 제어되는 기존의(conventional) 중앙 집중형 안테나 시스템(centralized antenna system, CAS)(즉, 단일 노드 시스템)과 달리, 다중 노드 시스템에서 복수의 노드는 통상 일정 간격 이상으로 떨어져 위치한다. 상기 복수의 노드는 각 노드의 동작을 제어하거나, 각 노드를 통해 송/수신될 데이터를 스케줄링(scheduling)하는 하나 이상의 eNB 혹은 eNB 컨트롤러에 의해 관리될 수 있다. 각 노드는 해당 노드를 관리하는 eNB 혹은 eNB 컨트롤러와 케이블(cable) 혹은 전용 회선(dedicated line)을 통해 연결될 수 있다. 다중 노드 시스템에서, 복수의 노드들로의/로부터의 통한 신호 전송/수신에는 동일한 셀 식별자(identity, ID)가 이용될 수도 있고 서로 다른 셀 ID가 이용될 수도 있다. 복수의 노드들이 동일한 셀 ID를 갖는 경우, 상기 복수의 노드 각각은 하나의 셀의 일부 안테나 집단처럼 동작한다. 다중 노드 시스템에서 노드들이 서로 다른 셀 ID를 갖는다면, 이러한 다중 노드 시스템은 다중 셀(예를 들어, 매크로-셀/매크로-셀/피코-셀) 시스템이라고 볼 수 있다. 복수의 노드들 각각이 형성한 다중 셀들이 커버리지에 따라 오버레이되는 형태로 구성되면, 상기 다중 셀들이 형성한 네트워크를 특히 다중-계층(multi-tier) 네트워크라 부른다. RRH/RRU의 셀 ID와 eNB의 셀 ID는 동일할 수도 있고 다를 수도 있다. RRH/RRU가 eNB가 서로 다른 셀 ID를 사용하는 경우, RRH/RRU와 eNB는 모두 독립적인 기지국으로서 동작하게 된다.

- [42] 이하에서 설명될 본 발명의 다중 노드 시스템에서, 복수의 노드와 연결된 하나 이상의 eNB 혹은 eNB 컨트롤러가 상기 복수의 노드 중 일부 또는 전부를 통해 UE에 동시에 신호를 전송 혹은 수신하도록 상기 복수의 노드를 제어할 수 있다. 각 노드의 실체, 각 노드의 구현 형태 등에 따라 다중 노드 시스템들 사이에는 차이점이 존재하지만, 복수의 노드가 함께 소정 시간-주파수 자원 상에서 UE에 통신 서비스를 제공하는 데 참여한다는 점에서, 이들 다중 노드 시스템들은 단일 노드 시스템(예를 들어, CAS, 종래의 MIMO 시스템, 종래의 중계 시스템, 종래의 리피터 시스템 등)과 다르다. 따라서, 복수의 노드들 중 일부 또는 전부를 사용하여 데이터 협력 전송을 수행하는 방법에 관한 본 발명의 실시예들은 다양한 종류의 다중 노드 시스템에 적용될 수 있다. 예를 들어, 노드는 통상 타 노드와 일정 간격 이상으로 떨어져 위치한 안테나 그룹을 일컫지만, 후술하는 본 발명의 실시예들은 노드가 간격에 상관없이 임의의 안테나 그룹을 의미하는 경우에도 적용될 수 있다. 예를 들어, X-pol(Cross polarized) 안테나를 구비한 eNB의 경우, 상기 eNB가 H-pol 안테나로 구성된 노드와 V-pol 안테나로 구성된 노드를 제어한다고 보고 본 발명의 실시예들이 적용될 수 있다.

- [43] 복수의 전송(Tx)/수신(Rx) 노드를 통해 신호를 전송/수신하거나, 복수의 전송/수신 노드들 중에서 선택된 적어도 하나의 노드를 통해 신호를

전송/수신하거나, 하향링크 신호를 전송하는 노드와 상향링크 신호를 수신하는 노드를 다르게 할 수 있는 통신 기법을 다중-eNB MIMO 또는 CoMP(Coordinated Multi-Point TX/RX)라 한다. 이러한 노드 간 협력 통신 중 협력 전송 기법은 크게 JP(joint processing)과 스케줄링 협력(scheduling coordination)으로 구분될 수 있다. 전자는 JT(joint transmission)/JR(joint reception)과 DPS(dynamic point selection)으로 나뉘고 후자는 CS(coordinated scheduling)과 CB(coordinated beamforming)으로 나뉠 수 있다. DPS는 DCS(dynamic cell selection)으로 불리기도 한다. 다른 협력 통신 기법에 비해, 노드 간 협력 통신 기법들 중 JP가 수행될 때, 보다 더 다양한 통신환경이 형성될 수 있다. JP 중 JT는 복수의 노드들이 동일한 스트림을 UE로 전송하는 통신 기법을 말하며, JR은 복수의 노드들이 동일한 스트림을 UE로부터 수신하는 통신 기법을 말한다. 상기 UE/eNB는 상기 복수의 노드들로부터 수신한 신호들을 합성하여 상기 스트림을 복원한다. JT/JR의 경우, 동일한 스트림이 복수의 노드들로부터/에게 전송되므로 전송 다이버시티(diversity)에 의해 신호 전송의 신뢰도가 향상될 수 있다. JP 중 DPS는 복수의 노드들 중 특정 규칙에 따라 선택된 일 노드를 통해 신호가 전송/수신되는 통신 기법을 말한다. DPS의 경우, 통상적으로 UE와 노드 사이의 채널 상태가 좋은 노드가 통신 노드로서 선택되게 될 것이므로, 신호 전송의 신뢰도가 향상될 수 있다.

- [44] 한편, 본 발명에서 셀(cell)이라 함은 하나 이상의 노드가 통신 서비스를 제공하는 일정 지리적 영역을 말한다. 따라서, 본 발명에서 특정 셀과 통신한다고 함은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 노드와 통신하는 것을 의미할 수 있다. 또한, 특정 셀의 하향링크/상향링크 신호는 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 노드로부터의/로의 하향링크/상향링크 신호를 의미한다. UE에게 상/하향링크 통신 서비스를 제공하는 셀을 특히 서빙 셀(serving cell)이라고 한다. 또한, 특정 셀의 채널 상태/품질은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 노드와 UE 사이에 형성된 채널 혹은 통신 링크의 채널 상태/품을 의미한다. 3GPP LTE-A 기반의 시스템에서, UE는 특정 노드로부터의 하향링크 채널 상태를 상기 특정 노드의 안테나 포트(들)이 상기 특정 노드에 할당된 채널 CSI-RS(Channel State Information Reference Signal) 자원 상에서 전송하는 CSI-RS(들)을 이용하여 측정할 수 있다. 일반적으로 인접한 노드들은 서로 직교하는 CSI-RS 자원들 상에서 해당 CSI-RS 자원들을 전송한다. CSI-RS 자원들이 직교한다고 함은 CSI-RS를 나르는 심볼 및 부반송파를 특정하는 CSI-RS 자원 구성(resource configuration), 서브프레임 오프셋(offset) 및 전송 주기(transmission period) 등에 의해 CSI-RS가 할당된 서브프레임들을 특정하는 서브프레임 구성(subframe configuration), CSI-RS 시퀀스 중 최소 한가지가 서로 다름을 의미한다.

- [45] 본 발명에서 PDCCH(Physical Downlink Control CHannel)/PCFICH(Physical Control Format Indicator CHannel)/PHICH((Physical Hybrid automatic retransmit

request Indicator CHannel)/PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel)은 각각 DCI(Downlink Control Information)/CFI(Control Format Indicator)/하향링크 ACK/NACK(ACKnowledgement/Negative ACK)/하향링크 데이터를 나르는 시간-주파수 자원의 집합 혹은 자원요소의 집합을 의미한다. 또한, PUCCH(Physical Uplink Control CHannel)/PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel)/PRACH(Physical Random Access CHannel)는 각각 UCI(Uplink Control Information)/상향링크 데이터/랜덤 액세스 신호를 나르는 시간-주파수 자원의 집합 혹은 자원요소의 집합을 의미한다. 본 발명에서는, 특히, PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH에 할당되거나 이에 속한 시간-주파수 자원 혹은 자원요소(Resource Element, RE)를 각각 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH RE 또는 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH 자원이라고 칭한다. 이하에서 사용자기가 PUCCH/PUSCH/PRACH를 전송한다는 표현은, 각각, PUSCH/PUCCH/PRACH 상에서 혹은 통해서 상향링크 제어정보/상향링크 데이터/랜덤 액세스 신호를 전송한다는 것과 동일한 의미로 사용된다. 또한, eNB가 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH를 전송한다는 표현은, 각각, PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH 상에서 혹은 통해서 하향링크 데이터/제어정보를 전송한다는 것과 동일한 의미로 사용된다.

[46] 도 1은 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다. 특히, 도 1(a)는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 주파수분할듀플렉스(frequency division duplex, FDD)용 프레임 구조를 나타낸 것이고, 도 1(b)는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 시분할듀플렉스(time division duplex, TDD)용 프레임 구조를 나타낸 것이다.

[47] 도 1을 참조하면, 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 무선프레임은 10ms(307200Ts)의 길이를 가지며, 10개의 균등한 크기의 서브프레임(subframe, SF)으로 구성된다. 일 무선프레임 내 10개의 서브프레임에는 각각 번호가 부여될 수 있다. 여기에서, Ts는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s = 1/(2048 \cdot 15\text{kHz})$ 로 표시된다. 각각의 서브프레임은 1ms의 길이를 가지며 2개의 슬롯으로 구성된다. 일 무선프레임 내에서 20개의 슬롯들은 0부터 19까지 순차적으로 넘버링될 수 있다. 각각의 슬롯은 0.5ms의 길이를 가진다. 일 서브프레임을 전송하기 위한 시간은 전송시간간격(transmission time interval, TTI)로 정의된다. 시간 자원은 무선프레임 번호(혹은 무선 프레임 인덱스라고도 함)와 서브프레임 번호(혹은 서브프레임 번호라고도 함), 슬롯 번호(혹은 슬롯 인덱스) 등에 의해 구분될 수 있다.

[48] 무선 프레임은 듀플렉스(duplex) 모드에 따라 다르게 구성(configure)될 수 있다. 예를 들어, FDD 모드에서, 하향링크 전송 및 상향링크 전송은 주파수에 의해 구분되므로, 무선 프레임은 특정 주파수 대역에 대해 하향링크 서브프레임 또는 상향링크 서브프레임 중 하나만을 포함한다. TDD 모드에서 하향링크 전송 및

상향링크 전송은 시간에 의해 구분되므로, 특정 주파수 대역에 대해 무선 프레임은 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임을 모두 포함한다.

[49] 표 1은 TDD 모드에서, 무선 프레임 내 서브프레임들의 DL-UL 구성(configuration)을 예시한 것이다.

[50] 표 1
[표1]

DL-UL configuration	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

[51] 표 1에서, D는 하향링크 서브프레임을, U는 상향링크 서브프레임을, S는 특이(special) 서브프레임을 나타낸다. 특이 서브프레임은 DwPTS(Downlink Pilot TimeSlot), GP(Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot TimeSlot)의 3개 필드를 포함한다. DwPTS는 하향링크 전송용으로 유보되는 시간 구간이며, UpPTS는 상향링크 전송용으로 유보되는 시간 구간이다. 표 2는 특이 프레임의 구성(configuration)을 예시한 것이다.

[52] 표 2

[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	$21952 \cdot T_s$			$12800 \cdot T_s$		
8	$24144 \cdot T_s$			-	-	-
9	$13168 \cdot T_s$			-	-	-

[53] 도 2는 무선 통신 시스템에서 하향링크/상향링크(DL/UL) 슬롯 구조의 일례를 나타낸 것이다. 특히, 도 2는 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 자원격자(resource grid)의 구조를 나타낸다. 안테나 포트당 1개의 자원격자가 있다.

[54] 도 2를 참조하면, 슬롯은 시간 도메인에서 복수의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼을 포함하고, 주파수 도메인에서 다수의 자원블록(resource block, RB)을 포함한다. OFDM 심볼은 일 심볼 구간을 의미하기도 한다. 도 2를 참조하면, 각 슬롯에서 전송되는 신호는 $N_{RB}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB}$ 개의 부반송파(subcarrier)와 $N_{symb}^{DL/UL}$ 개의 OFDM 심볼로 구성되는 자원격자(resource grid)로 표현될 수 있다. 여기서, N_{RB}^{DL} 은 하향링크 슬롯에서의 자원블록(resource block, RB)의 개수를 나타내고, N_{RB}^{UL} 은 UL 슬롯에서의 RB의 개수를 나타낸다. N_{RB}^{DL} 와 N_{RB}^{UL} 은 DL 전송 대역폭과 UL 전송 대역폭에 각각

N_{symb}^{DL} 은 하향링크 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타내며, N_{RB}^{UL} 은 UL 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타낸다. N_{sc}^{RB} 는 하나의 RB를 구성하는 부반송파의 개수를 나타낸다.

- [55] OFDM 심볼은 다중 접속 방식에 따라 OFDM 심볼, SC-FDM(Single Carrier Frequency Division Multiplexing) 심볼 등으로 불릴 수 있다. 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 채널 대역폭, CP(cyclic prefix)의 길이에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 정규(normal) CP의 경우에는 하나의 슬롯이 7개의 OFDM 심볼을 포함하나, 확장(extended) CP의 경우에는 하나의 슬롯이 6개의 OFDM 심볼을 포함한다. 도 2에서는 설명의 편의를 위하여 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼로 구성되는 서브프레임을 예시하였으나, 본 발명의 실시예들은 다른 개수의 OFDM 심볼을 갖는 서브프레임들에도 마찬가지로 적용될 수 있다. 도 2를 참조하면, 각 OFDM 심볼은, 주파수 도메인에서, $N_{RB}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB}$ 개의 부반송파를 포함한다. 부반송파의 유형은 데이터 전송을 위한 데이터 부반송파, 참조신호(reference signal)의 전송 위한 참조신호 부반송파, 가드 밴드(guard band) 및 직류(Direct Current, DC) 성분을 위한 널(null) 부반송파로 나뉠 수 있다. DC 성분을 위한 널 부반송파는 미사용인 채 남겨지는 부반송파로서, OFDM 신호 생성 과정 혹은 주파수 상향변환 과정에서 반송파 주파수(carrier frequency, f_0)로 맵핑(mapping)된다. 반송파 주파수는 중심 주파수(center frequency)라고도 한다.

- [56] 일 RB는 시간 도메인에서 $N_{symb}^{DL/UL}$ 개(예를 들어, 7개)의 연속하는 OFDM 심볼로서 정의되며, 주파수 도메인에서 c 개(예를 들어, 12개)의 연속하는 부반송파에 의해 정의된다. 참고로, 하나의 OFDM 심볼과 하나의 부반송파로 구성된 자원을 자원요소(resource element, RE) 혹은 톤(tone)이라고 한다. 따라서, 하나의 RB는 $N_{symb}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB}$ 개의 자원요소로 구성된다. 자원격자 내 각 자원요소는 일 슬롯 내 인덱스 쌍 (k, l) 에 의해 고유하게 정의될 수 있다. k 는 주파수 도메인에서 0부터 $N_{RB}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB} - 1$ 까지 부여되는 인덱스이며, l 은 시간 도메인에서 0부터 $N_{symb}^{DL/UL} - 1$ 까지 부여되는 인덱스이다.

- [57] 일 서브프레임에서 N_{sc}^{RB} 개의 연속하는 동일한 부반송파를 점유하면서, 상기 서브프레임의 2개의 슬롯 각각에 1개씩 위치하는 2개의 RB를 물리자원블록(physical resource block, PRB) 쌍(pair)이라고 한다. PRB 쌍을 구성하는 2개의 RB는 동일한 PRB 번호(혹은, PRB 인덱스(index)라고도 함)를 갖는다. VRB는 자원할당을 위해 도입된 일종의 논리적 자원할당 단위이다. VRB는 PRB와 동일한 크기를 갖는다. VRB를 PRB로 맵핑하는 방식에 따라,

VRB는 로컬라이즈(localized) 타입의 VRB와 분산(distributed) 타입의 VRB로 구분된다. 로컬라이즈 타입의 VRB들은 PRB들에 바로 맵핑되어, VRB 번호(VRB 인덱스라고도 함)가 PRB 번호에 바로 대응된다. 즉, $n_{PRB}=n_{VRB}$ 가 된다.

로컬라이즈 타입의 VRB들에는 0부터 $N_{VRB}^{DL}-1$ 순으로 번호가 부여되며, $N_{VRB}^{DL} =$

N_{RB}^{DL} 이다. 따라서, 로컬라이즈 맵핑 방식에 의하면, 동일한 VRB 번호를 갖는

VRB가 첫 번째 슬롯과 두 번째 슬롯에서, 동일 PRB 번호의 PRB에 맵핑된다.

반면, 분산 타입의 VRB는 인터리빙을 거쳐 PRB에 맵핑된다. 따라서, 동일한 VRB 번호를 갖는 분산 타입의 VRB는 첫 번째 슬롯과 두 번째 슬롯에서 서로 다른 번호의 PRB에 맵핑될 수 있다. 서브프레임의 두 슬롯에 1개씩 위치하며 동일한 VRB 번호를 갖는 2개의 PRB를 VRB 쌍이라 칭한다.

[58] 도 3은 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 하향링크(downlink, DL) 서브프레임 구조를 예시한 것이다.

[59] 도 3을 참조하면, DL 서브프레임은 시간 도메인에서 제어영역(control region)과 데이터영역(data region)으로 구분된다. 도 3을 참조하면, 서브프레임의 첫 번째 슬롯에서 앞부분에 위치한 최대 3(혹은 4)개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어영역(control region)에 대응한다. 이하, DL 서브프레임에서 PDCCH 전송에 이용가능한 자원 영역(resource region)을 PDCCH 영역이라 칭한다. 제어영역으로 사용되는 OFDM 심볼(들)이 아닌 남은 OFDM 심볼들은 PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel)가 할당되는 데이터영역(data region)에 해당한다. 이하, DL 서브프레임에서 PDSCH 전송에 이용가능한 자원 영역을 PDSCH 영역이라 칭한다. 3GPP LTE에서 사용되는 DL 제어 채널의 예는 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical hybrid ARQ indicator Channel) 등을 포함한다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내에서 제어 채널의 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 관한 정보를 나른다. PHICH는 UL 전송에 대한 응답으로 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request) ACK/NACK(acknowledgment/negative-acknowledgment) 신호를 나른다.

[60] PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 상향링크 제어 정보(downlink control information, DCI)라고 지칭한다. DCI는 UE 또는 UE 그룹을 위한 자원 할당 정보 및 다른 제어 정보를 포함한다. 예를 들어, DCI는 DL 공유 채널(downlink shared channel, DL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, UL 공유 채널(uplink shared channel, UL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, 페이징 채널(paging channel, PCH) 상의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상에서 전송되는 임의의 접속 응답과 같은 상위 계층(upper layer) 제어 메시지의 자원 할당 정보, UE 그룹 내의 개별 UE들에 대한 전송 전력 제어 명령(Transmit Control Command Set), 전송 전력 제어(Transmit Power Control) 명령, VoIP(Voice over IP)의 활성화(activation) 지시 정보, DAI(Downlink Assignment Index) 등을 포함한다. DL

공유 채널(downlink shared channel, DL-SCH)의 전송 포맷(Transmit Format) 및 자원 할당 정보는 DL 스케줄링 정보 혹은 DL 그랜트(DL grant)라고도 불리며, UL 공유 채널(uplink shared channel, UL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보는 UL 스케줄링 정보 혹은 UL 그랜트(UL grant)라고도 불린다. 일 PDCCH가 나르는 DCI는 DCI 포맷에 따라서 그 크기와 용도가 다르며, 부호화율에 따라 그 크기가 달라질 수 있다. 현재 3GPP LTE 시스템에서는 상향링크용으로 포맷 0 및 4, 하향링크용으로 포맷 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 2B, 2C, 3, 3A 등의 다양한 포맷이 정의되어 있다. DCI 포맷 각각의 용도에 맞게, 호핑 플래그, RB 할당(RB allocation), MCS(modulation coding scheme), RV(redundancy version), NDI(new data indicator), TPC(transmit power control), 순환 천이 DMRS(cyclic shift demodulation reference signal), UL 인덱스, CQI(channel quality information) 요청, DL 할당 인덱스(DL assignment index), HARQ 프로세스 넘버, TPMI(transmitted precoding matrix indicator), PMI(precoding matrix indicator) 정보 등의 제어정보가 취사선택된 조합이 하향링크 제어정보로서 UE에게 전송된다.

[61] 일반적으로, UE에 구성된 전송 모드(transmission mode, TM)에 따라 상기 UE에게 전송될 수 있는 DCI 포맷이 달라진다. 다시 말해, 특정 전송 모드로 구성된 UE를 위해서는 모든 DCI 포맷이 사용될 수 있는 것이 아니라, 상기 특정 전송 모드에 대응하는 일정 DCI 포맷(들)만이 사용될 수 있다.

[62] PDCCH는 하나 또는 복수의 연속된 제어 채널 요소(control channel element, CCE)들의 집성(aggregation) 상에서 전송된다. CCE는 PDCCH에 무선 채널 상태에 기초한 부호화율(coding rate)을 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 유닛(unit)이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group, REG)에 대응한다. 예를 들어, 하나의 CCE는 9개의 REG에 대응되고 하나의 REG는 4개의 RE에 대응한다. 3GPP LTE 시스템의 경우, 각각의 UE를 위해 PDCCH가 위치할 수 있는 CCE 세트를 정의하였다. UE가 자신의 PDCCH를 발견할 수 있는 CCE 세트를 PDCCH 탐색 공간, 간단히 탐색 공간(Search Space, SS)라고 지칭한다. 탐색 공간 내에서 PDCCH가 전송될 수 있는 개별 자원을 PDCCH 후보(candidate)라고 지칭한다. UE가 모니터링(monitoring)할 PDCCH 후보들의 모음은 탐색 공간으로 정의된다. 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 각각의 DCI 포맷을 위한 탐색 공간은 다른 크기를 가질 수 있으며, 전용(dedicated) 탐색 공간과 공통(common) 탐색 공간이 정의되어 있다. 전용 탐색 공간은 UE-특정(specific) 탐색 공간이며, 각각의 개별 UE를 위해 구성(configuration)된다. 공통 탐색 공간은 복수의 UE들을 위해 구성된다. 상기 탐색 공간을 정의하는 집성 레벨(aggregation level)은 다음과 같다.

[63] 표 3

[표3]

Search Space $S_k^{(L)}$			Number of PDCCH candidates $M^{(L)}$
Type	Aggregation Level L	Size[in CCEs]	
UE-specific	1	6	6
	2	12	6
	4	8	2
	8	16	2
Common	4	16	4
	8	16	2

- [64] 하나의 PDCCH 후보는 CCE 집성 레벨에 따라 1, 2, 4 또는 8개의 CCE에 대응한다. eNB는 탐색 공간 내의 임의의 PDCCH 후보 상에서 실제 PDCCH (DCI)를 전송하고, UE는 PDCCH (DCI)를 찾기 위해 탐색 공간을 모니터링한다. 여기서, 모니터링이라 함은 모든 모니터링되는 DCI 포맷들에 따라 해당 탐색 공간 내의 각 PDCCH의 복호(decoding)를 시도(attempt)하는 것을 의미한다. UE는 상기 복수의 PDCCH를 모니터링하여, 자신의 PDCCH를 검출할 수 있다. 기본적으로 UE는 자신의 PDCCH가 전송되는 위치를 모르기 때문에, 매 서브프레임마다 해당 DCI 포맷의 모든 PDCCH를 자신의 식별자를 가진 PDCCH를 검출할 때까지 PDCCH의 복호를 시도하는데, 이러한 과정을 블라인드 검출(blind detection)(블라인드 복호(blind decoding, BD))이라고 한다.
- [65] eNB는 데이터영역을 통해 UE 혹은 UE 그룹을 위한 데이터를 전송할 수 있다. 상기 데이터영역을 통해 전송되는 데이터를 사용자데이터라 칭하기도 한다. 사용자데이터의 전송을 위해, 데이터영역에는 PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel)가 할당될 수 있다. PCH(Paging channel) 및 DL-SCH(Downlink-shared channel)는 PDSCH를 통해 전송된다. UE는 PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 복호하여 PDSCH를 통해 전송되는 데이터를 읽을 수 있다. PDSCH의 데이터가 어떤 UE 혹은 UE 그룹에게 전송되는지, 상기 UE 혹은 UE 그룹이 어떻게 PDSCH 데이터를 수신하고 복호해야 하는지 등을 나타내는 정보가 PDCCH에 포함되어 전송된다. 예를 들어, 특정 PDCCH가 "A"라는 RNTI(Radio Network Temporary Identity)로 CRC(cyclic redundancy check) 마스킹(masking)되어 있고, "B"라는 무선자원(예, 주파수 위치) 및 "C"라는 전송형식정보(예, 전송 블록 사이즈, 변조 방식, 코딩 정보 등)를 이용해 전송되는 데이터에 관한 정보가 특정 DL 서브프레임을 통해 전송된다고 가정한다. UE는 자신이 가지고 있는 RNTI 정보를 이용하여 PDCCH를 모니터링하고, "A"라는 RNTI를 가지고 있는 UE는 PDCCH를 검출하고, 수신한 PDCCH의 정보를 통해 "B"와 "C"에 의해 지시되는

PDSCH를 수신한다.

