

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2014년 10월 16일 (16.10.2014)



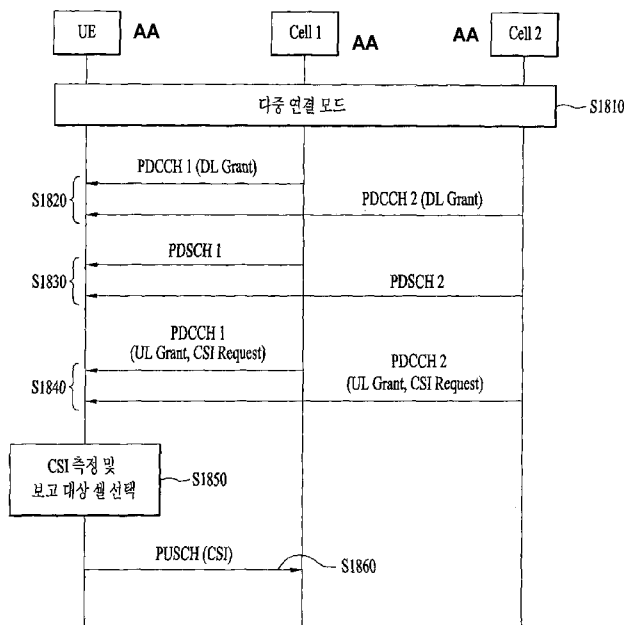
(10) 국제공개번호
WO 2014/168410 A1

- (51) 국제특허분류: **H04B 7/26** (2006.01) **H04J 11/00** (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/003076
- (22) 국제출원일: 2014년 4월 9일 (09.04.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 61/810,229 2013년 4월 9일 (09.04.2013) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 150-721 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김봉희 (KIM, Bonghoe); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11길 19, Seoul (KR). 서동연 (SEO, Dongyoun); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11길 19, Seoul (KR). 김기준 (KIM, Kijun); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11길 19, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 138-861 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TRANSMITTING CHANNEL STATUS INFORMATION IN WIRELESS ACCESS SYSTEM

(54) 발명의 명칭 : 무선 접속 시스템에서 채널상태정보 전송 방법 및 장치



(57) Abstract: The present invention provides methods for transmitting channel status information (CSI) in a wireless access system that supports a multi-connection mode in which a terminal is connected to two or more small cells, and devices for supporting the same. A method by which a terminal reports CSI in a wireless access system that supports a multi-connection mode, according to one embodiment of the present invention, comprises the steps of: receiving a first physical downlink control channel (PDCCH) signal including first resource allocation information from a first small cell which is in a multi-connection mode state; receiving a second PDCCH signal including second resource allocation information from a second small cell which is in a multi-connection mode state; and reporting the CSI on the basis of the first resource allocation information and the second resource allocation information. At this point, the terminal maintains a plurality of connections with two or more small cells including the first small cell and the second small cell in a multi-connection mode, and the first small cell and the second small cell are arranged at different physical positions and can be connected to each other through an abnormal backhaul link.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

- S1810 ... Multi-connection mode
- S1820 ... DL Grant
- S1840 ... UL Grant, CSI Request
- S1850 ... Measure CSI and select cell to be reported
- AA ... Cell

WO 2014/168410 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은 단말이 둘 이상의 스몰 셀들과 연결되는 다중 연결 모드를 지원하는 무선 접속 시스템에서 CSI를 송신하는 방법들 및 이를 지원하는 장치들을 제공한다. 본 발명의 일 실시예로서 다중 연결 모드를 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말이 채널상태정보(CSI)를 보고하는 방법은, 다중 연결 모드 상태인 제 1 스몰셀로부터 제 1 자원할당정보를 포함하는 제 1 물리하향링크 제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계; 다중 연결 모드 상태인 제 2 스몰셀로부터 제 2 자원할당정보를 포함하는 제 2 물리하향링크 제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계; 및 제 1 자원할당정보 및 제 2 자원할당정보를 기반으로 CSI를 보고하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 다중 연결 모드에서 단말은 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀을 포함하는 둘 이상의 스몰셀들과 복수의 연결을 유지하며, 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀은 서로 다른 물리적 위치에 배치되고, 서로 비 이상적인 백홀 링크를 통해 연결될 수 있다.

