

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012년 6월 28일 (28.06.2012)



(10) 국제공개번호
WO 2012/087046 A2

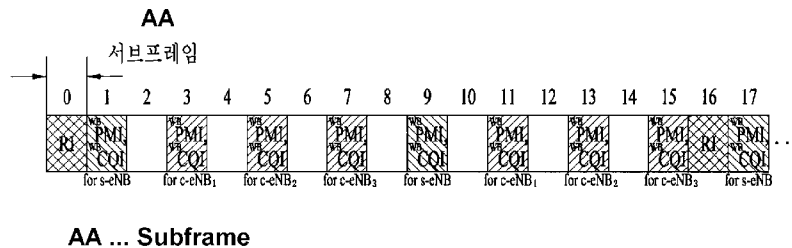
- (51) 국제특허분류: H04J 11/00 (2006.01) H04B 7/04 (2006.01)
H04B 7/26 (2006.01) H04W 24/10 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/009987
- (22) 국제출원일: 2011년 12월 22일 (22.12.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 61/427,101 2010년 12월 23일 (23.12.2010) US
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자: 곁
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 박종현 (PARK, Jonghyun) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 이대원 (LEE, Daewon) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 서한별 (SEO, Hanbyul) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 김기준 (KIM, Kijun) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 김형태
- (54) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 138-861 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR REPORTING CHANNEL STATE INFORMATION IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM AND APPARATUS FOR SAME [TECHNICAL FIELD]

(54) 발명의 명칭 : 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 보고하는 방법 및 이를 위한 장치

[도 14]



AA ... Subframe

(57) Abstract: The present invention relates to a wireless communication system. More particularly, the present invention relates to a method and an apparatus for reporting channel state information, the method and the apparatus comprising the following steps: measuring downlink signals from a plurality of base stations; feeding back a first channel state information on a first base station in subband units, wherein the first channel state information includes identification information for indicating a corresponding subband; and feeding back a second channel state information on a second base station in subband units, wherein the subband which corresponds to the second channel state information is set to be identical to the subband which corresponds to the first channel state information, and wherein the second channel state information does not include identification information for indicating the corresponding subband.

(57) 요약서: 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 채널 상태 정보를 보고하는 방법 및 장치에 있어서, 복수의 기지국으로부터의 하향링크 신호를 측정하는 단계; 제 1 기지국에 대한 제 1 채널 상태 정보를 서브밴드 단위로 피드백 하되, 상기 제 1 채널 상태 정보는 해당 서브밴드를 지시하는 식별 정보를 포함하는 단계; 및 제 2 기지국에 대한 제 2 채널 상태 정보를 서브밴드 단위로 피드백 하되, 상기 제 2 채널 상태 정보에 대응하는 서브밴드는 상기 제 1 채널 상태 정보에 대응하는 서브밴드와 동일하게 설정되고, 상기 제 2 채널 상태 정보에는 해당 서브밴드를 지시하는 식별 정보가 포함되지 않는 단계를 포함하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

WO 2012/087046 A2

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

【명세서】

【발명의 명칭】

무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 보고하는 방법 및 이를 위한 장치

【기술분야】

5 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 보고하는 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다.

【배경기술】

10 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.

15 도 1은 무선 통신 시스템의 일례로서 E-UMTS 망구조를 개략적으로 도시한 도면이다. E-UMTS(Evolved Universal Mobile Telecommunications System) 시스템은 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 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.

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

25 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. 기지국은 다수의 단말에 대한 데이터 송수신을 제어한다. 하향 링크(Downlink, DL) 데이터에

5 대해 기지국은 하향 링크 스케줄링 정보를 전송하여 해당 단말에게 데이터가 전송될 시간/주파수 영역, 부호화, 데이터 크기, HARQ(Hybrid Automatic Repeat and reQuest) 관련 정보 등을 알려준다. 또한, 상향 링크(Uplink, UL) 데이터에 대해 기지국은 상향 링크 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 구성되는 TA(Tracking Area) 단위로 단말의 이동성을 관리한다.

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

15 **【발명의 상세한 설명】**

【기술적 과제】

상술한 바와 같은 논의를 바탕으로 이하에서는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 보고하는 방법 및 이를 위한 장치를 제안하고자 한다.

【기술적 해결방법】

20 본 발명의 일 양상으로, 무선 통신 시스템에서 단말이 채널 상태 정보를 보고하는 방법에 있어서, 복수의 기지국으로부터의 하향링크 신호를 측정하는 단계; 제1 기지국에 대한 제1 채널 상태 정보를 서브밴드 단위로 피드백 하되, 상기 제1 채널 상태 정보는 해당 서브밴드를 지시하는 식별 정보를 포함하는 단계; 및 제2 기지국에 대한 제2 채널 상태 정보를 서브밴드 단위로 피드백 하되, 상기 제2 채널

25 상태 정보에 대응하는 서브밴드는 상기 제1 채널 상태 정보에 대응하는 서브밴드와 동일하게 설정되고, 상기 제2 채널 상태 정보에는 해당 서브밴드를 지시하는 식별 정보가 포함되지 않는 단계를 포함하는 방법이 제공된다.

본 발명의 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 전송하도록 구성된 단말에 있어서, 무선 주파수(Radio Frequency, RF) 모듈; 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 복수의 기지국으로부터의 하향링크 신호를 측정하고, 제1 기지국에 대한 제1 채널 상태 정보를 서브밴드 단위로 피드백 하며, 제2 기지국에 대한 제2 채널 상태 정보를 서브밴드 단위로 피드백 하도록 구성되며, 상기 제1 채널 상태 정보는 해당 서브밴드를 지시하는 식별 정보를 포함하고, 상기 제2 채널 상태 정보에 대응하는 서브밴드는 상기 제1 채널 상태 정보에 대응하는 서브밴드와 동일하게 설정되며, 상기 제2 채널 상태 정보에는 해당 서브밴드를 지시하는 식별 정보가 포함되지 않는 단말이 제공된다.

바람직하게, 상기 제2 채널 상태 정보는 상기 제1 기지국의 하향링크 신호와 상기 제2 기지국의 하향링크 신호 사이의 위상 조절을 위한 위상 보정 정보가 포함된다.

바람직하게, 상기 제1 채널 상태 정보는 non-CoMP(Coordinated Multi Point) 동작을 가정하여 계산되고, 상기 제2 채널 상태 정보는 CoMP 동작을 가정하여 계산된다.

바람직하게, 상기 제1 채널 상태 정보는 상기 제2 채널 상태 정보는 채널 상태 정보의 피드백을 위해 설정된 서브프레임 세트 내에서 복수의 이웃한 서브프레임을 통해 전송된다.

바람직하게, 상기 제1 기지국은 서빙 기지국이고, 상기 제2 기지국은 협력 기지국이다.

【유리한 효과】

본 발명의 실시예에 따르면 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 보다 효과적으로 보고할 수 있다.

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】

도 1은 무선 통신 시스템의 일례로서 E-UMTS 망구조를 개략적으로 예시한다.

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 예시한다.

5 도 3은 3GPP 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 예시한다.

도 4는 LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 예시한다.

도 5는 LTE 시스템에서 사용되는 하향 링크 무선 프레임의 구조를 예시한다.

도 6은 LTE 시스템에서 사용되는 상향 링크 서브프레임의 구조를 예시한다.

10 도 7은 일반적인 다중 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성을 예시한다.

도 8 내지 도 11은 채널 상태 정보의 주기적 보고에 대해 예시한다.

도 12는 LTE-A 시스템에 따른 채널 상태 정보의 주기적 보고를 예시한다.

도 13은 CoMP(Coordinated Multi Point) 전송 시스템을 예시한다.

15 도 14~20은 본 발명의 실시예에 따른 채널 상태 정보 피드백/코드북 구성 방안을 예시한다.

도 21은 본 발명에 적용될 수 있는 기지국 및 단말을 예시한다.

【발명의 실시를 위한 형태】

20 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.

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
25 TDD 방식에도 용이하게 변형되어 적용될 수 있다.

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. 제어평면은 단말(User Equipment, UE)과 네트워크가 호를 관리하기 위해서 이용하는 제어 메시지들이 전송되는 통로를 의미한다. 사용자평면은 애플리케이션 계층에서 생성된 데이터, 예를 들어, 음성 데이터 또는 인터넷 패킷 데이터 등이 전송되는 통로를 의미한다.

5 제1계층인 물리계층은 물리채널(Physical Channel)을 이용하여 상위 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
10 데이터가 이동한다. 송신측과 수신측의 물리계층 사이는 물리채널을 통해 데이터가 이동한다. 상기 물리채널은 시간과 주파수를 무선 자원으로 활용한다. 구체적으로, 물리채널은 하향 링크에서 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식으로 변조되고, 상향 링크에서 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 방식으로 변조된다.

제2계층의 매체접속제어(Medium Access Control, MAC) 계층은
15 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. 제2계층의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 계층은 대역폭이 좁은 무선 인터페이스에서 IPv4나 IPv6와 같은 IP 패킷을 효율적으로 전송하기 위해
20 불필요한 제어정보를 줄여주는 헤더 압축(Header Compression) 기능을 수행한다.

제3계층의 최하부에 위치한 무선 자원제어(Radio Resource Control, RRC) 계층은 제어평면에서만 정의된다. RRC 계층은 무선베어러(Radio Bearer, RB)들의 설정(Configuration), 재설정(Re-configuration) 및 해제(Release)와 관련되어 논리채널, 전송채널 및 물리채널들의 제어를 담당한다. RB는 단말과 네트워크 간의 데이터
25 전달을 위해 제2계층에 의해 제공되는 서비스를 의미한다. 이를 위해, 단말과 네트워크의 RRC 계층은 서로 RRC 메시지를 교환한다. 단말과 네트워크의 RRC 계층 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.

5 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. 서로 다른 셀은 서로 다른 대역폭을 제공하도록 설정될 수 있다.

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. 10 하향 멀티캐스트 또는 방송 서비스의 트래픽 또는 제어 메시지의 경우 하향 SCH를 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, 15 전송채널에 매핑되는 논리채널(Logical Channel)로는 BCCH(Broadcast Control Channel), PCCH(Paging Control Channel), CCCH(Common Control Channel), MCCH(Multicast Control Channel), MTCH(Multicast Traffic Channel) 등이 있다.

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

20 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(Secondary Synchronization Channel, S-SCH)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득할 수 있다. 그 후, 단말은 기지국으로부터 물리 25 방송 채널(Physical Broadcast Channel)를 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, 단말은 초기 셀 탐색 단계에서 하향 링크 참조 신호(Downlink Reference Signal, DL RS)를 수신하여 하향 링크 채널 상태를 확인할 수 있다.

초기 셀 탐색을 마친 단말은 물리 하향 링크 제어 채널(Physical Downlink Control Channel, PDCCH) 및 상기 PDCCH에 실린 정보에 따라 물리 하향 링크 공유 채널(Physical Downlink Control Channel, PDSCH)을 수신함으로써 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다(S302).

- 5 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
10 메시지를 수신할 수 있다(S304 및 S306). 경쟁 기반 RACH의 경우, 추가적으로 충돌 해결 절차(Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.

상술한 바와 같은 절차를 수행한 단말은 이후 일반적인 상/하향 링크 신호 전송 절차로서 PDCCH/PDSCH 수신(S307) 및 물리 상향 링크 공유 채널(Physical Uplink Shared Channel, PUSCH)/물리 상향 링크 제어 채널(Physical Uplink Control
15 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.

한편, 단말이 상향 링크를 통해 기지국에 전송하는 또는 단말이
20 기지국으로부터 수신하는 제어 정보는 하향 링크/상향 링크 ACK/NACK 신호, CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Index), 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.

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

25 도 4를 참조하면, 무선 프레임(radio frame)은 $10\text{ms}(327200 \times T_s)$ 의 길이를 가지며 10개의 균등한 크기의 서브프레임(subframe)으로 구성되어 있다. 각각의 서브프레임은 1ms의 길이를 가지며 2개의 슬롯(slot)으로 구성되어 있다. 각각의

슬롯은 $0.5\text{ms}(15360 \times T_s)$ 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 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.

도 5는 하향 링크 무선 프레임에서 하나의 서브프레임의 제어 영역에 포함되는 제어 채널을 예시하는 도면이다.

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 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.

PCFICH는 물리 제어 포맷 지시자 채널로서 매 서브프레임마다 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 \times 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.

PHICH는 물리 HARQ(Hybrid - Automatic Repeat and request) 지시자 채널로서 상향 링크 전송에 대한 HARQ ACK/NACK을 나르는데 사용된다. 즉, PHICH는 UL HARQ를 위한 DL ACK/NACK 정보가 전송되는 채널을 나타낸다.

5 PHICH는 1개의 REG로 구성되고, 셀 특정(cell-specific)하게 스크램블(scrambling)된다. ACK/NACK은 1 비트로 지시되며, BPSK(Binary phase shift keying)로 변조된다. 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

10 주파수 영역 및/또는 시간 영역에서 다이버시티 이득을 얻기 위해 3번 반복(repetition)된다.

PDCCH는 물리 하향 링크 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)

15 및 DL-SCH(Downlink-shared channel)의 자원할당과 관련된 정보, 상향 링크 스케줄링 그랜트(Uplink Scheduling Grant), HARQ 정보 등을 각 단말 또는 단말 그룹에게 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

20 수신한다.

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 마스킹(masking)되어 있고,

25 "B"라는 무선자원(예, 주파수 위치) 및 "C"라는 DCI 포맷 즉, 전송형식정보(예, 전송 블록 사이즈, 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 PDCCH를 모니터링하고, "A" RNTI를 가지고 있는 하나 이상의 단말이 있다면, 상기 단말들은 PDCCH를 수신하고, 수신한 PDCCH의 정보를 통해 "B"와 "C"에 의해 지시되는 PDSCH를 수신한다.

도 6은 LTE 시스템에서 사용되는 상향 링크 서브프레임의 구조를 도시하는
5 도면이다.

