

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 7월 20일 (20.07.2017)



(10) 국제공개번호
WO 2017/122965 A1

- (51) 국제특허분류:
H04B 7/06 (2006.01) H04B 7/04 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/000147
- (22) 국제출원일: 2017년 1월 5일 (05.01.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
62/277,971 2016년 1월 13일 (13.01.2016) US
62/279,807 2016년 1월 17일 (17.01.2016) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 06772 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김형태 (KIM, Hyungtae); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19, 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).

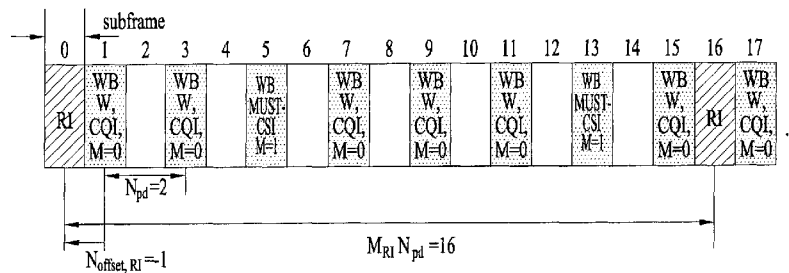
공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: METHOD FOR REPORTING CHANNEL STATE INFORMATION FOR MUST TRANSMISSION IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, AND DEVICE THEREFOR

(54) 발명의 명칭 : 무선 통신 시스템에서 MUST 전송을 위한 채널 상태 정보 보고 방법 및 이를 위한 장치

FIG. 9



(57) Abstract: Disclosed in the present application is a method by which a terminal reports channel state information (CSI) to a base station in a wireless communication system. Particularly, the method comprises the steps of: calculating a first CSI so as to compare the same with CSI which has been most recently reported; reporting the first CSI to a base station if the calculated first CSI is not the same as the CSI which has been most recently reported; and reporting a second CSI to the base station if the calculated first CSI is the same as the CSI which has been most recently reported, wherein the second CSI is CSI calculated on the basis of the assumption that interference affecting a terminal has been removed.

(57) 요약서: 본 출원에서는 무선 통신 시스템에서 단말이 기지국으로 CSI (Channel Status Information)를 보고하는 방법이 개시된다. 구체적으로, 상기 방법은, 제 1 CSI를 산출하여 가장 최근에 보고된 CSI와 비교하는 단계; 상기 산출된 제 1 CSI가 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 동일하지 않은 경우, 상기 제 1 CSI를 상기 기지국으로 보고하는 단계; 상기 산출된 제 1 CSI가 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 동일한 경우, 제 2 CSI를 상기 기지국으로 보고하는 단계를 포함하고, 상기 제 2 CSI는 상기 단말에 미치는 간섭이 제거되었다는 가정하에 산출된 CSI인 것을 특징으로 한다.

WO 2017/122965 A1

【명세서】

【발명의 명칭】

무선 통신 시스템에서 MUST 전송을 위한 채널 상태 정보 보고 방법 및 이를 위한 장치

5 【기술분야】

[1] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 무선 통신 시스템에서 MUST (Multi-User Superposition Transmission) 전송을 위한 채널 상태 정보 보고 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다.

【배경기술】

10 [2] 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 일례로서 3GPP LTE (3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution; 이하 "LTE"라 함) 통신 시스템에 대해 개략적으로 설명한다.

[3] 도 1은 무선 통신 시스템의 일례로서 E-UMTS 망구조를 개략적으로 도시한 도면이다. E-UMTS(Evolved Universal Mobile Telecommunications System) 시스템은
15 기존 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)에서 진화한 시스템으로서, 현재 3GPP에서 기초적인 표준화 작업을 진행하고 있다. 일반적으로 E-UMTS는 LTE(Long Term Evolution) 시스템이라고 할 수도 있다. UMTS 및 E-UMTS의 기술
20 규격(technical specification)의 상세한 내용은 각각 "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network"의 Release 7과 Release 8을 참조할 수 있다.

[4] 도 1을 참조하면, E-UMTS는 단말(User Equipment; UE)과 기지국(eNode B; eNB, 네트워크(E-UTRAN)의 종단에 위치하여 외부 네트워크와 연결되는 접속
25 게이트웨이(Access Gateway; AG)를 포함한다. 기지국은 브로드캐스트 서비스, 멀티캐스트 서비스 및/또는 유니캐스트 서비스를 위해 다중 데이터 스트림을 동시에 전송할 수 있다.

[5] 한 기지국에는 하나 이상의 셀이 존재한다. 셀은 1.25, 2.5, 5, 10, 15, 20Mhz 등의 대역폭 중 하나로 설정돼 여러 단말에게 하향 또는 상향 전송 서비스를 제공한다. 서로 다른 셀은 서로 다른 대역폭을 제공하도록 설정될 수 있다.

5 기지국은 다수의 단말에 대한 데이터 송수신을 제어한다. 하향링크(Downlink; DL) 데이터에 대해 기지국은 하향링크 스케줄링 정보를 전송하여 해당 단말에게 데이터가 전송될 시간/주파수 영역, 부호화, 데이터 크기, HARQ(Hybrid Automatic Repeat and reQuest) 관련 정보 등을 알려준다. 또한, 상향링크(Uplink; UL)

10 데이터에 대해 기지국은 상향링크 스케줄링 정보를 해당 단말에게 전송하여 해당 단말이 사용할 수 있는 시간/주파수 영역, 부호화, 데이터 크기, HARQ 관련 정보 등을 알려준다. 기지국간에는 사용자 트래픽 또는 제어 트래픽 전송을 위한 인터페이스가 사용될 수 있다. 핵심망(Core Network; CN)은 AG와 단말의 사용자 등록 등을 위한 네트워크 노드 등으로 구성될 수 있다. AG는 복수의 셀들로

15 구성되는 TA(Tracking Area) 단위로 단말의 이동성을 관리한다.

[6] 무선 통신 기술은 WCDMA를 기반으로 LTE까지 개발되어 왔지만, 사용자와 사업자의 요구와 기대는 지속적으로 증가하고 있다. 또한, 다른 무선 접속 기술이 계속 개발되고 있으므로 향후 경쟁력을 가지기 위해서는 새로운 기술 진화가

20 요구된다. 비트당 비용 감소, 서비스 가용성 증대, 융통성 있는 주파수 밴드의 사용, 단순구조와 개방형 인터페이스, 단말의 적절한 전력 소모 등이 요구된다.

【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

[7] 상술한 바와 같은 논의를 바탕으로 이하에서는 무선 통신 시스템에서 MUST 전송을 위한 채널 상태 정보 보고 방법 및 이를 위한 장치를 제안하고자 한다.

【기술적 해결방법】

[8] 본 발명의 일 양상인 무선 통신 시스템에서 단말이 기지국으로 CSI (Channel Status Information)를 보고하는 방법은, 제 1 CSI를 산출하여 가장 최근에 보고된 CSI와 비교하는 단계; 상기 산출된 제 1 CSI가 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 동일하지 않은 경우, 상기 제 1 CSI를 상기 기지국으로 보고하는 단계; 및 상기

25 산출된 제 1 CSI가 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 동일한 경우, 제 2 CSI를 상기 기지국으로 보고하는 단계를 포함하고, 상기 제 2 CSI는 상기 단말에 미치는 간섭이 제거되었다는 가정하에 산출된 CSI인 것을 특징으로 한다.

[9] 한편, 본 발명의 일 양상인 무선 통신 시스템에서의 단말은, 무선 통신

모듈과 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 제 1 CSI를 산출하여 가장 최근에 보고된 CSI와 비교하여, 상기 산출된 제 1 CSI가 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 동일하지 않은 경우 상기 제 1 CSI를 상기 기지국으로 보고하고, 상기 산출된 제 1 CSI가 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 동일한 경우 제 2 CSI를 상기 기지국으로 보고하도록 상기 무선 통신 모듈을 제어하고, 상기 제 2 CSI는 상기 단말에 미치는 간섭이 제거되었다는 가정하에 산출된 CSI인 것을 특징으로 한다.

[10] 바람직하게는, 상기 제 2 CSI는 상기 제 1 CSI와 구별하기 위한 소정의 지시자를 포함할 수 있다.

[11] 바람직하게는, 상기 기지국으로부터 수신된 참조 신호의 세기가 임계치 이상인 경우, 상기 산출된 제 1 CSI를 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 비교하는 것을 특징으로 한다.

[12] 또한, 상기 제 1 CSI는 PMI (Precoding Matrix Index)와 CQI (Channel Quality Indicator)를 포함하고, 동일 여부의 판단은, 상기 제 1 CSI에 포함된 PMI 및 CQI 중 적어도 하나가 상기 가장 최근에 보고된 CSI에 포함된 PMI 및 CQI와 동일한지 여부를 판단하는 것을 특징으로 한다. 이와 같은 경우, 상기 가장 최근에 보고된 CSI의 랭크 지시자가 1인 경우, 상기 제 2 CSI는 상기 PMI 및 상기 CQI를 포함하는 것을 특징으로 한다. 반면에, 상기 가장 최근에 보고된 CSI의 랭크 지시자가 2인 경우, 상기 제 2 CSI는 상기 CQI만을 포함할 수 있다.

[13] 물론, 상기 산출된 제 1 CSI가 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 동일한 경우, 상기 제 1 CSI와 상기 제 2 CSI를 함께 상기 기지국으로 보고하는 것으로 구현될 수도 있다.

【유리한 효과】

[14] 본 발명의 실시예에 따르면 무선 통신 시스템에서 MUST 전송을 위하여 효율적으로 채널 상태 정보를 보고할 수 있다.

[15] 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】

[16] 도 1은 무선 통신 시스템의 일례로서 E-UMTS 망구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

[17] 도 2는 3GPP 무선 접속망 규격을 기반으로 한 단말과 E-UTRAN 사이의 무선 인터페이스 프로토콜(Radio Interface Protocol)의 제어평면(Control Plane) 및 사용자평면(User Plane) 구조를 나타내는 도면이다.

[18] 도 3은 3GPP 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[19] 도 4는 LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 예시하는 도면이다.

[20] 도 5는 LTE 시스템에서 사용되는 하향링크 무선 프레임의 구조를 예시하는 도면이다.

[21] 도 6은 LTE 시스템에서 사용되는 상향링크 서브프레임의 구조를 도시하는 도면이다.

[22] 도 7은 MUST 시스템의 전송 기법들 중 하나에 대한 일 예이다.

[23] 도 8은 2 포트 CRS에 대응하는 기존 PUCCH CSI 피드백 모드 1-1의 일 예이다.

[24] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 PUCCH CSI 피드백 모드 1-1의 일 예이다.

[25] 도 10은 2 포트 CRS에 대응하는 기존 PUCCH CSI 피드백 모드 2-1의 일 예이다.

[26] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 PUCCH CSI 피드백 모드 2-1의 일 예이다.

[27] 도 12는 본 발명의 실시예에 따라 PUCCH CSI 피드백 모드 1-1에서 MUST CSI가 보고될 새로운 주기와 오프셋을 설정한 예이다.

[28] 도 13은 본 발명의 실시예에 따라 PUCCH CSI 피드백 모드 2-1에서 MUST CSI가 보고될 새로운 주기와 오프셋을 설정한 예이다.

[29] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

【발명의 실시를 위한 형태】

[30] 이하에서 첨부된 도면을 참조하여 설명된 본 발명의 실시예들에 의해 본 발명의 구성, 작용 및 다른 특징들이 용이하게 이해될 수 있을 것이다. 이하에서 설명되는 실시예들은 본 발명의 기술적 특징들이 3GPP 시스템에 적용된 예들이다.

[31] 본 명세서는 LTE 시스템 및 LTE-A 시스템을 사용하여 본 발명의 실시예를

설명하지만, 이는 예시로서 본 발명의 실시예는 상기 정의에 해당되는 어떤 통신 시스템에도 적용될 수 있다. 또한, 본 명세서는 FDD 방식을 기준으로 본 발명의 실시예에 대해 설명하지만, 이는 예시로서 본 발명의 실시예는 H-FDD 방식 또는 TDD 방식에도 용이하게 변형되어 적용될 수 있다.

5 [32] 또한, 본 명세서는 기지국의 명칭은 RRH(remote radio head), eNB, TP(transmission point), RP(reception point), 중계기(relay) 등을 포함하는 포괄적인 용어로 사용될 수 있다.

[33] 도 2는 3GPP 무선 접속망 규격을 기반으로 한 단말과 E-UTRAN 사이의 무선 인터페이스 프로토콜(Radio Interface Protocol)의 제어평면(Control Plane) 및
10 사용자평면(User Plane) 구조를 나타내는 도면이다. 제어평면은 단말(User Equipment; UE)과 네트워크가 호를 관리하기 위해서 이용하는 제어 메시지가 전송되는 통로를 의미한다. 사용자평면은 애플리케이션 계층에서 생성된 데이터, 예를 들어, 음성 데이터 또는 인터넷 패킷 데이터 등이 전송되는 통로를 의미한다.

[34] 제1계층인 물리계층은 물리채널(Physical Channel)을 이용하여 상위
15 계층에게 정보 전송 서비스(Information Transfer Service)를 제공한다. 물리계층은 상위에 있는 매체접속제어(Medium Access Control) 계층과는 전송채널(Transport Channel)을 통해 연결되어 있다. 상기 전송채널을 통해 매체접속제어 계층과 물리계층 사이에 데이터가 이동한다. 송신측과 수신측의 물리계층 사이는 물리채널을 통해 데이터가 이동한다. 상기 물리채널은 시간과
20 주파수를 무선 자원으로 활용한다. 구체적으로, 물리채널은 하향링크에서 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식으로 변조되고, 상향링크에서 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 방식으로 변조된다.

[35] 제2계층의 매체접속제어(Medium Access Control; MAC) 계층은
25 논리채널(Logical Channel)을 통해 상위계층인 무선링크제어(Radio Link Control; RLC) 계층에 서비스를 제공한다. 제2계층의 RLC 계층은 신뢰성 있는 데이터 전송을 지원한다. RLC 계층의 기능은 MAC 내부의 기능 블록으로 구현될 수도 있다.

[36] 제2계층의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 계층은 대역폭이 좁은

무선 인터페이스에서 IPv4나 IPv6와 같은 IP 패킷을 효율적으로 전송하기 위해 불필요한 제어정보를 줄여주는 헤더 압축(Header Compression) 기능을 수행한다.

[37] 제3계층의 최하부에 위치한 무선 자원제어(Radio Resource Control; RRC) 계층은 제어평면에서만 정의된다. RRC 계층은 무선베어러(Radio Bearer; RB)들의
5 설정(Configuration), 재설정(재설정) 및 해제(Release)와 관련되어 논리채널, 전송채널 및 물리채널들의 제어를 담당한다. RB는 단말과 네트워크 간의 데이터 전달을 위해 제2계층에 의해 제공되는 서비스를 의미한다. 이를 위해, 단말과 네트워크의 RRC 계층은 서로 RRC 메시지를 교환한다. 단말과 네트워크의 RRC 계층
10 사이에 RRC 연결(RRC Connected)이 있을 경우, 단말은 RRC 연결 상태(Connected Mode)에 있게 되고, 그렇지 못할 경우 RRC 휴지 상태(Idle Mode)에 있게 된다. RRC 계층의 상위에 있는 NAS(Non-Access Stratum) 계층은 세션 관리(Session Management)와 이동성 관리(Mobility Management) 등의 기능을 수행한다.

[38] 기지국(eNB)을 구성하는 하나의 셀은 1.25, 2.5, 5, 10, 15, 20Mhz 등의 대역폭 중 하나로 설정되어 여러 단말에게 하향 또는 상향 전송 서비스를 제공한다.
15 서로 다른 셀은 서로 다른 대역폭을 제공하도록 설정될 수 있다.

[39] 네트워크에서 단말로 데이터를 전송하는 하향 전송채널은 시스템 정보를 전송하는 BCH(Broadcast Channel), 페이징 메시지를 전송하는 PCH(Paging Channel), 사용자 트래픽이나 제어 메시지를 전송하는 하향 SCH(Shared Channel) 등이 있다. 하향 멀티캐스트 또는 방송 서비스의 트래픽 또는 제어 메시지의 경우 하향 SCH를
20 통해 전송될 수도 있고, 또는 별도의 하향 MCH(Multicast Channel)을 통해 전송될 수도 있다. 한편, 단말에서 네트워크로 데이터를 전송하는 상향 전송채널로는 초기 제어 메시지를 전송하는 RACH(Random Access Channel), 사용자 트래픽이나 제어 메시지를 전송하는 상향 SCH(Shared Channel)가 있다. 전송채널의 상위에 있으며, 전송채널에 매핑되는 논리채널(Logical Channel)로는 BCCH(Broadcast Control
25 Channel), PCCH(Paging Control Channel), CCCH(Common Control Channel), MCCH(Multicast Control Channel), MTCH(Multicast Traffic Channel) 등이 있다.