【명세서】

【발명의 명칭】

무선 접속 시스템에서 채널상태정보 전송 방법 및 장치

【기술분야】

5 [1] 본 발명은 무선 접속 시스템에 관한 것으로, 특히 단말이 둘 이상의 스몰 셀들과 연결되어 있는 환경에서 채널상태정보(CSI: Channel Status Information)를 송신하는 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

【배경기술】

10 [2] 무선 접속 시스템이 음성이나 데이터 등과 같은 다양한 종류의 통신 서비스를 제공하기 위해 광범위하게 전개되고 있다. 일반적으로 무선 접속 시스템은 가용한 시스템 자원(대역폭, 전송 파워 등)을 공유하여 다중 사용자와의 통신을 지원할 수 있는 다중 접속(multiple access) 시스템이다. 다중 접속 시스템의 예들로는 CDMA(code division multiple access) 시스템, FDMA(frequency division multiple access) 시스템, TDMA(time division multiple access) 시스템, OFDMA(orthogonal frequency
15 division multiple access) 시스템, SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 시스템 등이 있다.

[3] 최근, 무선 접속 시스템의 구조는 다양한 형태의 작은 크기의 스몰셀(Small Cell: 예를 들어, 피코셀(Pico Cell), 펌토셀(Femto cell) 등)들이 상대적으로 큰 크기의 매크로셀(Macro Cell)과 연동하는 형태로 변화하고 있다. 이는 종래의 매크로셀
20 이 기본적으로 관여하는 수직적인 계층의 다계층 셀이 혼재하는 상황에서 최종 사용자인 단말(UE: User Equipment)의 관점에서 높은 데이터 전송율을 제공받음으로써 체감품질(QoE: Quality of Experience)을 증진하려고 함을 목적으로 한다.

[4] 다만, 많은 수의 스몰셀들이 배치되는 환경에서 단말은 둘 이상의 스몰셀들과 연결되어 데이터를 송수신할 수 있다. 이 때, 스몰셀들은 비이상적인 백홀로
25 연결되어 있어서 데이터나 스케줄링 정보 등의 공유가 어렵다. 이때, 단말은 한정된 상향링크 제어 채널을 이용하여 여러 스몰셀들에 대한 제어 정보를 전송해야 한다. 따라서, 기존 셀룰러 시스템과는 다른 방식의 상향링크 제어 정보를 전송하는 방법이 필요하다.

30 【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

[5] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 고안된 것으로, 본 발명의 목적은 단말이 둘 이상의 스몰 셀들과 연결되어 있는 환경에서 채널상태정보(CSI: Channel Status Information)를 송신하는 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

5 [6] 본 발명의 목적은 다중 연결 모드에서 채널상태정보를 비 주기적으로 보고하는 다양한 방법들을 제공하는 것이다.

[7] 본 발명의 또 다른 목적은 다중 연결 모드에서 채널상태정보를 주기적으로 보고하는 다양한 방법들을 제공하는 것이다.

[8] 본 발명의 또 다른 목적은 이러한 방법들을 지원하는 장치들을 제공하는 것이다.

10 [9] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 목적들은 이상에서 언급한 사항들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하 설명할 본 발명의 실시예들로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 고려될 수 있다.

15 【기술적 해결방법】

[10] 본 발명은 단말이 둘 이상의 스몰 셀들과 연결되는 다중 연결 모드를 지원하는 무선 접속 시스템에서 CSI 를 송신하는 방법들 및 이를 지원하는 장치들을 제공한다.

20 [11] 본 발명의 일 양태로서 다중 연결 모드를 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말이 채널상태정보(CSI)를 보고하는 방법은, 다중 연결 모드 상태인 제 1 스몰셀로부터 제 1 자원할당정보를 포함하는 제 1 물리하향링크 제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계; 다중 연결 모드 상태인 제 2 스몰셀로부터 제 2 자원할당정보를 포함하는 제 2 물리하향링크 제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계; 및 제 1 자원할당정보 및 제 2 자원할당정보를 기반으로 CSI 를 보고하는 단계를 포함할 수 있
25 다. 이때, 다중 연결 모드에서 단말은 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀을 포함하는 둘 이상의 스몰셀들과 복수의 연결을 유지하며, 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀은 서로 다른 물리적 위치에 배치되고, 서로 비 이상적인 백홀 링크를 통해 연결될 수 있다.

[12] 이때, 제 1 PDCCH 신호 및 제 2 PDCCH 신호는 데이터 채널 영역에서 전송되는 제어 신호인 E-PDCCH (Extended PDCCH) 신호일 수 있다.