도 6을 참조하면, 상향 링크 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
10 부분이 PUCCH에 할당된다. PUCCH 상에 전송되는 제어정보는 HARQ에 사용되는 ACK/NACK, 하향 링크 채널 상태를 나타내는 CQI(Channel Quality Indicator), MIMO를 위한 RI(Rank Indicator), 상향 링크 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
15 자원블록은 슬롯 경계에서 주파수 호핑(frequency hopping)된다. 특히 도 6은 $m=0$ 인 PUCCH, $m=1$ 인 PUCCH, $m=2$ 인 PUCCH, $m=3$ 인 PUCCH가 서브프레임에 할당되는 것을 예시한다.

이하 MIMO 시스템에 대하여 설명한다. MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)는 복수개의 송신안테나와 복수개의 수신안테나를 사용하는 방법으로서, 이
20 방법에 의해 데이터의 송수신 효율을 향상시킬 수 있다. 즉, 무선 통신 시스템의 송신단 혹은 수신단에서 복수개의 안테나를 사용함으로써 용량을 증대시키고 성능을 향상시킬 수 있다. 이하 본 문헌에서 MIMO를 '다중 안테나'라 지칭할 수 있다.

다중 안테나 기술에서는, 하나의 전체 메시지를 수신하기 위해 단일 안테나
25 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 이동통신에서의 전송량 한계를 극복할 수 있다.

5 일반적인 다중 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도가 도 7에 도시되어 있다. 송신단에는 송신 안테나가 N_T 개 설치되어 있고, 수신단에서는 수신 안테나가 N_R 개가 설치되어 있다. 이렇게 송신단 및 수신단에서 모두 복수개의 안테나를 사용하는 경우에는, 송신단 또는 수신단 중 어느 하나에만 복수개의 안테나를 사용하는 경우보다 이론적인 채널 전송 용량이 증가한다. 채널 전송 용량의 증가는
10 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.

15 【수학적 식 1】

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

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
20 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.

현재까지의 다중안테나 관련 연구 동향을 살펴보면 다양한 채널 환경 및 다중접속 환경에서의 다중안테나 통신 용량 계산 등과 관련된 정보 이론 측면 연구,
25 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.

다중 안테나 시스템에 있어서의 통신 방법을 보다 구체적인 방법으로 설명하기 위해 이를 수학적으로 모델링 하는 경우 다음과 같이 나타낼 수 있다. 도 7에 도시된 바와 같이 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 5 전송 가능한 정보는 N_T 개이므로, 전송 정보를 하기의 수학식 2와 같은 벡터로 나타낼 수 있다.

【수학식 2】

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

한편, 각각의 전송 정보 s_1, s_2, \dots, s_{N_T} 에 있어 전송 전력을 다르게 할 수 10 있으며, 이때 각각의 전송 전력을 P_1, P_2, \dots, P_{N_T} 라 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보를 벡터로 나타내면 하기의 수학식 3과 같다.

【수학식 3】

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

또한, $\hat{\mathbf{s}}$ 를 전송 전력의 대각행렬 P 를 이용하여 나타내면 하기의 수학식 15 4와 같다.

【수학식 4】

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

한편, 전송전력이 조정된 정보 벡터 $\hat{\mathbf{s}}$ 에 가중치 행렬 \mathbf{W} 가 적용되어 실제 전송되는 N_T 개의 송신신호(transmitted signal) x_1, x_2, \dots, x_{N_T} 가 구성되는 경우를

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

x_1, x_2, \dots, 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

5 행렬(Weight Matrix) 또는 프리코딩 행렬(Precoding Matrix)이라고 불린다.

【수학적 식 5】

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

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 \mathbf{H} 의 랭크(rank(\mathbf{H}))는 수학적 식 6과 같이 제한된다.

【수학적 식 6】

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

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 당연히 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수인 채널의 랭크 보다는 클 수 없게 된다. 따라서, 채널 행렬이 \mathbf{H} 는 아래 수학적 식 7과 같이 나타낼 수 있다.

【수학식 7】

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

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

5 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 멀티플렉싱 방식으로 볼 수 있다. 물론 그 중간인 공간 다이버시티와 공간
10 멀티플렉싱의 혼합(Hybrid)된 형태도 가능하다.

이하, 채널 상태 정보(channel state information, CSI) 보고에 관하여 설명한다. 현재 LTE 표준에서는 채널 상태 정보 없이 운용되는 개루프(open-loop) MIMO 와 채널 상태 정보에 기반하여 운용되는 폐루프(closed-loop) MIMO 두 가지 송신 방식이 존재한다. 특히, 폐루프 MIMO 에서는 MIMO 안테나의 다중화
15 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.

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

25 두 번째로, PMI 는 채널의 공간 특성을 반영한 값으로 SINR 등의 메트릭(metric)을 기준으로 단말이 선호하는 기지국의 프리코딩 행렬 인덱스를

나타낸다. 마지막으로, CQI 는 채널의 세기를 나타내는 값으로 통상 기지국이 PMI 를 이용했을 때 얻을 수 있는 수신 SINR 을 의미한다.

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

5 CQI, PMI, RI가 모두 전송되거나 그 중 일부만 전송되기도 한다. 채널 상태 정보가 주기적으로 전송되는 경우를 주기적 보고(periodic reporting)라고 하며, 채널 상태 정보가 기지국의 요청에 의해서 전송되는 경우를 비주기적 보고(aperiodic reporting)라고 한다. 비주기적 보고의 경우, 기지국이 내려주는 상향링크 스케줄링

10 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 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. 각 단말은 전송 모드를 고려한 채널 상태 정보를 정해진

15 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 주기, 오프셋 등을 포함하며, RRC 메시지를 통해 각 단말에게 전송될

20 수 있다.

도 8 내지 도 11은 LTE에서 채널 상태 정보의 주기적 보고에 대해 예시한다.

도 8을 참조하면, LTE 시스템에는 4가지 CQI 보고 모드가 존재한다. 구체적으로, CQI 보고 모드는 CQI 피드백 타입에 따라 광대역(WideBand, WB) CQI와 서브밴드(SubBand, SB) CQI로 나뉘지고, PMI 전송 여부에 따라 PMI 부재(No PMI)와

25 단일(single) PMI로 나뉜다. 각 단말은 CQI를 주기적으로 보고하기 위해 주기와 오프셋의 조합으로 이뤄진 정보를 RRC 시그널링을 통해 전송받는다.

도 9는 단말이 {주기 '5', 오프셋 '1'}을 나타내는 정보를 시그널링 받은 경우에

채널 상태 정보를 전송하는 예를 나타낸다. 도 9를 참조하면, 주기가 '5'이고 오프셋 '1'을 나타내는 정보를 받은 경우에 단말은 0번째 서브프레임으로부터 서브프레임 인덱스의 증가 방향으로 한 서브프레임의 오프셋을 두고 5개의 서브프레임 단위로 채널 상태 정보를 전송한다. 채널 상태 정보는 기본적으로 PUCCH를 통해
 5 전송되지만, 동일한 시점에 데이터 전송을 위한 PUSCH가 존재하면 채널 상태 정보는 PUSCH를 통해 데이터와 함께 전송한다. 서브프레임 인덱스는 시스템 프레임 번호(n_f)와 슬롯 인덱스(n_s , 0~19)의 조합으로 이뤄진다. 서브프레임은 2개의 슬롯으로 이뤄지므로 서브프레임 인덱스는 $10*n_f + \text{floor}(n_s/2)$ 로 정의될 수 있다. $\text{floor}()$ 는 내림 함수를 나타낸다.

10 WB CQI만을 전송하는 타입과 WB CQI와 SB CQI를 모두 전송하는 타입이 존재한다. WB CQI만을 전송하는 타입은 매 CQI 전송 주기에 해당하는 서브프레임에서 전체 대역에 대한 CQI 정보를 전송한다. 한편, 도 8에서와 같이 PMI 피드백 타입에 따라 PMI도 전송해야 하는 경우에는 PMI 정보를 CQI 정보와 함께 전송한다. WB CQI와 SB CQI 모두를 전송하는 타입의 경우, WB CQI와 SB CQI는
 15 번갈아 전송된다.

도 10은 시스템 대역이 16개의 RB로 구성된 시스템을 예시한다. 이 경우, 시스템 대역은 두 개의 BP(Bandwidth Part)로 구성되고(BP0, BP1), 각각의 BP는 두 개의 SB(subband)로 구성되며(SB0, SB1), 각각의 SB는 4개의 RB로 구성된다고 가정한다. 상기 가정은 설명을 위한 예시로서, 시스템 대역의 크기에 따라 BP의
 20 개수 및 각 SB의 크기가 달라질 수 있다. 또한, RB의 개수, BP의 개수 및 SB의 크기에 따라 각각의 BP를 구성하는 SB의 개수가 달라질 수 있다.

WB CQI와 SB CQI 모두를 전송하는 타입의 경우, 첫 번째 CQI 전송 서브프레임에서 WB CQI를 전송하고, 다음 CQI 전송 서브프레임에서는 BP0에 속한 SB0과 SB1 중에서 채널 상태가 좋은 SB에 대한 CQI와 해당 SB의 인덱스를
 25 전송한다. 그 후, 다음 CQI 전송 서브프레임에서는 BP1에 속한 SB0과 SB1 중에서 채널 상태가 좋은 SB에 대한 CQI와 해당 SB의 인덱스를 전송하게 된다. 이와 같이, WB CQI를 전송한 후, 각 BP에 대한 CQI 정보를 순차적으로 전송하게 된다. 두 WB

CQI 사이에 각 BP에 대한 CQI 정보를 순차적으로 1~4번까지 전송할 수 있다. 예를 들어, 두 WB CQI 사이에 각 BP에 대한 CQI 정보가 1번 순차적으로 전송될 경우, WB CQI \Rightarrow BP0 CQI \Rightarrow BP1 CQI \Rightarrow WB CQI 순으로 전송될 수 있다. 또한, 두 WB CQI 사이에 각 BP에 대한 CQI 정보가 4번 순차적으로 전송될 경우, WB CQI \Rightarrow BP0 CQI \Rightarrow BP1 CQI \Rightarrow BP0 CQI \Rightarrow BP1 CQI \Rightarrow BP0 CQI \Rightarrow BP1 CQI \Rightarrow BP0 CQI \Rightarrow BP1 CQI 순으로 전송될 수 있다. 각 BP CQI가 몇 번 순차적으로 전송될 것인지에 관한 정보는 상위 계층(예, RRC 계층)에서 시그널링된다.

도 11(a)는 단말이 {주기 '5', 오프셋 '1'}을 나타내는 정보를 시그널링 받은 경우에 WB CQI와 SB CQI를 모두 전송하는 예를 나타낸다. 도 11(a)를 참조하면, CQI는 종류에 상관없이 시그널링된 주기와 오프셋에 해당되는 서브프레임에서만 전송될 수 있다. 도 11(b)는 도 11(a)의 경우에서 RI가 추가로 전송되는 경우를 나타낸다. RI는 WB CQI 전송 주기의 몇 배수로 전송되는지와 그 전송 주기에서의 오프셋의 조합으로 상위 계층(예, RRC 계층)으로부터 시그널링될 수 있다. RI의 오프셋은 CQI의 오프셋에 대한 상대적인 값으로 시그널링된다. 예를 들어, CQI의 오프셋이 '1'이고 RI의 오프셋이 '0'이라면, RI는 CQI와 동일한 오프셋을 가지게 된다. RI의 오프셋은 0과 음수인 값으로 정의된다. 구체적으로, 도 11(b)는 도 11(a)와 동일한 환경에서 RI의 전송 주기가 WB CQI 전송 주기의 1배이며, RI의 오프셋이 '-1'인 경우를 가정한다. RI의 전송 주기는 WB CQI 전송 주기의 1배이므로 채널 상태 정보의 전송 주기는 사실상 동일하다. RI는 오프셋이 '-1'이므로, RI는 도 11(a)에서의 CQI의 오프셋 '1'에 대한 '-1'(즉, 0번 서브프레임)을 기준으로 전송된다. RI의 오프셋이 '0'이면 WB CQI와 RI의 전송 서브프레임이 겹치게 되며, 이 경우 WB CQI를 드랍(dropping)하고 RI를 전송하게 된다.

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-MIMO 에서는 안테나 도메인에서 다중화되는 단말들 간의 간섭이 존재하기 때문에, CSI 의 정확성 여부는 CSI 를 보고한 단말뿐만 아니라,

다중화되는 다른 단말의 간섭에도 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서, MU-MIMO에서는 SU-MIMO에 비하여 보다 정확한 CSI 보고가 요구된다.

이에, LTE-A 표준에서는 최종 PMI를 롱텀(long term) 및/또는 광대역(wideband) PMI인 W1와 숏텀(short term) 및/또는 서브밴드(sub-band) PMI인 W2들로 나누어 설계하는 것으로 결정되었다.

상기 W1 및 W2 정보로부터 하나의 최종 PMI를 구성하는 계층적 코드북 변환(hierarchical codebook transformation) 방식의 예시로 아래 수학적 식 8과 같이 채널의 롱텀 공분산 행렬(long-term covariance matrix)을 이용할 수 있다.

【수학적 식 8】

$$W = norm(W1W2)$$

수학적 식 8에서 W2는 숏텀 PMI로서, 숏텀 채널 상태 정보를 반영하기 위해 구성된 코드북의 코드워드이고, W는 최종 코드북의 코드워드(다른 말로, 프리코딩 행렬)이며, $norm(A)$ 은 행렬 A의 각 열의 노름(norm)이 1로 정규화(normalization)된 행렬을 의미한다.

기존 W1과 W2의 구체적인 구조는 다음 수학적 식 9와 같다.

【수학적 식 9】

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

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

여기서, Nt는 송신 안테나의 개수를 나타내고, M은 행렬 X_i 의 열의 개수로서 행렬 X_i 에는 총 M개의 후보 열벡터가 있음을 나타낸다. $\mathbf{e}_M^k, \mathbf{e}_M^l, \mathbf{e}_M^m$ 는 M개의 원소 중 각각 k번째, l번째, m번째 원소만 1이고 나머지는 0인 열벡터로서 X_i 의 k번째, l번째, m번째 열벡터를 나타낸다. α_j, β_j , 및 γ_j 는 모두 단위 노름(unit norm)을 갖는 복소 값으로서, 각각 행렬 X_i 의 k번째, l번째, m번째 열벡터를 골라낼 때 이 열벡터에 위상 회전(phase rotation)을 적용함을 나타낸다. i는 0 이상의 정수로서 W1을 지시하는 PMI 인덱스를 나타낸다. j는 0 이상의 정수로서 W2를 지시하는 PMI 인덱스를

나타낸다.