[40] 도 3은 3GPP 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[41] 단말은 전원이 켜지거나 새로이 셀에 진입한 경우 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색(Initial cell search) 작업을 수행한다(S301). 이를 위해, 단말은 기지국으로부터 주 동기 채널(Primary Synchronization Channel; P-SCH) 및 부 동기 채널(Secundary Synchronization Channel; S-SCH)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득할 수 있다. 그 후, 단말은 기지국으로부터 물리 방송 채널(Physical Broadcast Channel)을 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, 단말은 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 참조 신호(Downlink Reference Signal; DL RS)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.

10 [42] 초기 셀 탐색을 마친 단말은 물리 하향링크 제어 채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH) 및 상기 PDCCH에 실린 정보에 따라 물리 하향링크 공유 채널(Physical Downlink Control Channel; PDSCH)을 수신함으로써 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다(S302).

[43] 한편, 기지국에 최초로 접속하거나 신호 전송을 위한 무선 자원이 없는 경우 단말은 기지국에 대해 임의 접속 과정(Random Access Procedure; RACH)을 수행할 수 있다(단계 S303 내지 단계 S306). 이를 위해, 단말은 물리 임의 접속 채널(Physical Random Access Channel; PRACH)을 통해 특정 시퀀스를 프리앰블로 전송하고(S303 및 S305), PDCCH 및 대응하는 PDSCH를 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S304 및 S306). 경쟁 기반 RACH의 경우, 추가적으로 충돌 해결 절차(Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.

[44] 상술한 바와 같은 절차를 수행한 단말은 이후 일반적인 상/하향링크 신호 전송 절차로서 PDCCH/PDSCH 수신(S307) 및 물리 상향링크 공유 채널(Physical Uplink Shared Channel; PUSCH)/물리 상향링크 제어 채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH) 전송(S308)을 수행할 수 있다. 특히 단말은 PDCCH를 통하여 하향링크 제어 정보(Downlink Control Information; DCI)를 수신한다. 여기서 DCI는 단말에 대한 자원 할당 정보와 같은 제어 정보를 포함하며, 그 사용 목적에 따라 포맷이 서로 다르다.

[45] 한편, 단말이 상향링크를 통해 기지국에 전송하는 또는 단말이

기지국으로부터 수신하는 제어 정보는 하향링크/상향링크 ACK/NACK 신호, CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix 인덱스), RI(Rank Indicator) 등을 포함한다. 3GPP LTE 시스템의 경우, 단말은 상술한 CQI/PMI/RI 등의 제어 정보를 PUSCH 및/또는 PUCCH를 통해 전송할 수 있다.

- 5 [46] 도 4는 LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 예시하는 도면이다.
 [47] 도 4를 참조하면, 무선 프레임(radio frame)은 10ms($327200 \times T_s$)의 길이를 가지며 10개의 균등한 크기의 서브프레임(subframe)으로 구성되어 있다. 각각의 서브프레임은 1ms의 길이를 가지며 2개의 슬롯(slot)으로 구성되어 있다. 각각의 슬롯은 0.5ms($15360 \times T_s$)의 길이를 가진다. 여기에서, T_s 는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s = 1/(15\text{kHz} \times 2048) = 3.2552 \times 10^{-8}$ (약 33ns)로 표시된다. 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의 자원블록(Resource Block; RB)을 포함한다. LTE 시스템에서 하나의 자원블록은 12개의 부반송파 \times 7(6)개의 OFDM 심볼을 포함한다. 데이터가 전송되는 단위시간인 TTI(Transmission Time Interval)는 하나 이상의 서브프레임 단위로 정해질 수
 10 있다. 상술한 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

[48] 도 5는 하향링크 무선 프레임에서 하나의 서브프레임의 제어 영역에 포함되는 제어 채널을 예시하는 도면이다.

- 20 [49] 도 5를 참조하면, 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼로 구성되어 있다. 서브프레임 설정에 따라 처음 1 내지 3개의 OFDM 심볼은 제어 영역으로 사용되고 나머지 13~11개의 OFDM 심볼은 데이터 영역으로 사용된다. 도면에서 R1 내지 R4는 안테나 0 내지 3에 대한 기준 신호(Reference Signal(RS) 또는 Pilot Signal)를 나타낸다. RS는 제어 영역 및 데이터 영역과 상관없이 서브프레임 내에 일정한
 25 패턴으로 고정된다. 제어 채널은 제어 영역 중에서 RS가 할당되지 않은 자원에 할당되고, 트래픽 채널도 데이터 영역 중에서 RS가 할당되지 않은 자원에 할당된다. 제어 영역에 할당되는 제어 채널로는 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel), PDCCH(Physical

Downlink Control Channel) 등이 있다.

- [50] PCFICH는 물리 제어 포맷 지시자 채널로서 매 서브프레임 마다 PDCCH에 사용되는 OFDM 심볼의 개수를 단말에게 알려준다. PCFICH는 첫 번째 OFDM 심볼에 위치하며 PHICH 및 PDCCH에 우선하여 설정된다. PCFICH는 4개의 REG(Resource Element Group)로 구성되고, 각각의 REG는 셀 ID(Cell Identity)에 기초하여 제어 영역 내에 분산된다. 하나의 REG는 4개의 RE(Resource Element)로 구성된다. RE는 하나의 부반송파×하나의 OFDM 심볼로 정의되는 최소 물리 자원을 나타낸다. PCFICH 값은 대역폭에 따라 1 내지 3 또는 2 내지 4의 값을 지시하며 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)로 변조된다.
- 10 [51] PHICH는 물리 HARQ(Hybrid - Automatic Repeat and request) 지시자 채널로서 상향링크 전송에 대한 HARQ ACK/NACK을 나르는데 사용된다. 즉, PHICH는 UL HARQ를 위한 DL ACK/NACK 정보가 전송되는 채널을 나타낸다. PHICH는 1개의 REG로 구성되고, 셀 특정(cell-specific)하게 스크램블(scrambling) 된다. ACK/NACK은 1 비트로 지시되며, BPSK(Binary phase shift keying)로 변조된다.
- 15 변조된 ACK/NACK은 확산인자(Spreading Factor; SF) = 2 또는 4로 확산된다. 동일한 자원에 매핑되는 복수의 PHICH는 PHICH 그룹을 구성한다. PHICH 그룹에 다중화되는 PHICH의 개수는 확산 코드의 개수에 따라 결정된다. PHICH (그룹)은 주파수 영역 및/또는 시간 영역에서 다이버시티 이득을 얻기 위해 3번 반복(repetition)된다.
- 20 [52] PDCCH는 물리 하향링크 제어 채널로서 서브프레임의 처음 n개의 OFDM 심볼에 할당된다. 여기에서, n은 1 이상의 정수로서 PCFICH에 의해 지시된다. PDCCH는 하나 이상의 CCE로 구성된다. PDCCH는 전송 채널인 PCH(Paging channel) 및 DL-SCH(Downlink-shared channel)의 자원할당과 관련된 정보, 상향링크 스케줄링 그랜트(Uplink Scheduling Grant), HARQ 정보 등을 각 단말 또는 단말 그룹에게
- 25 알려준다. PCH(Paging channel) 및 DL-SCH(Downlink-shared channel)는 PDSCH를 통해 전송된다. 따라서, 기지국과 단말은 일반적으로 특정한 제어 정보 또는 특정한 서비스 데이터를 제외하고는 PDSCH를 통해서 데이터를 각각 전송 및 수신한다.

[53] PDSCH의 데이터가 어떤 단말(하나 또는 복수의 단말)에게 전송되는 것이며, 상기 단말들이 어떻게 PDSCH 데이터를 수신하고 디코딩(decoding)을 해야 하는지에 대한 정보 등은 PDCCH에 포함되어 전송된다. 예를 들어, 특정 PDCCH가 "A"라는 RNTI(Radio Network Temporary Identity)로 CRC 마스크(masking)되어 있고, "B"라는 무선자원(예, 주파수 위치) 및 "C"라는 DCI 포맷 즉, 전송 형식 정보(예, 전송 블록 크기, 변조 방식, 코딩 정보 등)를 이용해 전송되는 데이터에 관한 정보가 특정 서브프레임을 통해 전송된다고 가정한다. 이 경우, 셀 내의 단말은 자신이 가지고 있는 RNTI 정보를 이용하여 검색 영역에서 PDCCH를 모니터링, 즉 블라인드 디코딩하고, "A" RNTI를 가지고 있는 하나 이상의 단말이 있다면, 상기 단말들은 PDCCH를 수신하고, 수신한 PDCCH의 정보를 통해 "B"와 "C"에 의해 지시되는 PDSCH를 수신한다.

[54] 도 6은 LTE 시스템에서 사용되는 상향링크 서브프레임의 구조를 도시하는 도면이다.

[55] 도 6을 참조하면, 상향링크 서브프레임은 제어정보를 나르는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)가 할당되는 영역과 사용자 데이터를 나르는 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)가 할당되는 영역으로 나눌 수 있다. 서브프레임의 중간 부분이 PUSCH에 할당되고, 주파수 영역에서 데이터 영역의 양측 부분이 PUCCH에 할당된다. PUCCH 상에 전송되는 제어정보는 HARQ에 사용되는 ACK/NACK, 하향링크 채널 상태를 나타내는 CQI(Channel Quality Indicator), MIMO를 위한 RI(Rank Indicator), 상향링크 자원 할당 요청인 SR(Scheduling Request) 등이 있다. 한 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임 내의 각 슬롯에서 서로 다른 주파수를 차지하는 하나의 자원블록을 사용한다. 즉, PUCCH에 할당되는 2개의 자원블록은 슬롯 경계에서 주파수 호핑(frequency hopping)된다. 특히 도 6은 m=0인 PUCCH, m=1인 PUCCH, m=2인 PUCCH, m=3인 PUCCH가 서브프레임에 할당되는 것을 예시한다.

[56] 이하 MIMO 시스템에 대하여 설명한다. MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)는 복수개의 송신안테나와 복수개의 수신안테나를 사용하는 방법으로서, 이 방법에 의해 데이터의 송수신 효율을 향상시킬 수 있다. 즉, 무선 통신 시스템의

송신단 혹은 수신단에서 복수개의 안테나를 사용함으로써 용량을 증대시키고 성능을 향상 시킬 수 있다. 이하 본 문헌에서 MIMO를 '다중 안테나'라 지칭할 수 있다.

[57] 다중 안테나 기술에서는, 하나의 전체 메시지를 수신하기 위해 단일 안테나 경로에 의존하지 않는다. 그 대신 다중 안테나 기술에서는 여러 안테나에서 수신된 데이터 조각(fragment)을 한데 모아 병합함으로써 데이터를 완성한다. 다중 안테나 기술을 사용하면, 특정된 크기의 셀 영역 내에서 데이터 전송 속도를 향상시키거나, 또는 특정 데이터 전송 속도를 보장하면서 시스템 커버리지(coverage)를 증가시킬 수 있다. 또한, 이 기술은 이동통신 단말과 중계기 등에 폭넓게 사용할 수 있다. 다중 안테나 기술에 의하면, 단일 안테나를 사용하던 종래 기술에 의한 이동 통신에서의 전송량 한계를 극복할 수 있다.

[58] 송신단에는 송신 안테나가 N_T 개 설치되어 있고, 수신단에서는 수신 안테나가 N_R 개가 설치되어 있다면, 송신단 및 수신단에서 모두 복수개의 안테나를 사용하는 경우, 송신단 또는 수신단 중 어느 하나에만 복수개의 안테나를 사용하는 경우보다 이론적인 채널 전송 용량이 증가한다. 채널 전송 용량의 증가는 안테나의 수에 비례한다. 따라서, 전송 레이트가 향상되고, 주파수 효율이 향상된다 하나의 안테나를 이용하는 경우의 최대 전송 레이트를 R_0 라고 한다면, 다중 안테나를 사용할 때의 전송 레이트는, 이론적으로, 아래 수학적 식 1과 같이 최대 전송 레이트 R_0 에 레이트 증가율 R_i 를 곱한 만큼 증가할 수 있다. 여기서 R_i 는 N_T 와 N_R 중 작은 값이다.

[59] 【수학적 식 1】

[60]
$$R_i = \min(N_T, N_R)$$

[61] 예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는, 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다. 이와 같은 다중 안테나 시스템의 이론적 용량 증가가 90년대 중반에 증명된 이후, 실질적으로 데이터 전송률을 향상시키기 위한 다양한 기술들이 현재까지 활발히 연구되고 있으며, 이들 중 몇몇 기술들은 이미 3세대 이동 통신과 차세대

무선랜 등의 다양한 무선 통신의 표준에 반영되고 있다.

[62] 현재까지의 다중안테나 관련 연구 동향을 살펴보면 다양한 채널 환경 및 다중접속 환경에서의 다중안테나 통신 용량 계산 등과 관련된 정보 이론 측면 연구, 다중안테나 시스템의 무선 채널 측정 및 모형 도출 연구, 그리고 전송 신뢰도 향상 및 전송률 향상을 위한 시공간 신호 처리 기술 연구 등 다양한 관점에서 활발한 연구가 진행되고 있다.

[63] 다중 안테나 시스템에 있어서의 통신 방법을 보다 구체적인 방법으로 설명하기 위해 이를 수학적으로 모델링 하는 경우 다음과 같이 나타낼 수 있다. N_T 개의 송신 안테나와 N_R 개의 수신 안테나가 존재하는 것을 가정한다. 먼저, 송신 신호에 대해 살펴보면, N_T 개의 송신 안테나가 있는 경우 최대 전송 가능한 정보는 N_T 개이므로, 전송 정보를 하기의 수학적 식 2와 같은 벡터로 나타낼 수 있다.

[64] 【수학적 식 2】

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

[66] 한편, 각각의 전송 정보 s_1, s_2, \dots, s_{N_T} 에 있어 전송 전력을 다르게

할 수 있으며, 이때 각각의 전송 전력을 P_1, P_2, \dots, P_{N_T} 라 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보를 벡터로 나타내면 하기의 수학적 식 3과 같다.

[67] 【수학적 식 3】

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

[69] 또한, $\hat{\mathbf{s}}$ 를 전송 전력의 대각행렬 \mathbf{P} 를 이용하여 나타내면 하기의 수학적 식 4와 같다.

[70] 【수학적 식 4】

$$[71] \quad \hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{P}\mathbf{s}$$

[72] 한편, 전송전력이 조정된 정보 벡터 $\hat{\mathbf{s}}$ 에 가중치 행렬 \mathbf{W} 가 적용되어

실제 전송되는 N_T 개의 송신신호(transmitted signal) $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_{N_T}$ 가

구성되는 경우를 고려해 보자. 여기서, 가중치 행렬은 전송 정보를 전송 채널
5 상황 등에 따라 각 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 수행한다. 이와 같은

전송신호 $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_{N_T}$ 는 벡터 \mathbf{X} 를 이용하여 하기의 수학적 식 5와

같이 나타낼 수 있다. 여기서 w_{ij} 는 i 번째 송신안테나와 j 번째 정보 간의

가중치를 의미한다. \mathbf{W} 는 가중치 행렬(Weight Matrix) 또는 프리코딩
행렬(Precoding Matrix)이라고 불린다.

10 [73] 【수학적 식 5】

$$[74] \quad \mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \cdots & w_{N_TN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

[75] 일반적으로, 채널 행렬의 랭크의 물리적인 의미는, 주어진 채널에서 서로
다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다. 따라서 채널 행렬의

랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행(row) 또는 열(column)의 개수 중에서 최소 개수로 정의되므로, 행렬의 랭크는 행(row) 또는 열(column)의 개수보다 클 수 없게 된다. 수식적으로 예를 들면, 채널 행렬 H의 랭크(rank(H))는 수학적 6과 같이 제한된다.

5 [76] 【수학적 6】

$$[77] \quad \text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

[78] 또한, 다중 안테나 기술을 사용해서 보내는 서로 다른 정보 각각을 '전송 스트림(Stream)' 또는 간단하게 '스트림' 으로 정의하기로 하자. 이와 같은 '스트림' 은 '레이어 (Layer)' 로 지칭될 수 있다. 그러면 전송 스트림의 개수는
10 당연히 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수인 채널의 랭크 보다는 클 수 없게 된다. 따라서, 채널 행렬이 H는 아래 수학적 7과 같이 나타낼 수 있다.