30 [13] 만약, 제 1 자원할당정보 및 제 2 자원할당정보가 동일한 자원영역을 지시하면, CSI 를 보고하는 단계에서 단말은 제 1 스몰셀에 대한 CSI 만을 제 1 자원할당정

보를 통해 전송하도록 구성될 수 있다. 이때, 제 1 셀은 둘 이상의 스몰셀들 중 프 라이머리 셀, 셀 인덱스가 가장 낮은 스몰셀, 물리 셀 식별자의 비트열의 자연수 값이 가장 낮은 스몰셀, CSI 프로세스 인덱스가 가장 낮은 스몰셀, 물리 상향링크 공유 채널의 사용자 데이터가 함께 스케줄링된 스몰셀일 수 있다.

5 [14] 또는, 제 1 자원할당정보 및 제 2 자원할당정보가 서로 다른 자원영역을 지 시하면, CSI 를 보고하는 단계에서 단말은 서로 다른 자원영역을 통해 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀에 대한 CSI 를 각각 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이때, 제 1 자원할당정보 및 상기 제 2 자원할당정보가 서로 다른 자원영역을 지시하는 경 우에는, 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀이 미리 자원할당정보를 겹치지 않도록 자원정
10 보를 공유하고, 스케줄링할 수 있다.

[15] 본 발명의 다른 양태로서 다중 연결 모드를 지원하는 무선 접속 시스템에 서 채널상태정보(CSI)를 보고하는 단말은 송신기, 수신기, 및 송신기 및 수신기와 연동하여 CSI 를 보고하기 위한 프로세서를 포함할 수 있다. 이때, 프로세서는 수
15 신기를 제어하여 다중 연결 모드 상태인 제 1 스몰셀로부터 제 1 자원할당정보를 포 함하는 제 1 물리하향링크 제어채널(PDCCH) 신호를 수신하고, 수신기를 제어하여 다중 연결 모드 상태인 제 2 스몰셀로부터 제 2 자원할당정보를 포함하는 제 2 물리 하향링크 제어채널(PDCCH) 신호를 수신하도록 구성되고, 송신기를 제어하여 제 1
20 자원할당정보 및 제 2 자원할당정보를 기반으로 CSI 를 보고하도록 구성되며, 다중 연결 모드에서 단말은 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀을 포함하는 둘 이상의 스몰셀들 과 복수의 연결을 유지하며, 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀은 서로 다른 물리적 위치 에 배치되고, 서로 비 이상적인 백홀 링크를 통해 연결될 수 있다.

[16] 만약, 제 1 자원할당정보 및 제 2 자원할당정보가 동일한 자원영역을 지시하 면, 프로세서는 송신기를 제어하여 제 1 스몰셀에 대한 CSI 만을 제 1 자원할당정보
25 를 통해 전송하도록 구성될 수 있다. 이때, 제 1 셀은 둘 이상의 스몰셀들 중 프라 이머리 셀, 셀 인덱스가 가장 낮은 스몰셀, 물리 셀 식별자의 비트열의 자연수 값이 가장 낮은 스몰셀, CSI 프로세스 인덱스가 가장 낮은 스몰셀, 물리 상향링크 공유 채널의 사용자 데이터가 함께 스케줄링된 스몰셀일 수 있다.

[17] 또는, 제 1 자원할당정보 및 제 2 자원할당정보가 서로 다른 자원영역을 지 시하면, 프로세서는 송신기를 제어하여 서로 다른 자원영역을 통해 제 1 스몰셀 및
30 제 2 스몰셀에 대한 CSI 를 각각 전송하도록 구성될 수 있다.

[18] 제 1 자원할당정보 및 상기 제 2 자원할당정보가 서로 다른 자원영역을 지시하는 경우에는, 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀이 미리 자원할당정보를 겹치지 않도록 자원할당정보를 공유하고 스케줄링할 수 있다.

[19] 본 발명의 또 다른 양태로서 다중 연결 모드를 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말이 채널상태정보(CSI)를 보고하는 방법은, 다중 연결 모드 상태인 제 1 스몰셀로부터 자원할당정보를 포함하는 상위 계층 신호(예를 들어, RRC (Radio Resource Control) 또는 MAC (Medium Access Control) 신호)를 수신하는 단계와 제 1 스몰셀에 대한 제 1 CSI 정보 비트 및 다중 연결 모드 상태인 제 2 스몰셀에 대한 제 2 CSI 정보 비트를 생성하는 단계와 제 1 CSI 정보 비트 및 제 2 CSI 정보 비트를 물리상향링크제어채널(PUCCH) 포맷 3 을 기반으로 하나의 CSI 로 구성하는 단계 및 CSI 를 포함하는 PUCCH 신호를 자원할당정보를 기반으로 주기적으로 전송하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 자원할당정보는 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀에서 동일한 시간 및 주파수로 설정되는 자원영역을 지시할 수 있다.