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

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.

15 【수학식 10】

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

위 수학식 10에서 코드워드는 N_T (송신안테나의개수) $\times 1$ 의 벡터로 표현되고, 상위 벡터 $\mathbf{X}_i(k)$ 와 하위 벡터 $\alpha_j \mathbf{X}_i(k)$ 로 구조화 되어있으며, 각각은 수평 안테나 그룹과 수직 안테나 그룹의 상관관계 특성을 보여준다. $\mathbf{X}_i(k)$ 는 각 안테나 그룹의 안테나 간 상관관계 특성을 반영하여 선형 위상 증가 특성을 갖는 벡터로 표현하는 것이 유리하며, 대표적인 예로 DFT 행렬을 이용할 수 있다.

도 12는 LTE-A 시스템에서 논의 중인 채널 상태 정보의 주기적 보고에 대해 예시한다. LTE-A 시스템은 Mode X-1의 경우 1-비트 지시자인 PTI(Precoder Type Indication) 파라미터를 설정하며, PTI 값에 따라, 도시한 바와 같이 두 가지 형태로 세분화된 주기적 보고 모드를 고려하고 있다. 도면에서, W1과 W2는 수학식 8~9를

참조하여 설명한 계층적 코드북을 나타낸다. W1과 W2가 모두 정해져야 이들을 결합하여 완성된 형태의 프리코딩 행렬 W가 결정된다.

도 12를 참조하면, 주기적 보고의 경우, Report 1, Report 2, Report 3에 해당하는 서로 다른 내용의 보고가 서로 다른 반복 주기에 따라 보고된다. Report 1은 RI와 1-비트 PTI 값을 보고한다. Report 2는 WB(WideBand) W1 (PTI=0일 때) 또는 WB W2 및 WB CQI (PTI=1일 때)를 보고한다. Report 3은 WB W2 및 WB CQI (PTI=0일 때) 또는 SB(Subband) W2 및 SB CQI (PTI=1일 때)를 보고한다.

Report 2와 Report 3은 서브프레임 인덱스가 $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{오프셋,CQI}}) \bmod (N_c) = 0$ 를 만족하는 서브프레임(편의상, 제1 서브프레임 세트로 지칭)에서 전송된다. $N_{\text{오프셋,CQI}}$ 는 도 9에서 예시한 오프셋 값에 해당한다. 또한, N_c 는 인접한 Report 2 또는 Report 3간의 서브프레임 간격을 나타낸다. 도 12는 $N_{\text{오프셋,CQI}}=1$ 및 $N_c=2$ 인 경우를 예시하며, 제1 서브프레임 세트는 홀수 인덱스를 갖는 서브프레임들로 구성된다. n_f 는 시스템 프레임 번호 (또는 무선 프레임 인덱스)를 나타내고, n_s 는 무선 프레임 내에서 슬롯 인덱스를 나타낸다. $\text{floor}()$ 는 내림 함수를 나타내고, $A \bmod B$ 는 A를 B로 나눈 나머지를 나타낸다.

제1 서브프레임 세트 내의 일부 서브프레임 상에 Report 2가 위치하고, 나머지 서브프레임 상에 Report 3가 위치한다. 구체적으로, Report 2는 서브프레임 인덱스가 $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{오프셋,CQI}}) \bmod (H \cdot N_c) = 0$ 를 만족하는 서브프레임 상에 위치한다. 따라서, $H \cdot N_c$ 의 간격마다 Report 2가 전송되고, 인접한 Report 2 사이에 있는 하나 이상의 제1 서브프레임들은 Report 3 전송으로 채워진다. PTI=0일 경우 $H=M$ 이고, M은 상위 계층 시그널링에 의해 정해진다. 도 12는 $M=2$ 인 경우를 예시한다. PTI=1일 경우 $H=J \cdot K + 1$ 이고, K는 상위 계층 시그널링에 의해 정해지며, J는 BP(bandwidth part)의 개수이다. 도 12는 $J=3$ 및 $K=1$ 인 경우를 예시한다.

Report 1은 서브프레임 인덱스가 $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{오프셋,CQI}} - N_{\text{오프셋,RI}}) \bmod (M_{\text{RI}} \cdot (J \cdot K + 1) \cdot N_c) = 0$ 을 만족하는 서브프레임 상에서 전송되며, M_{RI} 는 상위 계층 시그널링에 의해 정해진다. $N_{\text{오프셋,RI}}$ 는 RI를 위한 상대 오프셋 값을 나타내며, 도 12는 $M_{\text{RI}}=2$ 및 $N_{\text{오프셋,RI}}=-1$ 인 경우를 예시한다. $N_{\text{오프셋,RI}}=-1$ 에 의해, Report 1과

Report 2의 전송 시점이 서로 겹치지 않게 된다. 단말이 RI, W1, W2 값을 계산 시, 이들은 서로 연관되어 계산된다. 예를 들어, RI 값에 의존하여 W1과 W2가 계산되며, 또한 W1에 의존하여 W2가 계산된다. Report 1에 이어 Report 2 및 Report 3이 모두 보고된 시점에, 기지국은 W1 및 W2로부터 최종 W를 알 수 있게 된다.

5 한편, 차세대 이동통신 시스템의 표준인 LTE-A 시스템에서는 데이터 전송률 향상을 위해 기존 표준에서는 지원되지 않았던 CoMP(Coordinated Multi Point) 전송 방식을 지원할 것으로 예상된다. 여기서, CoMP 전송 방식은 음영 지역에 있는 단말 및 기지국(셀 또는 섹터) 간의 통신성능을 향상시키기 위해 2 개 이상의 기지국 혹은 셀이 서로 협력하여 단말과 통신하기 위한 전송 방식을 말한다.

10 CoMP 전송 방식은 데이터 공유를 통한 협력적 MIMO 형태의 조인트 프로세싱(CoMP-Joint Processing, CoMP-JP) 및 협력 스케줄링/빔포밍(CoMP-Coordinated Scheduling/beamforming, CoMP-CS/CB) 방식으로 구분할 수 있다.

 하향링크의 경우 조인트 프로세싱(CoMP-JP) 방식에서, 단말은 CoMP 전송 방식을 수행하는 각 기지국으로부터 데이터를 동시에 수신할 수 있으며, 각
15 기지국으로부터 수신한 신호를 결합하여 수신 성능을 향상시킬 수 있다(Joint Transmission, JT). 또한, CoMP 전송 방식을 수행하는 기지국들 중 하나가 특정 시점에 단말로 데이터를 전송하는 방법도 고려할 수 있다(Dynamic Point Selection, DPS). 협력 스케줄링/빔포밍 방식(CoMP-CS/CB)의 경우, 단말은 빔포밍을 통해 데이터를 순간적으로 하나의 기지국, 즉 서빙 기지국을 통해 수신할 수 있다.

20 상향링크에서 조인트 프로세싱(CoMP-JP) 방식이 적용되는 경우, 각 기지국은 단말로부터 PUSCH 신호를 동시에 수신할 수 있다(Joint Reception, JR). 이와 달리, 협력 스케줄링/빔포밍 방식(CoMP-CS/CB)의 경우, 하나의 기지국만이 PUSCH 를 수신할 수 있다. 협력 스케줄링/빔포밍 방식을 사용하기로 하는 결정은 협력 셀(혹은 기지국)들에 의해 결정될 수 있다.

25 도 13은 CoMP 전송 시스템을 예시한다. 도 13에서 단말, 즉 CoMP UE은 서빙 기지국(Serving eNB, s-eNB)로부터 제어 정보를 수신하여 동작한다고 가정한다. 또한, 도 13은 CoMP JP 기법이 적용되어 데이터 정보가 s-eNB와 협력

기지국(Cooperative eNB, c-eNB)로부터 동시에 전송되는 경우를 가정한다. CoMP CS/CB 기법이 적용되는 경우, 데이터 정보는 s-eNB에서만 전송되고, DPS의 경우 데이터 정보는 s-eNB와 하나 이상의 c-eNB로 구성된 협력 셀 세트 내에서 동적으로 선택된 eNB에서만 전송된다.

5 도 13에서는 1개의 c-eNB만 예시하였으나, 본 발명은 다수의 c-eNB가 존재하는 협력 셀 세트 내에 대해서 일반적으로 성립하는 방식이다. 또한, 본 발명은 도 13과 같이 s-eNB와 c-eNB가 지리적으로 떨어져 존재하는 인터-사이트(inter-site) CoMP 형태뿐만 아니라, 협력 셀 세트 내에 존재하는 eNB들이 지리적으로 공존(co-located)하는 인트라-사이트(intra-site) CoMP 구조, 또는 이들간의 혼합 형태를
10 포함한 이종 망(heterogeneous network) 구조에 대해서도 적용 가능하다.

상술한 CoMP 전송을 위해, 보다 높은 CSI 정확도가 요구된다. 예를 들어, CoMP JT의 경우 여러 기지국이 특정 단말에게 동일한 데이터를 협력 전송하므로 안테나가 지리적으로 분산된 MIMO 시스템으로 간주할 수 있다. 따라서, JT에 따른 MU-MIMO의 경우, 단일 셀 MU-MIMO와 마찬가지로 함께 높은 수준의 CSI
15 정확도가 요구된다. 또한, CoMP CB의 경우, 인접 셀이 서빙 셀에게 주는 간섭을 회피하기 위해 정교한 CSI가 요구된다.

이하, 본 발명에서는 단말이 CoMP 동작(예, CS/CB, JP 등)을 위해서 협력 세트(coordinating set) 내의 각 기지국 (또는 셀)의 채널 상태 정보(channel status information, CSI)를 주기적으로 피드백 하는 주기적 CSI 보고 방식을 제안한다. 본
20 발명에서 제안하는 주기적인 CSI 피드백 방식은 CoMP 동작뿐만 아니라, 상황에 따라 non-CoMP 동작 및 동적 셀 선택(Dynamic Cell Selection, DCS)에도 적용될 수 있다. 특히, 본 발명은 협력 세트 내의 각 셀의 채널 정보가 와이드밴드(WideBand, WB) CSI 뿐만 아니라 서브밴드(SubBand, SB) CSI 단위로 피드백 되는 경우도 포함한다.

25 실시예 1: s-eNB용 와이드밴드 CSI 보고, c-eNB(s)용 와이드밴드 CSI 보고

본 발명의 일 예로, CoMP UE는 s-eNB와 c-eNB(s)를 위해 각각 와이드밴드 CSI를 피드백 할 것을 제안한다. s-eNB와 c-eNB(s)를 위한 피드백 콘텐츠가 모두

와이드밴드 CSI이므로, 단말은 s-eNB용 보고(예, s-eNB용 와이드밴드 PMI +
 와이드밴드 CQI)를 먼저 수행한 후, c-eNB를 위한 보고(예, c-eNB용 와이드밴드 PMI
 + 와이드밴드 CQI)를 수행할 수 있다. CoMP 협력 세트 내에 복수의 c-eNB가 있는
 경우, c-eNB용 CSI의 보고 순서는 순차적으로 정의될 수 있다. 또한, 위의 예시와
 5 달리, eNB용 CSI의 보고 순서는 미리 정의된 규칙에 의해 다양하게 정의될 수 있다.
 예를 들어, 단말은 c-eNB(s)용 와이드밴드 CSI를 s-eNB용 와이드밴드 CSI보다 먼저
 보고할 수 있다. 또한, s-eNB용 CSI 보고의 빈도 수가 하나의 c-eNB에 대한
 보고보다 더 높게 (자주) 정의될 수 있다. 또한, 위의 예시와 함께 또는 별개로,
 eNB용 CSI들의 보고 순서는 여러 조건, 예를 들어 피드백 주기, c-eNB(s)의 개수에
 10 따라 적절히 결정될 수 있다.

CoMP 협력 세트 내의 eNB를 위한 PMI/CQI 보고에 앞서, RI가 먼저 피드백
 될 수 있다. 만약, CoMP 협력 세트 내의 모든 eNB를 위해 RI를 같은 값으로
 설정(예, s-eNB 채널에 적합한 RI로 통일, CoMP 협력 세트 내의 모든 eNB 각각의
 채널에 적합한 RI들을 대표할 수 있는 RI로 통일 등)할 것으로 사전에 정한다면,
 15 단말은 공통 RI를 처음 하나의 보고 인스턴스(예, 서브프레임)에 전송하고 새로운
 RI가 보고되는 주기가 올 때까지 기존의 RI에 기초하여 계산한 PMI/CQI들을
 순환적으로 보고할 수 있다. 한편, CoMP 협력 세트 내의 eNB들을 위해 RI 값을
 독립적으로 보고하도록 할 수 있다. 이 경우, CoMP 협력 세트 내에서 PMI/CQI의
 eNB간 순환적인 보고에 앞서 각각의 eNB에 대한 RI 값을 미리 정의된 순서에 따라
 20 모두 보고하거나, eNB에 대한 피드백 체인 단위로 첫 PMI/CQI 보고가 수행되기
 전에 미리 정의된 인스턴스에 해당 RI를 보고할 수 있다.

eNB별 PMI/CQI 보고 시, c-eNB용 피드백 정보에 상대 위상 보정(Relative
 Phase Corrector, RPC) 정보를 추가할 수 있다. 즉, s-eNB용 피드백으로 PMI +
 CQI(여기서, CQI는 non-CoMP 시 CQI로 정의할 수 있다) 정보만을 보고하고, c-
 25 eNB용 피드백으로 PMI + CQI(여기서, CQI는 CoMP 시 CQI로 정의할 수 있다) +
 RPC를 보고할 수 있다. 퍼-셀(per-cell)(또는 퍼-eNB(per-eNB)) 별로 PMI가 결정되는
 경우, RPC는 CoMP 협력 세트 내의 각 eNB로부터의 신호가 단말에서 합쳐질 때