[79] 【수학적 7】

$$[80] \quad \# \text{ of streams} \leq \text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

[81] 여기서 "# of streams"는 스트림의 수를 나타낸다. 한편, 여기서 한 개의 스트림은 한 개 이상의 안테나를 통해서 전송될 수 있음에 주의해야 한다.
15

[82] 한 개 이상의 스트림을 여러 개의 안테나에 대응시키는 여러 가지 방법이 존재할 수 있다. 이 방법을 다중 안테나 기술의 종류에 따라 다음과 같이 설명할 수 있다. 한 개의 스트림이 여러 안테나를 거쳐 전송되는 경우는 공간 다이버시티 방식으로 볼 수 있고, 여러 스트림이 여러 안테나를 거쳐 전송되는 경우는 공간
20 멀티플렉싱 방식으로 볼 수 있다. 물론 그 중간인 공간 다이버시티와 공간 멀티플렉싱의 혼합(Hybrid)된 형태도 가능하다.

[83] 이하, 채널 상태 정보(channel state information, CSI) 보고에 관하여 설명한다. 현재 LTE 표준에서는 채널 상태 정보 없이 운용되는 개루프(open-loop) MIMO와 채널 상태 정보에 기반하여 운용되는 폐루프(closed-loop) MIMO 두 가지
25 송신 방식이 존재한다. 특히, 폐루프 MIMO 에서는 MIMO 안테나의 다중화 이득(multiplexing gain)을 얻기 위해 기지국 및 단말 각각은 채널 상태 정보를 바탕으로 빔포밍을 수행할 수 있다. 기지국은 채널 상태 정보를 단말로부터 얻기

위해, 단말에게 PUCCH(Physical Uplink Control CHannel) 또는 PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel)를 할당하여 하향링크 신호에 대한 채널 상태 정보(CSI)를 피드백 하도록 명령한다.

[84] CSI는 RI(Rank Indicator), PMI(Precoding Matrix Index), CQI(Channel Quality Indication) 세가지 정보로 크게 분류된다. 우선, RI는 상술한 바와 같이 채널의 랭크 정보를 나타내며, 단말이 동일 주파수-시간 자원을 통해 수신할 수 있는 스트림의 개수를 의미한다. 또한, RI는 채널의 롱텀 페이딩(long term fading)에 의해 결정되므로 PMI, CQI 값 보다 통상 더 긴 주기로 기지국으로 피드백 된다.

10 [85] 두 번째로, PMI는 채널의 공간 특성을 반영한 값으로 SINR 등의 메트릭(metric)을 기준으로 단말이 선호하는 기지국의 프리코딩 행렬 인덱스를 나타낸다. 마지막으로, CQI는 채널의 세기를 나타내는 값으로 통상 기지국이 PMI를 이용했을 때 얻을 수 있는 수신 SINR을 의미한다.

[86] LTE-A 표준과 같은 보다 진보된 통신 시스템에서는 MU-MIMO (multi-user MIMO)를 이용한 추가적인 다중 사용자 다이버시티(multi-user diversity)를 얻는 것이 추가되었다. MU-MIMO에서는 안테나 도메인에서 다중화되는 단말들 간의 간섭이 존재하기 때문에, CSI의 정확성 여부는 CSI를 보고한 단말뿐만 아니라, 다중화되는 다른 단말의 간섭에도 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서, MU-MIMO에서는 SU-MIMO에 비하여 보다 정확한 CSI 보고가 요구된다.

20 [87] 이에, LTE-A표준에서는 최종 PMI를 롱텀(long term) 및/또는 와이드밴드(WB, wideband) PMI인 W1와 숏텀(short term) 및/또는 서브밴드(SB, sub-band) PMI인 W2 둘로 나누어 설계하는 것으로 결정되었다.

[88] 상기 W1 및 W2 정보로부터 하나의 최종 PMI를 구성하는 구조적 코드북 변환(hierarchical codebook transformation) 방식의 예시로 아래 수학식 8과 같이 채널의 롱텀 공분산 행렬(long-term covariance matrix)를 이용할 수 있다.

[89] **【수학식 8】**

[90]
$$\mathbf{W} = \mathit{norm}(\mathbf{W1W2})$$

[91] 수학식 8에서 W2는 숏텀 PMI로서, 숏텀 채널 상태 정보를 반영하기 위해

구성된 코드북의 코드워드이고, W 은 최종 코드북의 코드워드(다른 말로, 프리코딩 행렬)이며, $norm(A)$ 은 행렬 A 의 각 열의 노름(norm)이 1로 정규화(normalization)된 행렬을 의미한다.

[92] 기존 $W1$ 과 $W2$ 의 구체적인 구조는 다음 수학적 식 9와 같다.

5 [93] 【수학적 식 9】

$$W1(i) = \begin{bmatrix} X_i & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & X_j \end{bmatrix}, \text{ where } X_i \text{ is } N_t/2 \text{ by } M \text{ matrix.}$$

[94]
$$W2(j) = \begin{bmatrix} \mathbf{e}_M^k & \mathbf{e}_M^l & \mathbf{e}_M^m \\ \alpha_j \mathbf{e}_M^k & \beta_j \mathbf{e}_M^l & \gamma_j \mathbf{e}_M^m \end{bmatrix} \text{ (if rank} = r \text{), where } 1 \leq k, l, m \leq M \text{ and } k, l, m \text{ are integer.}$$

[95] 여기서, N_T 는 송신 안테나의 개수를 나타내고, M 은 행렬 X_i 의 열의 개수로서 행렬 X_i 에는 총 M 개의 후보 열벡터가 있음을 나타낸다. $\mathbf{e}_M^k, \mathbf{e}_M^l, \mathbf{e}_M^m$ 는 M 개의 원소 중 각각 k 번째, l 번째, m 번째 원소만 1이고 나머지는 0인 열벡터로서 X_i 의 k 번째,

10 1번째, m 번째 열벡터를 나타낸다. α_j, β_j 및 γ_j 는 모두 단위 노름(unit norm)을 갖는 복소 값으로서, 각각 행렬 X_i 의 k 번째, l 번째, m 번째 열벡터를 골라낼 때 이 열벡터에 위상 회전(phase rotation)을 적용함을 나타낸다. i 는 0 이상의 정수로서 $W1$ 을 지시하는 PMI 인덱스를 나타낸다. j 는 0 이상의 정수로서 $W2$ 를 지시하는 PMI 인덱스를 나타낸다.

15 [96] 수학적 식 9에서 코드워드의 구조는 교차 편파 안테나(cross polarized antenna)를 사용하고 안테나 간 간격이 조밀한 경우, 예를 들어, 통상 인접 안테나 간 거리가 신호 파장의 반 이하인 경우, 발생하는 채널의 상관관계(correlation) 특성을 반영하여 설계한 구조이다. 교차 편파 안테나의 경우 안테나를 수평 안테나 그룹(horizontal antenna group)과 수직 안테나 그룹(vertical antenna group)으로

20 구분 할 수 있는데, 각 안테나 그룹은 ULA(uniform linear array) 안테나의 특성을 가지며, 두 안테나 그룹은 공존(co-located)한다.

[97] 따라서 각 그룹의 안테나 간 상관관계는 동일한 선형 위상 증가(linear phase increment) 특성을 가지며, 안테나 그룹 간 상관관계는 위상 회전(phase rotation)된 특성을 갖는다. 결국, 코드북은 채널을 양자화(quantization)한

값이기 때문에 채널의 특성을 그대로 반영하여 코드북을 설계하는 것이 필요하다. 설명의 편의를 위해 상기 상술한 구조로 만든 랭크 1 코드워드를 아래 수학식 10과 같이 예시할 수 있다.

[98] 【수학식 10】

$$W1(i) * W2(j) = \begin{bmatrix} X_i(k) \\ \alpha_j X_i(k) \end{bmatrix}$$

5 [99]

[100] 위 수학식 10에서 코드워드는 N_T (송신안테나의개수) $\times 1$ 벡터로

표현되고, 상위 벡터 $X_i(k)$ 와 하위 벡터 $\alpha_j X_i(k)$ 로 구조화 되어있으며, 각각은

수평 안테나 그룹과 수직 안테나 그룹의 상관관계 특성을 보여준다. $X_i(k)$ 는 각

안테나 그룹의 안테나 간 상관관계 특성을 반영하여 선형 위상 증가 특성을 갖는

10 벡터로 표현하는 것이 유리하며, 대표적인 예로 DFT 행렬을 이용할 수 있다.

[101] 앞에서 설명한 바와 같이, LTE 시스템에서 채널 상태 정보(CSI)는 이로

제한되는 것은 아니지만 CQI, PMI, RI 등을 포함하며, 각 단말의 전송 모드에 따라

CQI, PMI, RI가 모두 전송되거나 그 중 일부만 전송되기도 한다. 채널 상태 정보가

주기적으로 전송되는 경우를 주기적 보고(periodic reporting)라고 하며, 채널

15 상태 정보가 기지국의 요청에 의해서 전송되는 경우를 비주기적 보고(aperiodic

reporting)라고 한다.

[102] 비주기적 보고의 경우, 기지국이 내려주는 상향링크 스케줄링 정보에

포함되어 있는 요청 비트(request bit)가 단말에게 전송된다. 그 후, 단말은

자신의 전송 모드를 고려한 채널 상태 정보를 상향링크 데이터 채널(PUSCH)를

20 통해서 기지국에게 전달한다. 주기적 보고의 경우, 각 단말 별로 상위계층 신호를

통해 반-정적(semi-static) 방식으로 주기와 해당 주기에서의 오프셋 등이

서브프레임 단위로 시그널링된다.

[103] 각 단말은 전송 모드를 고려한 채널 상태 정보를 정해진 주기에 따라

상향링크 제어 채널(PUCCH)을 통해 기지국에 전달한다. 채널 상태 정보를 전송하는

서브프레임에 상향링크 데이터가 동시에 존재하면, 채널 상태 정보는 데이터와 함께 상향링크 데이터 채널(PUSCH)을 통해 전송된다. 기지국은 각 단말의 채널 상황 및 셀 내의 단말 분포 상황 등을 고려하여 각 단말에 적합한 전송 타이밍 정보를 단말에게 전송한다. 전송 타이밍 정보는 채널 상태 정보를 전송하기 위한
5 주기, 오프셋 등을 포함하며, RRC 메시지를 통해 각 단말에게 전송될 수 있다.

[104] LTE 시스템에는 4가지 CQI 보고 모드가 존재한다. 구체적으로, CQI 보고 모드는 CQI 피드백 타입에 따라 WB CQI와 SB CQI로 나뉘지고, PMI 전송 여부에 따라 PMI 부재(No PMI)와 단일(single) PMI로 나뉜다. 각 단말은 CQI를 주기적으로 보고하기 위해 주기와 오프셋의 조합으로 이뤄진 정보를 RRC
10 시그널링을 통해 전송받는다.

[105] LTE 릴리즈-10에서 정의된 CSI 레포팅 타입은 아래와 같다.

[106] 타입 1 레포트(report)는 선택된 서브밴드에서 단말을 위한 CQI 피드백을 지원한다. 타입 1a 레포트는 서브밴드 CQI 및 제2 PMI 피드백을 지원한다. 타입 2, 타입 2b, 타입 2c 레포트는 광대역 CQI 및 PMI 피드백을 지원한다. 타입 2a
15 레포트는 광대역 PMI 피드백을 지원한다. 타입 3 레포트는 RI 피드백을 지원한다. 타입 4 레포트는 광대역 CQI 를 지원한다. 타입 5 레포트는 RI 및 광대역 PMI 피드백을 지원한다. 타입 6 레포트는 RI 및 PTI (Precoding Type Indicator) 피드백을 지원한다.

[107] 본 발명은 MUST (Multi-User Superposition Transmission) 시스템의 간섭 제거 수신기에서 필요한 시그널링 및 세부 동작에 관한 방법이다. MUST란 기본적으로 간섭 제거 수신기로 신호를 송신한다는 전제하에, 기존 OFDMA 시스템에서 주파수-시간 영역에서 자원을 할당하던 방식에 비하여, 추가적으로 사전에 고려된 전력비를 이용하여 동일 주파수-시간 자원에 복수의 UE를 할당하고, 간섭 제거 수신기를 통하여 사전에 고려된 유저간 간섭을 경감함으로써, 큰 대역폭
25 효율을 얻을 수 있는 다중 접속 기법을 말하며, 향후 5G 시스템의 중요 후보 기술로 거론되고 있다.

[108] 이러한 MUST 시스템의 중요 구성 기술은 크게 기지국의 자원 할당 기법과 단말의 간섭 제거 기법으로 구분할 수 있다. 특히, 단말의 간섭 제거 기법에 따라

ML (Maximum likelihood) 수신기로 대표되는 심볼 레벨 간섭 제거 (Symbol level interference Cancellation; SIC) 수신기와 L-CWIC (MMSE based Linear CWIC) 및 ML-CWIC 등으로 대표되는 코드워드 레벨 간섭 제거 (Codeword level interference Cancellation; CWIC) 수신기로 구분할 수 있다. 각각의 간섭 제거 기법에 따라서
5 주어진 환경에서 수신 이득은 달라지며, 일반적으로 단말 구현 복잡도와 비례하여 ML 기법이 적용된 경우 와 CWIC 형태의 수신기의 이득이 크게 나타난다.

[109] MUST 전송 기법을 통해 동일한 시간, 동일한 주파수를 사용하여 복수 UE에 대한 하향링크 데이터가 전송된다. 이 때, eNB에 가까이 위치하여 지오메트리 (geometry)가 우수한 근거리 UE (Near UE)와 eNB에 멀리 떨어진 원거리 UE (Far
10 UE)가 페어링 (pairing)되어 하향링크 서비스를 받게 되며, 원거리 UE의 데이터에 전체 전력의 과반 이상을 사용하고, 근거리 UE에게 나머지 일부 전력을 사용하여 된다.

[110] 원거리 UE는 근거리 UE의 데이터로부터 일부 간섭을 받게 되지만 근거리 UE 데이터에 실린 전송 전력이 자신의 데이터 전력에 비해 워낙 약하고, 또한 높은
15 경로 손실 (high path loss)로 인해 간섭의 크기가 약화되므로, SLIC (Symbol-level Interference Cancellation)/ML (Maximum likelihood)/CWIC (Codeword level interference Cancellation) 등의 진보된 (advanced) IC (interference cancellation) 없이 데이터를 수신할 수 있다. 반면 근거리 UE는 원거리 UE로부터 큰 간섭을 받게 되므로 SLIC/ML/CWIC 등의 IC를 사용하여 간섭을 완화하고
20 데이터를 수신하게 된다.

[111] MUST 시스템에서는 다양한 전송 기법에는 존재한다. 도 7은 MUST 시스템의 전송 기법들 중 하나에 대한 일 예이다.

[112] 도 7의 좌측 도면을 참조하면, 근거리 UE의 데이터인 정보 비트 (information bits)와 원거리 UE의 데이터인 정보 비트는 각자의 채널 코딩을 통해
25 부호 비트 (coded bits)로 변환된다. 이후 각 UE의 부호 비트를 각각 변조기에 통과 시켜 근거리 UE와 원거리 UE의 컨스텔레이션 심볼 (constellation symbol)이 각각 생성된다. 이 후 각 컨스텔레이션 심볼에 전력을 적절히 할당한 뒤, 두 컨스텔레이션 심볼을 합쳐 하나의 중첩 심볼 (superposed symbol)로 만든다.

[113] 예를 들어 근거리 UE의 부호 비트와 원거리 UE의 부호 비트를 각각 00, 11이라고 가정하면, QPSK 변조를 통하여 각 UE의 컨스텔레이션 심볼을 생성하고 전력을 할당한다. 이후 두 QPSK 심볼을 합쳐 하나의 중첩 심볼을 생성한다. 이와 같이 생성된 하나의 중첩 심볼은 도 7의 우측 도면에 예시하였으며, 이 중첩 심볼은 레이어 맵핑 및 프리코딩을 거쳐 기지국 안테나를 통해 송된다.

[114] 한편, 최근 3GPP 표준에서는 MUST 전송 기법에 관한 카테고리를 아래 표 1과 같이 정의하고 있다.

[115] 【표 1】

Category 1	Superposition transmission with adaptive power ratio on component constellations and non-Gray-mapped composite constellation
Category 2	Superposition transmission with adaptive power ratio on component constellations and Gray-mapped composite constellation
Category 3	Superposition transmission with label-bit assignment on composite constellation and Gray-mapped composite constellation

[116] 최근 LTE 표준화에서는 상기 표 1에 따라 MUST 전송을 통해 데이터를 수신하는 UE (이하, MUST UE라고 지칭하며, MUST UE는 하이 지오메트리 UE 또는 로우 지오메트리 UE가 될 수 있다)는, 자신의 데이터와 함께 중첩 전송되는 타 UE (즉, MUST 페어(paired) UE)의 데이터로 인한 간섭을 효율적으로 제거하기 위해 소정의 어시스턴스 정보(assistance information)를 제공하는 것으로 논의되었으며, 이에 대한 예시는 아래 표 2와 같다.