- [66] UE가 eNB로부터 수신한 신호의 복조를 위해서는 데이터 신호와 비교될 참조신호 참조신호(reference signal, RS)가 필요하다. 참조신호라 함은 eNB가 UE로 혹은 UE가 eNB로 전송하는, eNB와 UE가 서로 알고 있는, 기정의된 특별한 파형의 신호를 의미하며, 파일럿(pilot)이라고도 불린다. 참조신호들은 셀 내 모든 UE들에 의해 공유되는 셀-특정(cell-specific) RS와 특정 UE에게 전용되는 복조(demodulation) RS(DM RS)로 구분된다. eNB가 특정 UE를 위한 하향링크 데이터의 복조를 위해 전송하는 DM RS를 UE-특정적(UE-specific) RS라 특별히 칭하기도 한다. 하향링크에서 DM RS와 CRS는 함께 전송될 수도 있으나 둘 중 한 가지만 전송될 수도 있다. 다만, 하향링크에서 CRS없이 DM RS만 전송되는 경우, 데이터와 동일한 프리코더를 적용하여 전송되는 DM RS는 복조 목적으로만 사용될 수 있으므로, 채널측정용 RS가 별도로 제공되어야 한다. 예를 들어, 3GPP LTE(-A)에서는 UE가 채널 상태 정보를 측정할 수 있도록 하기 위하여, 추가적인 측정용 RS인 CSI-RS가 상기 UE에게 전송된다. CSI-RS는 채널상태가 상대적으로 시간에 따른 변화도가 크지 않다는 사실에 기반하여, 매 서브프레임마다 전송되는 CRS와 달리, 다수의 서브프레임으로 구성되는 소정 전송 주기마다 전송된다.
- [67] 도 4는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 상향링크(uplink, UL) 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [68] 도 4를 참조하면, UL 서브프레임은 주파수 도메인에서 제어영역과 데이터영역으로 구분될 수 있다. 하나 또는 여러 PUCCH(physical uplink control channel)가 상향링크 제어 정보(uplink control information, UCI)를 나르기 위해, 상기 제어영역에 할당될 수 있다. 하나 또는 여러 PUSCH(physical uplink shared channel)가 사용자 데이터를 나르기 위해, UL 서브프레임의 데이터영역에 할당될 수 있다.
- [69] UL 서브프레임에서는 DC(Direct Current) 부반송파를 기준으로 거리가 먼 부반송파들이 제어영역으로 활용된다. 다시 말해, UL 전송 대역폭의 양쪽 끝부분에 위치하는 부반송파들이 상향링크 제어정보의 전송에 할당된다. DC 부반송파는 신호 전송에 사용되지 않고 남겨지는 성분으로서, 주파수 상향변환 과정에서 반송파 주파수 f_0 로 맵핑된다. 일 UE에 대한 PUCCH는 일 서브프레임에서, 일 반송파 주파수에서 동작하는 자원들에 속한 RB 쌍에 할당되며, 상기 RB 쌍에 속한 RB들은 두 개의 슬롯에서 각각 다른 부반송파를 점유한다. 이와 같이 할당되는 PUCCH를, PUCCH에 할당된 RB 쌍이 슬롯 경계에서 주파수 호핑된다고 표현한다. 다만, 주파수 호핑이 적용되지 않는 경우에는, RB 쌍이 동일한 부반송파를 점유한다.
- [70] PUCCH는 다음의 제어 정보를 전송하는데 사용될 수 있다.
- [71] - SR(Scheduling Request): 상향링크 UL-SCH 자원을 요청하는데 사용되는 정보이다. OOK(On-Off Keying) 방식을 이용하여 전송된다.

- [72] - HARQ-ACK: PDCCH에 대한 응답 및/또는 PDSCH 상의 하향링크 데이터 패킷(예, 코드워드)에 대한 응답이다. PDCCH 혹은 PDSCH가 성공적으로 수신되었는지 여부를 나타낸다. 단일 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 HARQ-ACK 1비트가 전송되고, 두 개의 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 HARQ-ACK 2비트가 전송된다. HARQ-ACK 응답은 포지티브 ACK(간단히, ACK), 네거티브 ACK(이하, NACK), DTX(Discontinuous Transmission) 또는 NACK/DTX를 포함한다. 여기서, HARQ-ACK이라는 용어는 HARQ ACK/NACK, ACK/NACK과 혼용된다.
- [73] - CSI(Channel State Information): 하향링크 채널에 대한 피드백 정보(feedback information)이다. MIMO(Multiple Input Multiple Output)-관련 피드백 정보는 RI(Rank Indicator) 및 PMI(Precoding Matrix Indicator)를 포함한다.
- [74] UE가 서브프레임에서 전송할 수 있는 상향링크 제어정보(UCI)의 양은 제어 정보 전송에 가용한 SC-FDMA의 개수에 의존한다. UCI에 가용한 SC-FDMA는 서브프레임에서 참조 신호 전송을 위한 SC-FDMA 심볼을 제외하고 남은 SC-FDMA 심볼을 의미하고, SRS(Sounding Reference Signal)가 구성된 서브프레임의 경우에는 서브프레임의 마지막 SC-FDMA 심볼도 제외된다. 참조 신호는 PUCCH의 코히런트(coherent) 검출에 사용된다. PUCCH는 전송되는 정보에 따라 다양한 포맷을 지원한다.
- [75] 표 4는 LTE/LTE-A 시스템에서 PUCCH 포맷과 UCI의 맵핑 관계를 나타낸다.
- [76]
- [77] 표 4

[표4]

PUCCH format	Modulation scheme	Number of bits per subframe	Usage	Etc.
1	N/A	N/A (exist or absent)	SR (Scheduling Request)	
1a	BPSK	1	ACK/NACK or SR + ACK/NACK	One codeword
1b	QPSK	2	ACK/NACK or SR + ACK/NACK	Two codeword
2	QPSK	20	CQI/PMI/RI	Joint coding ACK/NACK (extended CP)
2a	QPSK+BPSK	21	CQI/PMI/RI + ACK/NACK	Normal CP only
2b	QPSK+QPSK	22	CQI/PMI/RI + ACK/NACK	Normal CP only
3	QPSK	48	ACK/NACK or SR + ACK/NACK or CQI/PMI/RI + ACK/NACK	

[78] 표 4를 참조하면, PUCCH 포맷 1 계열은 주로 ACK/NACK 정보를 전송하는 데 사용되며, PUCCH 포맷 2 계열은 주로 CQI/PMI/RI 등의 채널상태정보(channel state information, CSI)를 나르는 데 사용되고, PUCCH 포맷 3 계열은 주로 ACK/NACK 정보를 전송하는 데 사용된다.

[79] **참조 신호 (Reference Signal; RS)**

[80] 무선 통신 시스템에서 패킷을 전송할 때, 전송되는 패킷은 무선 채널을 통해서 전송되기 때문에 전송과정에서 신호의 왜곡이 발생할 수 있다. 왜곡된 신호를 수신측에서 올바르게 수신하기 위해서는 채널 정보를 이용하여 수신 신호에서 왜곡을 보정하여야 한다. 채널 정보를 알아내기 위해서, 송신측과 수신측에서 모두 알고 있는 신호를 전송하여, 상기 신호가 채널을 통해 수신될 때의 왜곡 정도를 가지고 채널 정보를 알아내는 방법을 주로 사용한다. 상기 신호를 파일럿 신호(Pilot Signal) 또는 참조신호(Reference Signal)라고 한다.

[81] 다중안테나를 사용하여 데이터를 송수신하는 경우에는 각 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 채널 상황을 알아야 올바른 신호를 수신할 수 있다. 따라서, 각 송신 안테나 별로, 좀더 자세하게는 안테나 포트(안테나 포트)별로 별도의

참조신호가 존재하여야 한다.

- [82] 참조신호는 상향링크 참조신호와 하향링크 참조신호로 구분될 수 있다. 현재 LTE 시스템에는 상향링크 참조신호로써,
- [83] i) PUSCH 및 PUCCH를 통해 전송된 정보의 코히런트(coherent)한 복조를 위한 채널 추정을 위한 복조 참조신호(DeModulation-Reference Signal, DM-RS)
- [84] ii) 기지국이, 네트워크가 다른 주파수에서의 상향링크 채널 품질을 측정하기 위한 사운드링 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS)가 있다.
- [85] 한편, 하향링크 참조신호에는,
- [86] i) 셀 내의 모든 단말이 공유하는 셀-특정 참조신호(Cell-specific Reference Signal, CRS)
- [87] ii) 특정 단말만을 위한 단말-특정 참조신호(UE-specific Reference Signal)
- [88] iii) PDSCH가 전송되는 경우 코히런트한 복조를 위해 전송되는 (DeModulation-Reference Signal, DM-RS)
- [89] iv) 하향링크 DMRS가 전송되는 경우 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI)를 전달하기 위한 채널상태정보 참조신호(Channel State Information-Reference Signal, CSI-RS)
- [90] v) MBSFN(Multimedia Broadcast Single Frequency Network) 모드로 전송되는 신호에 대한 코히런트한 복조를 위해 전송되는 MBSFN 참조신호(MBSFN Reference Signal)
- [91] vi) 단말의 지리적 위치 정보를 추정하는데 사용되는 위치 참조신호(Positioning Reference Signal)가 있다.
- [92] 참조신호는 그 목적에 따라 크게 두 가지로 구분될 수 있다. 채널 정보 획득을 위한 목적의 참조신호와 데이터 복조를 위해 사용되는 참조신호가 있다. 전자는 UE가 하향 링크로의 채널 정보를 획득할 수 있는데 그 목적이 있으므로, 광대역으로 전송되어야 하고, 특정 서브 프레임에서 하향 링크 데이터를 수신하지 않는 단말이라도 그 참조신호를 수신하여야 한다. 또한 이는 핸드 오버 등의 상황에서도 사용된다. 후자는 기지국이 하향링크를 보낼 때 해당 자원에 함께 보내는 참조신호로서, 단말은 해당 참조신호를 수신함으로써 채널 측정을 하여 데이터를 복조할 수 있게 된다. 이 참조신호는 데이터가 전송되는 영역에 전송되어야 한다.

[93] **CSI 보고**

- [94] 3GPP LTE(-A) 시스템에서는, 사용자 기기(UE)가 채널상태정보(CSI)를 기지국(BS)으로 보고하도록 정의되었으며, 채널상태정보(CSI)라 함은 UE와 안테나 포트 사이에 형성되는 무선 채널(혹은 링크라고도 함)의 품질을 나타낼 수 있는 정보를 통칭한다. 예를 들어, 랭크 지시자(rank indicator, RI), 프리코딩행렬 지시자(precoding matrix indicator, PMI), 채널품질지시자(channel quality indicator, CQI) 등이 이에 해당한다. 여기서, RI는 채널의 랭크(rank) 정보를 나타내며, 이는 UE가 동일 시간-주파수 자원을 통해 수신하는 스트림의

개수를 의미한다. 이 값은 채널의 롱 텀 페이딩(fading)에 의해 종속되어 결정되므로, PMI, CQI보다 보통 더 긴 주기를 가지고 UE에서 BS로 피드백된다. PMI는 채널 공간 특성을 반영한 값으로 SINR 등의 메트릭(metric)을 기준으로 UE가 선호하는 프리코딩 인덱스를 나타낸다. CQI는 채널의 세기를 나타내는 값으로 일반적으로 BS가 PMI를 이용했을 때 얻을 수 있는 수신 SINR을 의미한다.

[95] 상기 무선 채널의 측정에 기반하여, UE는 현재 채널 상태 하에서 상기 BS에 의해 사용된다면 최적 또는 최고의 전송 레이트를 도출할 수 있는 선호되는 PMI 및 RI를 계산하고, 계산된 PMI 및 RI를 상기 BS로 피드백한다. 여기서, CQI는 상기 피드백된 PMI/RI에 대한 수용가능한 패킷 에러율(packet error probability)을 제공하는 변조 및 코딩 방식(modulation and coding scheme)을 지칭한다.

[96] 한편, 더 정밀한 MU-MIMO와 명시적인 CoMP 동작들을 포함하도록 기대되는 LTE-A 시스템에서, 현재의 CSI 피드백은 LTE에서 정의되었으며 따라서 저러한 새롭게 도입될 동작들을 충분하게 지원하지 못한다. CSI 피드백 정확도에 대한 요구사항이 충분한 MU-MIMO 또는 CoMP 스루풋(throughput) 이득을 얻기 위해 점점 까다로워짐에 따라, PMI가 롱 텀(long term)/광대역(wideband) PMI (W_1) 그리고 숏 텀(short term)/서브밴드(subband) PMI (W_2), 두 가지로 구성되도록 합의되었다. 다시 말해서, 최종 PMI는 W_1 과 W_2 의 함수로서 표현된다. 예컨대, 최종 PMI W 는 다음과 같이 정의될 수 있다: $W=W_1 * W_2$ or $W=W_2 * W_1$. 따라서, LTE-A에서 CSI는 RI, W_1 , W_2 및 CQI로 구성될 것이다.

[97] 3GPP LTE(-A)시스템에서 CSI 전송을 위해 사용되는 상향링크 채널은 다음 표 5와 같다.

[98] 표 5

[표5]

스케줄링 방식	주기적 CSI 전송	비주기적 CSI 전송
주파수 비선택적	PUCCH	-
주파수 선택적	PUCCH	PUSCH

[99] 표 5를 참조하면, CSI는 상위 계층에서 정한 주기로 물리상향링크 제어채널(Physical Uplink Control Channel, PUCCH)을 이용하여 전송될 수 있고, 스케줄러의 필요에 따라 비주기적으로 물리상향링크 공유채널(Physical Uplink Shared Channel, PUSCH)을 이용하여 전송될 수 있다. CSI가 PUSCH로 전송되는 경우는 주파수 선택적인 스케줄링 방식 및 비주기적 CSI 전송인 경우에만 가능하다. 이하에서는 스케줄링 방식 및 주기성에 따른 CSI 전송 방식에 대해서 설명한다.

[100] 1) CSI 전송 요청 제어 신호(CSI request) 수신 후 PUSCH를 통한 CQI/PMI/RI 전송

- [101] PDCCH 신호로 전송되는 PUSCH 스케줄링 제어신호(UL Grant)에 CSI를 전송하도록 요청하는 제어 신호가 포함될 수 있다. 다음 표는 PUSCH를 통해 CQI, PMI, RI를 전송할 때의 UE의 모드를 나타낸다.
- [102] 표 6

[~~㉞~~6]

	PMI Feedback Type		
	No PMI	Single PMI	Multiple PMIs

PUSCH CQI Feedback Type	Wideband(Wideband and CQI)			Mode 1-2 RI 1st wideband CQI(4bit) 2nd wideband CQI(4bit) if RI>1 N*Subband PMI(4bit) (N is the total # of subbands)(if 8Tx Ant, N*subband W2 + wideband W1)
	UE selected(Subband CQI)	Mode 2-0 RI (only for Open-loop SM) 1st wideband CQI(4bit) + Best-M CQI(2bit) (Best-M CQI: 총 N개의 SB중 선택된 M개의 SB에 대한 평균 CQI) Best-M index (L bit)		Mode 2-2 RI 1st wideband CQI(4bit) + Best-M CQI(2bit) 2nd wideband CQI(4bit) + Best-M CQI(2bit) if RI>1* Best-M index (L bit) Wideband PMI(4bit)+ Best-M PMI(4bit) (if 8Tx Ant, wideband W2 + Best-M W2 + wideband W1)
	Higher Layer-configured (Subband CQI)	Mode 3-0 RI (only for Open-loop SM) 1st wideband CQI(4bit)+N*subbandCQI(2bit)	Mode 3-1 RI 1st wideband CQI(4bit)+ N*subbandCQI(2bit) 2nd wideband CQI(4bit)+ N*subbandCQI(2bit) if RI>1 Wideband PMI(4bit) (if 8Tx	Mode 3-2 RI 1st wideband CQI(4bit)+ N*subbandCQI(2bit) 2nd wideband CQI(4bit)+ N*subbandCQI(2bit) if RI>1N*Subband PMI(4bit) (N is the

		Ant, wideband W2 + wideband W1)	total # of subbands)(if 8Tx Ant, N*subband W2 + wideband W1)
--	--	------------------------------------	--

- [103] 표 6의 전송 모드는 상위 레이어에서 선택되며, CQI/PMI/RI는 모두 같은 PUSCH 서브프레임에서 전송된다. 이하에서는, 각 모드에 따른 UE의 상향링크 전송 방법에 대해서 설명한다.
- [104] 모드 1-2(Mode 1-2)는 각각의 서브밴드에 대해서 데이터가 서브밴드만을 통해서 전송된다는 가정하에 프리코딩 행렬을 선택하는 경우를 나타낸다. UE는 시스템 대역 또는 상위 레이어에서 지정한 대역(set S) 전체에 대해서 선택한 프리코딩 행렬을 가정하여 CQI를 생성한다. 모드 1-2에서 UE는 CQI와 각 서브밴드의 PMI 값을 전송할 수 있다. 이때, 각 서브밴드의 크기는 시스템 대역의 크기에 따라 달라질 수 있다.
- [105] 모드 2-0(Mode 2-0)인 UE는 시스템 대역 또는 상위 레이어에서 지정한 지정 대역(set S)에 대해서 선호하는 M개의 서브밴드를 선택할 수 있다. UE는 선택한 M개의 서브밴드에 대해서 데이터를 전송한다는 가정하에 하나의 CQI 값을 생성할 수 있다. UE는 추가로 시스템 대역 또는 set S에 대해서 하나의 CQI (wideband CQI) 값을 보고하는 것이 바람직하다. UE는 선택한 M개의 서브밴드들에 대해서 다수 개의 코드워드가 있을 경우, 각 코드워드에 대한 CQI 값을 차분 형식으로 정의한다.
- [106] 이때, 차분 CQI 값은 선택한 M개의 서브밴드에 대한 CQI 값에 해당하는 인덱스와 광대역 CQI(WB-CQI: Wideband CQI) 인덱스의 차이값으로 결정된다.
- [107] 모드 2-0인 UE는 선택한 M개의 서브밴드의 위치에 대한 정보, 선택한 M개의 서브밴드들에 대한 하나의 CQI 값 및 전 대역 또는 지정 대역(set S)에 대해서 생성한 CQI 값을 BS로 전송할 수 있다. 이때, 서브밴드의 크기 및 M값은 시스템 대역의 크기에 따라 달라질 수 있다.
- [108] 모드 2-2(Mode 2-2)인 UE는 M개의 선호하는 서브밴드를 통하여 데이터를 전송한다는 가정하에, M개의 선호 서브밴드의 위치와 M개의 선호 서브밴드에 대한 단일 프리코딩 행렬을 동시에 선택할 수 있다. 이때, M개의 선호 서브밴드에 대한 CQI 값은 코드워드마다 정의된다. 또한, UE는 추가로 시스템 대역 또는 지정 대역(set S)에 대해서 광대역 CQI(wideband CQI) 값을 생성한다.
- [109] 모드 2-2인 UE는 M개의 선호하는 서브밴드의 위치에 대한 정보, 선택된 M개의 서브밴드들에 대한 하나의 CQI 값, M개의 선호하는 서브밴드에 대한 단일 PMI, 광대역 PMI, 광대역 CQI 값을 BS로 전송할 수 있다. 이때, 서브밴드의 크기 및 M값은 시스템 대역의 크기에 따라 달라질 수 있다.
- [110] 모드 3-0(Mode 3-0)인 UE는 광대역 CQI 값을 생성한다. UE는 각 서브밴드를

통해서 데이터를 전송한다는 가정하에 각 서브밴드에 대한 CQI 값을 생성한다. 이때, $RI > 1$ 이더라도 CQI 값은 첫 번째 코드워드에 대한 CQI 값만을 나타낸다.

- [111] 모드 3-1(Mode 3-1)인 UE는 시스템 대역 또는 지정대역(set S)에 대해서 단일 프리코딩 행렬(precoding matrix)을 생성한다. UE는 각 서브밴드에 대해서 앞서 생성한 단일 프리코딩 행렬을 가정하고, 코드워드 별로 서브밴드 CQI를 생성한다. 또한, UE는 단일 프리코딩 행렬을 가정하고 광대역 CQI를 생성할 수 있다. 각 서브밴드의 CQI 값은 차분 형식으로 표현될 수 있다. 서브밴드 CQI 값은 서브밴드 CQI 인덱스와 광대역 CQI 인덱스의 차이값으로 계산된다. 이때, 서브밴드의 크기는 시스템 대역의 크기에 따라 달라질 수 있다.
- [112] 모드 3-2(Mode 3-2)인 UE는 모드 3-1과 비교하여, 전체 대역에 대한 단일 프리코딩 행렬 대신, 각 서브밴드에 대한 프리코딩 행렬을 생성한다.
- [113] 2) PUCCH를 통한 주기적인 CQI/PMI/RI 전송
- [114] UE는 CSI(e.g. CQI/PMI/PTI(precoding type indicator) 및/또는 RI 정보)를 PUCCH를 통해 BS에 주기적으로 전송할 수 있다. 만약, UE가 사용자 데이터를 전송하라는 제어신호를 수신하였을 경우에는, UE는 PUCCH를 통하여 CQI를 전송할 수 있다. 제어신호가 PUSCH를 통하여 전송되더라도 CQI/PMI/PTI/RI는 다음 표에서 정의된 모드들 중 하나의 방식에 의해 전송될 수 있다.
- [115] 표 7

[표7]

		PMI 피드백 타입	
		No PMI	단일 PMI
PUCCH CQI 피드백 타입	광대역(광대역 CQI)	Mode 1-0	Mode 1-1
	UE 선택(서브밴드 CQI)	Mode 2-0	Mode 2-1

- [116] UE는 표 7과 같은 전송 모드를 가질 수 있다. 표 9를 참조하면, 모드 2-0(Mode 2-0) 및 모드 2-1(Mode 2-1)의 경우, 대역폭 파트(BP: Bandwidth Part)는 주파수 영역에서 연속적으로 위치한 서브밴드들의 집합이며 시스템 대역 또는 지정대역(set S)를 모두 커버할 수 있다. 표 7에서 각 서브밴드의 크기, BP의 크기 및 BP의 개수는 시스템 대역의 크기에 따라 달라질 수 있다. 또한, UE는 시스템 대역 또는 지정대역(set S)을 커버할 수 있도록 BP 별로 CQI를 주파수 영역에서 오름차순으로 전송한다.
- [117] CQI/PMI/PTI/RI의 전송 조합에 따라, UE는 다음과 같은 PUCCH 전송 타입을 가질 수 있다.
- [118] i) 타입1 (Type 1): 모드 2-0(Mode 2-0), 모드 2-1(Mode 2-1)의 서브밴드

CQI(SB-CQI)를 전송한다.