합쳐진 신호가 신호 레벨에서 보합(constructive sum)이 되도록 eNB간 신호의 상대 위상을 조절하는데 사용될 수 있다. 한편, 하나의 피드백 인스턴스에 RPC 정보를 추가하기 위한 비트 폭이 부족한 경우(또는 추가적인 코딩 이득을 얻고자 하는 등의 다른 목적이 있는 경우도 포함)가 있을 수 있다. 이 경우, PMI 및/또는 CQI 피드백을

 5 위한 비트 수를 줄이는 방안을 고려할 수 있다. PMI 피드백을 위한 비트 수를 줄이기 위한 한 방안으로 PMI 서브샘플링을 고려할 수 있다. PMI 서브샘플링은 PMI 피드백을 위한 대상을 전체 PMI 세트 중에서 일부 서브 세트로 한정함으로써 PMI 피드백을 위한 비트 수를 줄이는 방안을 의미한다. 한편, CQI 피드백에 필요한 비트 수를 줄이는 방안이다. 또한, CQI 피드백에 필요한 비트 수를 줄이기 위한 방안으로

 10 예를 들어 s-eNB용 보고에 전송되는 CQI가 non-CoMP 시의 CQI인 경우, s-eNB용 CQI에 대한 델타 CQI 형태로 c-eNB용 CQI를 전송하는 것으로 고려할 수 있다. 특히, $RI > 1$ 인 경우, s-eNB용 non-CoMP CQI를 위해, 코드워드 0에 해당하는 CQI + 코드워드 1에 해당하는 CQI가 따로 계산되고 서로 연결되어 전송될 수 있다. 또한, c-eNB용 CoMP CQI를 코드워드 별로 따로 정의하지 않고, CoMP에 따른 델타 CQI를

 15 두 코드워드에 공통 적용함으로써 CQI 피드백의 비트 수를 줄일 수 있다. 여기서, non-CoMP CQI는 CoMP를 적용하지 않는 경우, 즉 단일 셀 모드로 동작한다고 가정한 경우의 CQI를 의미하고, CoMP CQI는 CoMP 모드를 동작한다고 가정한 경우의 CQI를 의미한다.

eNB별 PMI + CQI 보고(c-eNB의 경우 PMI + CQI + RPC도 포함) 시, PMI가

 20 롱텀 및/또는 와이드밴드 PMI (W1)와 숏텀(short term) 및/또는 서브밴드 PMI (W2)로 구분되는 구조적 코드북이 사용될 수 있다. 이 경우, 주기적 보고의 특성상 하나의 보고 인스턴스당 제한된 페이로드 크기로 인해 eNB별 PMI + CQI (+ RPC)의 보고가 2개 이상의 보고 인스턴스에 걸쳐 나뉘어 보고될 수 있다. 이 경우, CoMP 협력 세트 내의 eNB를 위한 CSI 피드백은 eNB 단위로 순환 보고될 수 있다. 일

 25 예로, CSI 보고의 eNB 별 순환은 전체 정보(full information) 단위 (예, PMI + CQI (+ RPC))로 수행될 수 있다. 이 경우, 복수의 인접한 보고 인스턴스가 eNB 별로 묶이게 된다. 구체적으로, $W1 (c-eNB\#1) \Rightarrow W2\#1 (c-eNB\#1) \Rightarrow W2\#2 (c-eNB\#1) \Rightarrow W1$

(c-eNB#2) => W2#1 (c-eNB#2) => W2#2 (c-eNB#2) 순으로 CSI 피드백이 수행될 수 있다. 다른 예로, CSI 보고의 eNB 별 순환은 보고 인스턴스 단위로 수행될 수 있다. 즉, 각각의 보고 인스턴스마다 피드백 정보를 eNB간 순환시켜 보고하고 그 다음 보고 인스턴스에 해당 피드백 정보를 다시 eNB간 순환시켜 보고하는 식으로 전송할 수 있다. 구체적으로, W1 (c-eNB#1) => W1 (c-eNB#2) => W2#1 (c-eNB#1) => W2#1 (c-eNB#2) => W2#2 (c-eNB#1) => W2#2 (c-eNB#2) 순으로 CSI 피드백이 수행될 수 있다.

도 14~15는 본 실시예에 따라 CoMP UE가 s-eNB와 c-eNB(s)를 위해 각각 와이드밴드(WB) CSI를 보고하는 경우를 예시한다. 편의상, 3개의 c-eNB(c-eNB₁, c-eNB₂, c-eNB₃)가 있는 경우를 가정하고 있지만, c-eNB의 수가 이로 제한되는 것은 아니며 다양하게 구성될 수 있다.

도 14는 비-계층적 코드북이 사용된 경우를 예시한다. 도 14를 참조하면, 서브프레임 인덱스(Subframe index, SI) #0과 #16에서 RI가 피드백 되고, 그 사이에 s-eNB/c-eNB용 CSI(예, PMI 및/또는 CQI)가 보고된다. 구체적으로, s-eNB용 WB PMI와 WB CQI가 SI=1 및 SI=9 위치에서 보고된다. 여기서, s-eNB용 CQI는 non-CoMP 시의 CQI로 정의될 수 있다. s-eNB용 CSI가 먼저 보고된 후 c-eNB용 CSI가 순차적으로 보고된다. 여기서, c-eNB용 CQI는 s-eNB와 CoMP 시의 이득이 반영된 CoMP CQI로 정의될 수 있다. 구체적으로, SI=1에서 보고된 s-eNB용 CSI에 기초하여 계산된 c-eNB₁, c-eNB₂, c-eNB₃용 CSI(예, WB PMI 및 WB CQI)가 각각 SI=3, 5, 7에서 순차적으로 피드백 된다. 또한, SI=9에서 보고된 s-eNB용 CSI에 기초하여 계산된 c-eNB₁, c-eNB₂, c-eNB₃용 CSI(예, WB PMI 및 WB CQI)가 각각 SI=11, 13, 15에서 순차적으로 피드백 된다. 도시하지는 않았지만, c-eNB₃용 CSI에 RPC가 포함될 수 있다. RPC는 PMI/CQI와 함께 보고되거나 별도의 보고 인스턴스에 보고될 수 있다. RPC가 PMI/CQI와 함께 보고되는 경우, RPC를 위한 비트 폭을 확보하기 위해, PMI 서브샘플링 또는 델타 CQI를 이용하여 PMI/CQI의 비트 폭을 줄일 수 있다.

도 15는 계층적 코드북이 사용되는 경우를 예시한다. 도 14와 비교할 때, 도 15의 경우 CoMP 협력 세트 내의 각 eNB용 CSI 피드백이 복수(예, 두 개)의 보고

인스턴스에 걸쳐 나누어 전송되는 점이 다르다. 예를 들어, s-eNB용 CSI 보고의 경우, SI=1에서 W1이 전송되고 SI=3에서 WB W2와 WB CQI가 전송된다. 여기서, s-eNB용 CQI는 non-CoMP 시의 CQI로 정의될 수 있다. 유사하게, c-eNB₁용 CSI 보고의 경우, SI=5에서 W1이 전송되고 SI=7에서 WB W2와 WB 델타(Δ) CQI/RPC가 전송될 수 있다. c-eNB₂용 CSI 보고의 경우, SI=9에서 W1이 전송되고 SI=11에서 WB W2와 WB 델타 CQI/RPC가 전송될 수 있다. c-eNB₃용 CSI 보고의 경우, SI=13에서 W1이 전송되고 SI=15에서 WB W2와 WB 델타 CQI/RPC가 전송될 수 있다. 즉, 각 c-eNB별 CSI 보고 시에 첫 보고 인스턴스에는 s-eNB와 마찬가지로 W1만 전송되고 다음 인스턴스에는 WB W2, WB 델타 CQI, RPC 정보가 함께 전송될 수 있다. 델타 CQI는 s-eNB용 non-CoMP CQI와 c-eNB용 CQI의 차이를 나타낸다. 랭크가 2 이상인 경우, 모든 코드워드에 대해 non-CoMP CQI가 CoMP를 통해 공통적으로 델타 CQI만큼 변화한 것으로 가정하고, 공통 델타 CQI만 피드백 함으로써, c-eNB용 CQI 보고의 비트 폭을 줄일 수 있다. 줄어든 비트 폭을 활용하여 c-eNB용 CSI 보고 시 SI=7, 11, 15에서 CQI와 RPC 정보를 함께 전송할 수 있다. 한편, RPC 전송을 위한 비트 수를 확보하기 위해, PMI 서브샘플링을 적용하여 PMI 전송에 필요한 비트 수를 줄이는 방안도 고려할 수 있다.

실시에 2: s-eNB용 서브밴드 CSI 보고 및 c-eNB(s)용 와이드밴드 CSI 보고

s-eNB의 경우 와이드밴드 CSI 뿐만 아니라 서브밴드 CSI의 주기적인 피드백 모드가 LTE-A에서 활발히 논의되고 있다. 앞에서 설명한 바와 같이, s-eNB용 와이드밴드 CSI는 RI가 보고된 후 PMI + CQI 정보가 하나(예, 비-구조적 코드북의 경우) 또는 M 개 ($M > 1$)(예, 구조적 코드북의 경우)의 보고 인스턴스에 걸쳐 보고된다. 그러나, 서브밴드 CSI 보고의 경우, 하나 또는 M 개의 보고 인스턴스에 걸쳐 전송되는 PMI + CQI 정보가 특정 (또는 선택된) 서브밴드마다 전송되어야 하므로, 와이드밴드 CSI 보고에 비해 서브밴드 CSI 보고의 경우 피드백 전송량이 크게 증가한다. 참고로, 기존의 LTE 시스템의 경우, 시스템 대역폭에 따라 수 개의 서브밴드가 모여 하나의 BP(Bandwidth Part)를 구성하고 수 개의 BP로 전체 시스템 대역폭이 구분되어 있으며, BP별로 하나씩 서브밴드가 선택되어 해당 서브밴드에

관한 PMI + CQI가 피드백 된다. 서브밴드의 선택이 미리 정의되어 있지 않다면 BP별로 베스트 서브밴드가 선택되고, 선택된 서브밴드를 지시하기 위해 L 비트의 서브밴드 선택 지시자(Subband Selection Indicator, SSI)가 추가로 피드백 된다. 따라서, 서브밴드 CSI 보고의 경우, PMI + CQI + SSI가 전송된다.

5 본 발명의 다른 예로, s-eNB를 위해 서브밴드 CSI 보고를 피드백 하고, c-eNB(s)를 위해 와이드밴드 CSI를 피드백 하는 방안에 대해 설명한다. 본 방안
 따르면, c-eNB(s)의 와이드밴드 CSI 정보가 먼저 보고되고, s-eNB용 서브밴드 PMI + 서브밴드 CQI + SSI 정보들은, 보고된 c-eNB(s)의 와이드밴드 CSI 정보들에 기반하여 CoMP 퍼포먼스가 최대화되는 방향으로 선택될 수 있다. 바람직하게, s-eNB용
 10 서브밴드 CQI는 c-eNB(s)와 CoMP 수행 시에 기대되는 CQI(즉, CoMP CQI)로 정의될 수 있다.

c-eNB(s) 개수가 2개 이상인 경우, 가장 CoMP 이득이 클 것으로 예상되는 c-eNB용 와이드밴드 CSI가 먼저 보고되고 연이어서 이와의 적절한 매칭을 고려한 s-eNB용 서브밴드 PMI + 서브밴드 CQI + SSI를 보내고자 하는 서브밴드 개수만큼
 15 보고할 수 있다. 이 후, 그 다음으로 CoMP 이득이 클 것으로 예상되는 c-eNB의 와이드밴드 CSI가 전송된 후 또다시 연이어서 이와의 적절한 매칭을 고려한 s-eNB용 서브밴드 PMI + 서브밴드 CQI + SSI를 보내고자 하는 서브밴드 개수만큼 보고할 수 있다. 본 예의 경우, CoMP 이득이 큰 순서로 정렬된 c-eNB의 인덱스
 20 RI의 보고 인스턴스에 RI와 함께 c-eNB의 인덱스 순서 정보를 함께 보고되거나 다른 방법으로 미리 정의될 수 있다. 일 예로, RI와 c-eNB의 인덱스 순서 정보는 조인트 코딩될 수 있다. 다른 방안으로, c-eNB(s) 개수가 2개 이상인 경우, c-eNB용 와이드밴드 CSI들의 보고 순서는 CoMP 이득의 크기 순서가 아니라 기지국 (또는 셀) 인덱스에 따라 순차적으로 보고될 수 있다. 이 경우, c-eNB의 인덱스 순서
 25 정보는 피드백 정보에 포함될 필요가 없다.

또한, s-eNB용 서브밴드 보고에 RPC 정보를 추가하는 것도 가능하다. 이를 위해 서브밴드 PMI를 서브샘플링하거나 서브밴드 CQI를 c-eNB의 와이드밴드 CQI에

대한 델타 CQI로 정의함으로써 PMI/CQI에 필요한 비트 폭을 줄이고, 남은 비트 폭에 RPC 정보를 추가할 수 있다. 다른 방법으로, 서브밴드 선택 정보 비트인 SSI를 생략하고, SSI 대신 RPC 정보를 실어 전송하는 것도 가능하다. 이 경우, 서브밴드는 미리 정의된 사이클링(cycling)에 따라 소정 패턴을 갖도록 선택될 수 있다. 서브밴드
5 선택 패턴은 상위 계층 시그널링 등에 의해 미리 주어질 수 있다.

상술한 방식들에 구조적 코드북이 사용되는 경우, 하나의 eNB용 CSI 피드백의 보고 인스턴스가 $M (>1)$ 서브프레임일 수 있다. 이 경우, M 서브프레임에 걸친 보고 콘텐츠를 서브프레임 단위의 보고 인스턴스에 정해진 규칙에 따라
10 분배하여 전송하는 식으로 상기 방식을 확장할 수 있다.

도 16~17은 본 실시예에 따라 CoMP UE가 s-eNB를 위해 서브밴드(SB) 별로 CSI를 보고하고 c-eNB(s)를 위해 와이드밴드(WB) CSI를 보고하는 경우를 예시한다.