[117] 【표 2】

- The following should be considered as potential PDSCH assistance information for MUST Category 1, 2, and 3 UE.
 - For MUST Category 1, 2, and 3
 - (R-)ML/SLIC (available receiver type for far UE or near UE)
 - Existence/processing of MUST interference (per spatial layer if same beam restriction is applied)
 - Modulation order of MUST paired UE
 - Transmission power allocation of its PDSCH and MUST paired UE's PDSCH (per spatial layer if different power can be allocated to each spatial layer)
 - Resource allocation of MUST paired UE
 - PDSCH RE mapping information of MUST paired UE (if it is different from its own PDSCH RE mapping information, e.g. PDSCH starting symbol or PDSCH RE mapping at DMRS RE)
 - DMRS information of MUST paired UE (if DMRS information is used to estimate effective channel of MUST paired UE or to derive power allocation of MUST paired UE)
 - Transmission scheme of MUST paired UE (if mixed transmission schemes, e.g. transmit diversity and closed-loop spatial multiplexing)
 - Precoding vector(s) of MUST paired UE
 - CWIC (available receiver type for near UE)
 - The above potential assistance information for ML receiver
 - TBS of MUST paired UE
 - HARQ information of MUST paired UE
 - LBRM (Limited Buffer Rate Matching) assumption of MUST paired UE
 - Parameters for descrambling and CRC checking for the PDSCH of the MUST paired user
 - MMSE-IRC (available receiver type for far UE)
 - Transmission power allocation of its PDSCH and MUST paired UE's PDSCH
 - Additionally, the followings should be considered potential assistance information for Category 3.
 - For MMSE IRC, SLIC, (R-)ML, and CWIC
 - Modulation order of composite constellation
 - Bit allocation information of composite constellation

[118] 본 발명에서는 MUST 전송을 위해 일반적으로 고려하고 있는 TM (transmission mode) 4를 예로 들어 MUST 전송을 위해 UE가 보고하는 추가 CSI에 대하여 논의하지만, 다른 TM에 대해서도 동일하거나 유사한 방식으로 본 제안을 적용할 수 있다.

5 [119] MUST CSI, 즉 MUST RI, MUST PMI, 또는 MUST CQI는 (SU (Single User)-MIMO

전송 가정하에 계산된) 기존 CSI 외에 기지국이 MUST 전송을 위해 추가적으로 스케줄링에 사용하는 CSI를 의미하며 다양한 형태로 정의될 수 있다. 예를 들어, MUST CSI란 수신 SINR 관점에서 가장 좋은 PMI 외에 두 번째로 좋은 PMI인 2nd 베스트 PMI 및 그 PMI로 (SU-MIMO 수신 시) 달성 가능한 CQI를 의미할 수 있다.

5 기지국은 2nd 베스트 PMI를 추가로 획득함으로써 MUST UE 스케줄링의 확률을 높일 수 있다. 이를 확장하여 n 번째 좋은 PMI가 MUST CSI로 정의될 수도 있다.

[120] 또 다른 예로, MUST CSI란 해당 UE가 MUST 페어(pair) UE와 함께 스케줄링 받은 경우, MUST 페어 UE로부터의 간섭을 제거 (cancel) 또는 완화 (suppression)하고 자신의 PDSCH수신 시 달성할 수 있는 RI/PMI/CQI를 의미할 수
10 있다. 이 때, 간섭으로 볼 수 있는 MUST 페어 UE의 데이터에 대한 PMI는 해당 UE의 데이터에 적용되는 PMI와 동일하다고 가정하고 RI/CQI를 계산한다.

[121] 구체적으로, 해당 UE는 특정 비율로 자신의 데이터 전력과 MUST 페어 UE의 데이터 전력이 분배되었다고 가정하며, MUST 페어 UE의 데이터 전력 중 일부 또는 전부가 제거(cancel)되었을 때 달성 가능한 자신의 데이터에 대한 RI/PMI/CQI를
15 보고한다. 이러한 CSI는 UE가 이미 MUST 전송을 가정하고 계산한 CSI 이므로, MUST 전송 시 달성 가능한 CSI라고 말할 수 있다. 이 점이 SU-MIMO 전송 시 달성 가능한 CSI와 대비되는 것이다.

[122] 한편, 기존 RI 값이 2 이상일 경우 MUST RI는 기존 RI 보다 낮게 설정될 가능성이 크다. 이는 기존 RI는 전체 송신 전력이 모두 자신의 데이터 레이어
20 전송에 사용되었다고 가정하지만, MUST 에서는 함께 전송되는 원거리(Far) UE가 거의 모든 송신 전력을 사용하기 때문에, 실제로 자신의 데이터 레이어 전송을 위해 사용되는 전력은 극히 일부이기 때문이다. 이러한 이유로 2 포트 CRS 가 설정된 MUST 전송에서 MUST RI는 1로 고정시켜 운용할 수 있다. 또한 기존 RI 값이 2라면 MUST PMI는 기존 PMI의 두 벡터 중 더 큰 CQI 값에 대응되는 벡터를
25 의미하고, MUST CQI는 MUST RI(=1), MUST PMI를 사용하여 (MUST 전송 시) 달성 가능한 CQI를 의미한다. 또는 기존 RI 값이 2라면 MUST PMI는 기존 PMI의 두 벡터 중 더 작은 CQI 값에 대응되는 벡터를 의미하고, MUST CQI는 MUST RI(=1), MUST PMI를 사용하여 (MUST 전송 시) 달성 가능한 CQI를 의미한다.

[123] 이하의 MUST CSI는 수신 SINR 관점에서 가장 좋은 PMI외에 두 번째로 좋은 PMI 및 그 PMI로 (SU-MIMO 수신 시) 달성 가능한 CQI를 가정하여 설명하지만, 다른 형태의 MUST CSI에서도 동일하거나 유사한 방식으로 본 제안을 적용할 수 있다. 추가적으로 여러 가지 형태의 MUST CSI 중 어떤 MUST CSI를 선택하여 보고할 지를
5 기지국이 결정하고 UE에게 알려 줄 수 있다.

[124] 또한, 이하에서는 MUST 전송되는 다중 UE들간의 간섭 제거를 전제로 하여 이를 위한 진보된 CSI, 즉 MUST CSI에 대한 동작을 기술하였으나 본 발명은 이에 국한되지 않고 동일 자원을 사용하는 임의의 다중 UE들간의 간섭 제거를 전제로 하여 이를 위한 진보된 CSI 동작에 동일하게 활용할 수 있다. 예를 들어 진보된
10 CSI 는 MU-MIMO UE들간의 간섭 제거를 전제로, UE가 보고하는 n 번째 좋은 PMI를 의미할 수 있으며, 또는 MU-MIMO UE로부터의 간섭을 제거 또는 완화하고 자신의 PDSCH수신 시 달성할 수 있는 RI/PMI/CQI를 의미할 수 있다. 다른 예로, 진보된 CSI 는 동일 시간/주파수 자원을 사용하는 타 셀 UE들 간의 간섭 제거를 전제로, UE가 보고하는 n 번째 좋은 PMI (n^{th} 베스트 PMI)를 의미할 수 있으며, 또는 타 셀
15 UE로부터의 간섭을 제거 또는 완화하고 자신의 PDSCH 수신 시 달성할 수 있는 RI/PMI/CQI를 의미할 수 있다.

[125] 이러한 관점에서 본 발명에서 제안하는 MUST CSI 은 간섭 제거 능력을 가진 UE가 보고하는 진보된 CSI로 일반화할 수 있다.

[126] <제 1 실시예 - MUST CSI 보고 On/Off 지시>

20 [127] 기지국은 UE에게 다음 1) 내지 4) 중 하나 이상의 형태로 MUST CSI 보고하도록 (=ON) 또는 하지 않도록(=OFF) 지시 할 수 있다.

[128] 1) 첫 번째로, 비주기적 PUSCH CSI 피드백에 대한 CSI 요청 (request) 제어 정보를 활용하여 On/OFF 를 지시 한다. DCI 포맷 0 또는 DCI 포맷 4에 1 비트 또는 2 비트 크기의 CSI 요청 필드가 존재한다. 이 필드에 추가적으로 MUST CSI 피드백
25 On/Off를 추가하여 UE에게 알려 줄 수 있다. MUST CSI 피드백 On 되어 있는 경우, UE는 기존 CSI와 함께 MUST CSI를 PUSCH를 통해 보고한다. 또는 MUST CSI 피드백 On 되어 있는 경우, UE는 기존 CSI없이 MUST CSI만을 PUSCH를 통해 보고하게 된다.

[129] 예를 들어, 기지국은 2 비트 크기의 CSI 요청에 상응하는 4 스테이트

(state), 즉 00, 01, 10, 11 각각에 대하여, RRC 시그널링을 통해 해당 CSI 요청을 위한 정보를 가전에 설정한다. 이 경우, 기지국은 추가적으로 RRC 시그널링을 통해 4 스테이트에 MUST CSI 피드백 On/Off 인지를 정하여 UE에게 알려 주고 CSI 요청 필드를 통해 원하는 동작을 UE에게 지시할 수 있다.

5 [130] 구체적으로, 스테이트 00 은 서빙 셀에 대한 기존 CSI 피드백 및 MUST CSI Off를 지시하며, 스테이트 01은 서빙 셀에 대한 기존 CSI 피드백 및 MUST CSI On 을 지시한다. 또한, 스테이트 11은 서빙 셀에 대한 기존 CSI 피드백 없이 MUST CSI On 을 지시한다. 또는 MUST CSI On/Off에 대한 시그널링이 추가되지 않은 경우 UE는 MUST CSI off로 해석할 수도 있다.

10 [131] 기지국이 스테이트 00을 지시한 경우 UE는 기존 CSI만을 PUSCH를 통해 보고한다. 기지국이 스테이트 01을 지시한 경우 UE는 기존 CSI 뿐만 아니라 MUST CSI를 PUSCH를 통해 보고한다. 기지국이 스테이트 11을 지시한 경우 UE는 기존 CSI없이 MUST CSI만을 PUSCH를 통해 보고한다. PUSCH는 PUCCH와 다르게 채널 용량이 충분하다는 점을 감안할 때, 스테이트 11와 같이 MUST CSI만을 피드백 하는
15 스테이트는 필요하지 않을 수 있고, MUST CSI On 이 되어있는 경우 기존 CSI와 MUST CSI가 항상 함께 피드백 되는 것이 바람직하다.

[132] 2) 두 번째로, 기지국은 RRC 시그널링을 통해 UE에게 MUST CSI 피드백 On/Off 를 지시할 수 있다. RRC 시그널링을 포함하는 PDSCH를 수신하고 UE가 RRC 시그널링에 대한 (즉, PDSCH에 대한) ACK을 보고하기 전까지의 RRC 시그널링
20 모호(ambiguity) 구간 동안에는, 기지국은 MUST CSI 피드백 유무에 대해 블라인드 검출 (Blind detection)을 수행한다.

[133] 예를 들어, RRC 시그널링 모호 구간 동안 PUSCH CSI 피드백을 받은 기지국은 기존 CSI 만 보고되었다고 가정한 뒤, 수신 CSI에 대한 CRC 검사(check)를 수행한 후 기존 CSI 와 MUST CSI가 함께 보고되었다고 해석한다. 이 후, 수신 CSI에 대한
25 CRC 검사를 수행하여 MUST CSI 피드백 유무에 대해 블라인드 검출을 수행한다. 주기적 PUCCH CSI 피드백인 경우에 대해서도 마찬가지로 기지국은 기존 CSI의 보고 타입(report type)과 MUST CSI가 ON 되었을 때의 보고 타입 간의 블라인드 검출을 수행한다.

[134] 3) 세 번째로, UE가 기지국으로부터 (간섭 신호 제거를 위해 필요한) 어시스턴스 정보 제어 정보, 예를 들어 송신 전력 할당 값의 범위 및 설정 가능한 간섭 데이터 자원 할당 값들의 집합 정보를 제공받은 경우, UE는 MUST CSI를 보고한다.

5 [135] 4) 네 번째로, UE는 RS (Reference Signal)를 통해 파악한 자신의 지오메트리를 기반으로 MUST CSI 피드백을 On/Off 한다. 예를 들어, 기지국으로 보고한 RSRP (Reference Signals Received Power) 값이 특정 범위 내에 존재하는 경우, 기지국과 UE는 MUST CSI 피드백이 On 되며 그렇지 않을 경우 MUST CSI 피드백이 Off 인 것으로 사전에 규정할 수 있다. 상기 특정 범위는 기지국이
10 UE에게 사전에 RRC 시그널링을 통해 알려주거나 고정된 값으로 정의될 수 있다.

[136] <제 2 실시예 - MUST CSI의 피드백 방식>

[137] A) 비주기적 MUST CSI 피드백

[138] 상기 제 1 실시예에서는 비주기 MUST CSI 피드백 On/Off 방식에 대해 제안하였다. 제 1 실시예에 따라 UE가 MUST CSI를 기존 CSI에 추가하여 함께
15 보고할 경우, MUST CSI와 기존 CSI는 기존 다중 CSI 보고 방식에 정의된 다중화 방식을 그대로 따를 수 있다.

[139] 즉, 기존 CQI/PMI와 MUST CQI/PMI를 연접(concatenation)하여 하나의 채널 인코더 (channel encoder)를 통해 부호화하며, 기존 RI와 MUST RI를 연접하여 하나의 채널 인코더를 통해 부호화한다. 이와 같이 부호화된 정보는 기존 방식대로
20 PUSCH RE에 맵핑되어 기지국으로 보고된다.

[140] B) 주기적 MUST CSI 피드백

[141] PUCCH를 통해 주기적 MUST CSI 피드백을 수행하는 경우 UE는 아래 (a) 또는 (b)와 같은 방법을 통해 기존 CSI 와 MUST CSI를 피드백 할 수 있다.

[142] (a) 첫 번째로, UE가 기존 CSI를 보고할 지 아니면 MUST CSI를 보고할 지
25 여부를 판단하고, 결정된 CSI를 M 지시자와 함께 보고한다. 여기서, M 지시자란 해당 CSI가 기존 CSI인지 또는 MUST CSI인지 여부를 알려주는 지시자이다. 또는 M 지시자란 기존 CSI만 보고되는지 혹은 MUST CSI와 기존 CSI가 함께 보고되는지 여부를 알려주는 지시자이다. 비주기적인 피드백에서도 UE가 M 지시자를 CSI와

함께 보고함으로써, 기지국에게 CSI가 기존 CSI인지 MUST CSI인지 여부를 알려줄 수 있다.

[143] UE의 MUST CSI 보고 여부의 결정 기준 중 한가지로, UE는 현 시점에서 피드백 되어야 할 기존 CSI가 최근 보고된 기존 CSI와 비교하여 변경되었는지를 고려할 수 있다. 만약 변경되었다면 기존 CSI를 피드백 하고, 변경되지 않았다면 기존 CSI 대신 MUST CSI를 피드백 한다. 또는 UE는 현 시점에서 피드백 되어야 할 기존 CSI가 최근 보고된 기존 CSI와 비교하여 변경되지 않은 경우, 기존 CSI와 MUST CSI를 함께 피드백한다. 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[144] 도 8은 2 포트 CRS에 대응하는 기존 PUCCH CSI 피드백 모드 1-1의 일 예이다. 특히, 도 8에서 RI는 주기 16 및 오프셋 -1으로 가정하고, CQI는 주기 2, 오프셋 1로 가정하였다.

[145] 이와 같은 경우, 본 발명에서는 UE는 W(=PMI)와 CQI를 함께 피드백하되, 최근 보고한 기존 W/CQI가 현재 보고하려는 기존 W/CQI와 동일한 경우 UE는 MUST W/CQI를 보고한다. 추가적으로 UE는 현재 보고하는 W/CQI가 기존 W/CQI인지 아니면 MUST W/CQI인지를 지시하는 1 비트 사이즈의 M 지시자를 함께 보고한다.

[146] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 PUCCH CSI 피드백 모드 1-1의 일 예이다.

[147] 도 9를 참조하면, UE는 서브프레임 #1 및 서브프레임 #3에서 기존 CSI를 피드백 한다. 서브프레임 #3에서 보고하는 기존 W/CQI는 서브프레임 #1에서 보고하였던 기존 W/CQI와 다르므로, UE는 서브프레임 #3에서 기존 CSI를 피드백 한 것이다. 하지만, 서브프레임 #5에서 보고하려고 계산한 기존 W/CQI가 서브프레임 #3에서 보고한 기존 W/CQI와 동일하여, UE는 M 지시자를 1로 설정하고 MUST CSI, 즉 MUST PMI와 MUST CQI를 보고한다. 서브프레임 #7 시점에서는 서브프레임 #3에서 보고했던 기존 W/CQI와 다른 기존 W/CQI값이 계산됨에 따라, 기존 W/CQI를 보고하고 M 지시자를 0으로 설정한다.