- [119] ii) 타입1a: 서브밴드 CQI 및 제2 PMI를 전송한다
- [120] iii) 타입2, 타입 2b, 타입 2c: 광대역 CQI 및 PMI(WB-CQI/PMI)를 전송한다.
- [121] iv) 타입2a: 광대역 PMI를 전송한다.
- [122] v) 타입3: RI를 전송한다.
- [123] vi) 타입 4: 광대역 CQI를 전송한다.
- [124] vii) 타입 5: RI 및 광대역 PMI를 전송한다.
- [125] viii) 타입 6: RI 및 PTI를 전송한다.
- [126] ix) 타입 7: CRI(CSI-RS resource indicator) 및 RI를 전송한다.
- [127] x) 타입 8: CRI, RI 및 광대역 PMI를 전송한다.
- [128] xi) 타입 9: CRI, RI 및 PTI(precoding type indication)를 전송한다.
- [129] xii) 타입 10: CRI를 전송한다.
- [130] UE가 RI와 광대역 CQI/PMI를 전송하는 경우, CQI/PMI는 서로 다른 주기와 오프셋을 가지는 서브프레임에 전송된다. 또한, RI와 광대역 CQI/PMI가 같은 서브프레임에 전송되어야 하는 경우에는 CQI/PMI는 전송되지 않는다.
- [131] 본 발명에서는 FD(full dimension)-MIMO 환경에서 단말에게 CSI-RS를 설정하여 채널 측정을 하고자 할 때, 하나의 CSI 프로세스에 둘 이상의 CSI-RS를 설정하여 활용하는 방법에 대해 제안한다. 또한, 비주기적 CSI-RS를 설정해 주기 위한 자원 설정 방식 및 전송 방식, 그 전송에 대한 지시 방식에 대한 시그널링 및 그와 관련된 동작에 대해 제안한다.
- [132] **복수의 CSI-RS 자원을 포함한 CSI 프로세스**
- [133] 빔포밍된(beamformed) CSI-RS의 경우, 서로 다른 수직(vertical) 방향으로 빔포밍된 CSI-RS를 단말에게 할당하여 사용하는 상황이 고려되고 있다. 이를 위해, CSI 프로세스에는 서로 다른 “특성”을 갖는 CSI-RS가 하나의 CSI 프로세스에 대해 복수 개 설정되는 상황이 논의되고 있다. 해당 “특성”은 아래와 같을 수 있다.
 - [134] - RB들 내 RE 위치(맵핑)
 - [135] - 전송 주기/오프셋
 - [136] - 전송 서브밴드
 - [137] - 안테나 포트 수
 - [138] - 수직 빔
 - [139] - 스캐닝 ID
 - [140] - 주기적/비주기적 여부
- [141] 상기 특성 중 하나 이상이 다른 복수 개의 CSI-RS를 하나의 CSI 프로세스에 설정하여, 각 CSI-RS의 특성에 따라 각 CSI-RS를 다른 용도(CSI, RSRP, etc)에 따라 사용할 수 있다. 즉, 하나의 CSI 프로세스에 CSI-RS를 설정하여, CSI 피드백 체인(chain)은 그대로 유지하되, 서로 다른 CSI-RS에 대한 CSI를 피드백하는 동작이 가능할 수 있을 것이다. 이 때, 만약 단말로 비주기적 CSI-RS 요청이

전송되었고, 해당 CSI 프로세스에 비주기적 CSI의 대상이 될 수 있는 CSI-RS가 둘 이상 존재한다면, 단말은 비주기적 CSI 요청에 지정되어 있는 CSI 프로세스 내에 설정되어 있는 CSI-RS 중, 비주기적 CSI를 전송하도록 설정되어 있는 CSI 전부에 대한 비주기적 CSI 보고를 수행한다.

[142] **CSI-RS를 위한 피드백 방법 설정**

[143] 제 1안: 채널 측정/각 CSI-RS를 위한 피드백 설정

[144] CSI 프로세스에 설정된 CSI-RS마다 서로 다른 피드백 타입이 설정될 수 있다. 예를 들어, 4개의 CSI-RS가 지정되어 있을 때 그 피드백 방법은 도 5와 같이 설정될 수 있다.

[145] 이 경우, CSI-RS 1을 사용하여 주기적 및 비주기적 CSI 보고를, CSI-RS 2를 사용하여 비주기적 CSI 보고를 수행하게 된다. RSRP의 경우는 CSI-RS 1 내지 4 각각에 대한 RSRP를 측정/전송할 수 있다. 해당 피드백 타입 설정은 RRC로 설정될 수 있다. CSI 프로세스에 정의된 CSI-IM은 이 경우 CSI 피드백을 하는 CSI-RS(위 예시에서, CSI-RS 1, 2)과 쌍을 이루어(pairing) 간섭 측정에 이용될 수 있다.

[146] 주기적, 비주기적 피드백의 대상으로 설정된 CSI-RS의 경우 해당 피드백 방법에 대한 파라미터들(예컨대, 피드백 모드, 주기, 오프셋 등)이 설정되어야 하는데, 이는 도 5와 같이 해당 CSI 프로세스의 디폴트(default) 방법을 사용할 수 있고, 그렇지 않다면 CSI-RS에 대해 독립적으로 설정될 수 있다.

[147] 제 2안: 채널 측정/피드백 관련된 '상태'를 정의하고 각 CSI-RS에 '상태'를 설정

[148] 아래와 같은 상태를 설정하여 각 CSI-RS에 지정하는 것으로, 각 CSI-RS에 대한 피드백 방법을 지정해 줄 수 있다.

[149] 1. 활성(Active): 활성 상태는 CSI 프로세스에 설정된 방법에 따른 CSI 측정 및 피드백의 대상, 그리고 수직 빔 선택 등을 위한 롱-텀 CSI 측정의 대상이 되는 CSI-RS이다.

[150] 2. 비활성(Non-active): 비활성 상태는 CSI 프로세스에 설정된 CSI 피드백에는 관여하지 않고, 단지 수직 빔 선택 등을 위한 롱-텀 CSI 측정 대상이 되는 CSI-RS이다.

[151] 3. 오프(Off): 오프 상태는 피드백 혹은 RSRP 등의 측정/피드백에 관여하지 않고, 차후 활성 상태/비활성 상태로 설정되기 위해 사전에 단말에게 지정된 CSI-RS 자원이다.

[152] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 하나의 CSI 프로세스에 속한 각 CSI-RS에 대한 '상태' 설정을 도시한다.

[153] CSI 프로세스에 정의된 CSI-IM은 이 경우 활성 상태인 CSI-RS(위 예시에서, CSI-RS 1)과 연결되어 간섭을 측정하는데 사용될 수 있다.

[154] 이 경우 각 상태에 지정될 수 있는 CSI-RS의 개수가 한정될 수 있다. 예를 들어, 활성 상태로 설정되는 CSI-RS의 개수는 1개로, 비활성 상태로 설정되는 CSI-RS의 개수는 3개로 한정될 수 있다. 오프 상태로 설정되는 CSI-RS는 없을 수

있다.

[155] 제 2안은 디폴트 피드백 방법을 가지게 되는데, 이 경우 해당 CSI 프로세스에 포함된 CSI-RS들은 해당 피드백 방법을 적용할 수 있는 설정(예컨대, 동일한 코드북 내 설정) 내에서 정의되어야 할 것이다.

[156] 해당 CSI-RS의 상태는 RRC, MAC 혹은 DCI로 지정될 수 있다. 특히, DCI의 경우, 비활성 상태로 지정된 CSI-RS 내에서 활성 상태가 되는 CSI-RS를 지정하고, 선택되지 않은 CSI-RS를 비활성화 상태로 가정하는 동작이 가능할 것이다.

[157] **CSI-RS들 간의 계층적 구조(hierarchy)**

[158] 복수 개의 CSI 프로세스가 설정된 경우 혹은 하나의 CSI 프로세스에서 두 개 이상의 CSI-RS가 설정된 경우, CSI-RS간에 전송 자원이 겹칠 수 있다. 특히, 주기적/비주기적 CSI의 경우, 주기적 CSI 보고와 비주기적 CSI 보고에 해당하는 CSI-RS가 다르다면, 비주기적 CSI 요청을 위한 비주기적 CSI-RS를 전송할 필요가 있을 수 있다. 이 경우, 상기 비주기적 CSI-RS 자원이 주기적 CSI-RS 자원과 겹칠 경우, 비주기적 CSI 요청에 대한 CSI-RS를 전송하고 주기적 CSI 보고에 대한 CSI-RS를 드롭(drop)하는 것이 바람직하다.

[159] 혹은, 어떤 CSI-RS는 수직 CSI-RS 선택을 위한 롱-텀 CSI를 위한 CSI-RS이고, 다른 CSI-RS는 선택된 수직 빔에 대한 수평 CSI 측정/전송을 위한 숏-텀 CSI를 위한 CSI-RS일 수 있다. 이 경우, 만약 롱-텀 CSI를 위한 CSI-RS의 전송 자원이 숏-텀 CSI를 위한 CSI-RS 자원과 겹칠 경우(예컨대, 시간, 주파수, 빔 등) 롱-텀 CSI를 위한 CSI-RS를 전송하고 숏-텀 CSI를 위한 CSI-RS를 드롭할 수 있다. 즉, 아래와 같은 CSI-RS 계층적 구조가 가능하다.

[160] - Level 3 : 비주기적 CSI-RS

[161] - Level 2 : 롱-텀 CSI-RS

[162] - Level 1 : 숏-텀 CSI-RS

[163] 상위 레벨의 CSI-RS와 하위 레벨의 CSI-RS의 전송 자원이 겹칠 경우, 상위 레벨의 CSI-RS를 전송하고 하위 레벨의 CSI-RS를 드롭할 수 있다.

[164] **비주기적 CSI-RS**

[165] 위와 같이 하나의 CSI 프로세스에 다수 개의 CSI-RS 자원을 포함하는 경우 그 중 하나가 비주기적 CSI-RS일 수 있으며, 혹은 단일 비주기적 CSI-RS 자원 또는 설정만이 CSI 프로세스에 포함될 수 있다. 본 발명의 이하에서는 전자와 같이 하나의 CSI 프로세스에 다수 개의 CSI-RS 자원이 포함된 경우를 기본적으로 고려하나, 후자와 같은 경우에도 하기 세부 기술들이 적용될 수 있음은 자명하다. 비주기적 CSI-RS의 시간을 제외한 나머지 특성(RB내 RE 위치(맵핑), 전송 서브밴드, 스크램블링 ID 등)에 대한 설정이 상위-계층 시그널링 등을 통해 사전에 설정될 수 있다. 해당 비주기적 CSI-RS는 비주기적 CSI 요청의 수신 여부에 따라, 비주기적 CSI로서 측정/전송되거나, 다른 단말을 위한 비주기적 CSI-RS로 간주되어 무시될 수도 있다.

- [166] 비주기적 CSI-RS는 자원의 설정 및 사용 방법에 따라 나뉠 수 있다.
- [167] 제 1안: 비주기적 CSI-RS의 전송은 미리 정해져 있는 CSI-RS 자원 풀(pool) 내에서 이루어질 수 있다. 특히, 추가적인 CSI-RS 자원의 사용을 피하기 위해, 이미 주기적 CSI-RS 전송을 위해 할당되어 있는 자원을 사용하여 비주기적 CSI-RS를 전송할 수 있다. 이 경우, 비주기적 CSI-RS의 전송이 없을 경우 해당 자원은 기존의 주기적 CSI-RS 전송에 사용된다. 본 발명의 이하에서는, 이와 같이 "이미 주기적 CSI-RS 전송을 위해 할당되어 있는 자원을 사용하여 비주기적 CSI-RS를 전송하는 경우"를 기반으로 하여 추가 기술들을 설명한다. 그러나, 하기에 제안하는 세부 내용들은 주기적 CSI-RS 전송 자원과 분리된 독립적인 비주기적 CSI-RS 전송 자원을 고려하는 경우에 대해서도 적용될 수 있다. 이 경우, 하기 특정 지시자 혹은 단말 동작들은 오직 해당 비주기적 CSI-RS 전송과 관련하여 적용되며 다른 주기적 CSI-RS 설정들과는 무관하게 동작될 수 있다.
- [168] 기지국은 비주기적 CSI-RS 지시를 단말에게 전송해 주는 것으로 해당 비주기적 CSI-RS의 전송을 단말에게 알릴 수 있다. 상기 "비주기적 CSI-RS 지시"는 "비주기적 CSI 요청"과 분리된 명시적 시그널링 메시지 일 수 있으며, 이 경우 "비주기적 CSI-RS 지시"는 해당 비주기적 CSI-RS의 실제 전송 기회(instance)를 지시해주는 것으로 해석될 수 있다. 또는, "비주기적 CSI-RS 지시" 자체는 별도로 제공되지 않고 "비주기적 CSI 요청"과 연동되어 암시적으로 시그널링되는 형태로 적용될 수도 있다. 상기 비주기적 CSI-RS 지시는 주기적으로 전송되던 기존의 CSI-RS 대신, 기존의 CSI-RS와 다른 설정을 가진 비주기적 CSI-RS가 전송되었다는 것을 의미한다. 따라서, 단말은 해당 서브프레임에서 전송된 CSI-RS를 주기적 CSI 보고에 사용하지 않아야 한다. 대신 해당 서브프레임에서 전송된 비주기적 CSI-RS는 비주기적 CSI 요청에 따라 비주기적 CSI 요청에 사용할 수 있다. 즉, 비주기적 CSI-RS 지시와 비주기적 CSI 요청을 둘 다 수신한 단말이라면, 비주기적 CSI-RS 자원에 CSI-RS가 전송된다고 가정하여, 해당 비주기적 CSI-RS를 사용한 비주기적 CSI를 측정 또는 전송할 수 있다. 또한, 비주기적 CSI-RS 지시만을 수신한 단말은, 해당 비주기적 CSI-RS 지시를 동적인 제로파워(zero-power; ZP) CSI-RS 지시로 해석하여, 해당 서브프레임에서 해당 비주기적 CSI-RS 자원을 레이트 매칭(rate matching)된 것과 같이 데이터가 전송되지 않은 것으로 인식하고 그에 따라 동작할 수 있다.
- [169] 비주기적 CSI-RS 지시는 DCI를 사용해 전송될 수 있다. 비주기적 CSI-RS 지시 신호를 서브프레임 n 에서 단말이 수신했을 때, 비주기적 CSI-RS의 전송 시점은 아래와 같을 수 있다.
- [170] 1. 비주기적 CSI-RS의 전송 시점은 서브프레임 $n+p$ 라고 해석될 수 있다. 이 때, p 는 비주기적 CSI-RS 전송 지연으로, DCI의 비주기적 CSI-RS 지시 필드에 p 를 명시적으로 전송하는 것으로 단말에게 알려줄 수 있다.
- [171] 2. 별도의 시그널링 없이, 사전에 정의되는 상수 p 를 이용하여, 서브프레임

$n+p$ 에서 비주기적 CSI-RS가 전송된다고 해석될 수 있다.

[172] A. 특히, $p=0$ 인 경우 비주기적 CSI-RS 지시의 전송 타이밍과 같은 서브프레임에 비주기적 CSI-RS가 전송될 수 있다.

[173] 상기 각각의 비주기적 CSI-RS 전송 시점 지시 방법에 따라, 해당 신호의 구조는 아래와 같을 수 있다.

[174] 1. $[0, P]$ 사이의 정수, 혹은 "no aperiodic CSI-RS state"를 의미하는 정수를 p 로서 전송한다. P 는 최대 비주기적 CSI-RS 전송 지연으로, "no aperiodic CSI-RS state"를 포함하여 $P+2$ 개 상태, 즉 총 $(\log_2(P+2))$ 비트가 필요하다.

아래 표는 $P=6$ 인 경우의 예시를 정리하였다.

[175] 표 8

[표8]

인덱스	설명
0	no aperiodic CSI-RS 전송
1	$p=0$
2	지연 1, 서브프레임 $p=1$
3	지연 2, 서브프레임 $p=2$
4	지연 3, 서브프레임 $p=3$
5	지연 4, 서브프레임 $p=4$
6	지연 5, 서브프레임 $p=5$
7	지연 6, 서브프레임 $p=6$

[176] 혹은 지연 대신, 비주기적 CSI-RS 지시 수신 시점 대비 이전에 전송된 비주기적 CSI-RS를 지칭할 수 있다. 이 경우, 비주기적 CSI-RS의 전송 시점은 서브프레임 $n-p$ 시점으로 해석되고, 위의 표 10과 같은 표를 그대로 사용할 수 있다. 대신, 상기 표의 의미는 비주기적 CSI-RS 전송 지연 대신 비주기적 CSI-RS 기회 지시로서 바뀔 수 있다.

[177] 상기 비주기적 CSI-RS 기회 지시자는 표 11과 같이 비주기적 CSI-RS 자원 단위로 알려줄 수 있다. 즉, 해당 필드 값에 따라 단말은 비주기적 CSI-RS 지시 수신 시점 기준 첫 번째 비주기적 CSI-RS, 혹은 두 번째 비주기적 CSI-RS를 사용한 비주기적 CSI를 보고할 수 있다.

[178] 표 9

[표9]

인덱스	설명
0	CSI-RS 자원 X의 가장 최근 기회(instance)
1	CSI-RS 자원 X의 두번째 최근 기회

[179] 2. 또는, 기지국은 비주기적 CSI-RS 지시로서 {0, 1}로 비주기적 CSI-RS의 온/오프 지시만을 전송할 수 있다. 그 예는 다음과 같다.

[180] 표 10

[표10]

인덱스	설명
0	비주기적 CSI-RS 없음
1	비주기적 CSI-RS 전송

[181] 상기 DCI는 SI-RNTI를 사용한 셀-공통 DCI로 전송될 수 있다. 이 경우 상기 비주기적 CSI-RS 지시는 DCI 1A, 1C 등을 통해 해당 셀의 셀 ID를 사용하는 단말은 해당 DCI를 수신하여 사용할 수 있다. 이 경우, 기지국은 기존 DCI에 추가된 공간에 해당 비주기적 CSI-RS 지시를 단말에게 전송할 수 있다. 이 공간의 크기는 상술한 비주기적 CSI-RS 전송 시점의 지시 방법에 따라 결정된다.

[182] 혹은, 해당 비주기적 CSI-RS 지시는 DCI 1A에 SI-RNTI를 사용할 때 예비(reserve)되는 공간 중 일부 공간을 사용하여 전송될 수 있다. 예를 들어, 도 8과 같이 SI-RNTI가 사용될 경우 HARQ 프로세스 번호(FDD를 위해 3비트, TDD를 위해 4비트로 정의됨), 하향링크 할당 인덱스(TDD만을 위해 2비트로 정의됨)에 해당하는 공간이 예비된다. 비주기적 CSI-RS (자원)가 K개 정의된다면, 해당 예비된 공간 중 K개의 비트를 사용하여 비트맵 형식으로 각각의 온/오프를 셀 내 단말에 알려줄 수 있을 것이다. 여기서, K는 이용가능한 공간보다 작거나 같아야 한다. 만약 FDD이고 HARQ 프로세스 번호에 대응하는 공간을 사용한다면, $K \leq 3$ 일 수 있다.

[183] 또는, 상기 비주기적 CSI-RS 지시는 DCI 포맷 3/3A와 같은 DCI를 사용하여 브로드캐스트될 수 있다.

[184] 이 경우, SI-RNTI와 같은 브로드캐스트용 RNTI, 혹은 해당 정보만을 위한 비주기적-CSI-RS-RNTI와 같은 별도의 RNTI를 사용하여 DCI를 전송할 수 있다.

[185] **새로운 DCI 포맷 X**

[186] 이와 같이 비주기적-CSI-RS-RNTI 등과 같은 별도의 RNTI로 마스킹된 도 7과 같은 DCI 포맷 X가 셀-특정하게 전송될 수 있으며, 이는 공통 탐색 공간(CSS)을 통해 전송될 수 있다. 이 때, 기지국은 각 단말에게, 사전에 상기 DCI 포맷 X 내 비트맵 중 어떤 비트(들)가 해당 단말에게 해당하는 비주기적 CSI-RS 지시인지에 대한 비트-대-단말(UE) 할당 정보를 RRC 시그널링과 같은 상위 계층

시그널링으로 알려줄 수 있다. 이 경우, 단말은 상기 DCI 포맷 X를 검출 시 자신의 비트 위치에 대한 정보를 통해 자신이 해당 비주기적 CSI-RS를 측정해야 하는지 여부를 알 수 있으며, 그리고/또는 나머지 비트(들) 위치를 통해 다른 단말을 위해 전송되는 비주기적 CSI-RS 전송 여부를 파악할 수 있다. 또한, 단말이 다른 단말을 위해 전송되는 비주기적 CSI-RS 전송 여부를 파악하지 못하더라도, 다른 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 전송 등으로 해당 RE 위치들이 데이터 전송에 사용되지 않는다는 사실을 인지함으로써, 해당 단말이 이 서브프레임에서 DL 승인을 수신하였을 경우 PDSCH RE 맵핑 동작에 레이트 매칭(rate matching) 용도로 적용할 수 있도록 한다.

- [187] 결국, 도 7과 같이, DCI 포맷 X는 특정 (셀-특정) 공통 제로 파워(zero power; ZP) CSI-RS 지시 용도로 전송될 수 있고, 위에서 언급한 비트-대-단말 할당 정보에 대한 RRC 시그널링이 설정되지 않는다면, 해당 DCI 포맷 X는 PDSCH/EPDCCH 레이트 매칭 시그널링 용도로만 사용할 수 있는 것으로 정의 또는 설정될 수 있다. 즉, 이 경우는 비주기적 CSI-RS 측정을 위한 비주기적 CSI-RS 지시는 별도의 DCI를 통해 제공될 수 있다.
- [188] 상기 DCI 포맷 X의 길이는 단말의 블라인드 디코딩 오버헤드를 줄이기 위해, 기존의 공통 탐색 공간에서 전송될 수 있는 특정 DCI 포맷(예컨대, DCI 포맷 3, 3A, 1A 및/또는 1C)과 같은 길이로 설정될 수 있다. 이 때, DCI 포맷 X의 총 페이로드 길이를 해당 특정 DCI의 길이와 같게 하기 위해, (해당 DCI 포맷 길이 - 실제 DCI 포맷 X 길이)만큼 남는 공간에 제로 패딩(zero padding)이 적용되는 제한이 적용될 수 있다.
- [189] DCI 포맷 X는 위에서 설명한 레이트 매칭 시그널링 용도로 사용되는 경우, DCI 내에 존재하는 정보는 PDSCH 또는 EPDCCH의 레이트 매칭에 사용되는 비주기적 ZP CSI-RS이다. 구체적으로, 기지국은 RRC 시그널링을 통해 단말에게 N개의 비주기적 ZP CSI-RS를 설정해주고, 이후 DCI 포맷 X를 통해 N개의 비주기적 ZP CSI-RS 중에 어떤 비주기적 ZP CSI-RS를 사용해서 레이트 매칭을 수행하는지 알려줄 수 있다.
- [190] 만약 단말이 PDSCH 또는 EPDCCH를 수신했지만, DCI 포맷 X의 블라인드 디코딩에 실패했을 경우 올바르게 못한 레이트 매칭을 시도함으로써 데이터/제어 신호 디코딩에 실패할 수 있다. 1)따라서, 이를 해결하기 위해 단말과 기지국은 해당 정보가 레이트 매칭을 위한 것이 아니라 PDSCH/EPDCCH의 RE 펀처링(puncturing) 패턴을 알려주는 것으로 약속할 수 있다. 다시 말하면, DCI 포맷 X가 지시하는 정보는 PDSCH/EPDCCH의 RE 펀처링(puncturing) 패턴이고, 기지국은 레이트 매칭이 아닌 RE 펀처링 방식으로 PDSCH/EPDCCH RE 맵핑을 수행한다.
- [191] 즉, 기지국이 PDSCH/EPDCCH의 RE를 맵핑할 때, 비주기적 CSI-RS가 맵핑되는 RE(들)도 PDSCH/EPDCCH를 전송한다고 가정하고 RE를 맵핑한 뒤, 최종 전송 시점에서 해당 RE에 맵핑된 PDSCH/EPDCCH를 실제로 전송하지 않고

해당 RE에서 비주기적 CSI-RS를 전송한다. 그리고, 단말은 이러한 전송 동작을 가정하고 PDSCH/EPDCCH에 대한 디코딩을 수행할 수 있다. 결과적으로, 단말은 상기 RE 평처링 패턴에 대응하는 PDSCH/EPDCCH 뮤팅 RE에서는 PDSCH/EPDCCH가 아니라 잡음, 더미 신호가 있다고 가정하며 결과적으로 PDSCH/EPDCCH 뮤팅 RE에서는 채널 디코딩시 LLR(log-like ratio) 계산을 수행하지 않는다.