도 16은 비-계층적 코드북이 사용된 경우를 예시한다. 도 16은 2개의 c-eNB(c-eNB₁, c-eNB₂)가 있는 경우를 가정하고 있지만, c-eNB의 수가 이로 제한되는 것은 아니며 다양하게 구성될 수 있다. 본 예에서, CoMP UE는 c-eNB₁과 c-eNB₂를
15 위해 각각 WB CSI 보고를 하고 s-eNB를 위해 SB CSI 보고를 한다.

도 16을 참조하면, SI=1에서 c-eNB₁용 WB PMI와 WB CQI가 전송된다. 여기서, CQI는 동적 셀 선택 방식에 따라 c-eNB₁이 선택된 경우의 non-CoMP CQI로 정의될 수 있다. 이어서 SI=3, 5, 7에서 s-eNB용 SB CSI가 보고된다. s-eNB용 SB CSI는 SB PMI, SB 델타(Δ) CQI, SSI 및 RPC 중 적어도 하나를 포함한다. 여기서, 델타 CQI는
20 선행하는 non-CoMP CQI 대비 CoMP 시에 변화되는 CQI 이득을 두 개의 코드워드에 대해 공통적으로 적용한 것으로 정의될 수 있다. 델타 CQI를 사용함으로써 줄어든 비트 폭에 SSI 및 RPC 정보를 실어 보낼 수 있다. 또한, 서브밴드 선택을 미리 정의된 사이클링(cycling) 형태로 적용시키는 경우에는 SSI가 생략될 수 있으므로 RPC 정보를 위한 비트 폭을 추가로 확보할 수 있다. SI=9에서
25 c-eNB₂용 CSI가 피드백 되면 마찬가지로 SI=11, 13, 15에서 c-eNB₂와의 CoMP를 고려한 s-eNB용 SB CSI가 보고된다.

도 17은 구조적 코드북이 사용된 경우를 예시한다. 도 17은 3개의 c-eNB(c-

eNB₁, c-eNB₂, c-eNB₃)가 있는 경우를 가정하고 있지만, c-eNB의 수가 이로 제한되는 것은 아니며 다양하게 구성될 수 있다. 도 16과 비교할 때, 도 17의 경우 CoMP 협력 세트 내의 각 eNB용 CSI 피드백이 복수(예, 두 개)의 보고 인스턴스에 걸쳐 나누어 전송되는 점이 다르다. 도 17은 LTE-A에서 논의되고 있는 1-비트 지시자 PTI와 RI가 같이 전송되는 경우에 다음 RI와 PTI가 전송되기 전까지의 보고 콘텐츠들을 정해진 규칙대로 보고하는 예시를 보여준다. 구체적으로, PTI=0인 경우 (SI=0~15), SI=1에서 s-eNB용 CSI로서 W1이 전송되고 SI=3에서 s-eNB용 CSI로서 WB W2와 WB CQI가 전송된다. 여기서, CQI는 non-CoMP 시의 CQI로 정의될 수 있다. 이 후, SI=5, 7에서 c-eNB₁용 CSI가, SI=9, 11에서 c-eNB₂용 CSI가, SI=13, 15에서 c-eNB₃용 CSI가 각각 전송될 수 있다. 각 c-eNB용 CSI 보고 시에 첫 보고 인스턴스에는 s-eNB와 마찬가지로 W1만 전송되고 다음 인스턴스에는 WB W2, WB 델타 CQI, RPC 정보가 함께 전송될 수 있다. 본 예에서는 추가적으로 c-eNB용 WB W2가 서브샘플링 될 수 있음을 보여준다. 이를 통해 추가적인 비트 폭이 확보됨으로써 RPC 정보가 함께 전송될 수 있다. 한편, SI=16에서 PTI=1이 전송되어 이 후 피드백 콘텐츠가 SB CSI를 포함하는 형태로 바뀌면, 도 16과 같은 순서로 CSI 보고가 진행될 수 있다. 이 때 SI=19, 21, 23과 SI=27, 29, 31에서 s-eNB용 SB 보고의 경우 RPC 정보를 포함하기 위해 W2가 추가로 서브샘플링 될 수 있다. 서브밴드 선택은 미리 정의된 사이클링에 의해 정의될 수 있다.

실시에 3: s-eNB용 와이드밴드 CSI 보고 및 c-eNB(s)용 서브밴드 CSI 보고

실시에 2에서 설명한 [s-eNB용 서브밴드 CSI 보고 및 c-eNB(s)용 와이드밴드 CSI 보고]와 반대로 s-eNB용 CSI가 WB 단위로 보고되고 c-eNB(s)용 CSI가 SB 단위로 보고될 수 있다. 본 발명에서 c-eNB(s)용 SB PMI + SB CQI(non-CoMP/CoMP CQI, 바람직하게 non-CoMP CQI일 수 있다) + SSI 정보들은, 먼저 보고된 s-eNB의 와이드밴드 CSI 정보들에 기반하여 CoMP 퍼포먼스가 최대화되는 방향으로 선택될 수 있다. 바람직하게, c-eNB를 위한 서브밴드 CQI의 경우 s-eNB와의 CoMP 시 기대되는 CQI(즉, CoMP CQI)로 정의될 수 있다. 또한, 위 경우와 마찬가지로 c-eNB(s)용 서브밴드 보고에 RPC 정보를 추가하는 것도 가능하다. 이를 위해,

서브밴드 PMI를 서브샘플링하거나 서브밴드 CQI를 s-eNB의 와이드밴드 CQI에 대한 델타 CQI로 정의함으로써 비트 폭을 줄이고 여기에 RPC 정보를 추가할 수 있다. 다른 방법으로, 서브밴드 선택 정보 비트인 SSI를 생략하고 미리 정의된 사이클릭(cycling)으로 미리 결정된 서브밴드 선택을 함으로써 SSI 대신 RPC 정보를
 5 실어 전송하는 방식도 가능하다. 상기 방식들에 구조적 코드북이 사용되는 경우 하나의 eNB용 CSI 피드백의 보고 인스턴스가 $M (>1)$ 서브프레임일 수 있다. 이 경우, M 서브프레임에 걸친 보고 콘텐츠를 서브프레임 단위의 보고 인스턴스에 정해진 규칙에 따라 분배하여 전송하는 식으로 상기 방식을 확장할 수 있다.

도 18은 s-eNB용 CSI가 WB이고, c-eNB(s)용 CSI가 SB인 경우를 예시한다. 도
 10 18와 같이, PTI=0인 경우(SI=0~15)의 CSI 보고는 도 17의 경우와 동일하다. 이후, SI=16에서 PTI=1가 전송되어 피드백 콘텐츠가 SB CSI를 포함하는 형태로 바뀌면, SI=17에서 s-eNB용 WB W2와 WB CQI (non-CoMP CQI로 정의될 수 있음)가 전송되고, SI=19, 21에서 c-eNB₁용 SB CSI, SI=23, 25에서 c-eNB₂용 SB CSI, SI=27, 29에서 c-eNB₃용 SB CSI가 각각 전송된다.

실시예 4: s-eNB용 서브밴드 CSI 보고 및 c-eNB(s)용 서브밴드 CSI 보고

LTE-A에서 활발히 논의되고 있는 서브밴드 CSI의 주기적인 피드백 모드를 s-eNB용 CSI 보고뿐만 아니라 c-eNB용 CSI 보고에도 적용함으로써, CoMP 시 s-eNB와 c-eNB(s)에서 서브밴드 단위의 CSI를 기반으로 한 CoMP가 가능하도록 하는 피드백 방식을 제안한다. 이를 통해 주파수축에서 보다 정교한 채널 정보를 가지고
 20 주파수 다이버시티 효과를 극대화할 수 있다.

우선, s-eNB용 서브밴드 PMI + 서브밴드 CQI(non-CoMP/CoMP CQI, 바람직하게 non-CoMP CQI일 수 있다)+ SSI 정보들을 보내고자 하는 서브밴드 개수만큼 모두 보고하고, 연이어 미리 정의된 특정 순서에 따른 각 c-eNB용 서브밴드 PMI + 서브밴드 CQI(non-CoMP/CoMP CQI일 수 있다) + RPC 정보들을
 25 보내고자 하는 서브밴드 개수만큼 모두 보고할 수 있다. c-eNB가 복수인 경우, c-eNB별로 돌아가며 CSI 피드백을 하는 방식이 가능하다. 본 방식에서, c-eNB의 피드백 정보에는 SSI 대신 RPC를 포함시키는 것을 제안한다. 이 경우, c-eNB의

서브밴드 선택 순서는 SSI에 따른 s-eNB의 서브밴드 선택된 순서와 동일하게 설정될 수 있다. CoMP 전송은 실제로 동일 서브밴드 상에서 이루어질 수 있으므로 c-eNB의 서브밴드 선택 순서를 s-eNB의 서브밴드 선택된 순서와 동일하게 하는 것이 가능하다.

5 또한, 한 서브밴드 인덱스에 대해 s-eNB용 서브밴드 CSI 및 c-eNB(s)용 서브밴드 CSI를 협력 세트 내의 모든 eNB에 대해 먼저 다 보고를 한 후, 그 다음 서브밴드 인덱스에 대해 s-eNB용 서브밴드 CSI 및 c-eNB(s)용 서브밴드 CSI를 협력 세트 내의 모든 eNB에 대해 보고를 하는 식으로 선택된 서브밴드 인덱스 별로 돌아가며 CSI 피드백을 전송하는 방식 또한 가능하다. 여기서 핵심이 되는 부분은
10 c-eNB용 서브밴드 CSI 전송 시에는 SSI를 보내는 대신 RPC를 포함시켜 전송한다는 것이다. 이 때, c-eNB의 서브밴드 CSI는 이와 쌍(pair)을 이루는 s-eNB의 서브밴드의 SSI가 지칭하는 서브밴드에서의 CSI를 의미한다. 여기서, '쌍'이란 사전에 약속된 규칙에 따라 하나의 c-eNB의 서브밴드 보고는 특정 하나의 s-eNB의 서브밴드 보고의 SSI 값을 따르도록 미리 정의되어 있다는 의미이다.

15 도 19는 s-eNB와 c-eNB(s)를 위한 보고가 모두 SB CSI인 경우를 보여준다. 편의상, 1개의 c-eNB(c-eNB₁)가 있는 경우를 가정하고 있지만, c-eNB의 수가 이로 제한되는 것은 아니며 다양하게 구성될 수 있다.

도 19를 참조하면, PTI=0인 SI=0에서 SI=15까지의 보고는 도 17의 경우와 유사하되 본 예에서는 c-eNB 개수가 1개이므로 SI=1, 3, 5, 7까지의 보고 패턴이
20 SI=9, 11, 13, 15에도 그대로 보고되는 것을 알 수 있다(패턴만 반복되며 실제 전송되는 피드백 콘텐츠는 바뀔 수 있다). 이후, SI=16에서 PTI=1가 전송되어 피드백 콘텐츠가 SB CSI를 포함하는 형태로 바뀌면, s-eNB용 SB CSI가 먼저 하나의 보고 인스턴스에 전송되고 연이어서 다음 인스턴스에 같은 SB 인덱스에 해당하는 c-eNB₁의 SB CSI가 전송될 수 있다. 따라서, 도면에서 SI=17, 19에 걸쳐 하나의 SB에
25 대한 보고, SI=21, 23에 걸쳐 또 다른 SB에 대한 보고, SI=25, 27에 걸쳐 또 다른 SB에 대한 보고, SI=29, 31에 걸쳐 또 다른 SB에 대한 보고가 수행될 수 있다. 각각의 서브밴드 선택은 s-eNB 기준으로 결정되어 s-eNB용 SB 보고 인스턴스인

SI=17, 21, 25, 29에 SSI를 통해 전달이 되고, c-eNB의 경우는 해당 SSI와 같은 SB에 대한 SB CSI를 전송하므로 SSI를 다시 전송할 필요가 없다. 따라서 SSI 대신 RPC를 전송할 수 있고 도 19와 같이 SI=19, 23, 27, 31에서 RPC가 SSI 대신 전송되고 있다.

실시에 5: 보고 콘텐츠의 동적 선택

5 상술한 실시예에서 제안한 [s-eNB용 WB CSI 보고 및 c-eNB(s)용 WB CSI 보고], [s-eNB용 SB CSI 보고 및 c-eNB(s)용 WB CSI 보고], 및 [s-eNB용 SB CSI 보고 및 c-eNB(s)용 SB CSI 보고] 방식들간의 차이점은 보고 콘텐츠가 다르다는 점이다. 즉, 상술한 실시예들은 CoMP 지원을 위해 s-eNB용 CSI 보고와 c-eNB용 CSI 보고를 적절히 순환적으로 전송하되 서로 다른 보고 콘텐츠를 가지고 있다. 상술한 각각의
10 방식은 단말이 추정하는 협력 세트 내의 eNB별 채널의 주파수축 특성에 따라 (및/또는 eNB별 안테나 상관(antenna correlation) 정보에 따라) 적절한 방식이 결정될 수 있다. 예를 들어, eNB별로 주파수 선택성(frequency selectivity)이 작거나 안테나 상관이 클 경우에는 와이드밴드 형태의 CSI 피드백이 유리할 수 있고, 주파수 선택성이 크고 안테나 상관이 상대적으로 작아서 빔 방향의 선택성이
15 충분할 경우 서브밴드 형태의 CSI 피드백을 통해 주파수 다이버시티 이득을 극대화 하는 것이 유리할 수 있다.

본 예에서는 서로 다른 보고 콘텐츠들을 전송하는 여러 피드백 방식들을 단말이 eNB별 채널 특성에 따라 동적으로 선택하도록 할 것을 제안한다. 이를 위해, 특정 파라미터(편의상, 피드백 모드 파라미터로 지칭)를 설정하고, 이 파라미터 값과
20 함께 이 파라미터가 지시하는 방식에 해당하는 보고 콘텐츠를 피드백하는 방식을 제안한다. 이러한 파라미터값을 단말이 자기 채널 상황에 따라 결정할 수 있게 자유도를 부여함으로써 동적으로 모드 선택이 되도록 할 수 있다. 일 예로, 본 예에서 제안하는 피드백 모드 파라미터로 현재 LTE-A에서 논의되고 있는 1비트 PTI 파라미터를 활용할 수 있다. 이 경우, PTI의 할당 비트를 더 늘려 더 많은 CoMP
25 피드백 모드간 동적 선택이 가능하게 할 수 있다. PTI를 피드백 모드 파라미터로 활용 시 기존 LTE-A에서의 용도와 구분하기 위해, 기지국은 L1/L2 시그널링(예, PDCCH 시그널, MAC 시그널) 또는 상위 계층 시그널링(예, RRC 시그널)을 통해

PTI의 용도 (예, 기존 LTE-A의 용도, 혹은 CoMP 피드백 모드 지시)를 설정할 수 있다. 피드백 모드 파라미터는 RI가 피드백 되는 보고 인스턴스에 RI와 함께 보고되거나 별도의 인스턴스에 보고될 수 있다. 피드백 모드 파라미터와 RI가 함께 피드백 되는 경우, 피드백 모드 파라미터는 RI와 함께 조인트 코딩될 수 있다.