[148] 현재 계산된 기존 W/CQI와 최근 보고된 기존 W/CQI가 다르다는 것은 다음 중 한가지 또는 두 가지 이상을 의미한다.

[149] - 현재 계산된 기존 W와 최근 보고된 기존 W가 다르다는 것을 의미하거나,

[150] - 현재 계산된 기존 W와 CQI가 최근 보고된 기존 W와 CQI 모두와 다르다는

것을 의미하거나,

[151] - 현재 계산된 기존 CQI가 최근 보고된 기존 CQI와 다르다는 것을 의미한다.

[152] 마찬가지로, 현재 계산된 기존 W/CQI와 과거에 보냈던 기존 W/CQI가 같다는 것은 다음 중 한가지 또는 두 가지 이상을 의미한다.

5 [153] - 현재 계산된 기존 W와 최근 보고된 기존 W가 같다는 것을 의미하거나,

[154] - 현재 계산된 기존 W와 CQI가 최근 보고된 기존 W와 CQI 모두 같다는 것을 의미하거나,

[155] - 현재 계산된 기존 CQI가 최근 보고된 기존 CQI와 같다는 것을 의미한다.

10 [156] 도 9의 예에서 M 지시자가 1일 때 보고되는 CSI는 모두 MUST CSI로 대체되었다. 예를 들어, 도 9에서 M 지시자가 1일 때 MUST PMI 와 MUST CQI가 보고된다. MUST PMI는 2nd 베스트 PMI를 의미하고, MUST CQI는 이 PMI로 UE가 달성할 수 있는 CQI를 의미한다. MUST PMI와 MUST CQI는 최근 보고한 RI를 기준으로 계산된다. 만약 MUST RI가 따로 보고되는 경우 MUST PMI와 MUST CQI는 최근 보고한 MUST RI를 기준으로 계산된다.

15 [157] 또는, M 지시자가 1일 때 보고되는 CSI 중 일부 CSI만 MUST CSI로 대체되고, 나머지 CSI는 기존 CSI를 의미할 수 있다. 예를 들어, 도 9에서 M 지시자가 1일 때 MUST PMI 와 기존 CQI가 보고된다. MUST PMI는 최근 보고한 RI를 기준으로 계산된다. 만약 MUST RI가 따로 보고되는 경우 MUST PMI는 최근 보고한 MUST RI를 기준으로 계산된다. 이 때, 기존 CQI는 동일 시점에 함께 전송되는 MUST PMI를 기준으로
20 계산하지 않고, 가장 최근 보고한 기존 PMI 및 RI를 기준으로 계산한다. MUST CQI가 보고되지 않으므로, 기지국은 기존 RI, 기존 CQI와 MUST PMI를 이용해 MUST CQI를 다시 산출해야 한다.

[158] 또는 M 지시자가 1일 때 보고되는 CSI 는 기존 CSI 뿐만 아니라 추가적으로 MUST CSI를 함께 보고하는 것으로 해석할 수 있다. 이 경우, 도 9의 M 지시자가
25 1이 보고되는 서브프레임에서 기존 W, 기존 CQI, MUST PMI, MUST CQI가 모두 함께 전송되어야 한다.

[159] 추가적으로 최근에 보고된 기존 RI가 1일 때와 2일 때 MUST CSI 보고 방식에 다르게 운용할 수 있다. 즉, 기존 RI=1인 경우 M 지시자가 1이라면 2nd 베스트

PMI와 그 PMI로 달성 가능한 CQI를 보고하거나, 2nd 베스트 PMI와 기존 CQI를 보고한다.

[160] 반면 RI=2인 경우 다음과 같은 사항을 고려하여 CSI 보고 방식을 다르게 운용할 수 있다.

- 5 [161] 첫 번째로 고려할 사항은 기존 RI=2인 경우, 2 포트 CRS 에서 선택할 수 있는 PMI는 단 2개뿐이라는 것이다. 따라서, 기존 PMI가 결정되면, 나머지 다른 하나가 자동적으로 2nd 베스트 PMI, 즉 MUST PMI가 되므로, 이 경우 MUST PMI를 보고할 필요가 없다. 따라서, RI=2에서는 M 지시자가 1로 설정 시 MUST PMI 대신 MUST CQI 만을 보고하는 것이 바람직하다. 이 때, PUCCH 포맷 2의 페이로드
- 10 사이즈가 충분하므로, MUST CQI와 함께 기존 CQI 또는 기존 PMI 를 보낼 수 있다. 즉, M 지시자가 1인 서브프레임에서 MUST PMI를 보고하지 않으며 MUST CQI와 기존 CQI 또는 기존 PMI를 보고한다. 이 때, MUST CQI는 RI=2를 가정한 2nd 베스트 PMI를 이용하여, (SU-MIMO 수신 시) 달성할 수 있는 CQI를 의미할 수 있다.

- 15 [162] 두 번째로 고려할 사항은 기존 RI는 전체 송신 전력 가 모두 자신의 데이터 레이어 전송에 사용되었다고 가정하지만, MUST 에서는 함께 전송되는 원거리 UE가 거의 모든 송신 전력을 가져가기 때문에, 실제로 자신의 데이터 레이어 전송을 위해 사용되는 전력은 극히 일부이고 MUST 전송 시 UE의 최적 RI는 기존 RI보다 작거나 같다는 점이다. 따라서, 2 포트 CRS 가 설정된 MUST 전송에서 MUST RI는 1로 고정시켜 운용할 수 있다. 그리고, MUST PMI는 최근 보고한 RI=2 기반 기존
- 20 PMI의 두 벡터 중 더 큰 기존 CQI 값에 대응되는 벡터로 가정하고, MUST CQI는 그 MUST RI(=1)와 MUST PMI를 사용하여, (MUST 전송 시 또는 SU-MIMO 전송시) 달성 가능한 CQI를 의미한다. 그 결과 M 지시자가 1인 서브프레임에서 MUST PMI를 보고하지 않으며 MUST CQI와 기존 CQI 또는 기존 PMI를 보고한다.

- 25 [163] 상술한 바와 같이, 도 9에서 M 지시자가 1 인 서브프레임에서 보고되는 MUST CSI는 기존 CSI 대신 MUST CSI 만을 보고하는 것을 의미할 수 있으며, 또는 기존 CSI와 MUST CSI를 함께 보고하는 것을 의미할 수 있다.

[164] 도 9는 PMI/CQI를 예로 설명되었으나 RI에 대해서도 동일한 방식으로 적용가능 하다. 즉, 보고하려는 기존 RI가 최근 보고된 RI와 동일한 경우, UE는

기존 RI 대신 MUST RI를 보고할 수 있다. 또한 MUST RI의 존재유무를 M 지시자를 통해 함께 보고할 수 있다. RI 보고 시 M 지시자가 1 인 경우 기존 RI 대신 MUST RI만 보고하도록 정의하거나, 기존 RI와 MUST RI가 함께 보고하도록 정의한다.

5 [165] 도 10은 2 포트 CRS에 대응하는 기존 PUCCH CSI 피드백 모드 2-1의 일 예이다. 특히, 도 10에서 RI는 주기 16, 오프셋 -1로 가정하고, CQI는 주기 2, 오프셋 1로 가정하였다. 도 10에서 J*K 값이 3으로 설정됨에 따라, W는 SB CQI 주기의 4배 주기로 보고된다.

10 [166] 도 10에 대하여, 본 발명을 적용하면 UE는 도 11과 같은 CSI 피드백을 수행한다. 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 PUCCH CSI 피드백 모드 2-1의 일 예이다.

[167] 도 11을 참조하면, UE는 서브프레임 #1에서 M 지시자를 0으로 설정하고 기존 W/CQI를 보고한다. 이후 서브프레임 #9에서 보고하려고 계산한 기존 W/CQI가 서브프레임 1에서 보고한 기존 W/CQI와 동일하므로, UE는 M 지시자가 1로 설정하고 MUST CSI 를 보고한다. UE는 SB CQI에 대해 항상 기존 SB CQI를 보고하지만, 15 WB(wideband) CSI에 대해서는 기존 CSI와 MUST CSI를 선택하여 보고하게 된다. 기존 SB CQI는 가장 최근 보고된 기존 PMI 및 기존 RI를 기준으로 계산된다.

[168] (b) 기지국이 PUCCH CSI 피드백 체인에 대해 MUST CSI를 보고할 새로운 주기 (또는 오프셋)를 알려주고 해당 주기에 UE는 MUST CSI를 보고한다.

20 [169] 도 12는 본 발명의 실시예에 따라 PUCCH CSI 피드백 모드 1-1에서 MUST CSI가 보고될 새로운 주기와 오프셋을 설정한 예이다.

[170] 도 12를 참조하면, 기지국은 PUCCH CSI 피드백 모드 1-1에서 MUST CSI가 보고될 새로운 주기 M_{pd} , 즉 4와 오프셋 M_{offset} , 즉 0을 설정한다. 이 때 M_{offset} 은 CQI 의 보고 오프셋을 기준으로 설정된 값이므로, $M_{offset} = 0$ 이란 CQI 의 보고 오프셋과 동일 오프셋을 의미한다.

25 [171] M_{pd} 와 N_{pd} 의 곱으로 MUST CSI의 주기가 설정되며, M_{offset} 은 N_{pd} 의 배수로 설정되도록 제한하거나 0에서 $N_{pd}-1$ 사이 값으로 제한될 수 있다. 또는 M_{offset} 은 0과 같은 특정 값으로 항상 고정할 수도 있다. 또한 기존 W/CQI와 MUST CSI의 보고가 충돌하는 서브프레임 #1, 서브프레임 #9 및 서브프레임 #17에서 MUST CSI가

보고될 수 있도록 기존 W/CQI 보다 MUST CSI가 더 높은 우선 순위를 부여할 수 있다. 따라서, UE는 서브프레임 #1, 서브프레임 #9 및 서브프레임 #17에서 MUST CSI를 보고한다.

[172] 구체적으로, MUST CSI 값은 도 9에서 제안된 M 지시자가 1일 때 보고되는 MUST CSI와 동일하다. 예를 들어 서브프레임 #1, 서브프레임 #9 및 서브프레임 #17에서는 기존 W, 기존 CQI, MUST PMI, MUST CQI가 모두 한번에 보고된다. 이 경우 페이로드 사이즈를 줄이기 위해 MUST CQI는 기존 CQI 대비 인덱스 차이를 나타내는 델타(delta) CQI 또는 차등 CQI로 정의될 수 있으며, RI=2인 경우 MUST PMI는 생략될 수 있다. Mpd가 1이고 Moffset이 0인 경우, MUST CSI의 보고 주기는 기존 CSI (즉, 기존 WB W+ 기존 WB CQI)의 보고 주기와 항상 겹치지만, MUST CSI가 우선 순위를 가지고 있으므로 기존 CSI 대신 새로 정의된 MUST CSI를 보고하게 된다. 새로 정의된 MUST CSI란 상기 기술한 M 지시자가 1일 때 보고되는 CSI를 의미하며, MUST CSI로만 구성될 수 있고, 또는 MUST CSI와 기존 CSI가 함께 보고되는 CSI를 의미할 수 있다. 기지국은 Mpd의 값을 항상 1로 고정시켜 운용할 수 있다.

[173] 도 13은 본 발명의 실시예에 따라 PUCCH CSI 피드백 모드 2-1에서 MUST CSI가 보고될 새로운 주기와 오프셋을 설정한 예이다.

[174] 도 13을 참조하면, 기지국은 PUCCH CSI 피드백 모드 2-1에서 MUST CSI가 보고될 새로운 주기 Mpd, 즉 2와 오프셋 Moffset, 즉 0을 설정한다. 이 때 Moffset은 CQI의 보고 오프셋을 기준으로 설정된 값이므로, Moffset =0이란 CQI의 보고 오프셋과 동일 오프셋을 의미한다.

[175] 구체적으로, Mpd와 $(JK+1) \cdot Npd$ 의 곱으로 MUST CSI의 주기가 설정되며, Moffset은 $(JK+1) \cdot Npd$ 의 배수로 설정되도록 제한하거나 0에서 $Npd-1$ 사이 값으로 제한될 수 있다. 또는 Moffset은 0과 같은 특정 값으로 항상 고정한다. 또한 기존 W/CQI와 MUST CSI의 보고가 충돌하는 서브프레임 # 및 서브프레임 #17에서 MUST CSI가 보고될 수 있도록, 기존 W/CQI 보다 MUST CSI가 더 높은 우선 순위를 부여한다.

[176] UE는 충돌하는 서브프레임 # 및 서브프레임 #17에서 MUST CSI를 보고하며,

이 MUST CSI 값은 도 9에서 제안된 M 지시자가 1일 때 보고되는 MUST CSI와 동일하다. 예를 들어, 충돌하는 서브프레임 # 및 서브프레임 #17에서는 기존 W, 기존 CQI, MUST PMI, MUST CQI가 모두 한번에 보고된다. 이 경우 페이로드 5
사이즈를 줄이기 위해 MUST CQI는 기존 CQI 대비 인덱스 차이를 나타내는 델타 CQI로 정의될 수 있으며, RI=2인 경우 MUST PMI는 생략될 수 있다.

[177] Mpd가 1이고 Moffset이 0인 경우, MUST CSI의 보고 주기는 기존 CSI (즉, 기존 WB W+기존 WB CQI)의 보고 주기와 항상 겹치지만, MUST CSI가 우선 순위를 가지고 있으므로 기존 CSI 대신 새로 정의된 MUST CSI를 보고하게 된다. 새로 정의된 MUST CSI란 상기 기술한 M 지시자가 1일 때 보고되는 CSI를 의미하며, MUST 10
CSI로만 구성될 수도 있고 아니면 MUST CSI와 기존 CSI가 함께 보고되는 CSI를 의미할 수 있다. 기지국은 Mpd의 설정 값을 항상 1로 고정시켜 운용할 수 있다.

[178] 도 12 및 도 13에서는 PMI/CQI를 예로 설명되었으나, RI에 대해서도 동일한 방식으로 적용가능 하다. 즉 기존 RI주기 및 오프셋 이외에 MUST RI를 위한 주기 및 오프셋이 설정될 수 있다. MUST RI를 위한 주기 및 오프셋은 기존 RI 주기의 15
배수로 제한될 수 있으며, 오프셋 역시 기존 RI의 보고 시점을 기준으로 0으로 고정될 수 있다. 이러한 설정을 통해 MUST RI 보고 시점은 기존 RI 보고 시점과 항상 충돌을 일으키지만, MUST RI 보고가 더 높은 우선 순위를 갖게 된다. MUST RI 보고 시점에 UE는 기존 RI 대신 MUST RI만을 보고하거나, 또는 기존 RI와 MUST RI를 모두 보고한다. 기지국은 MUST RI의 주기를 기존 RI와 항상 동일하게 20
설정하고 MUST RI의 오프셋을 항상 0으로 고정시켜 운용할 수 있다.

[179] 도 11, 도 13에서 기존 SB CQI 및 L 정보 역시 MUST CSI (즉, SB MUST CQI 및 L)로 대체되거나 MUST CSI와 함께 전송될 수 있다. 이를 위해 M 지시자가 함께 보고될 수 있으며, 또는 WB MUST CSI 정보를 위해 주기와 오프셋이 추가된 것과 같이 별도의 보고 주기 및 오프셋이 설정될 수 있다. MUST CSI와 기존 SB CSI가 25
함께 전송되는 경우 L 정보는 MUST CSI와 기존 SB CQI가 함께 공유할 수 있다. 즉, 동일한 SB에 대해 기존 SB CQI와 MUST CSI가 계산되고 보고된다.

[180] <제 3 실시예 - MUST CSI의 우선 순위>

[181] PUCCH를 통해 주기적 CSI 피드백 시, 두 개 이상의 CSI 보고 타입이 동일

시점에 보고되도록 설정되는 경우, 이를 CSI 충돌(collision)이라고 지칭한다. 이 때 UE는 사전에 정의된 보고 타입 간의 우선 순위를 적용하여 우선 순위가 높은 보고 타입을 선택적으로 보고하게 된다. 상기 MUST CSI 가 보고되는 보고 타입이 추가된다면, CSI 충돌 시 우선 순위도 새롭게 정의되어야 한다.