- [192] 참고로, PDSCH/EPDCCH가 비주기적 CSI-RS RE에서 레이트 매칭되는 경우, 기지국과 단말의 동작은 다음과 같다. 기지국이 PDSCH/EPDCCH RE를 맵핑할 때, 비주기적 CSI-RS RE에는 애초부터 PDSCH/EPDCCH를 전송하지 않는다고 가정하고 RE 맵핑을 한 뒤, PDSCH/EPDCCH를 전송한다. 기지국은 또한 비주기적 CSI-RS RE에서는 비주기적 CSI-RS를 전송한다. 그리고, 단말은 이러한 전송 동작을 가정하고 PDSCH/EPDCCH에 대한 디코딩을 수행한다. 결과적으로, 단말은 PDSCH/EPDCCH 뮤팅 RE에서는 PDSCH/EPDCCH가 처음부터 맵핑되지 않았다고 가정하고 디코딩을 수행한다.
- [193] 이와 같이 레이트 매칭 정보보다 RE 평처링 패턴으로 약속되고 실제로 사용되는 것은 좀더 양호한 수신 성능을 보장하기 위함이다. 즉, 상기 RE 평처링 패턴 검출에 어려가 어느 정도 섞여 있더라도, 레이트 매칭 정보의 검출 어려로 인한 것보다는 좀더 양호한 데이터 디코딩 결과를 얻을 수 있을 것이다.
- [194] 2) 또 다른 해결책으로, DCI 포맷 X의 집성 레벨을 높여 신뢰도를 높여서 전송할 수도 있다. 이를 위해 기지국과 단말은 DCI 포맷 X를 위한 최소 집성 레벨에 제한을 둘 수 있다. 예를 들어, DCI 포맷 X는 2 이상의 집성 레벨로 전송된다고 약속될 수 있다.
- [195] DCI 포맷 X를 어떤 탐색 공간에서 전송하는지 여부에 따라 기지국-단말의 동작이 달라질 것이다. 위와 같이, DCI 포맷 X가 공통 DCI로서의 정보를 담고 있기 때문에, 기본적으로 공통 탐색 공간에서 전송되는 것이 바람직할 수 있다. 하지만, 공통 탐색 공간의 공간이 부족할 경우, DCI 포맷 X를 공통 탐색 공간을 통해 전송하는 것이 어려울 수 있으므로, 단말-특정 탐색 공간(USS)의 일부를 일종의 '공통 단말-특정 탐색 공간(공통-USS)'으로 정의하여, 공통 단말-특정 탐색 공간에 해당 DCI 포맷 X를 전송하되 해당 USS를 모든 단말이 사용할 수 있도록 설정할 수 있다.
- [196] 이를 위해, 비주기적 CSI-RS-RNTI를 일종의 또다른 C-RNTI로 설정할 수 있다. 예를 들어, 셀 내에 단말 1 내지 5, 총 5개의 단말이 존재할 때, 상기 C-RNTI를 '단말 6'에 대한 C-RNTI를 비주기적 CSI-RS-RNTI로 정의하며, 모든 단말이 해당 비주기적 CSI-RS-RNTI를 공유할 수 있도록 한다. 따라서, 기지국은 DCI 포맷 X의 경우 비주기적 CSI-RS-RNTI를 사용하여 '공통 단말-특정 탐색 공간', 즉 비주기적 CSI-RS-RNTI에 연동되는 USS에 전송하고, 단말은 CSS, 자신을 위한 USS, 공통-USS의 총 3개의 탐색 공간에 대해 블라인드 디코딩을 수행할 수 있다. 예를 들어, 단말 1의 경우, CSS, 단말 1을 위한 USS, 단말 6을 위한 USS(즉,

공통-USS)에 대해 블라인드 디코딩을 수행하여 기지국으로부터 전송되는 DCI를 수신할 수 있다.

- [197] 이 경우, 단말의 블라인드 디코딩 오버헤드가 증가할 수 있다. 특히, 위 방안은 USS의 후보가 증가했으므로, USS로 전송되는 모든 DCI와 더불어 많은 집성 레벨(즉, 1, 2, 4, 8)에 대한 블라인드 디코딩을 수행해야 한다. 따라서, 단말의 블라인드 디코딩 오버헤드를 줄이기 위해, 비주기적 CSI-RS-RNTI에 연동되는 공통-USS의 경우, 블라인드 디코딩 후보를 제한할 수 있다. 다시 말해, 비주기적 CSI-RS RNTI에 연동되는 공통-USS에서 전송되는 DCI는 상기 DCI 포맷 X로 한정하여 블라인드 디코딩을 수행할 수 있다. 추가로 또는 대안으로, 비주기적 CSI-RS-RNTI에 연동된 공통-USS의 경우, 최소 집성 레벨을 제한할 수 있다. 예를 들어, 비주기적 CSI-RS-RNTI에 연동된 공통-USS의 경우 최소 집성 레벨을 CSS와 같은 4로 제한할 수 있다.
- [198] 상기 비주기적 CSI-RS-RNTI는 각 단말에게 기지국이 RRC 시그널링으로 전송해줄 수 있다. 그리고 필요하다면, 비주기적 CSI-RS-RNTI에 해당하는 공통-USS의 설정, 예컨대 최소 집성 레벨, 블라인드 디코딩 후보 DCI 포맷 등도 각 단말에게 전송될 수 있다.
- [199] 혹은 상기 DCI는 C-RNTI를 사용하여 UE-특정 DCI로 전송될 수 있다. 이 경우 기지국은 기존 DCI에 추가된 공간에 해당 비주기적 CSI-RS 지시를 단말에게 전송할 수 있다. 특히, 상향링크 DCI(DCI 포맷 0, 4)를 사용하여, 비주기적 CSI 요청과 함께 전송될 수 있다. 이 공간의 크기는 상술한 비주기적 CSI-RS 전송 시점의 지시 방법에 따라 결정된다.
- [200] 만약 비주기적 CSI-RS 지시와 비주기적 CSI 요청을 둘 다 수신한 단말이라면, 해당 시점의 비주기적 CSI-RS 자원에 CSI-RS가 전송된다고 가정하여, 해당 비주기적 CSI-RS를 사용한 비주기적 CSI를 측정/전송한다. 특히, CSI 평균(average)을 수행하고 있던 단말은, 이 경우에는 해당 서브프레임을 주기적 CSI 평균에 사용하지 않고, 또한 해당 비주기적 CSI-RS를 사용하여 RRM 측정을 수행하는 단말은 해당 비주기적 CSI-RS 자원에서 전송되는 CSI-RS를 RRM 측정에 사용하지 않는다.
- [201] 특정 서브프레임에서, 비주기적 CSI-RS 지시만을 수신하고 비주기적 CSI 요청을 수신하지 못한 단말은, 해당 비주기적 CSI-RS 지시를 동적 ZP CSI-RS 지시로 해석할 수 있다. 즉, 단말은 해당 서브프레임에서 해당 비주기적 CSI-RS 자원을 레이트 매칭된 것으로 가정하고, CSI-RS가 전송되지 않은 것과 같이 동작할 수 있다. 위 경우와 같이 CSI 평균을 수행하고 있던 단말은, 이 경우에 해당 서브프레임을 CSI 평균에 사용하지 않고, 또한 해당 주기적 CSI-RS를 사용하여 RRM(radio resource management) 측정을 수행하는 단말은 해당 비주기적 CSI-RS 자원에서 전송되는 CSI-RS를 RRM 측정에 사용하지 않는다.
- [202] 비주기적 CSI 요청을 수신한 단말은 아래와 같은 조건을 만족하는 비주기적 CSI-RS가 존재할 때, 해당 비주기적 CSI-RS에 대한 비주기적 CSI를 보고 또는

전송한다. 이 때, 단말이 비주기적 CSI-RS 전송 이후 비주기적 CSI 요청을 수신한 상황을 고려한다. 도 9는 상기 조건을 예시한다.

- [203] - 비주기적 CSI 요청 수신 시점 이전 K 서브프레임 이내에 전송되었고,
- [204] - 이전에 비주기적 CSI 보고에 사용되지 않은 비주기적 CSI-RS가 전송됨.
- [205] 이 경우 기지국은 비주기적 CSI-RS 지시 이후 다음 비주기적 CSI-RS 지시의 전송 이전에 해당 단말에게 비주기적 CSI 요청을 전송하여, 비주기적 CSI가 올바른 비주기적 CSI-RS를 참조할 수 있도록 할 수 있다.
- [206] 혹은 아래와 같은 조건을 만족하는 비주기적 CSI-RS가 존재할 때, 해당 비주기적 CSI-RS에 대한 비주기적 CSI를 전송할 수 있다. 이 때, 단말이 비주기적 CSI-RS 전송 이후 비주기적 CSI 요청을 수신한 상황을 고려한다. 도 9는 상기 조건을 예시한다.
- [207] - 비주기적 CSI 요청 수신 시점 이전 K 서브프레임 이내에 비주기적 CSI-RS 지시를 수신하였고,
- [208] - 비주기적 CSI 요청 수신 시점 이후 L 서브프레임 이내에 전송될 예정인 비주기적 CSI-RS가 전송됨.
- [209] 상기 K 및 L 값은 비주기적 CSI-RS 유효 구간(valid period)을 의미하고, 사전에 정의되거나 상위 계층 시그널링을 통해 단말에게 전송될 수 있다. 위에 해당하는 비주기적 CSI-RS가 없을 경우, 단말은 비주기적 CSI 요청에 지정된 CSI 프로세스에 포함된 다른 CSI-RS 중 비주기적 CSI의 대상으로서 설정된 CSI-RS, 예를 들어 기존의 주기적 CSI-RS에 대한 비주기적 CSI를 전송할 수 있다.
- [210] 특히, 비주기적 CSI 요청이 비주기적 CSI-RS 지시의 기능을 수행하도록 설정될 수도 있다. 이 경우, 비주기적 CSI 요청의 수신 시점을 서브프레임 n이라 했을 때, 서브프레임 n으로부터 비주기적 CSI-RS가 전송되는 시점인 서브프레임 n-k가 정의되어야 한다. 이는 아래의 표와 같이 비주기적 CSI 요청에서 지정될 수 있거나, 혹은 사전에 정의(예컨대, k=0으로서 비주기적 CSI 요청 전송/수신되는 서브프레임에서 비주기적 CSI-RS가 수신됨)될 수 있다.

[211] 표 11

[표11]

인덱스	비주기적 CSI 요청
00	비주기적 CSI 요청 없음
01	CSI 프로세스 0을 위한 비주기적 CSI 요청
10	비주기적 CSI 요청, k=0
11	비주기적 CSI 요청, k=4

- [212] 비주기적 CSI 요청에 비주기적 CSI-RS 지시가 포함되는 경우에도 비주기적 CSI-RS 지시를 별도로 전송할 수 있으나, 이 경우에는 별도로 전송되는 비주기적 CSI-RS 지시는 상기 동적인 ZP-CSI-RS 지시로만 사용된다.

- [213] 제 2안: 비주기적 CSI-RS를 위한 별도의 자원 풀(pool)을 설정하는 등의 방법으로, 비주기적 CSI-RS를 위한 별도의 비주기적 CSI-RS 자원을 설정해 줄 수 있다. 해당 CSI-RS 자원은 단말에게 RRC와 같은 상위 계층 시그널링 등으로 설정될 수 있다. 이는 해당 비주기적 CSI-RS 자원에 비주기적 CSI-RS가 전송되지 않을 때의 동작에 따라 아래와 같이 나뉠 수 있다.
- [214] 2-1. 비주기적 CSI-RS가 전송되지 않을 때는, 해당 자원은 데이터 전송 등 다른 용도에 사용될 수 있다.
- [215] 반대로, 해당 자원에 비주기적 CSI-RS가 전송될 때는 해당 자원의 비주기적 CSI-RS 지시를 ZP-CSI-RS처럼 해석하여 동작할 수 있다. 즉, 비주기적 CSI-RS가 전송될 때에, 해당 비주기적 CSI-RS를 사용하지 않는 단말이 비주기적 CSI-RS 지시를 수신한 경우 해당 자원이 레이트 매칭된 것으로 간주할 수 있다.
- [216] 2-2. 비주기적 CSI-RS가 전송되지 않을 때, 해당 자원은 예비된다. 즉, 해당 자원은 비주기적 CSI-RS 외 다른 용도로 사용되지 않는다.
- [217] 위 제 2안의 비주기적 CSI-RS를 이용한 동작도, 제 1안의 방법을 그대로 사용할 수 있다. 즉, 비주기적 CSI-RS 지시와 비주기적 CSI 요청을 둘 다 수신한 단말이라면, 위 제 1안의 동작과 같이 비주기적 CSI-RS 자원에 비주기적 CSI-RS가 전송된다고 가정하여, 해당 비주기적 CSI-RS를 사용한 비주기적 CSI를 측정/보고한다. 또한, 비주기적 CSI-RS 지시만을 수신한 단말은, 해당 비주기적 CSI-RS 지시를 동적인 ZP CSI-RS 지시로 해석하여, 해당 서브프레임에 해당 비주기적 CSI-RS 자원을 레이트 매칭된 것과 같이 데이터가 전송되지 않은 것처럼 동작할 수 있다.
- [218] 상기 비주기적 CSI-RS 자원의 설정 형태로 다음과 같은 방법을 고려할 수 있다.
- [219] ● 비주기적 CSI-RS 전송을 위해 주기적 자원을 설정
- [220] - 이 경우, 비주기적 CSI-RS의 전송 위치는 사전에 설정된 비주기적 CSI-RS 자원 단위로 알려줄 수 있다.
- [221] ● 비주기적 CSI-RS 전송을 위한 비주기적 자원을 설정
- [222] - 비주기적 CSI-RS 전송 서브프레임을 비트맵(예컨대, 서브프레임 by 서브프레임으로) 직접 설정할 수 있다.
- [223] - 주기적 CSI-RS 전송 위치를 설정하되, 전송하지 않는 서브프레임을 사전에 정의하거나, 비트맵으로 설정해 줄 수 있다.
- [224] ● 비주기적 CSI-RS 전송 타이밍을 직접 지시
- [225] - 비주기적 CSI-RS 전송 타이밍은 사전에 정의되지 않고, 사전에 설정된 비주기적 CSI-RS 자원에 실제로 비주기적 CSI-RS의 전송이 이루어지는 기회(instance)를 직접적으로 비주기적 CSI-RS 지시 등으로 알려줄 수 있다. 이러한 지시는 아래에 설명할 비주기적 CSI-RS 지시를 통해 이루어진다.
- [226] 위와 같은 형태의 비주기적 CSI-RS 설정은 사전에 정의되거나, RRC 등의 상위 계층 시그널링으로 단말에게 설정될 수 있다.
- [227] 비주기적 CSI-RS 지시는, 앞서 설명한 제 1안처럼, DCI를 사용해 전송될 수

있고, 비주기적 CSI-RS 지시 신호를 서브프레임 n 에서 단말이 수신했을 때, 비주기적 CSI-RS의 전송 시점은 아래와 같을 수 있다.

- [228] 1. 비주기적 CSI-RS의 전송 시점은 서브프레임 $n+p$ 라고 해석될 수 있다. 이 때, p 는 비주기적 CSI-RS 전송 지연으로, DCI의 비주기적 CSI-RS 지시 필드에 p 를 명시적으로 전송하는 것으로 단말에게 알려줄 수 있다.
- [229] 2. 별도의 시그널링 없이, 사전에 정의되는 상수 p 를 이용하여, 서브프레임 $n+p$ 에서 비주기적 CSI-RS가 전송된다고 해석될 수 있다.
- [230] A. 특히, $p=0$ 인 경우 비주기적 CSI-RS 지시의 전송 타이밍과 같은 서브프레임에 비주기적 CSI-RS가 전송될 수 있다.
- [231] 상기 각각의 비주기적 CSI-RS 전송 시점 지시 방법에 따라, 해당 신호의 구조는 아래와 같을 수 있다.
- [232] 1. $[0, P]$ 사이의 정수, 혹은 "no aperiodic CSI-RS state"를 의미하는 정수를 p 로서 전송한다. P 는 최대 비주기적 CSI-RS 전송 지연으로, "no aperiodic CSI-RS state"를 포함하여 $P+2$ 개 상태, 즉 총 $(\log_2(P+2))$ 비트가 필요하다.
표 10을 참조할 수 있다.
- [233] 혹은 지연 대신, 비주기적 CSI-RS 지시 수신 시점 대비 이전에 전송된 비주기적 CSI-RS를 지칭할 수 있다. 이 경우, 비주기적 CSI-RS의 전송 시점은 서브프레임 $n-p$ 시점으로 해석되고, 위의 표 10과 같은 표를 그대로 사용할 수 있다. 대신, 상기 표의 의미는 비주기적 CSI-RS 전송 지연 대신 비주기적 CSI-RS 기회 지시로서 바뀔 수 있다.
- [234] 상기 비주기적 CSI-RS 기회 지시자는 표 11과 같이 비주기적 CSI-RS 자원 단위로 알려줄 수 있다. 즉, 해당 필드 값에 따라 단말은 비주기적 CSI-RS 지시 수신 시점 기준 첫 번째 비주기적 CSI-RS, 혹은 두 번째 비주기적 CSI-RS를 사용한 비주기적 CSI를 보고할 수 있다.
- [235] 2. 또는, 기지국은 비주기적 CSI-RS 지시로서 $\{0, 1\}$ 로 비주기적 CSI-RS의 온/오프 지시만을 전송할 수 있다. 그 예는 다음과 같다.
- [236] 상기 DCI는 SI-RNTI를 사용한 셀-공통 DCI로 전송될 수 있다. 이 경우 상기 비주기적 CSI-RS 지시는 DCI 1A, 1C 등을 통해 해당 셀의 셀 ID를 사용하는 단말은 해당 DCI를 수신하여 사용할 수 있다. 이 경우, 기지국은 기존 DCI에 추가된 공간에 해당 비주기적 CSI-RS 지시를 단말에게 전송할 수 있다. 이 공간의 크기는 상술한 비주기적 CSI-RS 전송 시점의 지시 방법에 따라 결정된다.
- [237] 혹은, 해당 비주기적 CSI-RS 지시는 DCI 1A에 SI-RNTI를 사용할 때 예비(reserve)되는 공간 중 일부 공간을 사용하여 전송될 수 있다. 예를 들어, SI-RNTI가 사용될 경우 HARQ 프로세스 번호(FDD를 위해 3비트, TDD를 위해 4비트로 정의됨), 하향링크 할당 인덱스(TDD만을 위해 2비트로 정의됨)에 해당하는 공간이 예비된다. 비주기적 CSI-RS (자원)가 K 개 정의된다면, 해당 예비된 공간 중 K 개의 비트를 사용하여 비트맵 형식으로 각각의 온/오프를 셀 내

단말에 알려줄 수 있을 것이다. 여기서, K 는 이용가능한 공간보다 작거나 같아야 한다. 만약 FDD이고 HARQ 프로세스 번호에 대응하는 공간을 사용한다면, $K \leq 3$ 일 수 있다.

- [238] 또는, 상기 비주기적 CSI-RS 지시는 DCI 포맷 3/3A와 같은 DCI를 사용하여 브로드캐스트될 수 있다.
- [239] 이 경우, SI-RNTI와 같은 브로드캐스트용 RNTI, 혹은 해당 정보만을 위한 비주기적-CSI-RS-RNTI와 같은 별도의 RNTI를 사용하여 DCI를 전송할 수 있다.
- [240] 혹은 상기 DCI는 C-RNTI를 사용하여 UE-특정 DCI로 전송될 수 있다. 이 경우 기지국은 기존 DCI에 추가된 공간에 해당 비주기적 CSI-RS 지시를 단말에게 전송할 수 있다. 특히, 상향링크 DCI(DCI 포맷 0, 4)를 사용하여, 비주기적 CSI 요청과 함께 전송될 수 있다. 이 공간의 크기는 상술한 비주기적 CSI-RS 전송 시점의 지시 방법에 따라 결정된다.
- [241] 만약 비주기적 CSI-RS 지시와 비주기적 CSI 요청을 둘 다 수신한 단말이라면, 해당 시점의 비주기적 CSI-RS 자원에 CSI-RS가 전송된다고 가정하여, 해당 비주기적 CSI-RS를 사용한 비주기적 CSI를 측정/전송한다. 특히, CSI 평균(average)을 수행하고 있던 단말은, 이 경우에는 해당 서브프레임을 주기적 CSI 평균에 사용하지 않고, 또한 해당 비주기적 CSI-RS를 사용하여 RRM 측정을 수행하는 단말은 해당 비주기적 CSI-RS 자원에서 전송되는 CSI-RS를 RRM 측정에 사용하지 않는다.
- [242] 특정 서브프레임에서, 비주기적 CSI-RS 지시만을 수신하고 비주기적 CSI 요청을 수신하지 못한 단말은, 해당 비주기적 CSI-RS 지시를 동적 ZP CSI-RS 지시로 해석할 수 있다. 즉, 단말은 해당 서브프레임에서 해당 비주기적 CSI-RS 자원을 레이트 매칭된 것으로 가정하고, CSI-RS가 전송되지 않은 것과 같이 동작할 수 있다. 위 경우와 같이 CSI 평균을 수행하고 있던 단말은, 이 경우에 해당 서브프레임을 CSI 평균에 사용하지 않고, 또한 해당 주기적 CSI-RS를 사용하여 RRM(radio resource management) 측정을 수행하는 단말은 해당 비주기적 CSI-RS 자원에서 전송되는 CSI-RS를 RRM 측정에 사용하지 않는다.
- [243] 비주기적 CSI 요청도 위에서 설명한 제 1안과 같은 방식을 사용할 수 있다. 즉, 아래와 같은 조건을 만족하는 비주기적 CSI-RS가 존재할 때, 단말은 해당 비주기적 CSI-RS에 대한 비주기적 CSI를 보고 또는 전송한다. 이 때, 단말이 기지국의 비주기적 CSI-RS 전송 이후 비주기적 CSI 요청을 수신한 상황을 고려한다.
- [244] - 비주기적 CSI 요청 수신 시점 이전 K 서브프레임 이내에 전송되었고,
- [245] - 이전에 비주기적 CSI 보고에 사용되지 않은 비주기적 CSI-RS가 전송됨.
- [246] 도 9는 위 예시를 도시한다. 이 경우 기지국은 비주기적 CSI-RS 지시 이후 다음 비주기적 CSI-RS 지시의 전송 이전에 해당 단말에게 비주기적 CSI 요청을 전송하여, 비주기적 CSI가 올바른 비주기적 CSI-RS를 참조할 수 있도록 할 수 있다.

- [247] 혹은 아래와 같은 조건을 만족하는 비주기적 CSI-RS가 존재할 때, 해당 비주기적 CSI-RS에 대한 비주기적 CSI를 전송할 수 있다. 이 때, 단말이 비주기적 CSI-RS 전송 이후 비주기적 CSI 요청을 수신한 상황을 고려한다. 도 9는 상기 조건을 예시한다.
- [248] - 비주기적 CSI 요청 수신 시점 이전 K 서브프레임 이내에 비주기적 CSI-RS 지시를 수신하였고,
- [249] - 비주기적 CSI 요청 수신 시점 이후 L 서브프레임 이내에 전송될 예정인 비주기적 CSI-RS가 전송됨.
- [250] 도 10은 위 예시를 도시한다. 상기 K 및 L 값은 비주기적 CSI-RS 유효 구간(valid period)을 의미하고, 사전에 정의되거나 상위 계층 시그널링을 통해 단말에게 전송될 수 있다. 위에 해당하는 비주기적 CSI-RS가 없을 경우, 단말은 비주기적 CSI 요청에 지정된 CSI 프로세스에 포함된 다른 CSI-RS 중 비주기적 CSI의 대상으로서 설정된 CSI-RS, 예를 들어 기존의 주기적 CSI-RS에 대한 비주기적 CSI를 전송할 수 있다.
- [251] 특히, 비주기적 CSI 요청이 비주기적 CSI-RS 지시의 기능을 수행하도록 설정될 수도 있다. 이 경우, 비주기적 CSI 요청의 수신 시점을 서브프레임 n이라 했을 때, 서브프레임 n으로부터 비주기적 CSI-RS가 전송되는 시점인 서브프레임 n-k가 정의되어야 한다. 이는 표 13과 같이 비주기적 CSI 요청에서 지정될 수 있거나, 혹은 사전에 정의(예컨대, k=0으로서 비주기적 CSI 요청 전송/수신되는 서브프레임에서 비주기적 CSI-RS가 수신됨)될 수 있다.
- [252] 비주기적 CSI 요청에 비주기적 CSI-RS 지시가 포함되는 경우에도 비주기적 CSI-RS 지시가 별도로 전송될 수 있으나, 이 경우에도 비주기적 CSI-RS 지시는 동적 ZP-CSI-RS 지시로만 사용된다.
- [253] 비주기적 CSI-RS 지시의 전송 매체와 그에 따른 추가 고려 사항
- [254] 상기 비주기적 CSI-RS 지시가 비주기적 CSI 요청과 같은 서브프레임에 전송(예컨대, 비주기적 CSI-RS 지시가 비주기적 CSI 요청과 조인트 인코딩되거나, 동일한 DCI의 별도 필드로 포함되거나, 또는 동일한 서브프레임에 DL DCI로 CSI-RS 지시가 전송)되고, 비주기적 CSI-RS가 해당 서브프레임에 전송될 때, 해당 CSI-RS 지시 또는/및 비주기적 CSI 요청은 EPDCCH(Enhanced PDCCH)로 전송되지 않는 것으로 한정할 수 있다. 여기서, EPDCCH라 함은, 기존의 제어 영역(이하, PDCCH 영역)이 아닌 데이터 영역(이하 PDSCH 영역으로 기술)에 할당하는 제어 채널을 의미한다. 이러한 EPDCCH를 통해 각 단말 별로 노드에 대한 제어 정보를 전송이 가능해져 기존의 PDCCH 영역이 부족할 수 있는 문제를 해결할 수 있다.
- [255] 다시 말해, 비주기적 CSI-RS 지시는 PDCCH에서 전송되는 DCI에 포함되는 것으로 한정할 수 있다. 이는 EPDCCH로 비주기적 CSI-RS 지시가 전송될 경우, 단말은 EPDCCH를 디코딩하는데 한 서브프레임이 모두 필요하기 때문에, CSI 프로세싱을 위한 시간 예산(budget)이 부족할 수 있기 때문이다. 만약 PDCCH로

전송되는 (UL) DCI로 지시되는 비주기적 CSI-RS 지시로 한정될 경우, 단말은 PDCCH를 디코딩하는데 더 적은 시간(예컨대, 2 내지 4개 심볼)이 필요하게 되고, 따라서 CSI 프로세싱을 위한 시간 예산을 좀더 확보할 수 있게 된다. 물론 비주기적 CSI-RS 지시가 비주기적 CSI 요청과 별도의 타이밍에 올 경우에도, 같은 방법을 적용할 수 있다.