5 편의상, CoMP 모드의 동적 선택을 위한 파라미터를 LTE-A에서와 동일하게 PTI라고 명명할 경우, 하기에서는 2-비트 PTI 및 1-비트 PTI의 사용에 따른 동적 선택될 피드백 방식과의 맵핑 테이블을 예시한다.

【표 1】

2비트 비트맵 (PTI)	피드백 보고 콘텐츠
00	s-eNB용 WB CSI 보고, 및 c-eNB(s)용 WB CSI 보고 [실시예 1 참조]
01	s-eNB용 SB CSI 보고, 및 c-eNB(s)용 WB CSI 보고 [실시예 2 참조]
10	s-eNB용 SB CSI 보고, 및 c-eNB(s)용 SB CSI 보고 [실시예 3 참조]
11	단일-셀 (WB 및 SB 보고)

10 표 1에서는 PTI가 2비트로 주어졌을 때의 보고 콘텐츠의 동적 선택의 예시를 보여준다. PTI의 비트 수를 더 늘리는 경우도 가능하며, 이 경우 [s-eNB용 WB CSI 보고 및 c-eNB(s)용 SB CSI 보고] (실시예 4 참조) 등의 다른 피드백 전송 모드도 동적 선택 대상이 되는 보고 콘텐츠에 추가할 수 있다.

【표 2】

1비트 비트맵 (PTI)	피드백 보고 콘텐츠
0	CoMP (WB 보고)
1	단일-셀 (SB 보고)

15 표 2에서는 PTI가 1비트로 할당된 경우에 대한 활용 예시를 보여준다. LTE-A에서 논의되고 있는 1-비트 PTI는 단일-셀 기준으로 PTI=0일 때 WB CSI 피드백, PTI=1일 때 SB CSI 피드백이 지원될 수 있도록 설계되어 있다. 표 2는 이를 CoMP 동작에 맞게 변형한 예로 볼 수 있다. 표 2에서 PTI=0으로 설정된 경우, CSI 보고에

사용되는 CoMP 피드백 모드는 L1/L2 시그널링 또는 상위 계층 시그널링 등을 통해 미리 지정되거나, 특정 하나의 피드백 모드로 고정되어 있을 수 있다.

도 20은 표 2의 방식에 따라 보고 콘텐츠를 동적 선택하는 경우를 예시한다.

도 20을 참조하면, 단말은 CoMP 보고 모드로 동작하는 것이 좋다고 판단한 경우 PTI=0을 전송하고 이후에 CoMP 보고 모드에 따라 CSI 피드백을 할 수 있다. 구체적으로, SI=0에서 PTI=0이 전송되는 경우, 단말은 s-eNB용 WB CSI를 SI=1, 3에서 전송하고, c-eNB₁용 WB CSI를 SI=5, 7에서 전송하며, c-eNB₂용 WB CSI를 SI=9, 11에 전송하고, c-eNB₃용 WB CSI를 SI=13, 15에 전송하는 식으로 CSI 피드백을 할 수 있다. c-eNB의 수가 다를 때에도 그 수에 맞게끔 순환적으로 eNB별 보고가 수행될 수 있다. 반면, 단말은 단일-셀 보고 모드로 동작하고 싶다고 판단한 경우 PTI=1을 전송하고 이후에 단일-셀 보고 모드(예, SB CSI)에 따라 CSI 피드백을 할 수 있다. 구체적으로, SI=16에서 PTI=1이 전송되는 경우, 단말은 단일-셀 보고 모드로 동작하며, 단말은 도 20에서와 같이 s-eNB에 대해서만 서브밴드 단위의 CSI 보고를 수행할 수 있다. 즉, 표 2에서 제시한 바대로 PTI=0인 경우 "CoMP (와이드밴드 보고)", PTI=1인 경우 "단일-셀 (서브밴드 보고)" 형태로 CoMP와 non-CoMP간 동적 선택이 가능하도록 PTI와 같은 파라미터를 활용할 것을 제안한다.

도 21은 본 발명에 일 실시예에 적용될 수 있는 기지국 및 단말을 예시한다. 무선 통신 시스템에 릴레이가 포함되는 경우, 백홀 링크에서 통신은 기지국과 릴레이 사이에 이뤄지고 액세스 링크에서 통신은 릴레이와 단말 사이에 이뤄진다. 따라서, 도면에 예시된 기지국 또는 단말은 상황에 맞춰 릴레이로 대체될 수 있다.

도 21을 참조하면, 무선 통신 시스템은 기지국(BS, 110) 및 단말(UE, 120)을 포함한다. 기지국(110)은 프로세서(112), 메모리(114) 및 무선 주파수(Radio Frequency, RF) 유닛(116)을 포함한다. 프로세서(112)는 본 발명에서 제안한 절차 및/또는 방법들을 구현하도록 구성될 수 있다. 메모리(114)는 프로세서(112)와 연결되고 프로세서(112)의 동작과 관련한 다양한 정보를 저장한다. RF 유닛(116)은 프로세서(112)와 연결되고 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 단말(120)은 프로세서(122), 메모리(124) 및 RF 유닛(126)을 포함한다. 프로세서(122)는 본

발명에서 제안한 절차 및/또는 방법들을 구현하도록 구성될 수 있다. 메모리(124)는 프로세서(122)와 연결되고 프로세서(122)의 동작과 관련한 다양한 정보를 저장한다. RF 유닛(126)은 프로세서(122)와 연결되고 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 기지국(110) 및/또는 단말(120)은 단일 안테나 또는 다중 안테나를 가질 수 있다.

5 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
10 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.

15 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
20 B(eNB), 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다.

 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
25 devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

5 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.

10 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】

15 상술한 바와 같은 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 보고하는 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 채널 상태 정보를 보고하는 방법에 있어서,
복수의 기지국으로부터의 하향링크 신호를 측정하는 단계;

- 5 제1 기지국에 대한 제1 채널 상태 정보를 서브밴드 단위로 피드백 하되, 상기 제1 채널 상태 정보는 해당 서브밴드를 지시하는 식별 정보를 포함하는 단계; 및
- 제2 기지국에 대한 제2 채널 상태 정보를 서브밴드 단위로 피드백 하되, 상기 제2 채널 상태 정보에 대응하는 서브밴드는 상기 제1 채널 상태 정보에 대응하는 서브밴드와 동일하게 설정되고, 상기 제2 채널 상태 정보에는 해당 서브밴드를
- 10 지시하는 식별 정보가 포함되지 않는 단계를 포함하는 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 제2 채널 상태 정보는 상기 제1 기지국의 하향링크 신호와 상기 제2 기지국의 하향링크 신호 사이의 위상 조절을 위한 위상 보정 정보가 포함되는 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 제1 채널 상태 정보는 non-CoMP(Coordinated Multi Point) 동작을 가정하여 계산되고, 상기 제2 채널 상태 정보는 CoMP 동작을 가정하여 계산되는 방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 제1 채널 상태 정보는 상기 제2 채널 상태 정보는 채널 상태 정보의 피드백을 위해 설정된 서브프레임 세트 내에서 복수의 이웃한 서브프레임을 통해 전송되는 방법.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 제1 기지국은 서빙 기지국이고, 상기 제2 기지국은 협력 기지국인 방법.

【청구항 6】

무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 전송하도록 구성된 단말에 있어서,
 무선 주파수(Radio Frequency, RF) 모듈; 및
 프로세서를 포함하고,

- 5 상기 프로세서는 복수의 기지국으로부터의 하향링크 신호를 측정하고, 제1
 기지국에 대한 제1 채널 상태 정보를 서브밴드 단위로 피드백 하며, 제2 기지국에
 대한 제2 채널 상태 정보를 서브밴드 단위로 피드백 하도록 구성되며,
 상기 제1 채널 상태 정보는 해당 서브밴드를 지시하는 식별 정보를 포함하고,
 상기 제2 채널 상태 정보에 대응하는 서브밴드는 상기 제1 채널 상태 정보에
 10 대응하는 서브밴드와 동일하게 설정되며, 상기 제2 채널 상태 정보에는 해당
 서브밴드를 지시하는 식별 정보가 포함되지 않는 단말.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

- 상기 제2 채널 상태 정보는 상기 제1 기지국의 하향링크 신호와 상기 제2
 15 기지국의 하향링크 신호 사이의 위상 조절을 위한 위상 보정 정보가 포함되는 단말.

【청구항 8】

제6항에 있어서,

- 상기 제1 채널 상태 정보는 non-CoMP(Coordinated Multi Point) 동작을
 가정하여 계산되고, 상기 제2 채널 상태 정보는 CoMP 동작을 가정하여 계산되는
 20 단말.

【청구항 9】

제6항에 있어서,

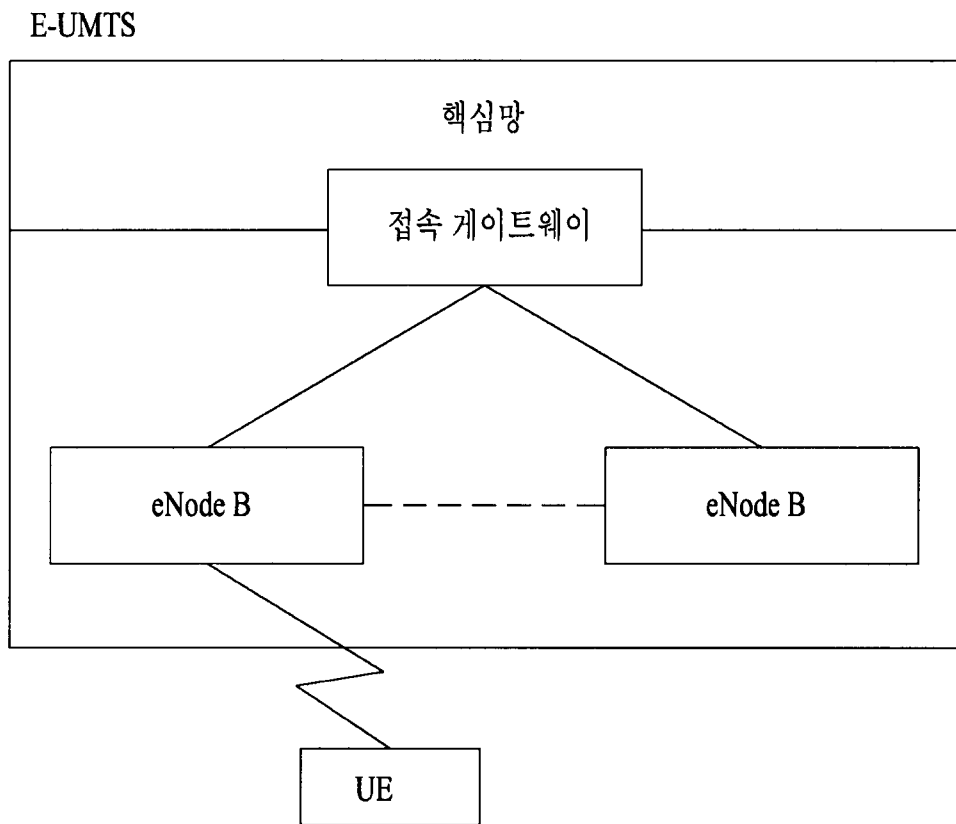
- 상기 제1 채널 상태 정보는 상기 제2 채널 상태 정보는 채널 상태 정보의
 피드백을 위해 설정된 서브프레임 세트 내에서 복수의 이웃한 서브프레임을 통해
 25 전송되는 단말.

【청구항 10】

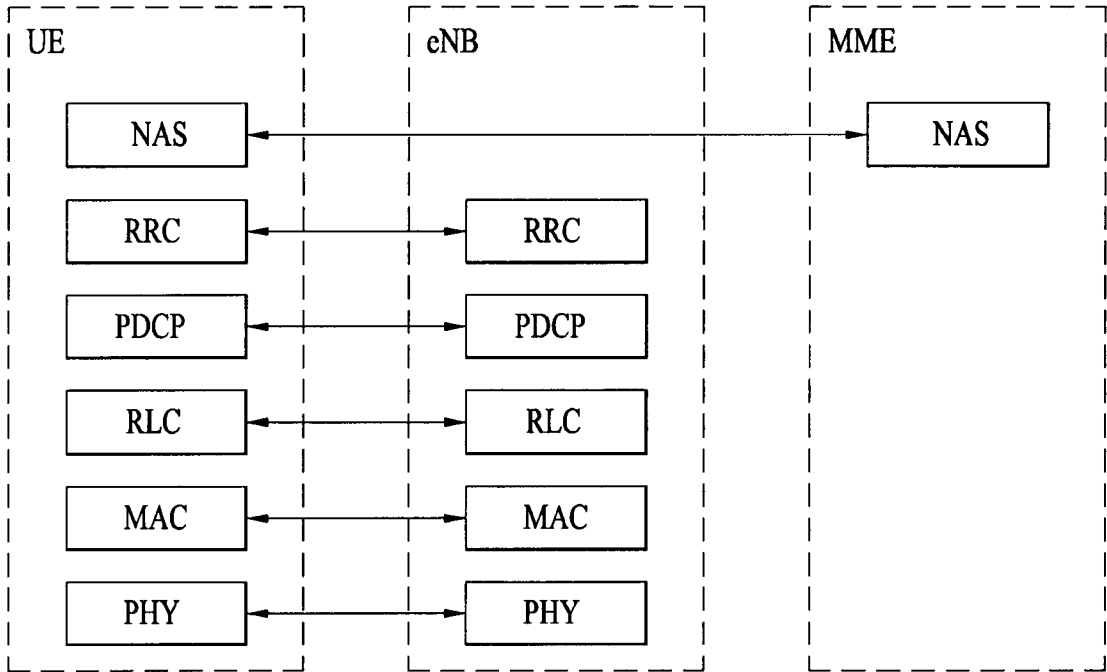
제6항에 있어서,

상기 제1 기지국은 서빙 기지국이고, 상기 제2 기지국은 협력 기지국인 단말.