- 5 [182] 우선, MUST CSI 가 포함된 보고 타입은 기존 CSI로 구성된 보고 타입과 동일 우선 순위를 갖는 것으로 정의할 수 있다. 예를 들어, MUST RI 가 포함된 보고 타입 은 기존 RI가 포함된 보고 타입과 동일 우선 순위로 설정되며, MUST RI 포함되지 않고 MUST CQI/PMI가 포함된 보고 타입은 기존 RI를 포함하지 않고 CQI/PMI 가 포함된 보고 타입과 동일 우선 순위를 갖는다.
- 10 [183] 또는, MUST CSI로만 구성된 보고 타입은 그렇지 않은 보고 타입 보다 낮은 우선 순위를 갖는 것으로 정의할 수 있다. 예를 들어, 도 9에서 M 지시자가 1인 경우 보고 타입은 M 지시자, MUST PMI, MUST CQI로 구성될 수 있다. 이 보고 타입은 기존 CSI가 포함된 보고 타입, 즉 M 지시자가 0이고, 기존 PMI, 기존 CQI 또는 기존 보고 타입에 비해 낮은 우선 순위를 갖는다. 기지국은 기존 CSI를
- 15 수신한 뒤에도 MU-MIMO 스케줄링을 수행할 수 있으며, 이 경우에 기존 CSI를 적절히 보상하여 MU-MIMO용 CSI를 재계산하여 스케줄링할 수 있다. 또는 기지국은 기존 CSI를 수신한 뒤에도 MU-MIMO 스케줄링을 수행할 수 있으며, 이 경우에 기존 CSI를 적절히 보상하여 MUST CSI를 재계산하여 스케줄링할 수 있다. 이와 같이, 기존 CSI를 보고하더라도 기지국이 CSI를 적절히 재계산할 수 있으므로, UE는 CSI
- 20 보고가 충돌하는 경우 기존 CSI를 보고하는 것이 바람직하다.
- [184] 또는, MUST CSI로만 구성된 보고 타입은 그렇지 않은 보고 타입 보다 높은 우선 순위를 갖는 것으로 정의할 수 있다. MUST CSI가 기존 CSI보다 우선 순위가 높아짐에 따라, MUST CSI를 수신한 기지국은 보다 공격적인 스케줄링을 수행할 수 있다. 기지국이 기존 CSI로부터 MUST CSI를 계산할 수 있지만, 일반적으로
- 25 기지국이 기존 CSI로부터 계산하는 MUST CSI보다 UE가 보고한 MUST CSI의 정확도가 우수하므로, 기지국이 MUST 스케줄링을 적극적으로 수행하는 경우 UE가 MUST CSI를 우선적으로 보고하는 것이 셀 전송 용량을 증가시키는 데 유리하다.
- [185] 또는 기존 보고 타입에 정의된 기존 CSI 뿐 아니라 추가적으로 MUST CSI 를

함께 보내도록 재정의된 보고 타입은 기존 CSI로만 구성된 보고 타입 보다 높은 우선 순위를 갖는 것으로 정의할 수 있다. 예를 들어, 기존 RI와 MUST RI 가 함께 보고되는 보고 타입이 정의된 경우, 그 보고 타입은 기존 RI가 보고되는 보고 타입 (즉, 보고 타입 3,5,6) 보다 높은 우선 순위를 갖는다. 또한 기존 PMI/CQI와 MUST
 5 PMI/CQI가 함께 보고되는 보고 타입이 정의된 경우, 그 보고 타입은 기존 PMI/CQI가 보고되는 보고 타입 (즉, 보고 타입 1, 보고 타입 1a, 보고 타입 2, 보고 타입 2a, 보고 타입 2b, 보고 타입 2c, 또는 보고 타입 4) 보다 높은 우선 순위를 갖는다.

[186] 추가적으로 상기 우선 순위 제안에서 기존 CSI이든 MUST CSI이든 무관하게
 10 RI를 포함하는 보고 타입은 그렇지 않은 보고 타입보다 높은 우선순위를 갖는 것으로 정의할 수 있다.

[187] <제 4 실시예 - MUST CSI를 위한 보고 타입 정의>

[188] 한편, 상술한 MUST CSI를 위하여 새로운 보고 타입이 도입될 필요가 있다. 새로운 보고 타입에는 추가적으로 상기 M 지시자가 함께 전송될 수 있다.
 15 이하에서는 그 예시로서, 보고 타입 A 내지 보고 타입 R을 제안한다.

[189] - 보고 타입 A: WB MUST PMI 와 WB MUST CQI로 구성된 보고 타입.

[190] 보고 타입 A에서 MUST PMI는 UE가 SU MIMO 전송을 가정하고 계산한 2nd 베스트(best) PMI이며, MUST CQI는 이 PMI와 최근 보고된 RI (또는 MUST RI가
 20 따로 존재한다면 최근 보고된 MUST RI)를 기준으로 SU MIMO 전송을 가정하고 계산된 CQI이다.

[191] - 보고 타입 B: WB MUST PMI 와 WB 기존 CQI로 구성된 보고 타입.

[192] 보고 타입 B에서 MUST PMI는 UE가 SU MIMO 전송을 가정하고 계산한 2nd 베스트 PMI이며, 기존 CQI는 최근 보고된 기존 PMI와 기존 RI를 기준으로 SU MIMO 전송을 가정하고 계산된 CQI이다.

25 [193] - 보고 타입 C: WB MUST PMI, WB MUST CQI WB, WB 기존 PMI, WB 기존 CQI 로 구성된 보고 타입.

[194] 보고 타입 C에서 MUST PMI와 MUST CQI는 보고 타입 A와 동일하다. 페이로드 사이즈를 줄이기 위해 MUST PMI는 전체 코드북 내 특정 서브셋(subset) 내에서만

선택 가능하도록 제한 될 수 있으며 MUST CQI는 기존 CQI를 기준으로 인덱스 차이를 의미하는 델타 CQI로 정의될 수 있다.

- [195] 두 개의 코드워드에 대한 기존 CQI가 두 개일 경우 델타 CQI는 코드워드 각각에 대해 정의될 수 있으나, 두 코드워드에 공통 적용되는 하나의 델타 CQI로 정의될 수 있다. 예를 들어 기존 CQI 1, 2의 값이 각각 10, 12일 때 공통 적용되는 델타 CQI 값이 1일 경우 MUST CQI 1과 2는 10+1, 12+1로 정의된다.
- [196] - 보고 타입 D: MUST RI로 구성된 보고 타입.
- [197] 보고 타입 D에서는 추가적으로 CRI, PTI, MUST W1 등이 함께 보고될 수 있다.
- [198] - 보고 타입 E: MUST RI +기존 RI로 구성된 보고 타입.
- 10 [199] 보고 타입 E에서는 추가적으로 CRI, PTI, W1 등이 함께 보고될 수 있다.
- [200] - 보고 타입 F: WB MUST CQI 와 WB 기존 CQI로 구성된 보고 타입.
- [201] - 보고 타입 G: WB MUST CQI 로만 구성된 보고 타입.
- [202] - 보고 타입 H: WB MUST PMI 로만 구성된 보고 타입.
- [203] - 보고 타입 I: WB MUST CQI, WB 기존 PMI 그리고 WB 기존 CQI로 구성된
15 보고 타입.
- [204] - 보고 타입 J: WB MUST PMI, WB 기존 PMI 그리고 WB 기존 CQI로 구성된 보고 타입.
- [205] - 보고 타입 K: WB MUST PMI, WB MUST CQI 그리고 WB 기존 CQI로 구성된 보고 타입.
- 20 [206] - 보고 타입 L: WB MUST PMI, WB MUST CQI 그리고 WB 기존 PMI로 구성된 보고 타입.
- [207] - 보고 타입 M: WB MUST PMI, 그리고 WB 기존 PMI로 구성된 보고 타입.
- [208] - 보고 타입 N: WB MUST CQI 그리고 WB 기존 PMI로 구성된 보고 타입.
- [209] - 보고 타입 O: WB MUST PMI로 구성된 보고 타입.
- 25 [210] - 보고 타입 P: WB MUST CQI로 구성된 보고 타입.
- [211] - 보고 타입 Q: SB MUST CQI로 구성된 보고 타입.
- [212] - 보고 타입 R: SB MUST CQI, SB 기존 CQI, L 비트 사이즈의 선택된 서브밴드를 알려주는 지시자로 구성된 보고 타입.

[213] 상기 MUST CSI가 보고되는 서브프레임에서는 상기 정의된 보고 타입 A 내지 보고 타입 R 중 한가지가 보고될 수 있다. 기존 RI와 별도로 MUST RI가 보고되거나 MUST RI가 특정 값으로 고정되어 정의되는 경우, 예를 들어 MUST RI 값을 1로 고정하는 경우, 상기 MUST PMI, MUST CQI는 최근 보고된 기존 RI가 아닌 최근

5 보고된 MUST RI 또는 고정된 MUST RI 값을 기준으로 계산되어야 한다.

[214] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

[215] 도 14를 참조하면, 통신 장치(1400)는 프로세서(1410), 메모리(1420), RF 모듈(1430), 디스플레이 모듈(1440) 및 사용자 인터페이스 모듈(1450)을 포함한다.

[216] 통신 장치(1400)는 설명의 편의를 위해 도시된 것으로서 일부 모듈은 생략될 수 있다. 또한, 통신 장치(1400)는 필요한 모듈을 더 포함할 수 있다. 또한, 통신 장치(1400)에서 일부 모듈은 보다 세분화된 모듈로 구분될 수 있다. 프로세서(1410)는 도면을 참조하여 예시한 본 발명의 실시 예에 따른 동작을 수행하도록 구성된다. 구체적으로, 프로세서(1410)의 자세한 동작은 도 1 내지 도

10 13에 기재된 내용을 참조할 수 있다.

[217] 메모리(1420)는 프로세서(1410)에 연결되며 오퍼레이팅 시스템, 어플리케이션, 프로그램 코드, 데이터 등을 저장한다. RF 모듈(1430)은 프로세서(1410)에 연결되며 기저대역 신호를 무선 신호를 변환하거나 무선신호를 기저대역 신호로 변환하는 기능을 수행한다. 이를 위해, RF 모듈(1430)은 아날로그 변환, 증폭, 필터링 및 주파수 상향 변환 또는 이들의 역과정을 수행한다.

20 디스플레이 모듈(1440)은 프로세서(1410)에 연결되며 다양한 정보를 디스플레이한다. 디스플레이 모듈(1440)은 이로 제한되는 것은 아니지만 LCD(Liquid Crystal Display), LED(Light Emitting Diode), OLED(Organic Light Emitting Diode)와 같은 잘 알려진 요소를 사용할 수 있다. 사용자 인터페이스 모듈(1450)은 프로세서(1410)와 연결되며 키패드, 터치 스크린 등과 같은 잘

25 알려진 사용자 인터페이스의 조합으로 구성될 수 있다.

[218] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나

특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

[219] 본 문서에서 기지국에 의해 수행된다고 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 그 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수 있다. 즉, 기지국을 포함하는 복수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. 기지국은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다.

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

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

[222] 본 발명은 본 발명의 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본

발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

【산업상 이용가능성】

[223] 상술한 바와 같은 무선 통신 시스템에서 MUST 전송을 위한 채널 상태 정보
5 보고 방법 및 이를 위한 장치는 3GPP LTE 시스템에 적용되는 예를 중심으로
설명하였으나, 3GPP LTE 시스템 이외에도 다양한 무선 통신 시스템에 적용하는
것이 가능하다.

【청구의 범위】**【청구항 1】**

무선 통신 시스템에서 단말이 기지국으로 CSI (Channel Status Information)를 보고하는 방법에 있어서,

- 5 제 1 CSI를 산출하여 가장 최근에 보고된 CSI와 비교하는 단계;
 상기 산출된 제 1 CSI가 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 동일하지 않은 경우,
 상기 제 1 CSI를 상기 기지국으로 보고하는 단계; 및
 상기 산출된 제 1 CSI가 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 동일한 경우, 제 2
 CSI를 상기 기지국으로 보고하는 단계를 포함하고,
 10 상기 제 2 CSI는 상기 단말에 미치는 간섭이 제거되었다는 가정하에 산출된
 CSI인 것을 특징으로 하는,
 CSI 보고 방법.

【청구항 2】

- 제 1 항에 있어서,
 15 상기 비교하는 단계는,
 상기 기지국으로부터 수신된 참조 신호의 세기가 임계치 이상인 경우, 상기
 산출된 제 1 CSI를 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 비교하는 단계를 포함하는 것을
 특징으로 하는,
 CSI 보고 방법.

【청구항 3】

- 제 1 항에 있어서,
 상기 제 2 CSI는,
 상기 제 1 CSI와 구별하기 위한 소정의 지시자를 포함하는 것을 특징으로
 하는,
 25 CSI 보고 방법.

【청구항 4】

- 제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 CSI는 PMI (Precoding Matrix Index)와 CQI (Channel Quality

Indicator)를 포함하고,

상기 비교하는 단계는,

상기 제 1 CSI에 포함된 PMI 및 CQI 중 적어도 하나가 상기 가장 최근에 보고된 CSI에 포함된 PMI 및 CQI와 동일한지 여부를 판단하는 단계를 포함하는
5 것을 특징으로 하는,

CSI 보고 방법.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서,

상기 가장 최근에 보고된 CSI의 랭크 지시자가 1인 경우, 상기 제 2 CSI는
10 상기 PMI 및 상기 CQI를 포함하는 것을 특징으로 하는,

CSI 보고 방법.

【청구항 6】

제 4 항에 있어서,

상기 가장 최근에 보고된 CSI의 랭크 지시자가 2인 경우, 상기 제 2 CSI는
15 상기 CQI만을 포함하는 것을 특징으로 하는,

CSI 보고 방법.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서,

상기 산출된 제 1 CSI가 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 동일한 경우, 상기
20 제 1 CSI와 상기 제 2 CSI를 상기 기지국으로 보고하는 단계를 포함하는 것을
특징으로 하는,

CSI 보고 방법.

【청구항 8】

무선 통신 시스템에서의 단말로서,

25 무선 통신 모듈; 및

제 1 CSI를 산출하여 가장 최근에 보고된 CSI와 비교하여, 상기 산출된 제 1
CSI가 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 동일하지 않은 경우 상기 제 1 CSI를 상기
기지국으로 보고하고, 상기 산출된 제 1 CSI가 상기 가장 최근에 보고된 CSI와

동일한 경우 제 2 CSI를 상기 기지국으로 보고하는 프로세서를 포함하고,
 상기 제 2 CSI는 상기 단말에 미치는 간섭이 제거되었다는 가정하에 산출된
 CSI인 것을 특징으로 하는,
 단말.

5 **【청구항 9】**

제 8 항에 있어서,
 상기 프로세서는,
 상기 기지국으로부터 수신된 참조 신호의 세기가 임계치 이상인 경우, 상기
 산출된 제 1 CSI를 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 비교하는 것을 특징으로 하는,
 10 단말.

【청구항 10】

제 8 항에 있어서,
 상기 제 2 CSI는,
 상기 제 1 CSI와 구별하기 위한 소정의 지시자를 포함하는 것을 특징으로
 15 하는,
 단말.

【청구항 11】

제 8 항에 있어서,
 상기 제 1 CSI는 PMI (Precoding Matrix Index)와 CQI (Channel Quality
 20 Indicator)를 포함하고,
 상기 프로세서는,
 상기 제 1 CSI에 포함된 PMI 및 CQI 중 적어도 하나가 상기 가장 최근에
 보고된 CSI에 포함된 PMI 및 CQI와 동일한지 여부를 판단하는 것을 특징으로 하는,
 단말.

25 **【청구항 12】**

제 11 항에 있어서,
 상기 가장 최근에 보고된 CSI의 랭크 지시자가 1인 경우, 상기 제 2 CSI는
 상기 PMI 및 상기 CQI를 포함하는 것을 특징으로 하는,

단말.

【청구항 13】

제 11 항에 있어서,

상기 가장 최근에 보고된 CSI의 랭크 지시자가 2인 경우, 상기 제 2 CSI는

5 상기 CQI만을 포함하는 것을 특징으로 하는,

단말.

【청구항 14】

제 8 항에 있어서,

상기 프로세서는,

10 상기 산출된 제 1 CSI가 상기 가장 최근에 보고된 CSI와 동일한 경우, 상기

제 1 CSI와 상기 제 2 CSI를 상기 기지국으로 보고하는 것을 특징으로 하는;

단말.