- [256] 반대로 CSI 프로세싱을 위한 타이밍을 완화(relax)할 수 있다. 이는 비주기적 CSI-RS 지시의 전송을 PDCCH로 한정하지 않는 대신, 단말이 CSI 프로세싱을 위한 시간을 완화해주는 방법이다. 이를 위해, 기지국은 단말에게 비주기적 CSI-RS를 이용한 비주기적 CSI를 전송해주는 타이밍을 알려줄 수 있고, 이는 위의 비주기적 CSI-RS 전송 타이밍의 지시와 유사하게 전송될 수 있다. 예를 들어, 비주기적 CSI-RS 지시 및 비주기적 CSI 요청이 전송된 서브프레임을 서브프레임 #n이라고 했을 때, 서브프레임 #n+p에 단말이 비주기적 CSI-RS를 이용한 비주기적 CSI를 전송하도록 지시할 수 있고, 이 때 $p(p \geq 4)$ 를 단말에게 비주기적 CSI-RS 지시와 함께 시그널링 해줄 수 있다.
- [257] 이 때의 UL 데이터 할당은 기존의 타이밍을 유지한 채 이루어질 수 있다. 즉, UL DCI에 비주기적 CSI 요청과 함께 UL 데이터 할당이 전송될 경우, UL 데이터에 대한 자원 할당은 기존의 서브프레임 #n+4에 적용(및 데이터 스케줄링)되고, 비주기적 CSI-RS를 이용한 비주기적 CSI는 서브프레임 #n+p에 전송될 수 있다. 이 때의 비주기적 CSI를 위한 자원 할당 정보는 사전에 정의될 수 있다. UL 데이터는 지시된 DCI의 자원 할당 필드에서 지시된 자원 영역에서 전송되도록 한다.
- [258] 비주기적 CSI-RS 지시가 비주기적 CSI 요청과 별도의 타이밍에 전송될 경우에도, 별도의 비주기적 CSI 보고 타이밍을 위와 같이 지시해줄 수 있다. 이 경우, 비주기적 CSI 보고 시점을 서브프레임 #n, 비주기적 CSI-RS의 실제 전송 시점을 서브프레임 #n-j라고 했을 때, $j \geq j_{\text{process}}$ (예컨대, $j_{\text{process}}=4$)를 만족해야 한다. 만약 비주기적 CSI-RS 지시가 EPDCCH를 통해 전송될 수 있다면, $j_{\text{process}}=5$ 로 정해지거나, 혹은 EPDCCH로 전송될 때로 인해 별도의 j_{process} 를 적용할 수 있다.
- [259] 혹은 단말은 EPDCCH를 통한 비주기적 CSI 요청(또는/및 비주기적 CSI-RS 지시)을 수신했을 때, 기존의 피드백 타이밍을 유지할 수 있는지 여부를 기지국으로 RRC 시그널링과 같은 상위 계층 시그널링을 통해 알려줄 수 있다. 이를 수신한 기지국은, 만약 단말이 EPDCCH를 사용할 때에도 기존의 피드백 타이밍을 유지할 수 있다면, 해당 단말에게 전송되는 EPDCCH에 해당 단말에 대한 비주기적 CSI 요청(또는/및 비주기적 CSI-RS 지시)을 전송할 수 있고, 기존 PDCCH를 통해 비주기적 CSI 요청을 전송했을 때와 같은 피드백 타이밍을 기대하고 CSI 피드백을 위한 자원을 할당할 수 있다. 단말은 기지국에 의해 할당된 자원에서 비주기적 CSI를 전송 또는 보고할 수 있다. 반대로, 만약 단말이 EPDCCH를 사용할 때에도 기존 피드백 타이밍을 유지할 수 없다는 시그널링을 수신할 경우, 기지국은 비주기적 CSI 요청이 포함되지 않은 DCI만을 EPDCCH를

통해 단말에게 전송한다. 또한, 단말 역시 비주기적 CSI 요청은 EPDCCH를 통해 전송되지 않는다고 기대하며, EPDCCH 상의 비주기적 CSI 요청이 포함된 DCI는 블라인드 디코딩 대상으로 보지 않는다.

[260] 또는, 단말은 비주기적 CSI 요청(또는/및 비주기적 CSI-RS 지시)이 EPDCCH로 전송될 때의 타이밍 p 를 상위 계층 시그널링으로 기지국에게 알려줄 수 있다. 이를 수신한 기지국은, 만약 비주기적 CSI 요청(또는/및 비주기적 CSI-RS 지시)을 EPDCCH를 통해 단말에게 시그널링해 줄 경우, 이에 해당하는 비주기적 CSI는 서브프레임 $\#n+p$ 에 전송되는 것으로 간주할 수 있다(서브프레임 $\#n$ 에서 상기 비주기적 CSI 요청이 전송됨). 즉, 해당 EPDCCH에 포함된 자원 할당은 서브프레임 $\#n+p$ 에 적용된다. 동시에, 단말도 해당 비주기적 CSI를 서브프레임 $\#n+p$ 에서 전송할 수 있다. 반대로, 만약 비주기적 CSI 요청(또는/및 비주기적 CSI-RS 지시)을 PDCCH를 통해 기지국이 단말에게 전송할 경우, 기지국과 단말은 기존 비주기적 CSI 보고 타이밍(예컨대, 서브프레임 $\#n+4$)에 해당 비주기적 CSI를 보고하는 동작을 수행할 수 있다.

[261] 혹은, 비주기적 CSI 요청이 EPDCCH로 전송될 때의 p 값의 범위가 별도로 지정될 수 있다. 이는 아래와 같은 방법으로 정의될 수 있다.

[262] 1. 단말이 비주기적 CSI 요청이 EPDCCH로 전송될 때의 p 값의 범위를 기지국에 알려줄 수 있다.

[263] 2. 단말이 비주기적 CSI 요청이 EPDCCH로 전송될 때의 p 값의 범위를 결정할 수 있는 파라미터, 예를 들어, p 값의 범위의 최소값을 기지국에 알려줄 수 있다. 이 경우, 기지국은 실제 사용할 수 있는 p 값의 범위를 단말에게 알려줄 수 있다.

[264] 3. 단말이 비주기적 CSI 요청이 EPDCCH로 전송될 때의 p 값의 범위를 결정할 수 있는 파라미터, 예를 들어, p 값의 범위의 최소값을 기지국에 알려줄 수 있다. 이 경우, p 값의 범위는 상기 p 값의 범위 결정 파라미터, p 값을 전송하는데 필요한 DCI 필드의 크기(예컨대, 2비트) 및 인덱스 대 p 값 매칭(matching) 방법과 같이 사전에 정의된 방법을 통해 정해진다.

[265] 4. 단말이 비주기적 CSI 요청이 EPDCCH로 전송될 때 기존의 피드백 타이밍을 사용할 수 있는지 여부를 기지국에게 알려주는 경우, p 값의 범위는 사전에 결정된 p 값의 범위 결정 파라미터, p 값을 전송하는데 필요한 DCI 필드의 크기(예컨대, 2비트) 및 인덱스 대 p 값 매칭(matching) 방법과 같이 사전에 정의된 방법을 통해 정해진다.

[266] 상기 방식은 주기적 CSI-RS와 비주기적 CSI-RS 양측에 모두 적용가능하나, 비주기적 CSI의 계산이 주기적 CSI-RS의 계산보다 필요한 시간이 더 길 가능성(예컨대, 주기적 CSI-RS의 경우 측정이 비주기적 CSI 트리거 이전에 이미 수행되었을 수 있음)이 존재하므로, 상기 방식은 비주기적 CSI 요청의 대상이 주기적 CSI-RS가 아닌 비주기적 CSI-RS일 경우로 한정하여 적용할 수 있다.

[267] 복수의 비주기적 CSI-RS 전송의 처리

[268] 비주기적 CSI-RS가 둘 이상의 단말을 위해서 전송되고, 각 단말에 대한

비주기적 CSI-RS 전송 시점이 인접해 있을 경우, 단말의 입장에서 상기 조건을 만족하는 비주기적 CSI-RS가 복수 개 존재할 수 있다. 특히 같은 자원을 비주기적 CSI-RS를 위해서 사용할 경우, 이와 같이 단말에게 비주기적 CSI를 전송해준다면 단말은 전송된 복수의 비주기적 CSI-RS 중 어떤 비주기적 CSI-RS에 대한 비주기적 CSI를 전송해야 하는지 판단할 필요가 있다.

[269] 이를 위해 다음과 같은 방법을 사용할 수 있다.

[270] 1. 기지국이 비주기적 CSI 요청에서 해당 단말이 비주기적 CSI 보고를 위해 참조할 비주기적 CSI-RS를 직접 지정해 줄 수 있다. 이를 위해 비주기적 CSI 요청이 포함된 DCI에 상기 비주기적 CSI-RS 지시에서의 비주기적 CSI-RS 전송 기회 지시와 같은 필드가 추가될 수 있다.

[271] 예를 들어, 비주기적 CSI-RS 전송 기회 지시의 구조는 아래와 같을 수 있다. 비주기적 CSI-RS 전송 기회 지시는 비주기적 CSI-RS 지시 수신 시점 대비 이전에 전송된 비주기적 CSI-RS를 지시할 수 있다. 이 경우, 비주기적 CSI-RS의 전송 시점은 서브프레임 $n-p$ 으로 해석되고, 아래 표와 같이 정의될 수 있다. p 는 최대 비주기적 CSI-RS 전송 지연으로, $(\log_2(P+2))$ 비트가

필요하다. 아래 표는 $p=7$ 인 경우의 예시를 정리하였다.

[272] 표 12

[표12]

인덱스	설명
0	$p=0$ (동일 서브프레임)
1	$p=1$ (1개 서브프레임 이전)
2	$p=2$ (2개 서브프레임 이전)
3	$p=3$ (3개 서브프레임 이전)
4	$p=4$ (4개 서브프레임 이전)
5	$p=5$ (5개 서브프레임 이전)
6	$p=6$ (6개 서브프레임 이전)
7	$p=7$ (7개 서브프레임 이전)

[273] 2. 비주기적 CSI 요청에 비주기적 CSI-RS 지시를 포함시킬 수 있다. 예를 들어, 비주기적 CSI 요청의 수신 시점이 서브프레임 n 이고, 비주기적 CSI-RS의 수신 시점이 서브프레임 $n-k$ 일 때, 비주기적 CSI 요청의 상태에 대한 설정을 아래와 같이 RRC 등으로 설정할 수 있다.

[274] 표 13

[표13]

인덱스	설명
00	비주기적 CSI 요청 없음
01	CSI 프로세스 0에 대한 비주기적 CSI 요청
10	k=0, CSI 프로세스 1에 대한 비주기적 CSI 요청
11	k=4, CSI 프로세스 1에 대한 비주기적 CSI 요청

[275] 위 예시에서 CSI 프로세스 1에 비주기적 CSI-RS가 포함되어 있을 경우, 기지국은 비주기적 CSI 요청으로 인덱스 "11"을 전송하여, 서브프레임 n-4에서 전송된 비주기적 CSI-RS를 기준으로 비주기적 CSI를 보고받을 수 있다.

[276] 3. 상기 비주기적 CSI-RS 지시를 통해 측정 대상 CSI-RS를 선택하는 대신, 비주기적 CSI-RS 자원을 복수 개 설정하는 것으로 비주기적 CSI-RS의 애매함(ambiguity)을 줄일 수 있다. 이러한 복수의 비주기적 CSI-RS 자원은 서로 다른 RE 위치에 맵핑될 수도 있고, 혹은 같은 RE 위치에 맵핑되되 전송 주기와 오프셋 등을 달리 하여 서로 다른 타이밍에 전송되는 것으로 설정할 수 있다. 예를 들어, 만약 두 개의 비주기적 CSI-RS 자원이 같은 RE 위치를 공유하도록 설정되었다면, 각 비주기적 CSI-RS 자원은 시간 축에서 서로 번갈아가면서 설정된다.

[277] 위의 "3"의 방식에서, 기본적으로 단말은 자신에게 설정된 비주기적 CSI-RS 자원에 대한 비주기적 CSI를 전송하나, 단말에게 둘 이상의 비주기적 CSI-RS 자원(특히, 하나의 CSI 프로세스 내에서)이 설정되었다면, 이후 비주기적 CSI 요청에서는 비주기적 CSI-RS 자원 중 어떤 자원에 대한 비주기적 CSI를 보고해야 하는지 알려줄 수 있다. 다음의 표는, 비주기적 CSI 요청에서 특정 비주기적 CSI-RS 자원을 지시해주는 예를 나타낸다.

[278] 표 14

[표14]

인덱스	설명
00	비주기적 CSI 요청 없음
01	CSI 프로세스 0에 대한 비주기적 CSI 요청
10	비주기적 CSI-RS 자원 1에 대한 비주기적 CSI 요청
11	비주기적 CSI-RS 자원 2에 대한 비주기적 CSI 요청

[279] 혹은 비주기적 CSI 요청과는 독립적인 비주기적 CSI-RS 지시가 전송될 수 있다.

[280] 위에서, "둘 이상의 비주기적 CSI-RS 자원에 관한 동작"은, 동일한 동작을 표현하는 또 다른 방법으로 "하나의 비주기적 CSI-RS 자원에 대하여 이것이

가질 수 있는 둘 이상의 특정 설정(예컨대, RE/타이밍 패턴, 안테나 포트 수, 안테나 포트 서브셋 등) 후보 집합들을 상위 계층 신호로 설정한 상태에서 DCI로 이를 동적으로 지시하는 동작"으로도 적용될 수 있음은 자명하다. 특히, 타이밍 패턴은 상술한 바와 같이 비주기적 CSI-RS의 전송 시점을 알려주고, 특히 하나가 아닌 복수개의 시점을 포함할 수 있다. 이 때, 상기 타이밍 패턴으로 n_{ap} 개의 비주기적 CSI-RS의 전송 시점을 알려줄 때, 비주기적 CSI-RS 지시를 단말이 수신한 시점을 포함하여 총 $(n_{ap}+1)$ 개의 비주기적 CSI-RS가 전송된다고 해석할 수 있다.

[281] 예를 들어, 비주기적 CSI-RS의 유연성(flexibility)을 위해, 하나의 비주기적 CSI-RS(또는 자원)에 복수 개의 설정(예컨대, RE/타이밍 패턴, 안테나 포트 수, 안테나 포트 서브셋 등을 포함)을 설정하고, DCI와 같은 시그널링으로 그 중 하나를 선택하여, 실제 비주기적 CSI-RS 전송에 사용된 설정을 단말에게 알려줄 수 있다. 또한, 하나의 CSI 프로세스 내에 둘 이상의 비주기적 CSI-RS 자원이 존재할 경우, 각 자원에 대해 각각의 설정을 독립적으로 줄 수 있고, 특히 각 설정은 후보 집합(예컨대, RE/타이밍 패턴, 안테나 포트 수, 안테나 포트 서브셋 등)으로 정의되어, 기지국에서 실제 비주기적 CSI-RS 전송에 사용된 특정 설정을 DCI와 같은 방법으로 지정해 줄 수 있다. 또한, 예를 들어, DCI로 '10' 상태가 동적으로 지시되면, 단말은 상기 각 비주기적 CSI-RS 자원 별로 독립적으로 설정되었던 둘 이상의 설정 후보 집합들 중에서 '10' 상태에 해당하는 집합을 적용하여 해당 비주기적 CSI-RS를 측정하도록 한다.

[282] 혹은 CSI 프로세스 내에 둘 이상의 비주기적 CSI-RS 자원이 존재할 경우, CSI 프로세스 내 모든 (또는 일부) 설정된 비주기적 CSI-RS 자원들 간에 공통인 비주기적 CSI 자원 설정(예컨대, RE/타이밍 패턴, 안테나 포트 수, 안테나 포트 서브셋 등)이 존재하고, 해당 설정은 복수 개의 후보 집합들(예컨대, RE/타이밍 패턴, 안테나 포트 수, 안테나 포트 서브셋 등)로 설정되어, 기지국에서 실제 비주기적 CSI-RS 전송에 사용된 특정 설정을 비주기적 DCI와 같은 방법으로 지시해줄 수 있다.

[283] 위 방법에 이어, 일부 특성은 RRC 시그널링으로서 CSI 프로세스내 각 비주기적 CSI-RS 자원에 대해 특정 파라미터에 대한 설정(예컨대, 안테나 포트 수)이 반-정적으로 정의되고, 그 외의 파라미터에 대해서는 CSI 프로세스 내 모든(또는 일부) 설정된 비주기적 CSI-RS 자원들 간에 공통인 복수 개의 비주기적 CSI-RS 자원 설정 후보 집합(예컨대, RE/타이밍 패턴, 안테나 포트 수, 안테나 포트 서브셋 등)을 정의하여, 기지국에서 실제 비주기적 CSI-RS 전송에 사용된 특정 설정을 비주기적 DCI와 같은 방법으로 지정해줄 수 있다. 또한, 예를 들어, DCI로 '10' 상태가 동적으로 지시되면, 단말은 상기 공통으로 설정된 후보 집합들 중에서 '10' 상태에 해당하는 집합을 적용하고, 상기 각 비주기적 CSI-RS 자원 별로 독립적으로 설정되었던 둘 이상의 상기 설정 후보 집합들 중에서 '10' 상태에 해당하는 집합을 적용하여 (CSI 프로세스 내) 비주기적

CSI-RS를 측정하도록 한다.

- [284] 또한, 비주기적 CSI 피드백의 대상이 되는 비주기적 CSI-RS가 둘 이상 존재할 경우, 가장 최근에 전송된 비주기적 CSI-RS만을 CSI의 측정에 사용할 수 있다. 예를 들어, 비주기적 CSI 요청이 서브프레임 n 에서 전송되었을 때, 비주기적 CSI가 서브프레임 $n-4$ 와 서브프레임 $n-2$ 에서 전송되었을 경우($K \geq 4$, $L=0$), 단말은 비주기적 CSI를 위해 서브프레임 $n-2$ 에서 전송된 비주기적 CSI-RS를 사용할 수 있다. 이는 단말이 가진 버퍼에 우선 서브프레임 $n-4$ 에서 전송된 비주기적 CSI-RS를 저장하였다가, 서브프레임 $n-2$ 에서 전송된 비주기적 CSI-RS로 대체하는 방식으로 구현될 수 있다.
- [285] 혹은 좀 더 나은 채널 측정 성능을 위하여, 단말은 위에서 지정된 구간 내에 존재하는 비주기적 CSI-RS를 전부 사용하여 비주기적 CSI를 계산할 수 있다. 이를 위해, 두 비주기적 CSI-RS는 동일한 안테나 포트 설정(예컨대, 안테나 포트 수, 안테나 포트 서브셋)을 가지도록 정의/설정해 줄 수 있다.
- [286] 특히 둘 이상의 서로 다른 안테나 포트 설정을 가진 비주기적 CSI-RS일 경우, 각 안테나 포트에 대한 측정 결과를 집계(aggregate)한 채널 측정 결과를 단말이 계산 및 보고할 수 있다. 예를 들어, 총 12개 안테나 포트에 대한 CSI를 측정하기 위해, 4 포트-비주기적 CSI-RS와 8 포트-비주기적 CSI-RS를 전송하고 단말은 이 두 비주기적 CSI-RS의 측정 결과를 연접하여 총 12개 안테나 포트에 대한 CSI를 기지국에 보고할 수 있다.
- [287] 또한, 위 예에서 단말은 앞 4 포트-비주기적 CSI-RS에 대한 CSI와 8 포트-비주기적 CSI-RS에 대한 CSI를 각각 독립적으로 계산한 후, 하나의 비주기적 CSI에 두 CSI를 모두 보고하거나, 두 CSI 중 베스트(best)를 골라서 해당 설정 및 해당 설정에 대한 CSI(즉, 베스트 CSI)를 보고할 수 있다.
- [288] 특히, 비주기적 CSI-RS로 인한 오버헤드 감소를 위해, 단말에게 전송되는 비주기적 CSI-RS는 (RRC로 설정된 안테나 포트의 수에 대해) 일부 안테나 포트에서만 전송될 수 있고, 이를 위해 단말에게 해당 비주기적 CSI-RS에 관한 비주기적 CSI-RS 지시에서 해당 비주기적 CSI-RS에 전송되는 안테나 포트 서브셋을 알려줄 수 있다.
- [289] 이를 위해 사전에 정의 혹은 RRC 시그널링 등 상위 계층 시그널링으로 정의된 안테나 포트 서브셋이 단말에게 주어진다. 예를 들어, 2비트의 지시를 사용할 때, 안테나 포트 서브셋은 아래와 같이 설정해 줄 수 있다.
- [290] 제 1안. 비주기적 CSI-RS; 자원-공통 설정:
- [291] A. 비주기적 CSI-RS 자원 전체에 공통으로 정의되는 안테나 포트 서브셋을 정의할 수 있다. 예컨대, "안테나 포트의 수"는 RRC 시그널링으로서 각 비주기적 CSI-RS 자원 별로 반-정적으로 설정될 수 있다. 아래의 표는 "안테나 포트의 수"가 8개로 공통적으로 해당 비주기적 CSI-RS 자원들 간에 설정된 상태를 예시한다.
- [292] 표 15

[표15]

서브셋 인덱스	안테나 포트 서브셋
00	4포트 서브셋 1(예컨대, 안테나 포트 15, 16, 17, 18)
01	4포트 서브셋 2(예컨대, 안테나 포트 15, 16, 19, 20)
10	8포트 서브셋(예컨대, 안테나 포트 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22)
11	4포트 서브셋 3(예컨대, 안테나 포트 17, 18, 21, 22)

[293] B. 비주기적 CSI-RS의 특성 중 일부 파라미터(예컨대, 안테나 포트 수)가 자원-특정하게 정의되고, 해당 파라미터에 따른 설정 후보 집합이 (CSI 프로세스 내) 비주기적 CSI-RS들 간 공통으로 정의되어, DCI로 지시될 수 있다.

[294] 표 16

[표16]

서브셋 인덱스	안테나 포트 서브셋
00	4-포트로 설정된 CSI-RS 자원에 대해 2포트 서브셋 1(예컨대, 안테나 포트 15, 17), 또는 8-포트로 설정된 CSI-RS 자원에 대해 4포트 서브셋 1(예컨대, 안테나 포트 15, 16, 17, 18)
01	4-포트로 설정된 CSI-RS 자원에 대해 2포트 서브셋 2(예컨대, 안테나 포트 15, 18), 또는 8-포트로 설정된 CSI-RS 자원에 대해 4포트 서브셋 2(예컨대, 안테나 포트 15, 17, 19, 21)
10	4-포트로 설정된 CSI-RS 자원에 대해 2포트 서브셋 3(예컨대, 안테나 포트 16, 17), 또는 8-포트로 설정된 CSI-RS 자원에 대해 8포트 서브셋(예컨대, 안테나 포트 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22)
11	4-포트로 설정된 CSI-RS 자원에 대해 4포트 서브셋 1(예컨대, 안테나 포트 15, 16, 17, 18)), 또는 4-포트로 설정된 CSI-RS 자원에 대해 4포트 서브셋 3(예컨대, 안테나 포트 15, 16, 19, 21)

[295] 제 2안. 비주기적 CSI-RS; 자원-특정 설정 (안테나 포트 서브셋에 따라)

[296] A. 비주기적 CSI-RS 자원 마다 독립적인 안테나 포트 서브셋 설정을 줄 수 있다. 이는 위의 표 16 및 17과 같은 설정 표가 특정 DCI에 의해 동적으로 지시될 때, 해당 상태가 상기 자원-특정 설정 별로 개별적으로 동적 지시될 수 있음을 의미한다.