[20] 본 발명의 또 다른 양태로서 다중 연결 모드를 지원하는 무선 접속 시스템에서 채널상태정보(CSI)를 보고하는 단말은 송신기, 수신기, 및 송신기 및 수신기와 연동하여 CSI 를 보고하기 위한 프로세서를 포함한다.

[21] 이때, 프로세서는 수신기를 제어하여 다중 연결 모드 상태인 제 1 스몰셀로부터 자원할당정보를 포함하는 상위계층신호를 수신하고, 제 1 스몰셀에 대한 제 1 CSI 정보 비트 및 다중 연결 모드 상태인 제 2 스몰셀에 대한 제 2 CSI 정보 비트를 생성하고, 제 1 CSI 정보 비트 및 제 2 CSI 정보 비트를 물리상향링크제어채널(PUCCH) 포맷 3 을 기반으로 하나의 CSI 로 구성하고, 송신기를 제어하여 CSI 를 포함하는 PUCCH 신호를 자원할당정보를 기반으로 주기적으로 전송하도록 구성될 수 있다. 이때, 자원할당정보는 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀에서 동일한 시간 및 주파수로 설정되는 자원영역을 지시할 수 있다.

[22] 다중 연결 모드에서 단말은 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀을 포함하는 둘 이상의 스몰셀들과 복수의 연결을 유지하며, 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀은 서로 다른 물리적 위치에 배치되고, 서로 비 이상적인 백홀 링크를 통해 연결될 수 있다.

[23] PUCCH 신호는 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀이 자원영역을 통해 수신할 수 있고, 제 1 스몰셀 및 제 2 스몰셀은 하나의 CSI 에서 각각 자신의 CSI 정보 비트를 디코딩할 수 있다.

[24] 본 발명의 실시예들에서 PDCCH 신호는 데이터 채널 영역에서 전송되는 제어 신호인 E-PDCCH (Extended PDCCH) 신호일 수 있다.

[25] 상술한 본 발명의 양태들은 본 발명의 바람직한 실시예들 중 일부에 불과하며, 본원 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

【유리한 효과】

[26] 본 발명의 실시예들에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.

10 [27] 첫째, 단말은 다수의 셀들과 연결을 형성하는 다중 연결 모드에서도 효율적으로 CSI를 전송할 수 있다.

[28] 둘째, 다중 연결 모드에서 둘 이상의 셀들에 대한 채널상태정보를 비 주기적으로 전송시 기설정된 조건에 따라 하나의 셀에 대한 채널상태정보만을 전송함으로써 PAPR을 만족하면서 단말의 큐빅 매트릭 성능의 열화를 막을 수 있다.

15 [29] 셋째, 다중 연결 모드에서 둘 이상의 셀들에 대한 채널상태정보를 주기적으로 전송시 둘 이상의 셀들에 대한 채널상태정보를 하나의 채널상태정보로 구성하여 전송함으로써 PAPR을 만족하면서 단말의 큐빅 매트릭 성능의 열화를 막을 수 있다.

[30] 본 발명의 실시예들에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 이하의 본 발명의 실시예들에 대한 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 도출되고 이해될 수 있다. 즉, 본 발명을 실시함에 따른 의도하지 않은 효과들 역시 본 발명의 실시예들로부터 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 도출될 수 있다.

25

【도면의 간단한 설명】

[31] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되고, 첨부된 도면들은 본 발명에 대한 다양한 실시예들을 제공한다. 또한, 첨부된 도면들은 상세한 설명과 함께 본 발명의 실시 형태들을 설명하기 위해 사용된다.