FIG. 1

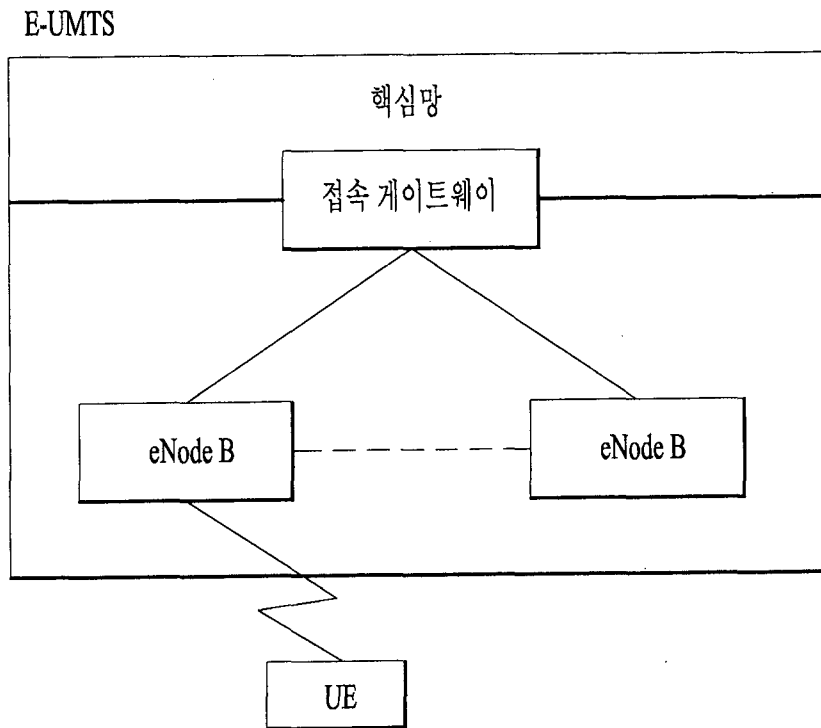
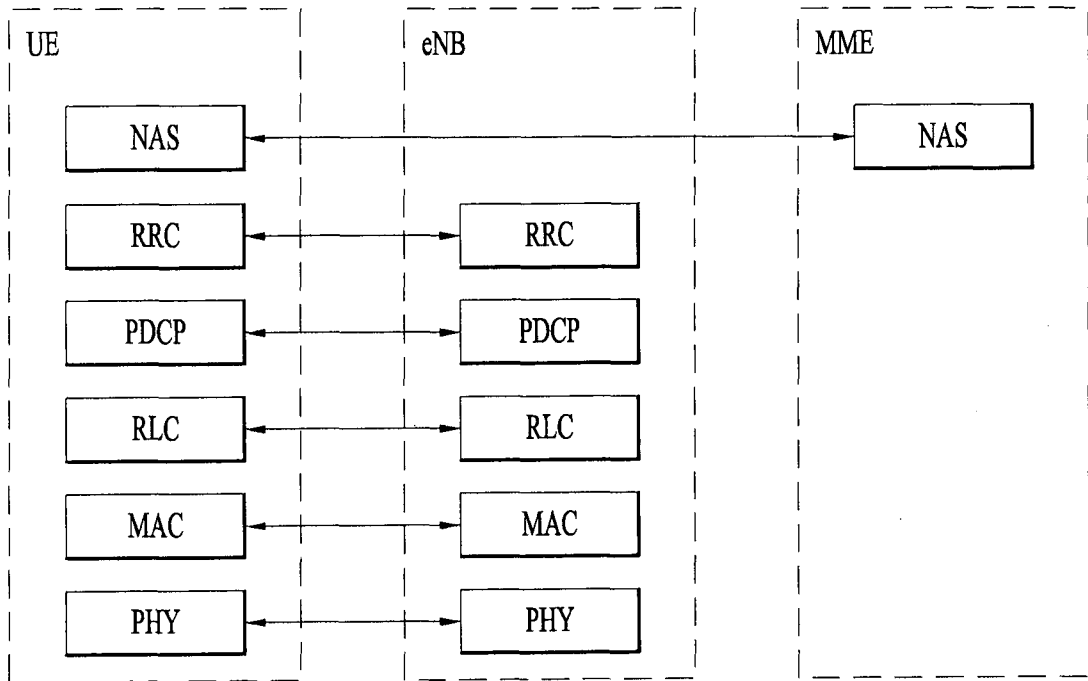
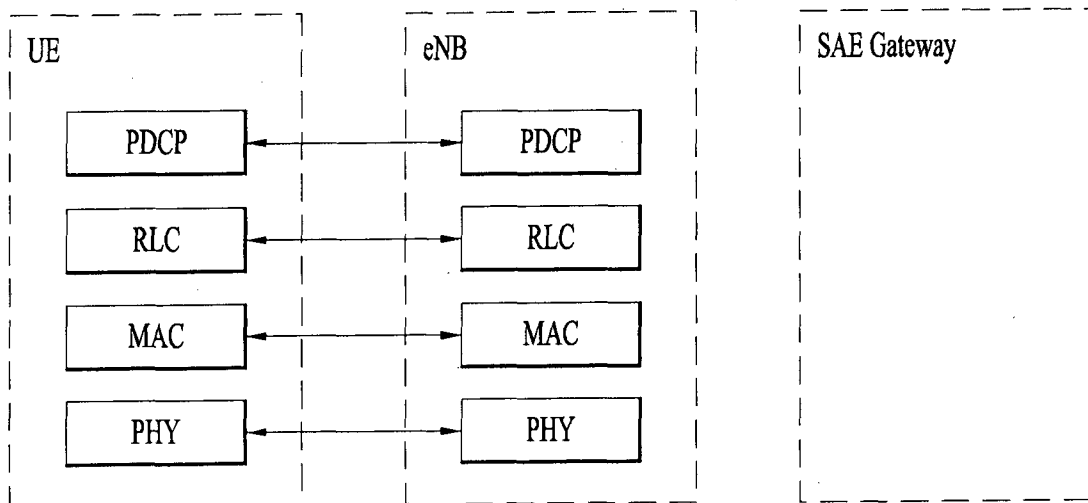