[297] 위 예시에서 서브셋 인덱스는 DCI에서 해당 안테나 포트 서브셋을 지시하는데 사용할 수 있다.

- [298] 또다른 기술 제안으로서, 상기 안테나 포트 서브셋에 연동된 비주기적 CSI-RS의 실제 전송되는 RE 패턴에 관해 다음과 같은 옵션이 있을 수 있다.
- [299] 옵션 1. 비주기적 CSI-RS를 위해 설정된 안테나 포트 수와 레가시 RE 패턴 내 부분 RE 패턴
- [300] A. 옵션 1은 해당 자원에 설정된 안테나 포트 수는 변하지 않고, 단말에게 지시되는 안테나 포트 서브셋에 해당하는 (부분) RE 패턴에 대해서만 측정하도록 한다. 예를 들어, 해당 자원은 8 포트로 설정되고, 안테나 포트 서브셋이 {15, 16, 19, 20}으로 동적 지시되었다면, 단말은 8 포트로 정의된 (레가시) CSI-RS RE 패턴 중 주어진 안테나 포트 서브셋에 해당되는 4개 RE만을 사용하여 CSI-RS를 측정할 수 있다. 이 때, CSI-RS 전송에 사용되지 않는 RE는 다른 용도(예컨대, 데이터 전송)로 사용할 수 있다.
- [301] 옵션 2. 안테나 포트 (서브셋) 설정에 의한 지시된 안테나 포트 수에 따른 (레가시, 또는 미리 정의/미리 설정된) RE 패턴
- [302] A. 옵션 2는 안테나 포트 서브셋에 포함된 안테나 포트의 숫자에 따라 전송되는 CSI-RS RE의 수가 결정됨과 동시에 해당 CSI-RS RE들이 전송될 RE 패턴 위치가 위와 같이 고정된(레가시, 또는 미리 정의/미리 설정된) 상태에서, 해당 RE 패턴에 대해 적용하는 안테나 포트 넘버링(numbering)이 상기 안테나 포트(서브셋) 설정에 의해 지시되는 바를 따르도록 한다. 예를 들어, 기지국이 8포트 전송을 구현하고 있다 하더라도 이 사실은 단말에게 설정될 수도 설정되지 않을 수도 있으며, 상기 일례로 안테나 포트 서브셋이 안테나 포트 {15, 16, 19, 20}으로 지시되었다면, 해당 비주기적 CSI-RS는 4포트 전송임을 단말이 인식하고 상기 (레가시, 또는 미리 정의/미리 설정된) 4포트 RE 패턴에 대해 비주기적 CSI-RS를 측정하도록 한다. 이 때, 이와 함께 하기 특정 "안테나 포트 서브셋(호핑/사이클링)(hopping/cycling) 패턴"이 함께 지시된다면, 단말은 다른 시점에 수신되는 다른 CSI-RS 포트들에 대하여 안테나 포트 넘버링을 연결시켜 지명된 CSI 도출 및 보고를 수행하도록 정의/설정될 수 있다.
- [303] 전체 안테나 포트에 대한 채널을 측정하기 위해, 기지국은 둘 이상의 (인접한) 서브프레임에서 서로 다른 설정(예컨대, 안테나 포트 서브셋)을 가지는 비주기적 CSI-RS를 단말에게 설정해 줄 수 있다. 이 때, 해당 안테나 포트 서브셋의 합집합은 전체 안테나 포트가 될 수 있고, 단말은 각 서브프레임에서 측정된 채널 정보를 집계하여 전체 안테나 포트에 대한 채널 정보를 계산 및 보고할 수 있도록 할 수 있다.
- [304] 특히, 측정된 채널 정보의 에이징(aging)을 방지하기 위해, 서로 인접한 서브프레임 내에서 서로 다른 안테나 포트 서브셋을 이용한 비주기적 CSI-RS를 전송할 수 있는 형태로 특정 제한이 부여될 수 있다. 예컨대, 상기 '타이밍 패턴' 정보는 암시적으로 해당 DCI 트리거링 시점 서브프레임 n 으로부터 예를 들어 비주기적 CSI-RS가 전송되는 {..., 서브프레임 $n-2$, 서브프레임 $n-1$, 서브프레임 n , 서브프레임 $n+1$, ...}들 중 일부를 "다중-샷 트리거링"형태로 정의/설정될 수

있다. 이를 위해, 기지국은 복수의 비주기적 CSI-RS를 하나의 DCI에서 지시할 수 있다. 하나의 DCI에서 복수의 비주기적 CSI-RS를 지시해 줄 경우에는, 각 비주기적 CSI-RS가 전송되는 위치에 대한 정보를 포함해야 하고 그 내용은 위에서 서술한 방법을 사용할 수 있다. 예컨대, RE 패턴은 복수의 비주기적 CSI-RS간에 공통되거나 사전에 (각 자원 별로) 정의/설정될 수 있거나, 또는 RE 패턴 자체도 위 "다중-샷 트리거링"에 의한 동적 지시 속성에 포함시킬 수도 있다.

[305] 이 경우, 복수의 안테나 포트 서브셋이 특정 구간 내(예컨대, 상기 K, L 값으로 정의될 수 있음)의 각 비주기적 CSI-RS 전송 시점에 (일종의 "안테나 포트 서브셋" 호핑/사이클링 패턴 형태로) 연동될 수 있다. 예를 들어, 실제 4 포트에 대한 비주기적 CSI-RS를 보내기 위해, (이를 위해 RRC 설정상에서는 안테나 포트 수가 상기와 같이 8 포트(>4)로 설정될 수 있음), 특정 구간 내 첫 번째 비주기적 CSI-RS 전송 시점의 경우 첫 번째 안테나 포트 서브셋 {15, 16, 19, 20}에 대한, 두 번째 비주기적 CSI-RS 전송 시점에는 두 번째 안테나 포트 서브셋 {17, 18, 21, 22}에 대한 비주기적 CSI-RS가 전송되는 것으로 설정될 수 있다. 이와 같은 시간에 따른 안테나 포트 서브셋(또는 호핑/사이클링 패턴 정보 자체)은 RRC 혹은 MAC 시그널링과 같은 상위 계층 시그널링으로 단말에게 전송된다.

[306] 상기 비주기적 CSI-RS를 위한 설정이 사전에 정의 혹은 RRC 등 상위 시그널링으로 설정되어, DCI와 같은 방법으로 단말에게 알려줄 수 있다. 즉, 4비트의 DCI 시그널링을 사용할 경우, 16개의 설정을 RRC로 미리 설정, 혹은 미리 정의하고 상기 DCI 시그널링으로 그 중 하나를 지시할 수 있다. 해당 비주기적 CSI-RS를 위한 설정은, 상기 비주기적 CSI-RS 관련 정보에 예를 들어 다음과 같은 정보를 포함할 수 있으며, 하기 정보들 중 적어도 하나에 관하여 위에서 제안한 동작들 중 일부가 동일하게 적용될 수 있음은 자명하다. 또한, 하기 속성들은 본 발명에서 주로 논의하는 비주기적 CSI-RS가 아닌, 주기적 CSI-RS의 설정 내에 포함되어 사용될 수 있다.

[307] ● (비주기적 CSI-RS를 위한) 설정 ID (예를 들어, 하기 속성들이 비주기적 CSI-RS 자원 내에 설정되지 않고, 별도로 동적 지시될 수 있도록 설정 상에서 분리될 수 있음.)

[308] ● 자원 (RE/타이밍) 패턴

[309] ● 안테나 포트 서브셋

[310] ● 안테나 포트 수

[311] ● 서브프레임-설정 (예컨대, 다수의 서브프레임-설정을 상기 동적 지시의 대상으로 두고, 특정 서브프레임-설정이 지시되면, 추후 다른 서브프레임-설정이 지시되기 전까지는 해당 주기/오프셋으로 주기적인 전송을 할 수 있음. 또는, 비활성화를 위한 별도의 지시자에 의한 지시도 가능할 수 있음)

[312] ● 스크램블링 ID(예컨대, 가상 셀 식별자)

[313] ● QCL 관련 정보 (예컨대, 해당 비주기적 CSI-RS와 QCL 관계인 CRS 정보)

- [314] 즉, 위와 같은 속성들 중 적어도 하나는 상기 언급한 호핑/사이클링 패턴 형태로 사전에 설정/정의된 상태에서 "다중-샷 트리거링" 형태로 하나의 DCI에 의해 지시될 수 있다.
- [315] 비주기적 CSI-RS 지시와 비주기적 CSI 요청의 전송 DCI를 분리할 경우, 비주기적 CSI 요청 필드를 비주기적 CSI-RS 지시에 활용할 수 있다. 예를 들어, 추가 2비트를 사용하여, 비주기적 CSI-RS 지시로 사용할 경우, 해당 비트가 특정 상태(예컨대, '00')이 전송된다면 비주기적 CSI 요청 필드 2비트는 기존의 비주기적 CSI 요청과 동일하게 해석되고, 비주기적 CSI-RS 지시 필드가 '00' 이외의 값이 될 경우, 비주기적 CSI 요청 필드는 비주기적 CSI-RS 지시 필드와 함께 총 4비트의 페이로드 중 특정 X개(예컨대, X=12) 상태(총 16개 상태 중 '00xx' 4개를 제외한 나머지 상태)로 해석되어 해당 비주기적 CSI-RS 지시 정보가 단말에게 전송될 수 있다.
- [316] 단말에게 UL 데이터 할당이 필요 없을 경우, UL DCI를 통한 비주기적 CSI-RS 지시를 전송할 때 좀 더 자유로운 비주기적 CSI-RS 설정 시그널링을 위해, UL DCI 내 UL 데이터를 위한 필드(예컨대, 자원 할당(resource allocation; RA))를 사용할 수 있다. 위 지시 필드 값 중 특정 상태들(예컨대, '1111')을 '확장된 비주기적 CSI-RS 지시'와 같은 형태로 정의하고, 해당 상태가 단말에게 시그널링되었을 경우 UL 자원 할당 필드 등 사용되지 않는 특정 필드들을 추가적인 비주기적 CSI-RS 지시 필드로 활용하여 좀 더 상세한 설정을 단말에게 전송해 줄 수 있다. 이 경우 사용할 수 있는 필드는 CQI 요청 필드, SRS 요청 필드를 제외한 나머지 UL DCI 필드 중에서 일부가 사용될 수 있다.
- [317] 위와 같이 비주기적 CSI 보고를 보고해야 하는 경우, 해당 CSI는 PUSCH에 피기백(piggyback)되어 전송된다. 특히, 하나의 CSI 프로세스 내의 둘 이상의 CSI-RS 자원에 대한 CSI를 측정/보고하는 경우 단말은 각 CSI-RS 자원에 대한 CSI를 PUSCH 자원에 맵핑할 때, 가장 낮은 CSI-RS 자원 인덱스부터 맵핑한다. 따라서, 다음과 같은 순서를 거쳐게 된다.
- [318] 1. 가장 낮은 CSI 프로세스 인덱스 우선
- [319] 2. CSI 프로세스 인덱스가 같다면, 가장 낮은 CSI-RS 자원 인덱스 우선
- [320] 상기 CSI-RS 자원 인덱스는 CSI 프로세스 내에 설정된 CSI-RS 자원에 대한 인덱스로, 도 5이나 도 6에서 CSI-RS 1, CSI-RS 2가 그것이다.
- [321] 만약 CSI 프로세스를 사용하여 상기 동작을 지원하기 위해서는, 상기 두 비주기적 CSI-RS 자원은 서로 다른 CSI 프로세스에 할당하고, 각 CSI 프로세스를 비주기적 CSI 요청의 상태에 할당한다면, 단말에게 2비트의 비주기적 CSI 요청을 사용하여 어떤 비주기적 CSI-RS를 사용한 비주기적 CSI-RS를 전송하는지에 대한 정보를 알려줄 수 있다. 이는 추가적인 DCI 시그널링을 필요로 하지 않지만, 단말에게 설정해 주기 위한 CSI 프로세스의 최대 숫자가 제한되어 있기 때문에(예컨대, 최대 5개 CSI 프로세스) CSI 프로세스가 부족해질 수 있다.

[322] 표 17

[표17]

인덱스	비주기적 CSI 요청
00	비주기적 CSI 요청 없음
01	CSI 프로세스0을 위한 비주기적 CSI 요청
10	CSI 프로세스1를 위한 비주기적 CSI 요청
11	CSI 프로세스2를 위한 비주기적 CSI 요청

[323]

[324] 위 표에서, CSI 프로세스 1에는 비주기적 CSI-RS 자원 1이, CSI 프로세스 2에는 비주기적 CSI-RS 자원 2가 할당되어 있는 상황을 예시로 들고 있다. 따라서, 단말에게 비주기적 CSI 요청으로 10이 전송되었다면, 단말은 비주기적 CSI-RS 자원 1 중에서 가장 가까운 자원에 대한 비주기적 CSI를 측정/보고할 수 있다.

[325] **빔 제한된 ZP CSI-RS**

[326] CoMP 환경에서의 간섭 측정을 위해, CSI-IM을 설정하여 인접 기지국의 협력이 동작하고 있는 상태에서 간섭 측정이 용이한 환경을 만들어 주었다. 하지만 위와 같이 복수 개의 CSI-RS가 하나의 CSI 프로세스에 설정될 수 있을 때 CoMP와 같은 상황에서 간섭 등의 측정을 위한 CSI 프로세스를 설정한다면 CSI-RS를 위한 자원이 부족할 수 있다. 예를 들어, CSI 프로세스가 5개 설정되고 각 CSI 프로세스에 CSI-RS가 4개씩 설정된다면, 총 20개의 CSI-RS 자원이 사용된다. 현재의 LTE 표준과 같은 상황에서, CSI-RS의 자원은 8 포트일 때 최대 10개의 이용가능한 CSI-RS 자원이 존재한다. 따라서, 현재와 같이 CSI-RS 자원을 공유하는 CSI-IM을 설정하기 위해서는, CSI-RS 자원이 부족할 수 있다.

[327] 따라서, CSI-IM을 위해서 해당 자원에 전송되는 신호에는 상기 CSI-RS의 특성 중 일부를 제한하는 방법을 고려할 수 있을 것이다. 예를 들어, 특정 수직 빔을 사용하는 단말에게만 ZP-CSI-RS를 설정하는 등의 방법이 고려될 수 있다. 하지만, 수직 빔을 사용할 경우, 해당 빔의 특성에 따라 특정 단말에게 미치는 간섭 영향이 완전히 제거되는 것은 힘들고, 따라서 단말에게 주어지는 간섭 영향을 완전히 제거하는 것이 어렵다. 또한, 현재의 CSI-IM은 해당 자원에 간섭이 완전히 회피되었는지, 혹은 수직 빔 회피 등의 방법으로 간섭의 일부만 억제되었는지를 알 수 없다. 즉, 현재의 방법으로는 간섭 셀에서 데이터 전송에 특정 '특성'을 사용했을 때의 간섭 효과를 정확하게 확인할 수 없다.

[328] 따라서, 기지국은 단말에게 CSI-IM을 설정하는 대신, CSI-부분-IM(CSI-PIM)을 설정해 줄 수 있다. 해당 자원에서 단말은 인접 기지국이 데이터 전송에 특정 특성을 제한했을 때의 간섭 억제 수준을 측정할 수 있는 것을 목표로 한다. 단말은 해당 CSI-PIM 자원에서의 간섭 결과를 측정하여 기지국에 피드백하고, 기지국은 해당 정보를 기지국간에 공유해 좀 더 효율적인 수직 빔 스케줄링에

사용할 수 있을 것으로 기대된다. 예를 들어, 셀 B의 특정 수직 빔에 대한 간섭이 큰 단말이 셀 A에 많을 경우, 셀 B의 기지국에서는 셀 A를 위해 해당 수직 빔의 사용을 특정한 시간 동안 제한하는 동작이 가능할 것이다. 기존의 CSI-IM은 해당 자원에서 간섭을 측정하여 CQI 계산에 간섭의 목적 등으로 사용할 수 있다. 이 경우 해당 자원에서는 인접 기지국에서 어떤 동작을 수행할 지(예컨대, 전송을 하지 않거나, 일상적인 데이터 전송을 하는 등)가 명시되어 있지 않다. 즉, 해당 자원에서는 간섭 기지국에서 데이터를 전송할 수도 있고, 혹은 전송하지 않을 수도 있다. 단말은 이와 같은 상황에서 간섭을 측정하여, 실제 데이터를 전송할 때 들어올 간섭에 가까운 간섭을 측정할 수 있다.

[329] CSI-PIM의 경우는, 해당 자원에서는 특정 '특성'이 적용된 데이터 전송이 이루어지는 단말에게 ZP-CSI-RS가 적용될 수 있다. 예를 들어, 간섭 기지국에서 수직 빔 0 내지 3까지 총 4개의 수직 빔을 사용하여 데이터 전송을 수행할 때, 수직 빔 0, 1을 사용하는 단말에 대한 자원에만 ZP-CSI-RS를 적용할 수 있다. 따라서 CSI-PIM 자원에서는 간섭 셀에서 데이터를 전송할 수도 전송하지 않을 수도 있지만, 특정 '특성'을 사용해 전송되는 데이터는 존재하지 않게 되고, 따라서 단말은 특정 '특성'을 사용해 전송할 때의 간섭만을 측정할 수 있게 된다.

[330] 이 경우 단말은 해당 CSI-PIM에서 측정된 간섭을 CQI에 포함하여 전송하는 대신, 측정된 간섭량을 직접 기지국에 보고하는 동작이 가능하다. 혹은 CSI-PIM에서 측정된 간섭이 견딜 수 있는지(bearable)에 대한 여부를 기지국에 알려줄 수 있다. 예를 들어, 단말이 견딜 수 있는 간섭 임계치가 존재하고, 해당 CSI-PIM에서 측정된 간섭이 해당 간섭 임계치 보다 더 클 경우, 단말은 '견딜 수 없는 간섭'을 의미하는 피드백을 하고, 그보다 작을 경우 단말은 '견딜 수 있는 간섭'을 의미하는 피드백을 할 수 있다. 이 경우, 예를 들어, 1비트 시그널링을 통해서 '0'을 '견딜 수 있는 간섭'으로, '1'을 '견딜 수 없는 간섭'으로 정의하여 피드백할 수 있거나, 그 역으로 설정/동작할 수 있다. 혹은, 측정된 간섭의 절대량을 직접 올리되, 단말이 사전에 기지국에게 전달한 단말 간섭 임계치 등을 고려하여 기지국이 '견딜 수 있는 간섭' 여부를 판단하여 기지국 간에 공유할 수 있다. 상기 간섭 임계치는 단말의 능력(capability)으로서 단말이 보유하거나 필요에 따라 단말이 기지국에 전송해 줄 수 있고, 혹은 기지국으로부터 상위 계층 시그널링 등으로 설정받을 수 있다.

[331] 기지국간의 지연을 고려했을 때, 간섭의 빠른 페이딩(fast fading) 특성은 측정의 의미가 적으므로, CSI-PIM를 일정 구간 동안 측정하여 간섭의 롱-텀 특성을 측정할 수 있다. 이와 같은 경우에 CSI-PIM 설정에는 상기 CSI-RS의 자원 특성 이외에도 자원의 시작 서브프레임/끝 서브프레임(혹은, 구간) 부분을 포함할 수 있다. CSI-PIM은 상기 시작 서브프레임부터 끝 서브프레임까지(혹은, 구간 동안) 해당 CSI-PIM을 설정하고, 단말은 해당 구간 동안 설정받은 CSI-PIM 자원에서 간섭량을 측정한다.

[332] 해당 방법은 간섭 기지국이 특정 빔을 사용할 때 해당 단말에게 끼치는 간섭을

정확히 측정할 수 있다. 또한, 만약 기지국간의 전송 지연이 작다면, 이 정보는 CoMP 기지국 간의 협력 통신에 빠르게 이용될 수 있다. 하지만 기지국간의 전송 지연이 크다면, 하기 RRM 측정 방법에 비해 큰 지연 이득을 볼 수 없게 된다.

- [333] 상기 전달 수 있는 간섭 여부에 대한 피드백은 상위 계층 시그널링을 통해 이루어질 수 있다. 혹은, 비주기적 CSI 요청과 함께 사용될 수 있다. 비주기적 CSI 요청이 비주기적으로 설정된 해당 CSI-PIM에서의 피드백을 요청할 경우, 단말은 해당 CSI-PIM에서 측정된 간섭 세기, 혹은 상기 간섭이 전달 수 있는지 여부를 측정/판단하여 상향링크 자원을 통해 피드백할 수 있다.
- [334] 상기 동작은 RRM 측정으로 대체될 수 있다. 단말은 측정하는 RRM-RS에 대해, 각 측정 결과 값과 간섭 임계치 값을 비교하여, 각 RRM-RS에 대한 전달 수 있는 간섭 여부를 각각 피드백하거나, 단말의 간섭 임계치 값을 기지국에 전송해 주어, 기지국이 단말로부터 전송받은 RRM 보고 값을 토대로 해당 CSI-RS에 대한 전달 수 있는지 여부를 판단할 수 있다. 혹은 단순히 전송받은 RRM 보고 값을 기지국간에 공유할 수 있다. 이 경우 추가적인 CSI-RS 할당이 필요없기 때문에 기존의 방법에 비해 물리 계층의 오버헤드를 적게 가져갈 수 있는 장점이 있으나, RRM 측정 및 상위 계층을 사용한 통신에 필요한 시간이 길기 때문에, CSI-PIM을 사용한 방법에 비해 더 긴 지연을 가질 수 있다.
- [335] LTE Rel-13 FD-MIMO는 빔포밍된 CSI-RS 기반 동작들을 지원하며, 빔포밍된 CSI-RS는 크게 2개의 특징들로 구분되며, 클래스 B의 CSI 프로세스 내 설정된 NZP CSI-RS 자원의 수(K)에 관해서,
- [336] $K > 1$ 인 클래스 B: 존재하는 RI/PMI/CQI 보고를 포함하는 CRI 보고
- [337] $K = 1$ 인 클래스 B: 존재하는 RI/PMI/CQI 보고, 레가시 코드북 또는 Rel-13에서 정의된 새로운 코드북을 사용하도록 지시하는 PMI-설정에 의존함.
- [338] $K > 1$ 인 클래스 B는 일반적으로 CSI-RS 별로 적용된 상이한 빔포밍 계수들을 갖는 셀에서 전송되는 셀-특정 빔포밍된 CSI-RS들에 기반하는 것으로 여겨지며, 따라서 단말은 CRI 보고에 의해 설정된 K개의 CSI-RS들 중에서 최상(best)의 CSI-RS 인덱스를 선택하여 보고할 수 있다. 그러나, 항상 셀-특정 빔포밍된 CSI-RS를 포함할 필요는 없고, 기지국 구현에 따라, CSI-RS 자원 레벨에서 단말에 의한 빔 선택을 위한 단말-특정(또는 단말 그룹-특정) 빔포밍된 CSI-RS 자원들을 가질 수도 있다.
- [339] $K = 1$ 인 클래스 B는 일반적으로 단말을 위해 전송된 단말-특정 빔포밍된 CSI-RS에 기반할 수 있고, 따라서 단말은 설정된 "단말-전용" 빔포밍된 CSI-RS 자원에 기반하여 CSI 보고를 수행할 수 있다. 기지국 구현에 따라, 이 케이스는 또한 특히, 공통 빔 방향이 셀에서 복수의 단말들을 위해 공통적인 $K = 1$ 빔포밍된 CSI-RS 자원에 적용될 수 있을 때, CSI-RS 오버헤드를 줄이기 위해 단말 그룹-특정 빔포밍된 CSI-RS에 기반하여 활용될 수 있다.
- [340] 클래스 B를 위해 위에서 이미 지원한 특징들 중에서, 빔포밍된 CSI-RS 기반 동작들과 관련된 잠재적인 개선 주제들에 대해 후술한다.

[341] 셀-간 간섭 완화를 위한 CRI 서브셋 제한

[342] $K > 1$ 인 클래스 B의 경우에 대해, 설정된 K 개의 CSI-RS들은 상이한 빔 방향들을 향해 전송되며, 이는 도 11에 도시된 것처럼, 상이한 수직 빔 방향들을 포함할 수 있다. 그러나, 빔의 방향이 다른 셀들의 단말에게 도달가능하다면, 특정 빔들은 이웃 셀들에게 강한 간섭을 유발할 수 있다. 예를 들어, 단말 2를 위한 빔은 이웃 셀의 단말 3에게 직접 간섭을 줄 수 있고, 이러한 빔 방향은 심각한 셀-간 간섭을 유발하는 수평 방향을 향할 수 있다.