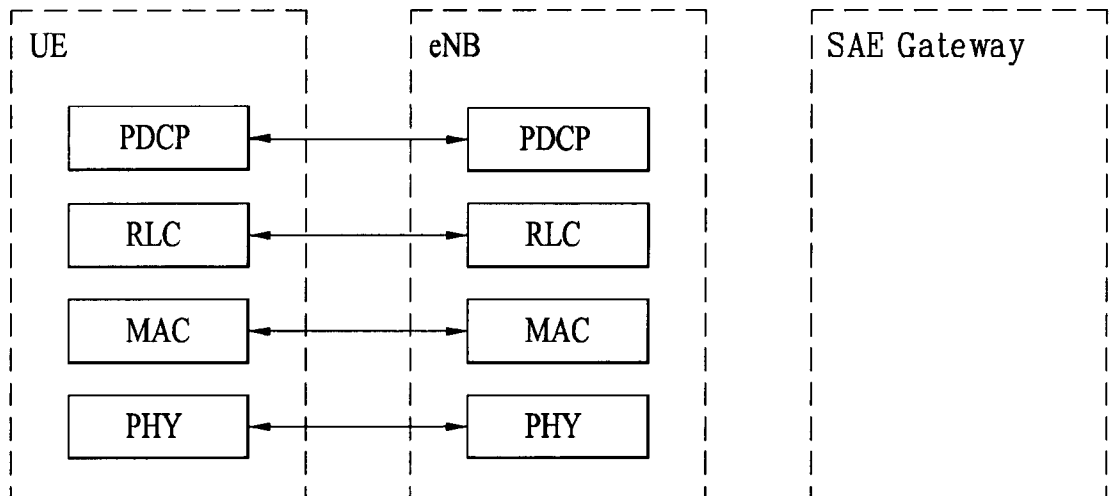
[도 1]



[도 2]

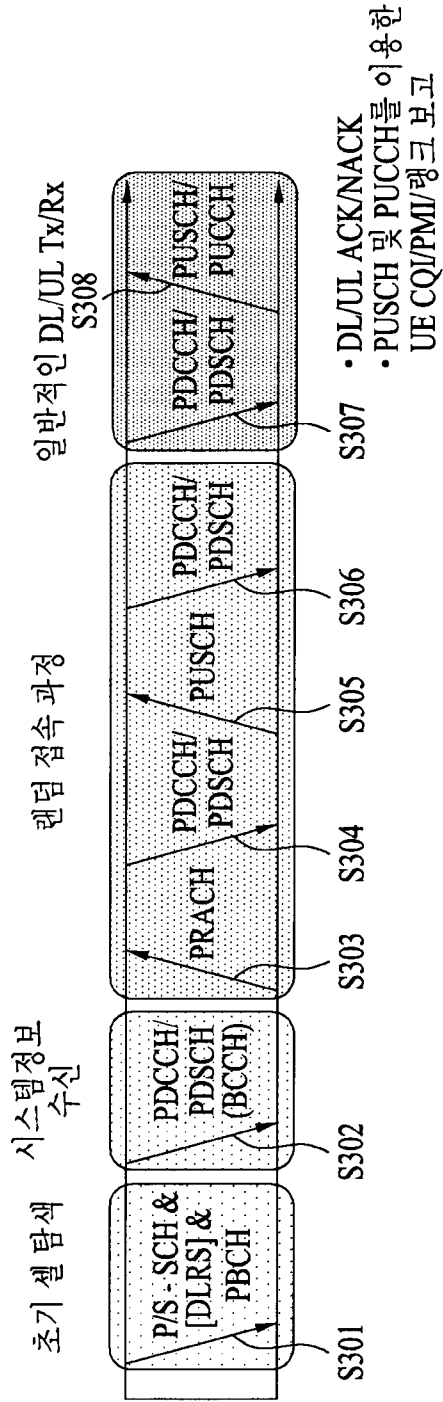


(a) 제어-평면 프로토콜 스택

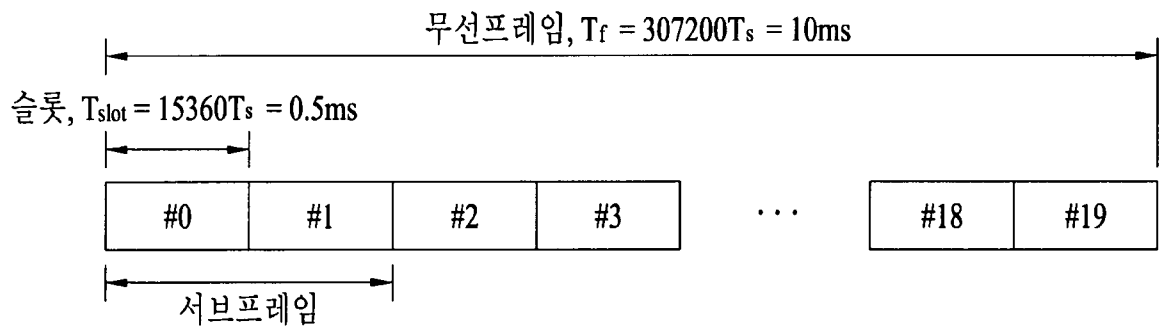


(b) 사용자-평면 프로토콜 스택

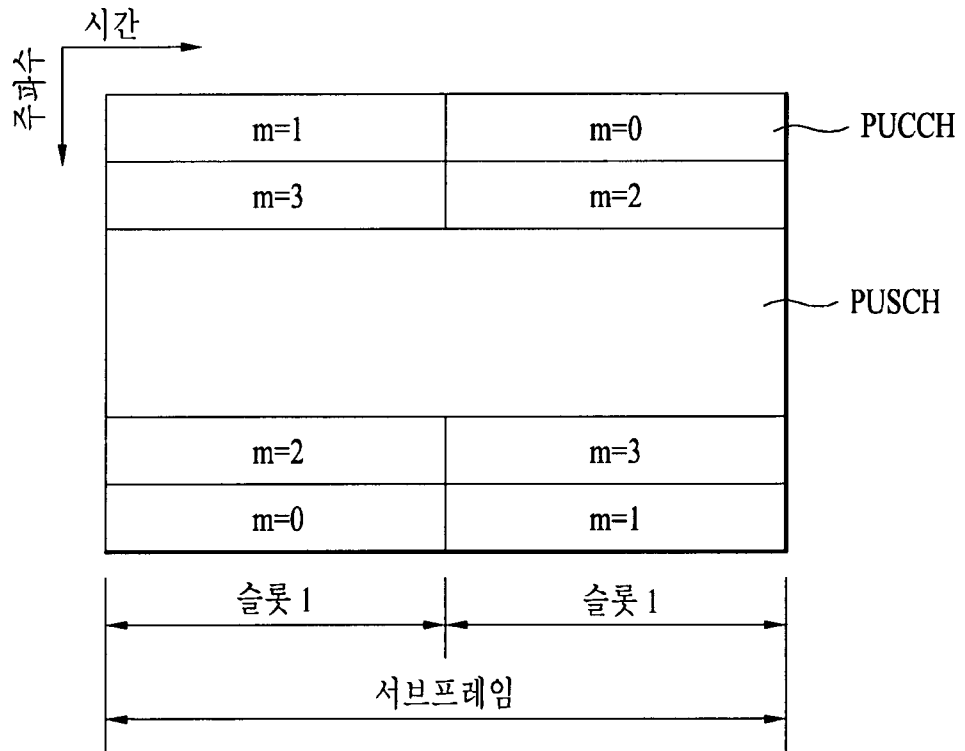
[도 3]



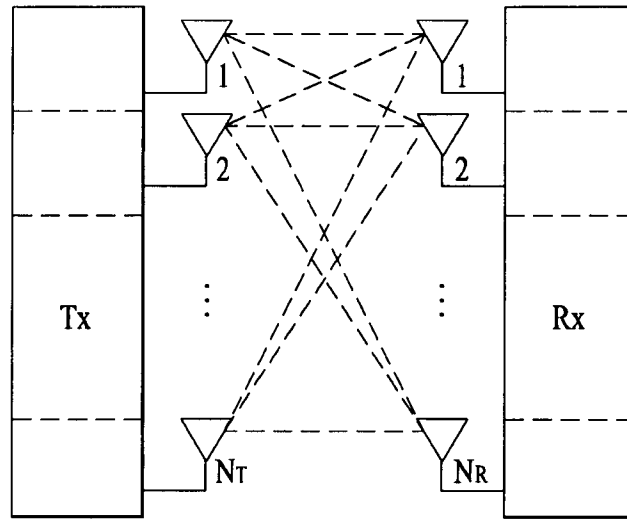
[도 4]



[도 6]



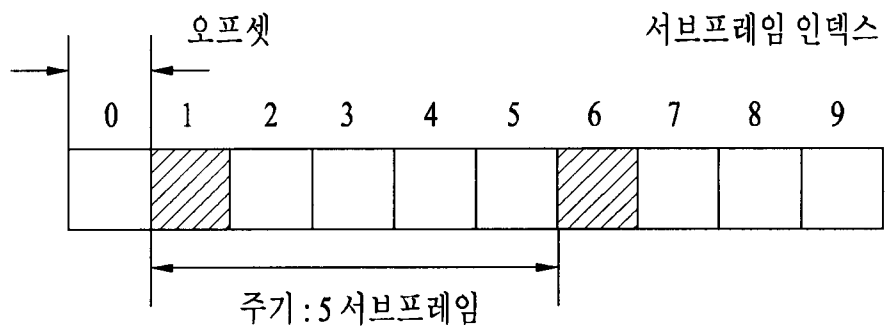
[도 7]



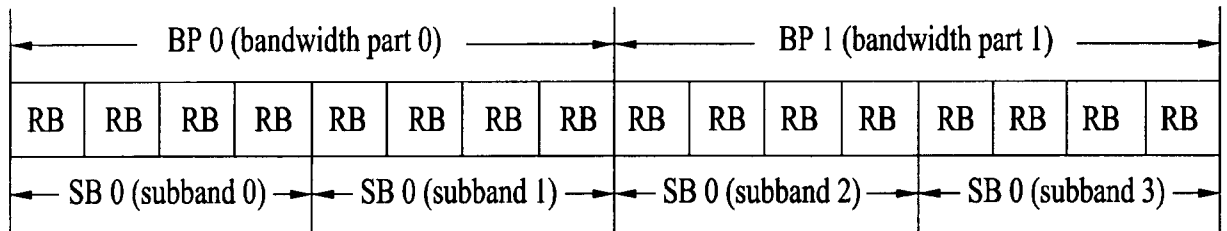
[도 8]

CQI 리포팅 모드		PMI 피드백 타입	
		PMI 없음	단일 PMI
PUCCH CQI 피드백 타입	와이드밴드 (와이드밴드 CQI)	모드 1-0	모드 1-1
	UE-선택한 (서브밴드 CQI)	모드 2-0	모드 2-1

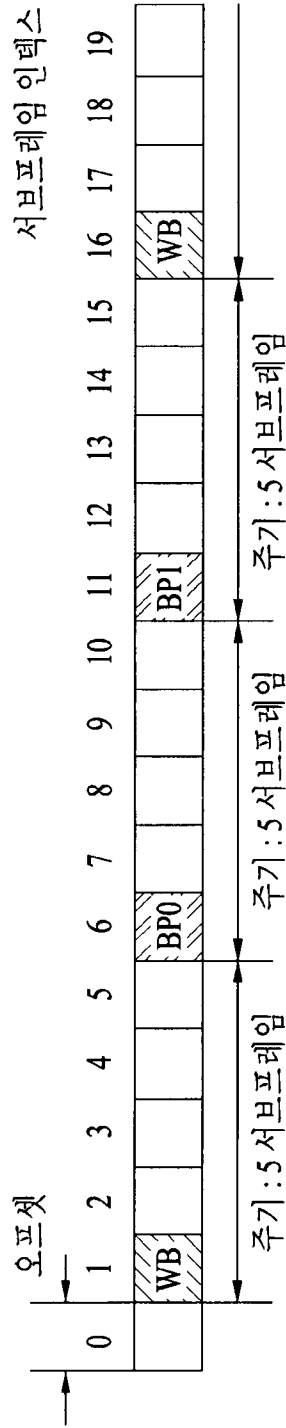
[도 9]



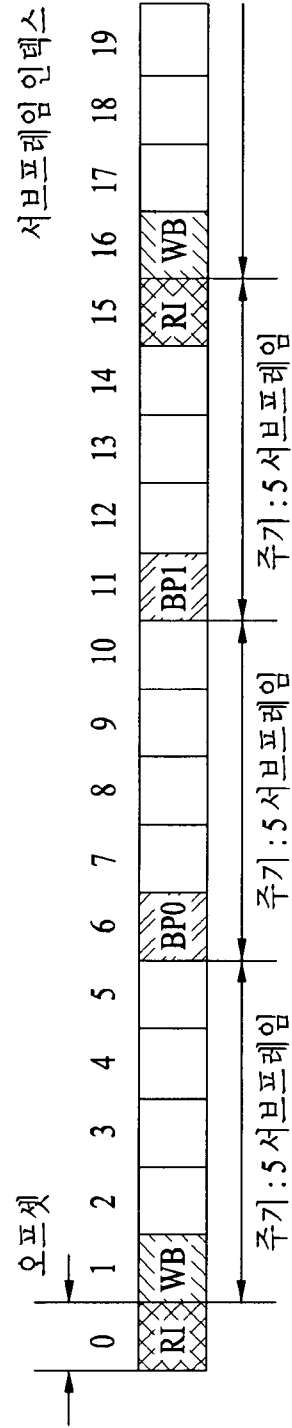
[10]



[도 11]