FIG. 2



(a) Control-Plane Protocol Stack



(b) User-Plane Protocol Stack

FIG. 3

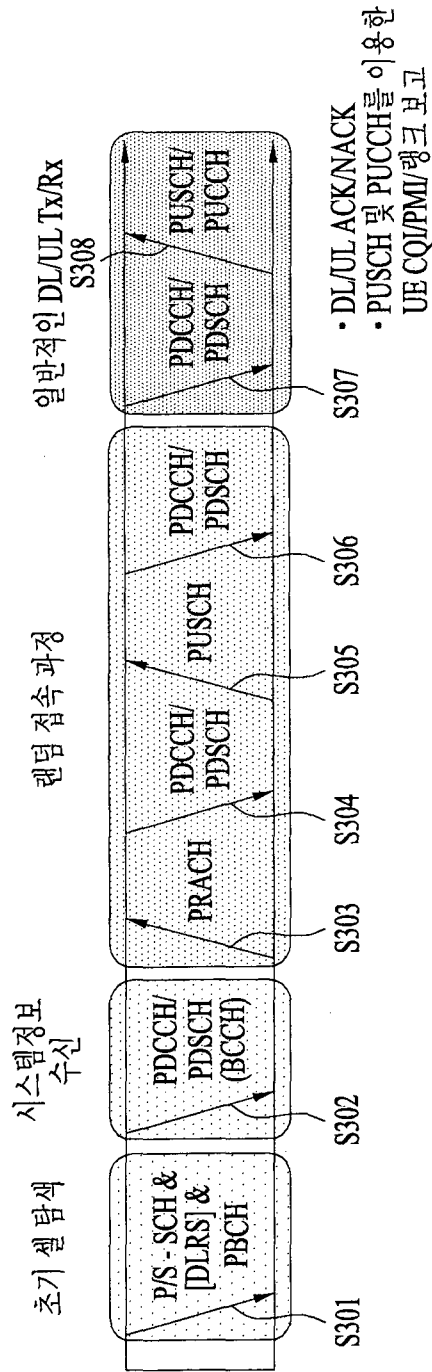


FIG. 4

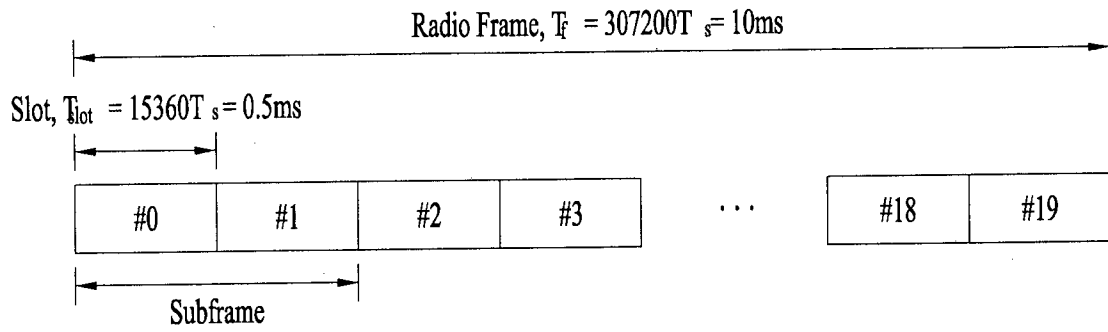


FIG. 5

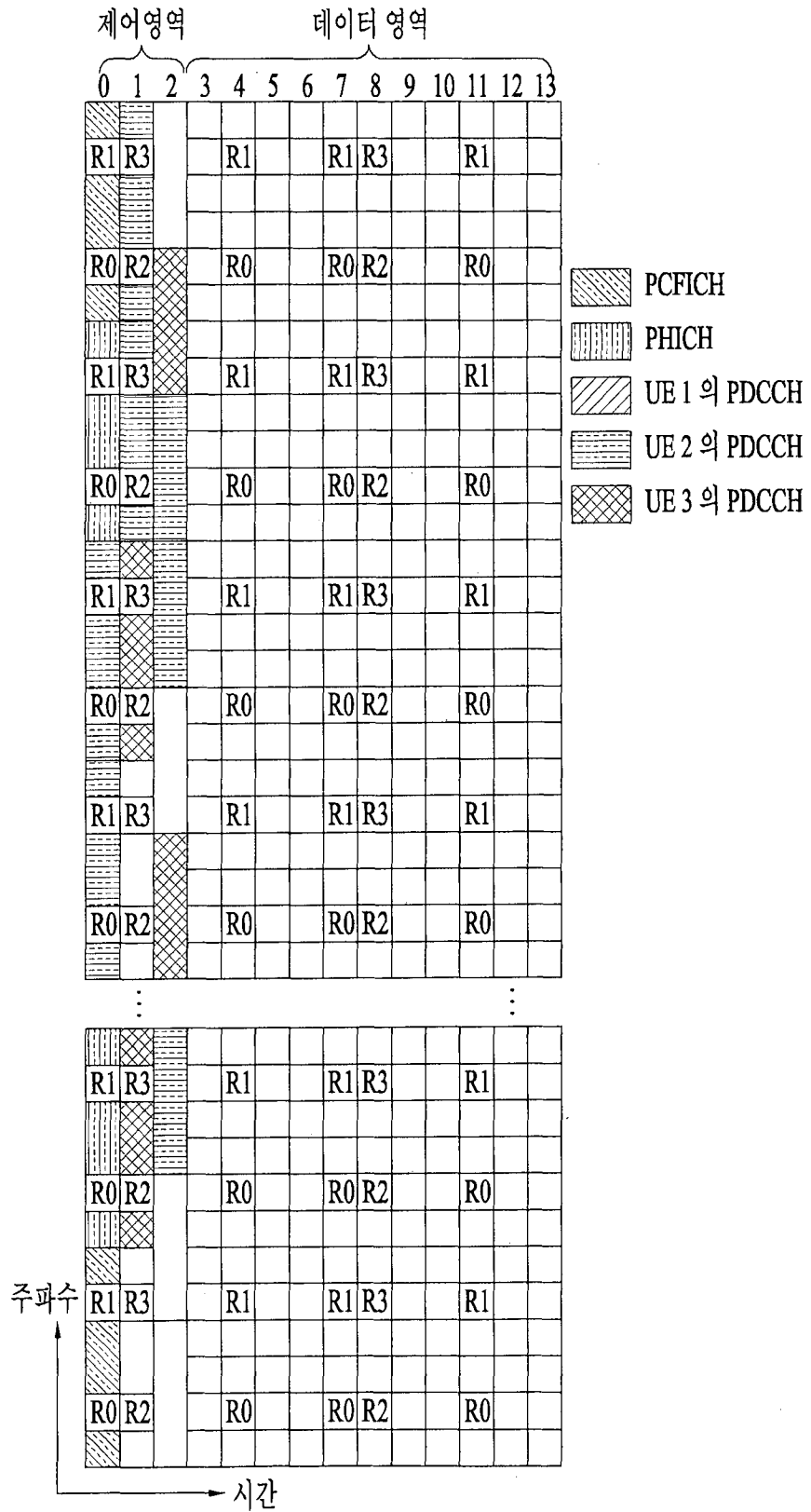


FIG. 7

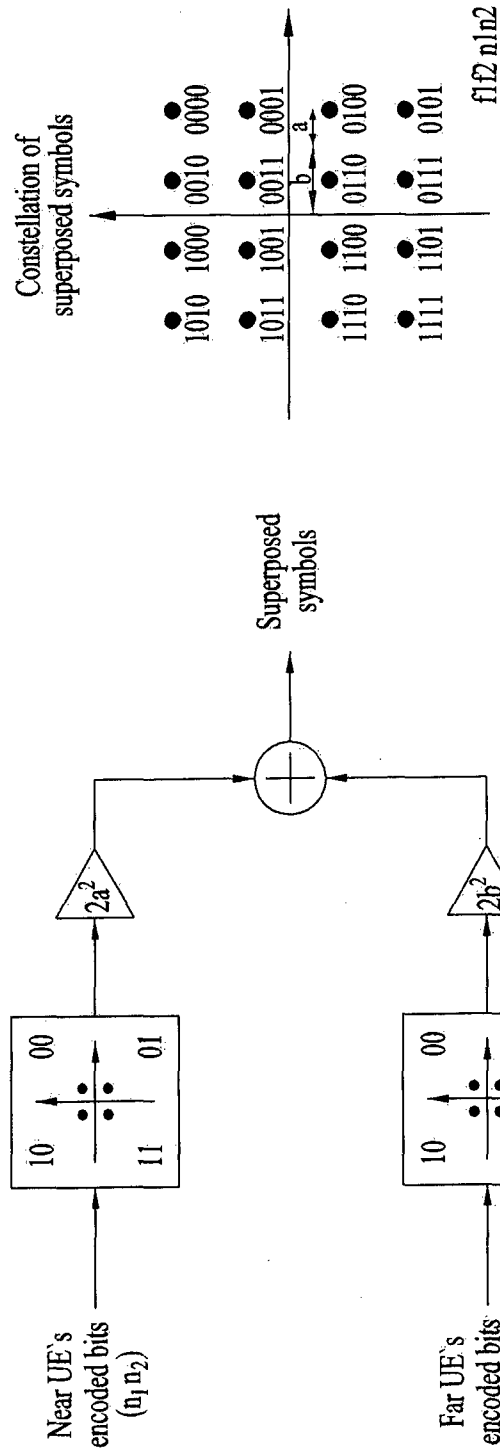


FIG. 8

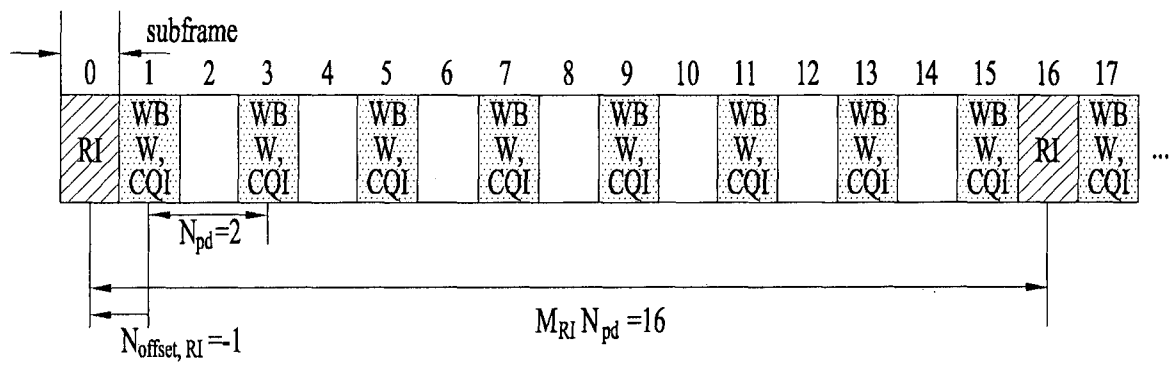


FIG. 9

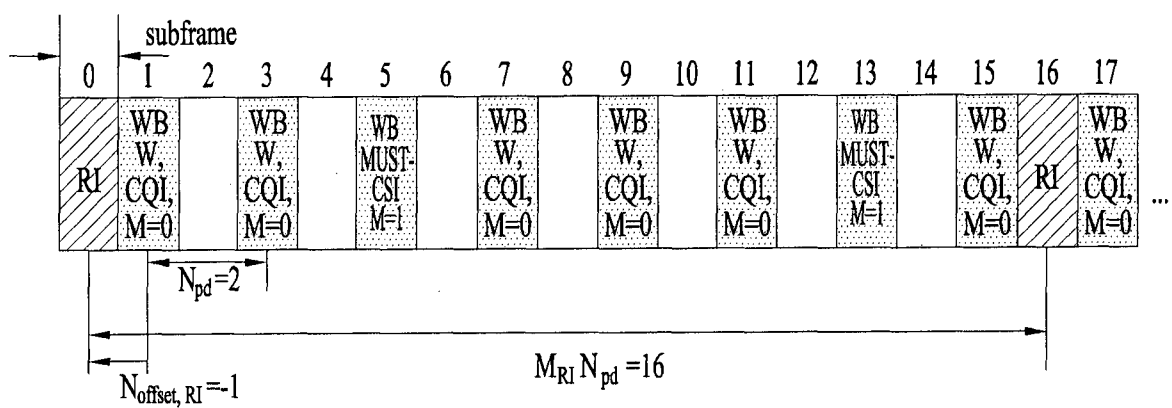


FIG. 10

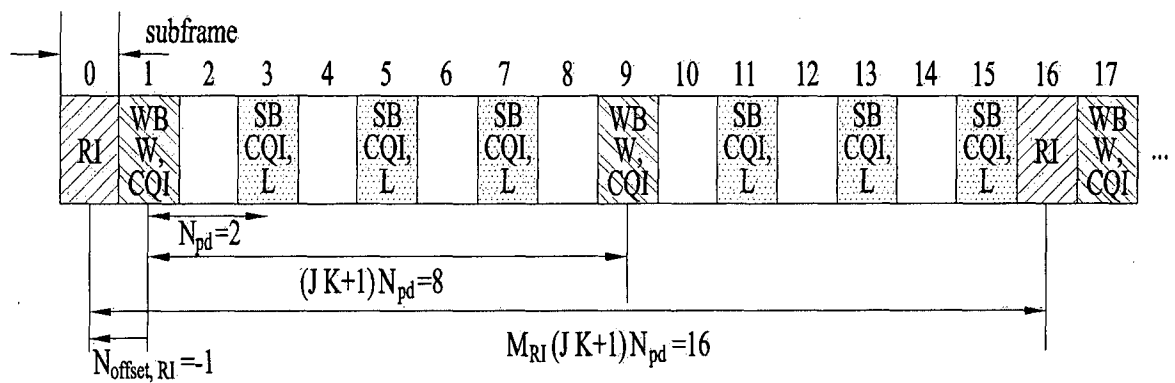


FIG. 11

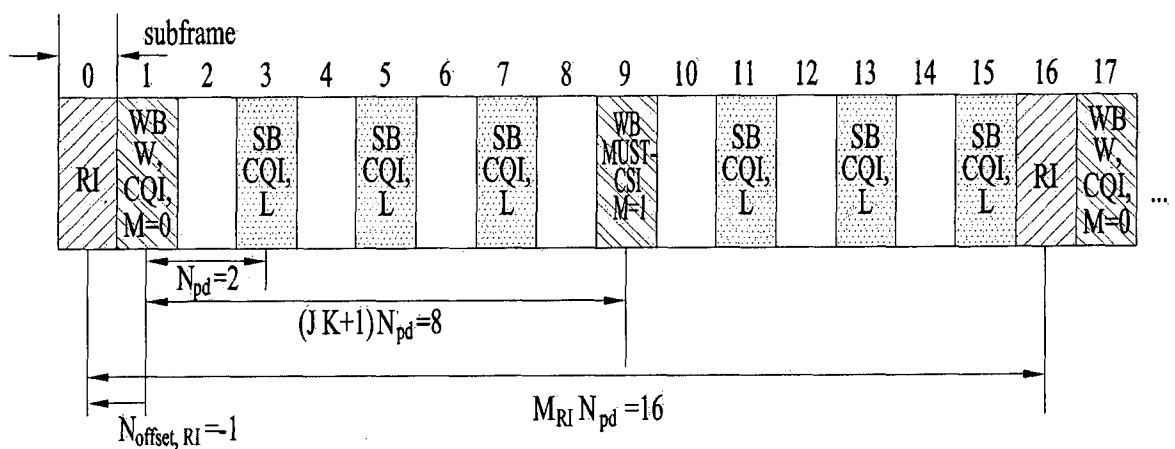


FIG. 12

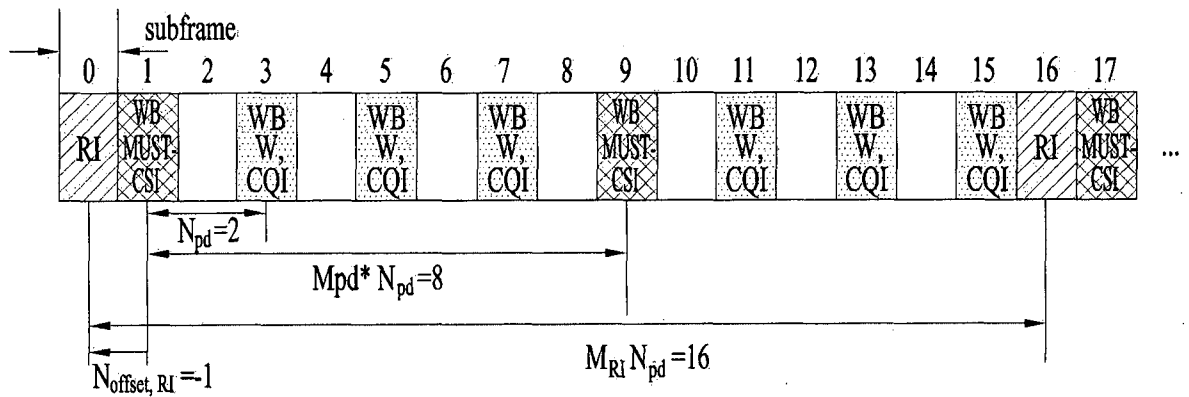


FIG. 13

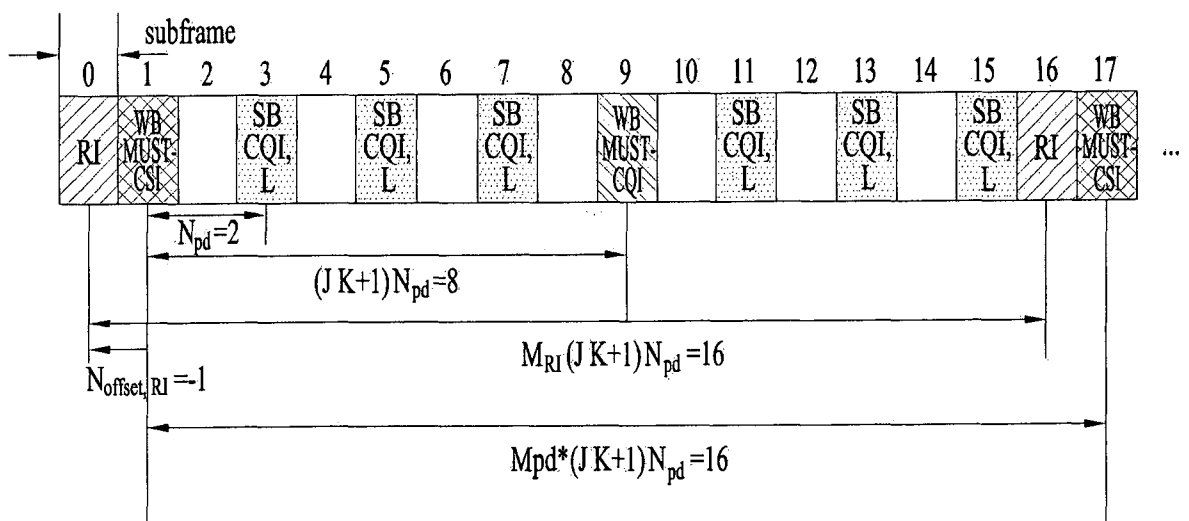
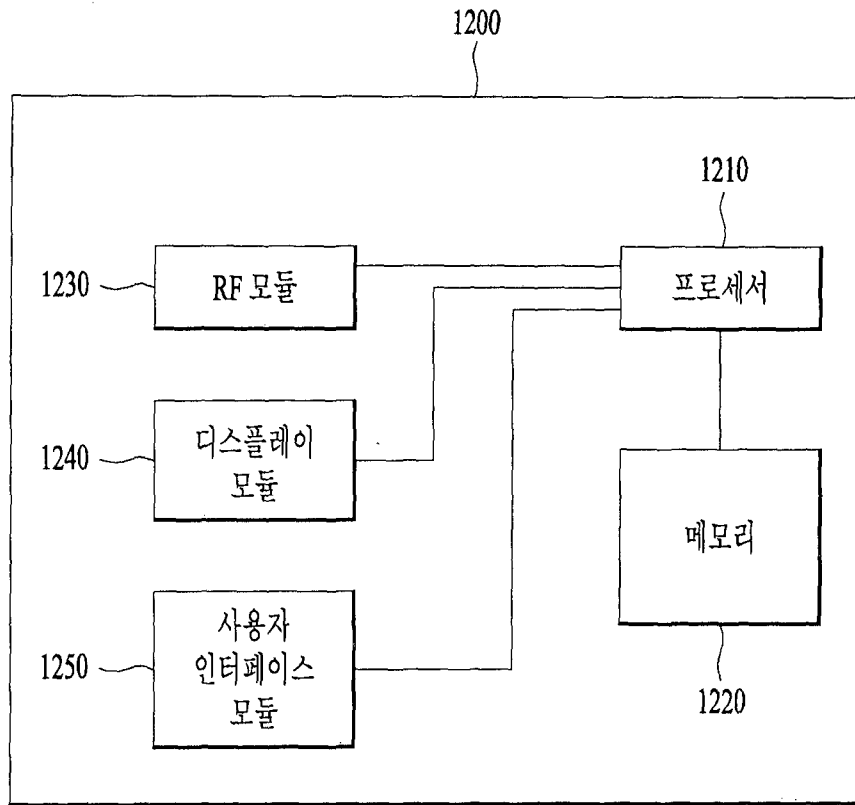


FIG. 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/000147

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 7/06(2006.01)i, H04B 7/04(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B 7/06; H04B 7/26; H04L 27/28; H04W 24/10; H04B 15/00; H04L 12/28; H04W 40/00; H04B 7/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as aboveElectronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: recently reported CSI(Channel Status Information), first-second CSI, identity state, interference cancellation, PMI(Precoding Matrix Index), CQI(Channel Quality Indicator), RI(Rank Indicator)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2011-0235533 A1 (BREIT, Gregory A. et al.) 29 September 2011 See paragraphs [0007], [0069]-[0077], [0096]-[0108]; claims 8, 14; and figure 4	1-2,4-6,8-9,11-13
A		3,7,10,14
Y	US 2012-0328035 A1 (YOON, Seok Hyun et al.) 27 December 2012 See paragraphs [0013]-[0015], [0056]; claims 1, 4; and figure 2.	1-2,4-6,8-9,11-13
Y	US 2009-0207784 A1 (LEE, Moon Il et al.) 20 August 2009 See paragraph [0037]; claim 1; and figure 1.	5-6,12-13
A	WO 2008-137320 A1 (FREESCALE SEMICONDUCTOR INC.) 13 November 2008 See paragraphs [033]-[035]; and figure 5.	1-14
A	INTEL CORP., "CSI Enhancement to Support Multi-user Superposition Transmission", RI-156534, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #83, Anaheim, USA, 07 November 2015 See pages 1-2.	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

20 APRIL 2017 (20.04.2017)

Date of mailing of the international search report

20 APRIL 2017 (20.04.2017)

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/KR2017/000147

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2011-0235533 A1	29/09/2011	CN 102549992 A	04/07/2012
		CN 102549992 B	30/03/2016
		EP 2478679 A2	25/07/2012
		JP 05797819 B2	21/10/2015
		JP 05976630 B2	23/08/2016
		JP 2013-505645 A	14/02/2013
		JP 2014-096822 A	22/05/2014
		JP 2015-008473 A	15/01/2015
		KR 10-1414135 B1	01/07/2014
		KR 10-2012-0090069 A	16/08/2012
		US 2011-0222472 A1	15/09/2011
		US 2011-0222473 A1	15/09/2011
		US 8594051 B2	26/11/2013
		US 9112741 B2	18/08/2015
		WO 2011-035201 A2	24/03/2011
		WO 2011-035201 A3	25/08/2011
		WO 2011-035204 A2	24/03/2011
		WO 2011-035204 A3	28/07/2011
		WO 2011-035207 A2	24/03/2011
		WO 2011-035207 A3	11/08/2011
		US 2012-0328035 A1	27/12/2012
EP 2555443 A2	06/02/2013		
EP 2555443 A4	14/05/2014		
KR 10-1060857 B1	31/08/2011		
US 8811519 B2	19/08/2014		
WO 2011-122783 A2	06/10/2011		
WO 2011-122783 A3	26/01/2012		
US 2009-0207784 A1	20/08/2009	KR 10-1295384 B1	08/08/2013
		US 8045508 B2	25/10/2011
WO 2008-137320 A1	13/11/2008	US 2008-0268785 A1	30/10/2008

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
H04B 7/06(2006.01)i, H04B 7/04(2006.01)i

B. 조사된 분야
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H04B 7/06; H04B 7/26; H04L 27/28; H04W 24/10; H04B 15/00; H04L 12/28; H04W 40/00; H04B 7/04

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 최근에 보고된 CSI(Channel Status Information), 제1-제2 CSI, 동일 여부, 간섭 제거, PMI(Precoding Matrix Index), CQI(Channel Quality Indicator), RI(Rank Indicator)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y A	US 2011-0235533 A1 (GREGORY A. BREIT 등) 2011.09.29 단락 [0007], [0069]-[0077], [0096]-[0108]; 청구항 8, 14; 및 도면 4 참조	1-2,4-6,8-9,11-13 3,7,10,14
Y	US 2012-0328035 A1 (SEOK HYUN YOON 등) 2012.12.27 단락 [0013]-[0015], [0056]; 청구항 1, 4; 및 도면 2 참조.	1-2,4-6,8-9,11-13
Y	US 2009-0207784 A1 (MOON IL LEE 등) 2009.08.20 단락 [0037]; 청구항 1; 및 도면 1 참조.	5-6,12-13
A	WO 2008-137320 A1 (FREESCALE SEMICONDUCTOR INC.) 2008.11.13 단락 [033]-[035]; 및 도면 5 참조.	1-14
A	INTEL CORP., `CSI enhancement to support multi-user superposition transmissi on`, R1-156534, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #83, Anaheim, USA, 2015.11.07 페이지 1-2 참조.	1-14

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

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:
 “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
 “X” 특별한 관련이 있는 문헌, 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신 규정 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
 “Y” 특별한 관련이 있는 문헌, 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
 “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일 2017년 04월 20일 (20.04.2017)	국제조사보고서 발송일 2017년 04월 20일 (20.04.2017)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 강희국 전화번호 +82-42-481-8264
---	------------------------------------

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2011-0235533 A1	2011/09/29	CN 102549992 A	2012/07/04
		CN 102549992 B	2016/03/30
		EP 2478679 A2	2012/07/25
		JP 05797819 B2	2015/10/21
		JP 05976630 B2	2016/08/23
		JP 2013-505645 A	2013/02/14
		JP 2014-096822 A	2014/05/22
		JP 2015-008473 A	2015/01/15
		KR 10-1414135 B1	2014/07/01
		KR 10-2012-0090069 A	2012/08/16
		US 2011-0222472 A1	2011/09/15
		US 2011-0222473 A1	2011/09/15
		US 8594051 B2	2013/11/26
		US 9112741 B2	2015/08/18
		WO 2011-035201 A2	2011/03/24
		WO 2011-035201 A3	2011/08/25
		WO 2011-035204 A2	2011/03/24
		WO 2011-035204 A3	2011/07/28
		WO 2011-035207 A2	2011/03/24
		WO 2011-035207 A3	2011/08/11
US 2012-0328035 A1	2012/12/27	CN 102823152 A	2012/12/12
		EP 2555443 A2	2013/02/06
		EP 2555443 A4	2014/05/14
		KR 10-1060857 B1	2011/08/31
		US 8811519 B2	2014/08/19
		WO 2011-122783 A2	2011/10/06
WO 2011-122783 A3	2012/01/26		
US 2009-0207784 A1	2009/08/20	KR 10-1295384 B1	2013/08/08
		US 8045508 B2	2011/10/25
WO 2008-137320 A1	2008/11/13	US 2008-0268785 A1	2008/10/30