[343] 이러한 간섭 문제를 회피하기 위해, 일종의 엄격한 빔 제한들이 수직 빔 조절(steering)에 관하여 고려될 수 있다. 예를 들어, 단말 2를 향한 빔은 엄격하게 금지될 수 있다. 그러나, 고층 건물에 있는 단말이 간섭받는 단말이 없을 경우, 또는 네트워크 구현에 따라 인접 셀들 간에 몇몇 스케줄링 조정이 가능하면, 데이터 전송을 위한 빔으로 여전히 서비스받을 수 있기 때문에, 어떤 경우에도 단순히 빔들을 제한하는 것은 바람직하지 않다.

[344] LTE Rel-13에서 현재 CRI 보고 및 관련된 CSI 피드백 행동들을 고려하는 것은 이미 두 개의 서브프레임 집합에 대해 지원되며, 서브프레임 집합 별 CRI 서브셋 제한들이 문제를 완화하고 CRI를 도출하기 위한 단말의 가정을 제어하기 위한 네트워크의 유연성을 제공하기 위해 고려될 수 있다. 예를 들어, 모든 빔 방향을 갖는 K 개의 빔포밍된 CSI-RS들이 서브프레임 집합 1에 대해 설정될 수 있고, 반면에 오직 K 개의 CSI-RS의 서브셋이 서브프레임 집합 2에 대해서 유효한 것으로 제한될 수 있다. 그리고 나서, 단말은 각 서브프레임 집합에 대해 CRI를 포함한 CSI를 측정 및 보고할 수 있고, 따라서 기지국은 셀들 간에 셀-간 간섭 상황 및 가능한 조정을 고려한 CRI를 유연하게 사용할 수 있다.

[345] ▲서브프레임 집합을 갖는 CRI 서브셋 제한이 셀-간 간섭을 완화하기 위해 고려됨

[346] CSI-RS 활성화/비활성화를 포함한 오버헤드 감소

[347] CSI-RS 오버헤드 감소 기술들은 그 목적들을 따라 조사될 필요가 있다.

오버헤드 감소의 한가지 방안은 셀에서 단말 분포에 의존하여, 셀 각각에서 빔포밍된 CSI-RS의 활성화/비활성화를 다루는 것에 관련되어야 한다. 더욱 상세하게, 기지국이 특정 빔 방향들로 서빙할 단말이 존재하는지에 따라 특정 방향을 향하는 몇몇 CSI-RS를 켜거나 끌 수 있는 것이 지원될 필요가 있다. 도 12에 도시된 것처럼, 존 C 및 D를 향하는 CSI-RS들 처럼, CRI 보고의 시간 구간 동안 단말이 선택되지 않는 특정 CSI-RS들이 있을 수 있다. 이러한 CSI-RS들은 캐리어 집성(CA) 시스템에서 SCell을 활성화/비활성화하는 것과 다소 유사하게 적절한 L2 시그널링을 통해 비활성화될 수 있고, 빠르고 효율적인 자원 활용의 관점에서 RRC 재구성에 의존하는 것보다 더 적절할 수 있다.

[348] 비활성화된 CSI-RS들을 위한 자원들은 데이터 전송을 위해 활용될 수 있고, 따라서 CSI-RS 오버헤드 감소 메커니즘은 자원 활용 효율성을 증가시킬 이득을 가져온다. 결국, 몇몇 활성/비활성된 CSI-RS RE들을 업데이트하는 것을

고려하는 ZP CSI-RS 재설정을 위한 유사한 L1/L2-레벨 시그널링이 또한 클래스 B, $K > 1$ 로 설정되지 않은 다른 단말들을 위해 지원될 필요가 있다.

[349] **▲CSI-RS 활성화/비활성화에 기반한 오버헤드 감소 메커니즘이 조사(investigate)되어야 함**

[350] 위 방식은 CRI 측정 및 보고를 위해 복수개의 CSI-RS를 전송하는 FD-MIMO 방식에서, 해당 CSI-RS 중 일부 빔을 활성화/비활성화하여 해당 CSI-RS를 전송하는 자원을 절약하기 위한 기술이다. 이를 위해, 비활성되는 CSI-RS 자원에 대한 ZP CSI-RS의 비활성화 설정이 필요하다. 기존에는, CRI 보고를 하지 않는 클래스 A 단말 혹은 FD-MIMO를 사용하지 않는 단말들이 해당 자원을 레이트 매칭과 같은 방법으로 피하기 위해, 해당 자원에 대한 ZP CSI-RS 설정을 단말에게 알려주는 형태로 지원되고 있다.

[351] 만약 위와 같이 특정 자원에 대한 CSI-RS를 활성화/비활성화할 수 있다면, 해당 자원에 해당하는 ZP CSI-RS를 비활성화하여 해당 자원을 더 이상 레이트 매칭하지 않게 단말들에게 설정할 수 있다. 이를 위해, DCI나 MAC과 같이 적은 지연을 갖는 시그널링을 사용한다. 특히, 해당 설정은 셀-특정적으로 전송될 수 있고, 이를 위해 DCI를 사용할 경우 DCI 3/3A와 같은 형식을 사용할 수 있다.

[352] 위 ZP CSI-RS 비활성화(또는 활성화) 신호는 아래와 같이 구성될 수 있다.

[353] 옵션 1. 시작 시점 + 대상 ZP CSI-RS 자원

[354] ■ 시작 시점은 절대 시간값, 혹은 해당 시그널링을 수신한 시점을 기준으로 오프셋 값을 사용할 수 있다.

[355] ■ 구간(duration) 혹은 종료 시점은 RRC 시그널링과 같은 상위 계층 시그널링으로 주거나, 혹은 고정된 값일 수 있다.

[356] 옵션 2. 시작 시점 + 구간 + 대상 ZP CSI-RS 자원

[357] 옵션 3. 시작 시점 + 종료 시점 + 대상 ZP CSI-RS 자원

[358] 옵션 4. 시작 시점 + 대상 ZP CSI-RS 자원 및 별도의 ZP CSI-RS 활성화 신호

[359] ■ 별도의 활성화 시그널링을 전송해준다. 따라서 ZP CSI-RS의 비활성화 시간은 활성화되기 전 까지가 된다.

[360] ■ 활성화 시점은 절대 시간값, 혹은 해당 시그널링을 수신한 시점을 기준으로 오프셋 값을 시그널링해 줄 수 있다.

[361] 옵션 5. 시작 시점 + 대상 ZP CSI-RS 자원, 및 별도의 ZP CSI-RS 활성화 신호 + 대상 ZP CSI-RS 자원

[362] ■ 위 방식에서, 활성화 시그널링에서 선택적으로 ZP CSI-RS를 활성화할 수 있다.

[363] 대상 자원은 비트맵 형식으로 전송될 수 있다. 이 때, 비트맵으로 전송되는 자원은 기존의 4 포트 ZP CSI-RS 자원 지시할 수 있고, RRC 시그널링으로 설정된 별도의 K개 포트(K는 4 이외의 숫자가 될 수 있음) ZP CSI-RS 자원에 대한 자원 지시자일 수 있다.

[364] 위 ZP CSI-RS 비활성화(및/또는 활성화) 신호는 ZP CSI-RS 갱신 신호로 해석될

수 있다. 즉, 상술한 비활성화/활성화 신호의 구분 없이, 지정된 ZP CSI-RS 자원에 대해 해당 ZP CSI-RS를 비활성화(혹은 활성화)할 수 있다. 다시 말해, ZP CSI-RS 비트맵 '1111'로 4개의 자원을 비활성화시켰을 경우, 다음 ZP CSI-RS 갱신 신호에 포함된 '1101'은 세번째 ZP CSI-RS 자원을 활성화시키는 의미로 해석될 수 있다.

[365] 위 옵션에서, 시작 시점은 RRC 등 상위 계층 시그널링으로 주거나, 혹은 고정된 값(예컨대, 지시를 수신한 서브프레임 + k개 서브프레임, k=0, 1, 또는 8, ...)일 수 있다. 이 경우 위 옵션에서 시작 시점을 포함하지 않을 수 있다. 예를 들어, 옵션 1의 경우 대상 ZP CSI-RS 지정 신호만을 포함할 수 있다.

[366] 별도의 시그널링 없이, NZP CSI-RS 비활성화 시그널링이 ZP CSI-RS 비활성화 시그널링으로 해석될 수 있다. 혹은, NZP CSI-RS 비활성화 시그널링의 일부 필드(예컨대, 대상 NZP CSI-RS 자원 지시 필드)가 ZP CSI-RS 비활성화 시그널링에 포함된 시그널링(예컨대, 대상 ZP CSI-RS 자원 지시 필드)으로 해석될 수 있다. 이 경우 NZP CSI-RS는 셀-특정하게 전송되는 시그널링이어야 한다.

[367] 상술한 ZP CSI-RS 활성화/비활성화가 NZP CSI-RS 활성화/비활성화의 신호에도 유사한 구조로 사용될 수 있다. 위 NZP CSI-RS 비활성화(및/또는 활성화) 신호는 아래와 같이 구성될 수 있다.

[368] 옵션 1. 시작 시점 + 대상 NZP CSI-RS

[369] 옵션 2. 시작 시점 + 구간 + 대상 NZP CSI-RS

[370] 옵션 3. 시작 시점 + 종료 시점 + 대상 NZP CSI-RS

[371] 옵션 4. 시작 시점 + 대상 NZP CSI-RS, 및 별도의 NZP CSI-RS 활성화 신호

[372] 옵션 5. 시작 시점 + 대상 NZP CSI-RS, 및 별도의 NZP CSI-RS 활성화

[373] 이 때, 대상 NZP CSI-RS는 비트맵 형식으로 전송될 수 있다. 이 때, 비트맵으로 설정 및 전송되는 자원은 RRC 시그널링 등으로 설정된 NZP CSI-RS이고, 비트맵에서 각 비트가 대응되는 NZP CSI-RS는 같은 CSI 프로세스 내 자원 설정을 받은 순서로 맵핑될 수 있다.

[374] 비주기적 CSI-RS의 오버헤드 감소

[375] CSI-RS 오버헤드 감소를 위해, LTE Rel-13에서 특정된 측정 제한(measuring restriction; MR)이 미리 설정된 가능한 CSI-RS 전송 기회들 내에서 비주기적 CSI-RS 전송으로서 이용될 수 있다. 'MR-ON'으로 설정된 CSI-RS를 위해, 단말은 오직 비주기적 CSI 요청이 수신된 경우 CSI-RS를 측정할 수 있다. 도 13에 도시된 것처럼, 예를 들어, 인덱스 B1 및 B2의 상이한 빔들이 동일한 CSI-RS에 적용될 수 있고, 이는 "CSI-RS 자원 풀링(pooling)"이라고 지칭될 수 있다. 다시 말하면, 기지국은 미리 설정된 가능한 전송 기회들 내에서 상이한 빔 방향들이 적용된 빔포밍된 CSI-RS들을 자유롭게 선택하고 전송할 수 있다. 그러나, 이러한 현존하는 메카니즘은 예비된 자원, 예컨대, 5ms 그리드를 필요로 하므로, CSI-RS 전송의 자원 활용 효율성을 개선하는데 중요한 제한을 갖는다. 이는 실제 CSI-RS

전송들과 관계없는 점유된 자원들이 데이터 전송과 같은 다른 목적을 위해 사용될 수 없기 때문이다. 만약 가능한 CSI-RS 전송들의 예비된 전송 기회들이 종종 실제로 사용되지 못하면, 이러한 비효율적인 자원 활용의 문제는 더욱 심각해진다.

[376] 결국, 더욱 더 유연한 자원 사용을 위해, 비주기적 CSI-RS의 동적인 지시가 고려될 수 있다. 비주기적 CSI 요청과 연계될 수도 있는 비주기적 CSI-RS 지시 메시지는 해당 비주기적으로 전송된 CSI-RS가 CSI 측정을 위해 사용될 단말들에게 전송된다. 다른 말로, 자원들이 비주기적 CSI-RS를 위해 활용되며, 대안으로, 이러한 비주기적 지시 없는 자원들이 데이터 전송과 같은 다른 목적을 위해 사용될 수 있고, 상당한 CSI-RS 오버헤드 감소로 이어질 수 있다. 비주기적 CSI를 보고하도록 지시되지 않은 단말들을 위해, 이러한 비주기적 CSI-RS 지시 메시지는 지시된 자원들 주변을 PDSCH 레이트 매칭을 수행하기 위한 단말들을 위한 동적 ZP-CSI-RS 지시로서 해석될 수 있다. 이 메카니즘은 가능한 CSI-RS 전송 기회들에서 특정 미리-설정된 시간 그리드, 예컨대 5ms 그리드를 필요로하지 않고, 이는 기지국 구현을 위한 자원 활용에 유연성을 준다.

[377] ▲비주기적 CSI-RS 전송의 동적 지시가 효율적인 자원 활용을 위해 지원되어야 함

[378] 위 케이스에서, 비주기적 CSI-RS를 측정할 필요가 없는 단말을 위해 DCI를 통한(예컨대, 1-비트 ZP-CSI-RS 지시자) 시그널링을 통해 비주기적 CSI-RS의 전송을 알리고, 동시에 RRC 등으로 단말에게 설정된 별도의 ZP-CSI-RS 설정(비주기적 CSI-RS 전송을 가정한)을 선택하여 단말이 레이트 매칭을 수행하도록 할 수 있다. 특히, 이러한 동작은 특정 TM에 대해서만 한정적으로 적용될 수 있다. 예컨대, TM9에 대해서만 상기 1-비트 지시자와 같은 새로운 지시자가 설정될 수 있다. TM10일 경우에는 별도의 ZP-CSI-RS 설정 없이, 비주기적 CSI-RS가 전송될 때를 가정한 ZP-CSI-RS를 RRC로 설정한 후 PQI를 통해 해당 ZP-CSI-RS를 사용할 수 있다.

[379] 또한, 상기 비주기적 CSI-RS 지시자는 자원 선택자(selector)로서 사용될 수 있다. 이 경우, 상기 비주기적 CSI-RS 지시자는 해당 CSI 프로세스(예컨대, (같은 시점(예컨대, SF)에 함께 내려오는 비주기적 CSI 요청 필드를 통해 동적으로 지시되는 특정 CSI 프로세스)에 포함된 CSI-RS 자원 중 상기 지시자로 지정된 자원 혹은 자원 집합에 대한 CSI를 기지국에 보고할 수 있다. 해당 CSI를 통해 단말은 CRI를 포함하여 최상의(best) 1 CSI-RS에 대한 CSI를 보고하거나(이 경우, 일종의 CRI 측정/보고의 대상이 되는 CSI-RS 자원의 확장/제한으로 볼 수 있다.), 최상의 1 CRI를 선택 및 보고하는 대신 자원 지시자로 지정된 CSI-RS에 대한 CSI를 전부 보고할 수 있다. CSI-RS 자원 집합은 RRC 시그널링과 같은 상위 계층 시그널링으로 설정될 수 있다.

[380] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 동작을 도시한다.

[381] 도 14는 무선 통신 시스템에서 하향링크 신호 수신을 위한 방법에 관한 것이다.

상기 방법은 단말에 의해 수행될 수 있다.

- [382] 단말(101)은 기지국(102)으로부터 비주기적 채널 상태 정보-참조 신호(channel state information-reference signal; CSI-RS) 관련 식별자로 마스킹된, 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하는 제어 정보를 수신할 수 있다(S1410). 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하지 않으면, 상기 단말은 상기 제어 정보가 지시하는 비주기적 CSI-RS 자원을 하향링크 데이터 채널 또는 향상된 하향링크 제어 채널을 위한 자원 요소(resource element; RE) 평처링 패턴으로 판단할 수 있다(S1420).
- [383] 상기 단말은 상기 RE 평처링 패턴을 사용하여 상기 하향링크 데이터 채널 또는 상기 향상된 하향링크 제어 채널을 디코딩할 수 있다(S1430).
- [384] 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하지 않으면, 상기 단말은 상기 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하는 정보를 별도의 제어 정보를 통해 수신할 수 있다.
- [385] 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하면, 상기 단말은 상기 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원에서 상기 비주기적 CSI-RS를 측정할 수 있다.
- [386] 또한, 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하면, 상기 단말 외의 다른 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원은 상기 하향링크 데이터 채널 또는 상기 향상된 하향링크 제어 채널의 디코딩을 위한 레이트 매칭을 위해 사용될 수 있다.
- [387] 또한, 상기 제어 정보는 단말-특정 탐색 공간에서 수신될 수 있고, 또는/그리고 상기 제어 정보는 미리 결정된 최소 집성 레벨의 제어 정보 후보에서 수신될 수 있다.
- [388] 또한, 상기 제어 정보는 미리 결정된 특정 포맷의 하향링크 제어 정보에서 수신될 수 있다.
- [389] 상기 제어 정보는 향상된 하향링크 제어 채널을 제외한 하향링크 제어 채널에서 수신될 수 있다.
- [390] 상기 제어 정보는 향상된 하향링크 제어 채널에서 수신될 수 있다.
- [391] 상기 제어 정보가 향상된 하향링크 제어 채널에서 수신되면, 상기 단말은 상기 제어 정보에 따른 비주기적 CSI가 전송되는 시점을 지시하는 정보를 수신할 수 있다.
- [392] 상기 비주기적 CSI가 전송되는 시점(서브프레임 $\#n+p$)은 상기 제어 정보가 하향링크 제어 채널에서 수신되는 경우의 비주기적 CSI가 전송되는 시점(서브프레임 $\#n+q$)과 상이하고, p 는 q 보다 큰 양의 정수일 수 있다. 또한, 상기 비주기적 CSI가 전송되는 시점은 상기 제어 정보가 지시하는 상향링크 데이터가 전송되는 시점과 상이할 수 있다.
- [393] 상기 비주기적 CSI가 전송되는 상향링크 자원은 미리 정의될 수 있다.
- [394] 이상으로 도 14를 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 간략히 설명하였으나,

도 14와 관련된 실시예는 앞서 설명한 실시예(들) 중 적어도 일부를 대안적으로 또는 추가적으로 포함할 수 있을 것이다.

[395] 도 15는 본 발명의 실시예들을 수행하는 전송장치(10) 및 수신장치(20)의 구성요소를 나타내는 블록도이다. 전송장치(10) 및 수신장치(20)는 정보 및/또는 데이터, 신호, 메시지 등을 나르는 무선 신호를 전송 또는 수신할 수 있는 송신기/수신기(13, 23)와, 무선통신 시스템 내 통신과 관련된 각종 정보를 저장하는 메모리(12, 22), 상기 송신기/수신기(13, 23) 및 메모리(12, 22)등의 구성요소와 동작적으로 연결되어, 상기 구성요소를 제어하여 해당 장치가 전술한 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나를 수행하도록 메모리(12, 22) 및/또는 송신기/수신기(13, 23)를 제어하도록 구성된 프로세서(11, 21)를 각각 포함한다.

[396] 메모리(12, 22)는 프로세서(11, 21)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 입/출력되는 정보를 임시 저장할 수 있다. 메모리(12, 22)가 버퍼로서 활용될 수 있다. 프로세서(11, 21)는 통상적으로 전송장치 또는 수신장치 내 각종 모듈의 전반적인 동작을 제어한다. 특히, 프로세서(11, 21)는 본 발명을 수행하기 위한 각종 제어 기능을 수행할 수 있다. 프로세서(11, 21)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 불릴 수 있다. 프로세서(11, 21)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 프로세서(11, 21)에 구비될 수 있다. 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(11, 21) 내에 구비되거나 메모리(12, 22)에 저장되어 프로세서(11, 21)에 의해 구동될 수 있다.

[397] 전송장치(10)의 프로세서(11)는 상기 프로세서(11) 또는 상기 프로세서(11)와 연결된 스케줄러로부터 스케줄링되어 외부로 전송될 신호 및/또는 데이터에 대하여 소정의 부호화(coding) 및 변조(modulation)를 수행한 후 송신기/수신기(13)에 전송한다. 예를 들어, 프로세서(11)는 전송하고자 하는 데이터 열을 역다중화 및 채널 부호화, 스크램블링, 변조과정 등을 거쳐 K개의 레이어로 변환한다. 부호화된 데이터 열은 코드워드로 지칭되기도 하며, MAC 계층이 제공하는 데이터 블록인 전송 블록과 등가이다. 일 전송블록(transport block, TB)은 일 코드워드로 부호화되며, 각 코드워드는 하나 이상의 레이어의 형태로 수신장치에 전송되게 된다. 주파수 상향 변환을 위해 송신기/수신기(13)는 오실레이터(oscillator)를 포함할 수 있다. 송신기/수신기(13)는 Nt개(Nt는 1보다 이상의 양의 정수)의 전송 안테나를

포함할 수 있다.

- [398] 수신장치(20)의 신호 처리 과정은 전송장치(10)의 신호 처리 과정의 역으로 구성된다. 프로세서(21)의 제어 하에, 수신장치(20)의 송신기/수신기(23)는 전송장치(10)에 의해 전송된 무선 신호를 수신한다. 상기 송신기/수신기(23)는 N_r 개의 수신 안테나를 포함할 수 있으며, 상기 송신기/수신기(23)는 수신 안테나를 통해 수신된 신호 각각을 주파수 하향 변환하여(frequency down-convert) 기저대역 신호로 복원한다. 송신기/수신기(23)는 주파수 하향 변환을 위해 오실레이터를 포함할 수 있다. 상기 프로세서(21)는 수신 안테나를 통하여 수신된 무선 신호에 대한 복호(decoding) 및 복조(demodulation)를 수행하여, 전송장치(10)가 본래 전송하고자 했던 데이터를 복원할 수 있다.
- [399] 송신기/수신기(13, 23)는 하나 이상의 안테나를 구비한다. 안테나는, 프로세서(11, 21)의 제어 하에 본 발명의 일 실시예에 따라, 송신기/수신기(13, 23)에 의해 처리된 신호를 외부로 전송하거나, 외부로부터 무선 신호를 수신하여 송신기/수신기(13, 23)로 전달하는 기능을 수행한다. 안테나는 안테나 포트에 불리기도 한다. 각 안테나는 하나의 물리 안테나에 해당하거나 하나보다 많은 물리 안테나 요소(element)의 조합에 의해 구성될 수 있다. 각 안테나로부터 전송된 신호는 수신장치(20)에 의해 더 이상 분해될 수 없다. 해당 안테나에 대응하여 전송된 참조신호(reference signal, RS)는 수신장치(20)의 관점에서 본 안테나를 정의하며, 채널이 일 물리 안테나로부터의 단일(single) 무선 채널인지 혹은 상기 안테나를 포함하는 복수의 물리 안테나 요소(element)들로부터의 합성(composite) 채널인지에 관계없이, 상기 수신장치(20)로 하여금 상기 안테나에 대한 채널 추정을 가능하게 한다. 즉, 안테나는 상기 안테나 상의 심볼을 전달하는 채널이 상기 동일 안테나 상의 다른 심볼이 전달되는 상기 채널로부터 도출될 수 있도록 정의된다. 복수의 안테나를 이용하여 데이터를 송수신하는 다중 입출력(Multi-Input Multi-Output, MIMO) 기능을 지원하는 송신기/수신기의 경우에는 2개 이상의 안테나와 연결될 수 있다.
- [400] 본 발명의 실시예들에 있어서, 단말 또는 UE는 상향링크에서는 전송장치(10)로 동작하고, 하향링크에서는 수신장치(20)로 동작한다. 본 발명의 실시예들에 있어서, 기지국 또는 eNB는 상향링크에서는 수신장치(20)로 동작하고, 하향링크에서는 전송장치(10)로 동작한다.
- [401] 상기 전송장치 및/또는 상기 수신장치는 앞서 설명한 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나 또는 둘 이상의 실시예들의 조합을 수행할 수 있다.
- [402] 상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한

특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

산업상 이용가능성

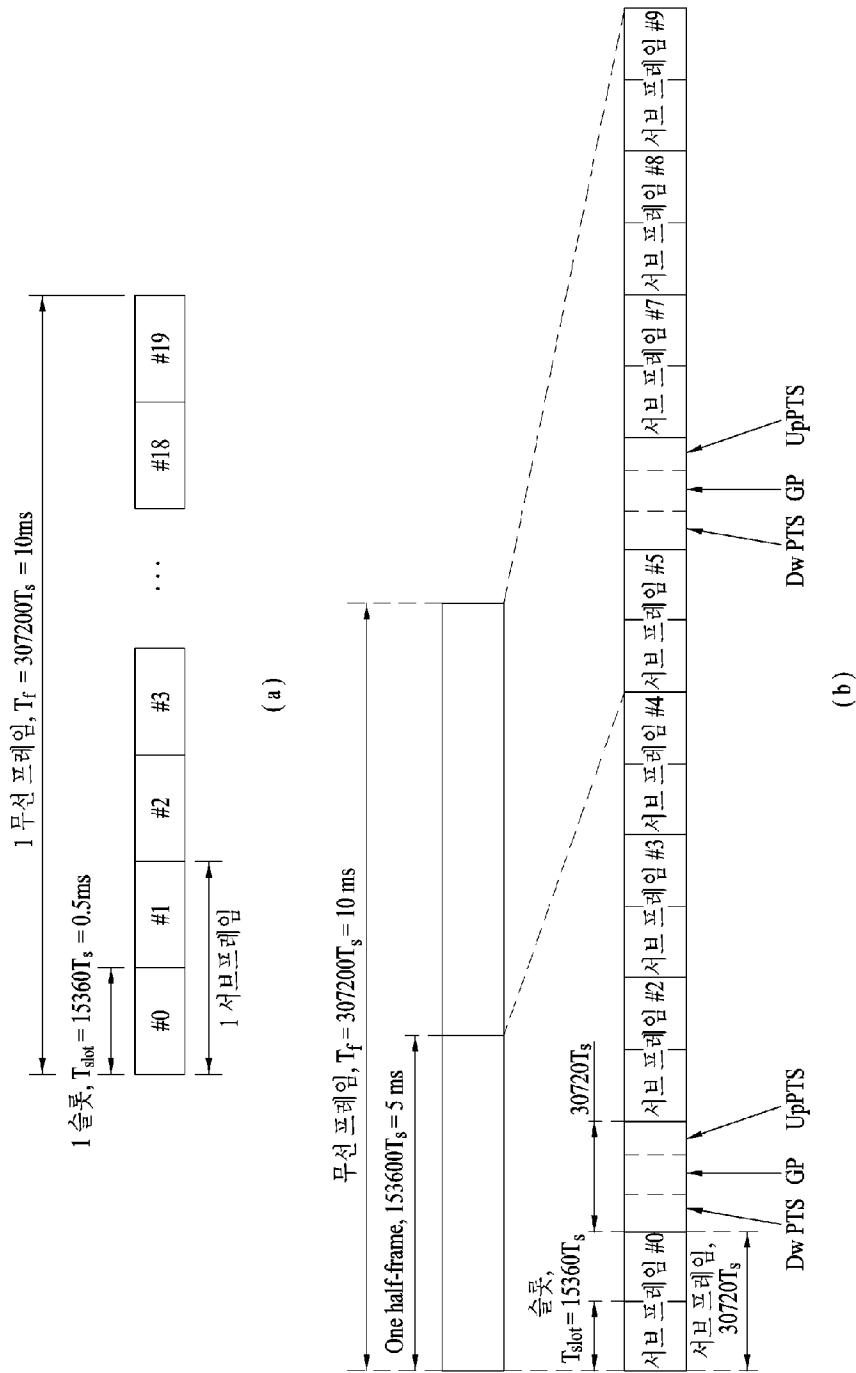
[403] 본 발명은 단말, 릴레이, 기지국 등과 같은 무선 통신 장치에 사용될 수 있다.