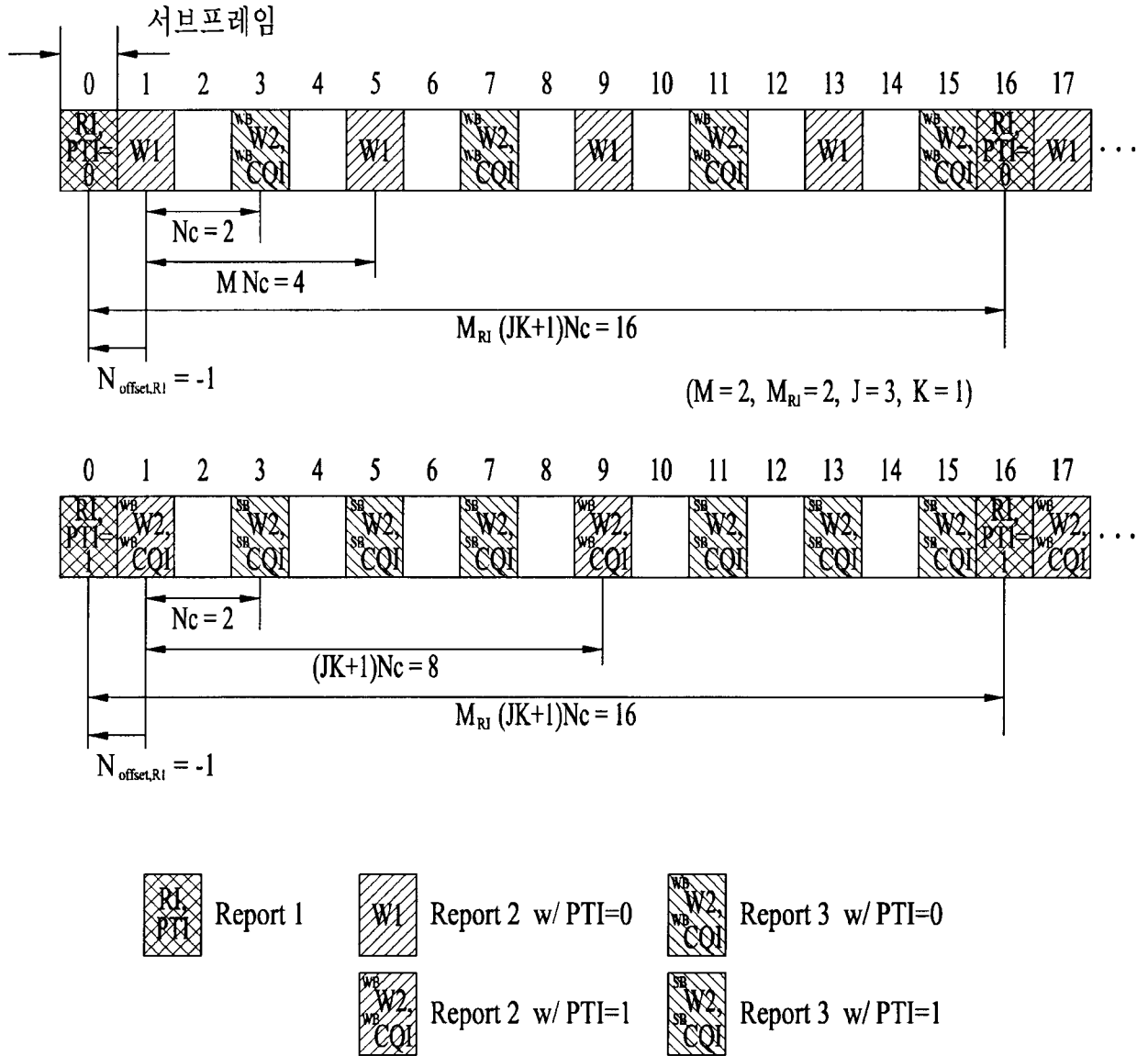


(a) 채널 품질 지시자 (CQI) 운리

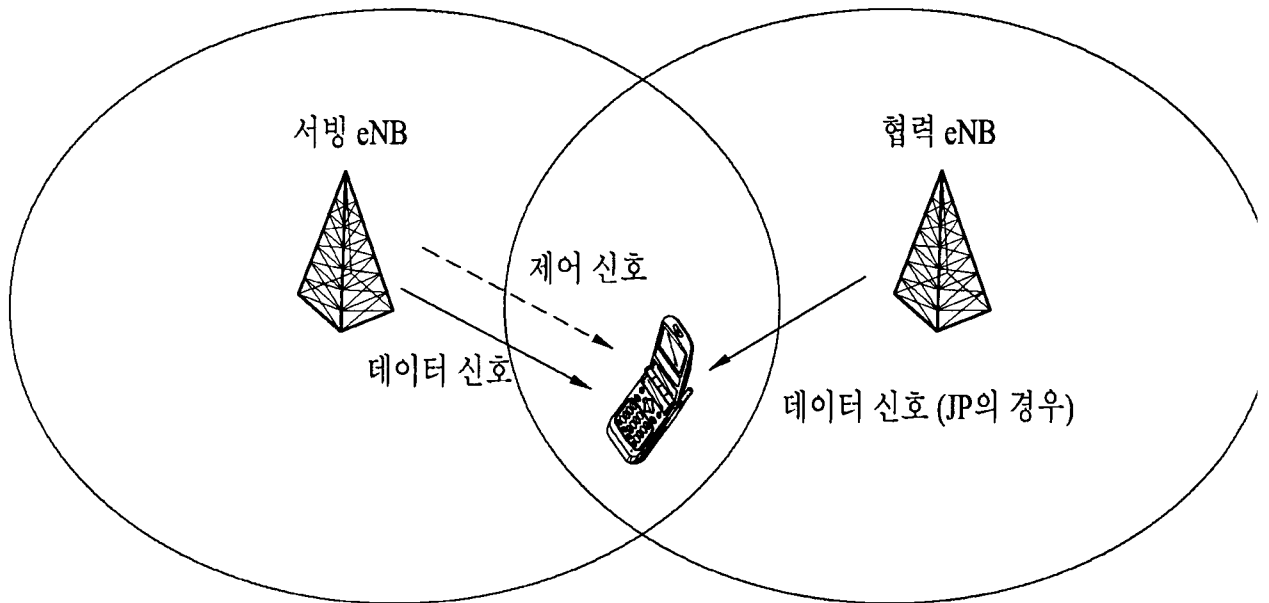


(b) CQI 및 랭크 지시자 (RI)

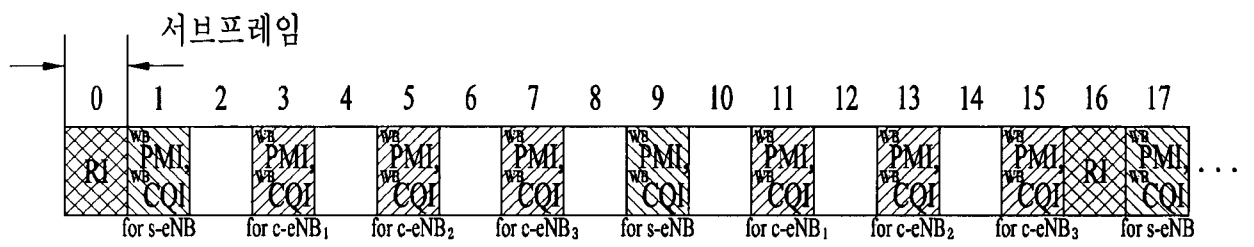
[도 12]



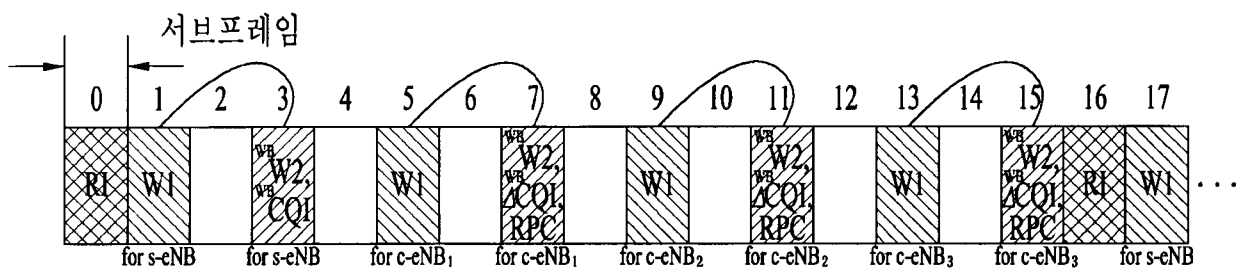
[도 13]



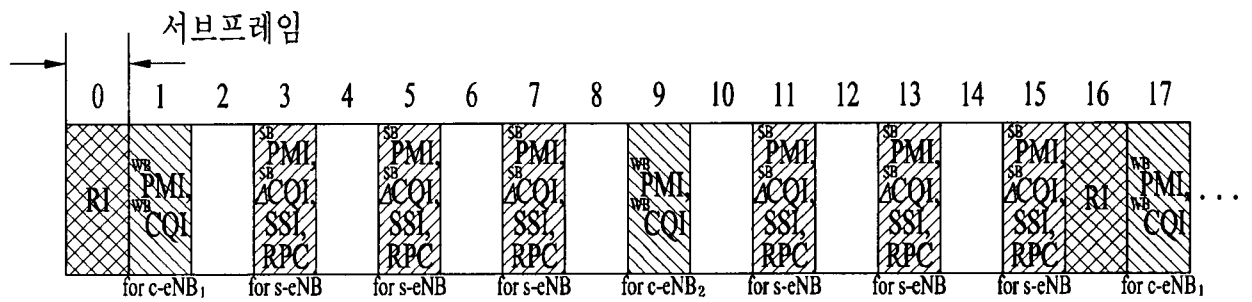
[도 14]



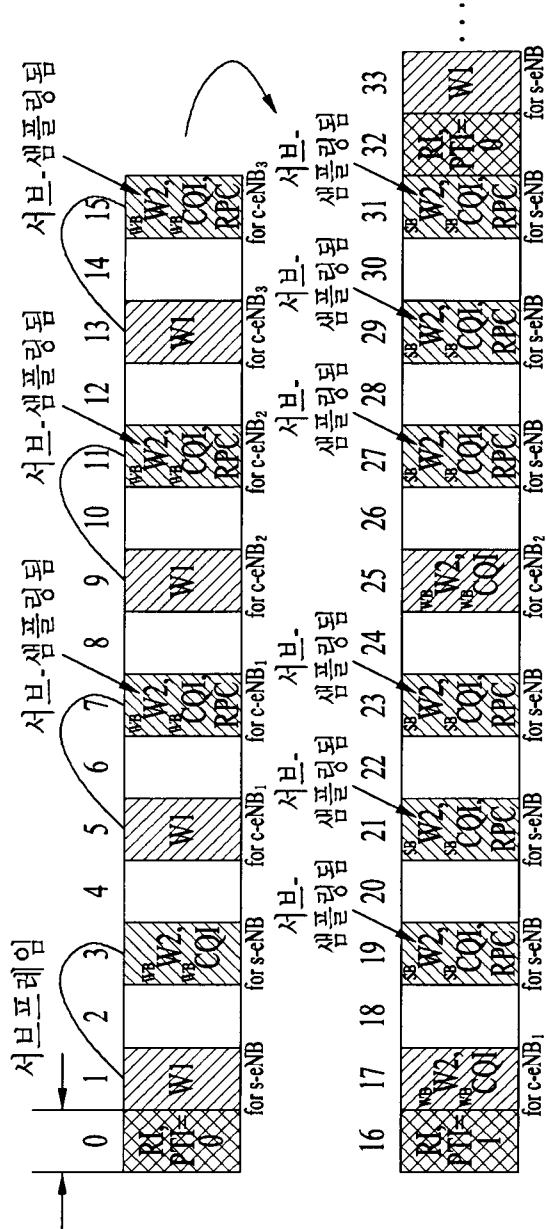
[도 15]



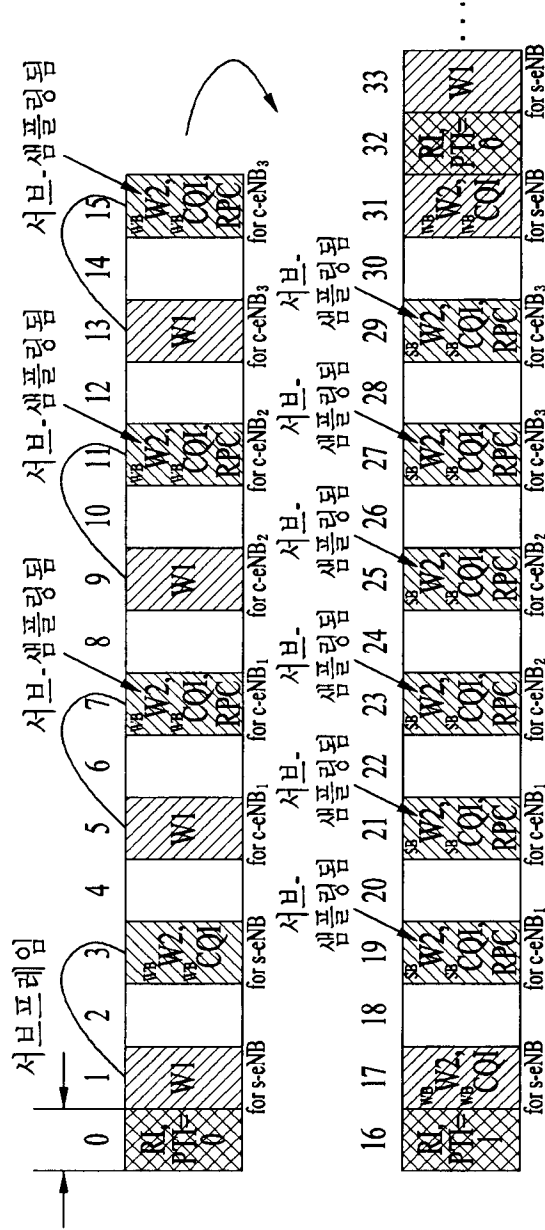
[도 16]



[도 17]



[도 18]



[도 21]