청구범위

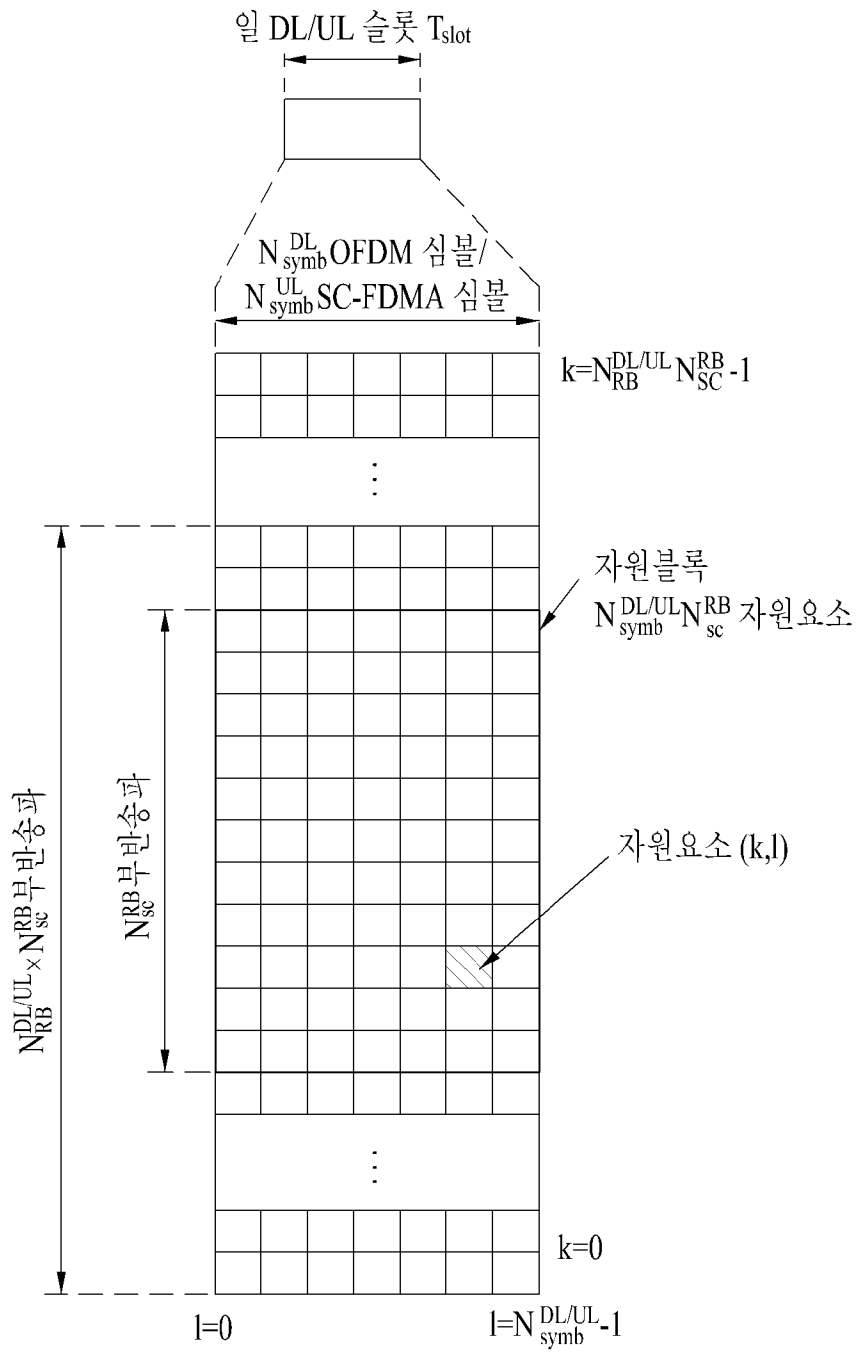
- [청구항 1] 무선 통신 시스템에서 하향링크 신호 수신에 관한 방법으로서, 상기 방법은 단말에 의해 수행되며, 비주기적 채널 상태 정보-참조 신호(channel state information-reference signal; CSI-RS) 관련 식별자로 마스킹된, 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하는 제어 정보를 수신하는 단계; 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하지 않으면, 상기 제어 정보가 지시하는 비주기적 CSI-RS 자원을 하향링크 데이터 채널 또는 향상된 하향링크 제어 채널을 위한 자원 요소(resource element; RE) 평치링 패턴으로 판단하는 단계; 및 상기 RE 평치링 패턴을 사용하여 상기 하향링크 데이터 채널 또는 상기 향상된 하향링크 제어 채널을 디코딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하지 않으면, 상기 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하는 정보를 별도의 제어 정보를 통해 수신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하면, 상기 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원에서 상기 비주기적 CSI-RS를 측정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하면, 상기 단말 외의 다른 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원은 상기 하향링크 데이터 채널 또는 상기 향상된 하향링크 제어 채널의 디코딩을 위한 레이트 매칭을 위해 사용되는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 제어 정보는 단말-특정 탐색 공간에서 수신되는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서, 상기 제어 정보는 미리 결정된 최소 집성 레벨의 제어 정보 후보에서 수신되는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서, 상기 제어 정보는 미리 결정된 특정 포맷의 하향링크 제어 정보에서

- 수신되는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 제어 정보는 향상된 하향링크 제어 채널을 제외한 하향링크 제어 채널에서 수신되는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 제어 정보는 향상된 하향링크 제어 채널에서 수신되는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 10] 제9항에 있어서, 상기 제어 정보가 향상된 하향링크 제어 채널에서 수신되면, 상기 제어 정보에 따른 비주기적 CSI가 전송되는 시점을 지시하는 정보를 수신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 11] 제10항에 있어서, 상기 비주기적 CSI가 전송되는 시점(서브프레임 #n+p)은 상기 제어 정보가 하향링크 제어 채널에서 수신되는 경우의 비주기적 CSI가 전송되는 시점(서브프레임 #n+q)과 상이하고, p는 q보다 큰 양의 정수인 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 12] 제10항에 있어서, 상기 비주기적 CSI가 전송되는 시점은 상기 제어 정보가 지시하는 하향링크 데이터가 전송되는 시점과 상이한 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 13] 제10항에 있어서, 상기 비주기적 CSI가 전송되는 하향링크 자원은 미리 정의되는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 14] 무선 통신 시스템에서 하향링크 신호를 수신하도록 구성된 단말에 있어서, 상기 단말은:
송신기 및 수신기; 및
상기 송신기 및 수신기를 제어하는 프로세서를 포함하고,
상기 프로세서는:
비주기적 채널 상태 정보-참조 신호(channel state information-reference signal; CSI-RS) 관련 식별자로 마스킹된, 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하는 제어 정보를 수신하고;
상기 제어 정보가 셀 내의 각 단말을 위한 비주기적 CSI-RS 자원을 지시하지 않으면, 상기 제어 정보가 지시하는 비주기적 CSI-RS 자원을 하향링크 데이터 채널 또는 향상된 하향링크 제어 채널을 위한 자원 요소(resource element; RE) 평차령 패턴으로 판단하고; 그리고
상기 RE 평차령 패턴을 사용하여 상기 하향링크 데이터 채널 또는 상기 향상된 하향링크 제어 채널을 디코딩하도록 구성되는 것을 특징으로 하는, 단말.

[도 1]

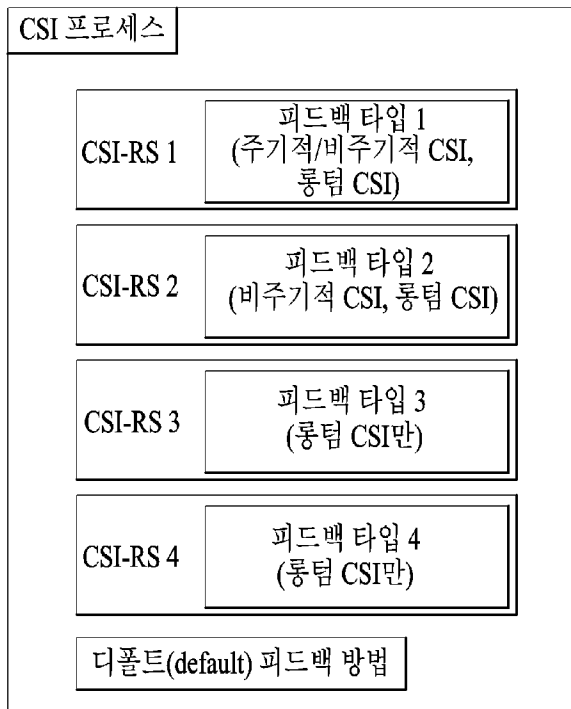


[도2]

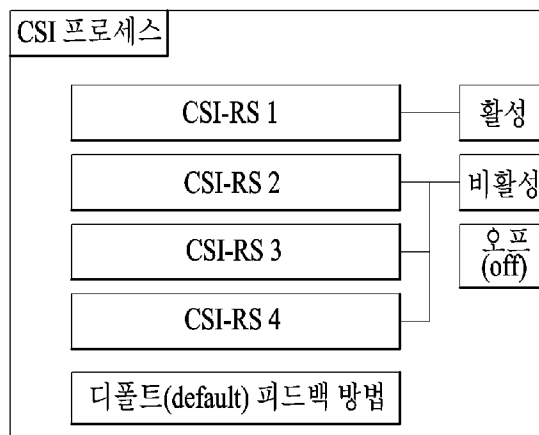


The diagram illustrates a frame structure. It is divided into two main horizontal sections: '제어 영역' (Control Area) on the left and '데이터 영역' (Data Area) on the right. The control area is further divided into three vertical slots, each filled with diagonal hatching. The data area is divided into ten vertical slots. Below the frame, a horizontal axis labeled '시간' (Time) points to the right. Two vertical lines mark the start and end of the frame. A bracket labeled '서브 프레임' (Sub-frame) spans the entire duration. Two other brackets below the frame identify the '1번째 슬롯' (1st slot) as the first hatched slot and the '2번째 슬롯' (2nd slot) as the first slot in the data area. The label '주파수' (Frequency) is positioned at the top left of the diagram.

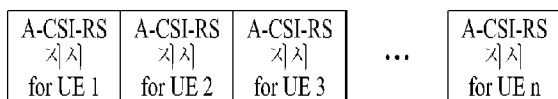
[도5]



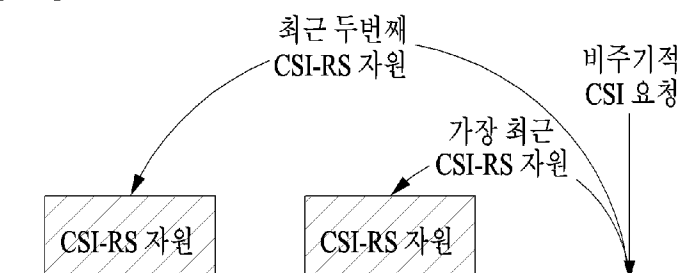
[도6]



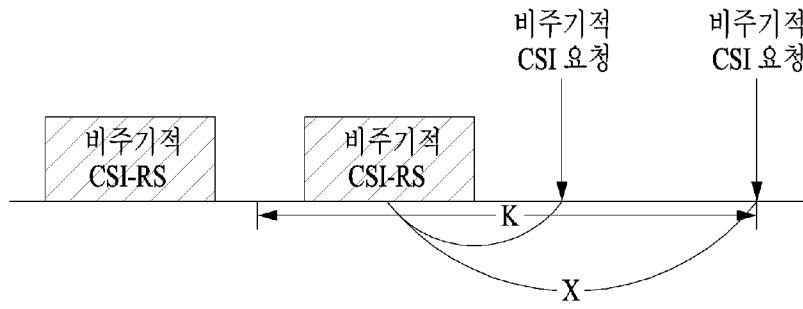
[도7]



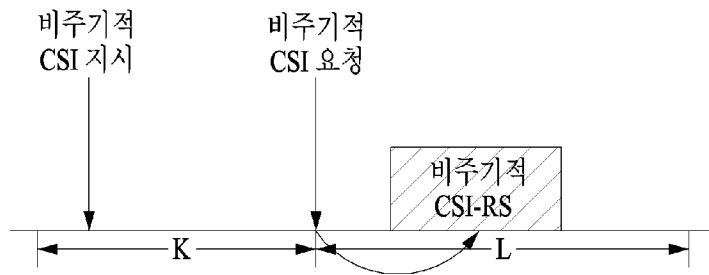
[도8]



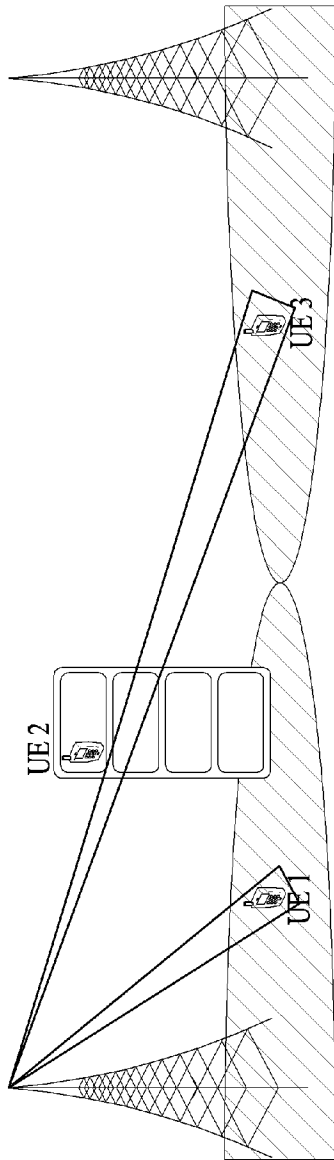
[도9]



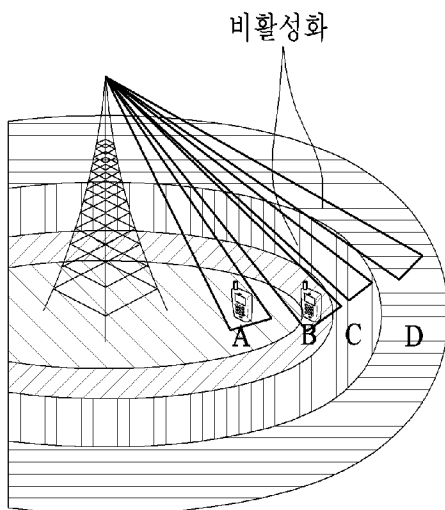
[도10]



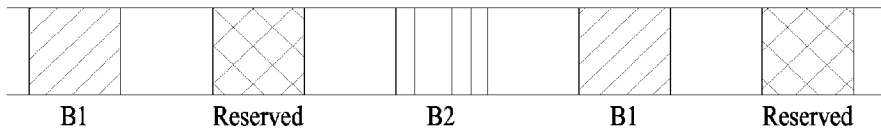
[도11]



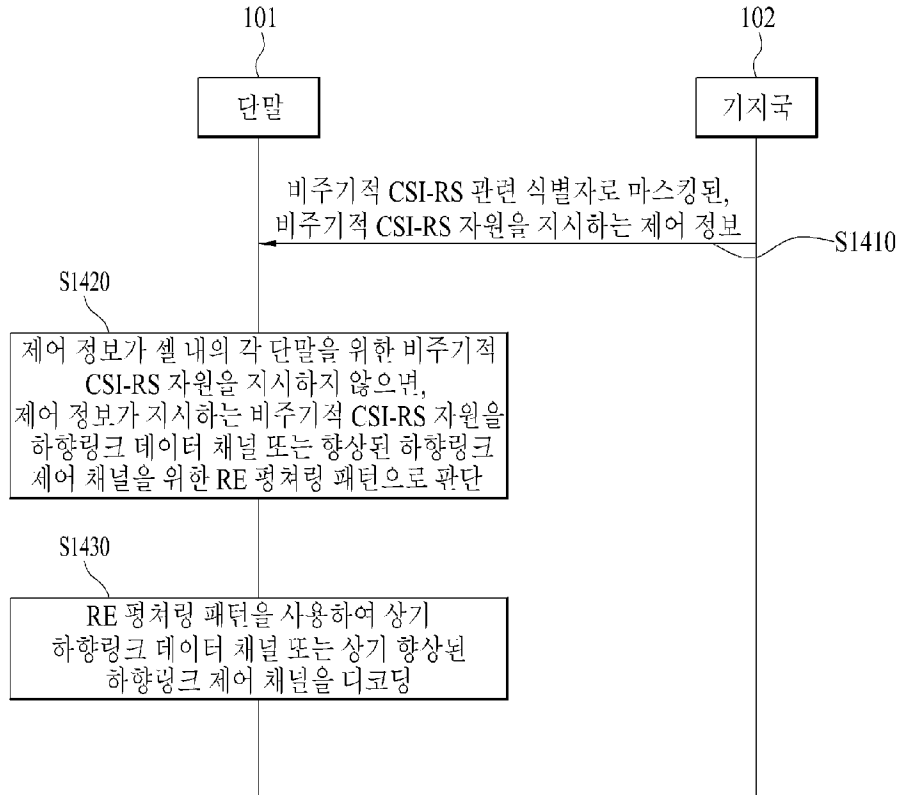
[도12]



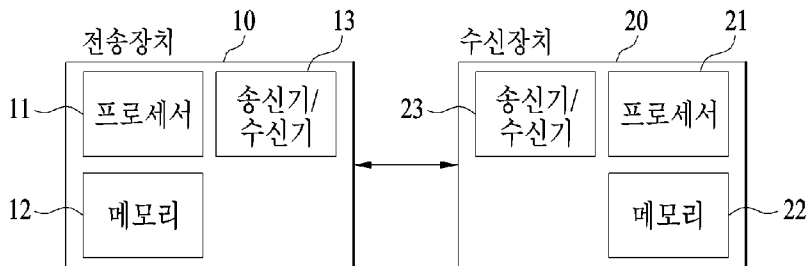
[도13]



[도14]



[도15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/003144

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 1/06(2006.01)i, H04L 1/00(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 1/06; H04L 5/00; H04L 1/00; H04B 7/26; H04B 7/06; H04W 72/04; H04B 15/00

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: nonperiodic CIS-RS resource, puncturing pattern, control information, masking, CSI-RS related identifier

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2015-0244444 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 27 August 2015 See paragraphs [0157], [0173] and figure 1.	1-9,14
A		10-13
Y	QUALCOMM INC., "Beamformed CSI-RS Design for CSI Reporting Class B", 3GPP TSG-RAN WG1 #82bis, Malmö, Sweden, 05-09 October 2015 See page 3.	1-9,14
Y	WO 2016-036097 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 10 March 2016 See paragraphs [0129], [0134].	5,6
A	LG ELECTRONICS, "Beamformed CSI-RS Related Enhancements Based on the Identified Approaches", 3GPP TSG RAN WG1 #82, Beijing, China, 24-28 August 2015 See pages 1-5.	1-14
A	WO 2014-157786 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 02 October 2014 See paragraphs [0159]-[0164].	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

26 JUNE 2017 (26.06.2017)

Date of mailing of the international search report

27 JUNE 2017 (27.06.2017)

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. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/003144

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2015-0244444 A1	27/08/2015	CN 104662945 A EP 2919506 A1 EP 2919506 A4 WO 2014-071638 A1	27/05/2015 16/09/2015 02/03/2016 15/05/2014
WO 2016-036097 A1	10/03/2016	NONE	
WO 2014-157786 A1	02/10/2014	CN 105191174 A CN 105308889 A EP 2981001 A1 EP 2981001 A4 EP 3011693 A1 JP 2016-509430 A JP 2016-521085 A KR 10-2015-0135210 A KR 10-2016-0022303 A US 2016-0021565 A1 WO 2014-204171 A1	23/12/2015 03/02/2016 03/02/2016 09/11/2016 27/04/2016 24/03/2016 14/07/2016 02/12/2015 29/02/2016 21/01/2016 24/12/2014

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04L 1/06(2006.01)i, H04L 1/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04L 1/06; H04L 5/00; H04L 1/00; H04B 7/26; H04B 7/06; H04W 72/04; H04B 15/00

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: 비주기적 CSI-RS 자원, 평처링 패턴, 제어 정보, 마스킹, CSI-RS 관련 식별자

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	US 2015-0244444 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 2015.08.27 단락 [0157], [0173] 및 도면 1 참조.	1-9, 14
A		10-13
Y	QUALCOMM INC., `Beamformed CSI-RS design for CSI reporting class B`, 3GPP TS G-RAN WG1 #82bis, Malmo, Sweden, 2015.10.5-9 페이지 3 참조.	1-9, 14
Y	WO 2016-036097 A1 (엘지전자 주식회사) 2016.03.10 단락 [0129], [0134] 참조.	5, 6
A	LG ELECTRONICS, `Beamformed CSI-RS related enhancements based on the identif ied approaches`, 3GPP TSG RAN WG1 #82, Beijing, China, 2015.08.24-28 페이지 1-5 참조.	1-14
A	WO 2014-157786 A1 (엘지전자 주식회사) 2014.10.02 단락 [0159]-[0164] 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

“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

2017년 06월 26일 (26.06.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 06월 27일 (27.06.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

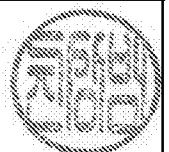
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

진상범

전화번호 +82-42-481-8398



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2015-0244444 A1	2015/08/27	CN 104662945 A EP 2919506 A1 EP 2919506 A4 WO 2014-071638 A1	2015/05/27 2015/09/16 2016/03/02 2014/05/15
WO 2016-036097 A1	2016/03/10	없음	
WO 2014-157786 A1	2014/10/02	CN 105191174 A CN 105308889 A EP 2981001 A1 EP 2981001 A4 EP 3011693 A1 JP 2016-509430 A JP 2016-521085 A KR 10-2015-0135210 A KR 10-2016-0022303 A US 2016-0021565 A1 WO 2014-204171 A1	2015/12/23 2016/02/03 2016/02/03 2016/11/09 2016/04/27 2016/03/24 2016/07/14 2015/12/02 2016/02/29 2016/01/21 2014/12/24