30 [32] 도 1은 물리 채널들 및 이들을 이용한 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

- [33] 도 2는 무선 프레임의 구조의 일례를 나타내는 도면이다.
- [34] 도 3는 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.
- [35] 도 4는 상향링크 서브 프레임의 구조의 일례를 나타내는 도면이다.
- [36] 도 5는 하향링크 서브 프레임의 구조의 일례를 나타내는 도면이다.
- 5 [37] 도 6은 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타내고, 도 7은 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타낸다.
- [38] 도 8은 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 나타내고, 도 9는 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 나타낸다.
- [39] 도 10은 PUCCH 포맷 1a와 1b에 대한 ACK/NACK 채널화(channelization)를
10 설명하는 도면이다.
- [40] 도 11은 동일한 PRB 내에서 PUCCH 포맷 1a/1b와 포맷 2/2a/2b의 혼합된 구조에 대한 채널화를 도시한 도면이다.
- [41] 도 12는 PRB 할당을 도시한 도면이다.
- [42] 도 13은 컴포넌트 캐리어(CC) 및 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어
15 병합의 일례를 나타내는 도면이다.
- [43] 도 14는 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 LTE-A 시스템의 서브 프레임 구조를 나타낸다.
- [44] 도 15는 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 서빙셀 구성의 일례를 나타내는 도면이다.
- 20 [45] 도 16는 CA PUCCH의 신호 처리 과정을 예시하는 도면이다.
- [46] 도 17은 블록 확산 기반의 새로운 PUCCH 포맷의 일례를 나타내는 도면이다.
- [47] 도 18은 다중 연결 모드를 구성하는 둘 이상의 스몰셀에 대한 비주기적 CSI 보고 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.
- 25 [48] 도 19는 다중 연결 모드를 구성하는 둘 이상의 스몰셀들에 대한 주기적 CSI 보고 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.
- [49] 도 20은 PUCCH 포맷 3을 이용하기 위해 두 개의 RM 인코더를 이용하여 주기적 CSI를 구성하는 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

[50] 도 21 에서 설명하는 장치는 도 1 내지 도 20 에서 설명한 방법들이 구현될 수 있는 수단이다.

【발명의 실시를 위한 형태】

5 [51] 이하에서 상세히 설명하는 본 발명의 실시예들은 단말이 둘 이상의 스물 셀들과 연결되는 다중 연결 모드를 지원하는 무선 접속 시스템에서 CSI 를 송신하는 방법들 및 이를 지원하는 장치들을 제공한다.

[52] 이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 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.

10

15 [53] 도면에 대한 설명에서, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 절차 또는 단계 등은 기술하지 않았으며, 당업자의 수준에서 이해할 수 있을 정도의 절차 또는 단계는 또한 기술하지 아니하였다.

[54] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함(comprising 또는 including)"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 또한, "일(a 또는 an)", "하나(one)", "그(the)" 및 유사 관련어는 본 발명을 기술하는 문맥에 있어서(특히, 이하의 청구항의 문맥에서) 본 명세서에 달리 지시되거나 문맥에 의해 분명하게 반박되지 않는 한, 단수 및 복수 모두를 포함하는 의미로 사용될 수 있다.

20

25

[55] 본 명세서에서 본 발명의 실시예들은 기지국과 이동국 간의 데이터 송수신 관계를 중심으로 설명되었다. 여기서, 기지국은 이동국과 직접적으로 통신을

수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미가 있다. 본 문서에서
 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의
 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.

[56] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로
 5 이루어지는 네트워크에서 이동국과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은
 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있다. 이때,
 '기지국'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 발전된 기지국(ABS: Advanced
 Base Station) 또는 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다.

[57] 또한, 본 발명의 실시예들에서 단말(Terminal)은 사용자 기기(UE: User
 10 Equipment), 이동국(MS: Mobile Station), 가입자 단말(SS: Subscriber Station), 이동
 가입자 단말(MSS: Mobile Subscriber Station), 이동 단말(Mobile Terminal) 또는 발전된
 이동단말(AMS: Advanced Mobile Station) 등의 용어로 대체될 수 있다.

[58] 또한, 송신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 제공하는 고정 및/또는
 이동 노드를 말하고, 수신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 수신하는 고정
 15 및/또는 이동 노드를 의미한다. 따라서, 상향링크에서는 이동국이 송신단이 되고,
 기지국이 수신단이 될 수 있다. 마찬가지로, 하향링크에서는 이동국이 수신단이
 되고, 기지국이 송신단이 될 수 있다.

[59] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802.xx 시스템, 3GPP(3rd
 Generation Partnership Project) 시스템, 3GPP LTE 시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도
 20 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있으며, 특히, 본 발명의
 실시예들은 3GPP TS 36.211, 3GPP TS 36.212, 3GPP TS 36.213 및 3GPP TS 36.321
 문서들에 의해 뒷받침 될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 설명하지 않은
 자명한 단계들 또는 부분들은 상기 문서들을 참조하여 설명될 수 있다. 또한, 본
 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.

[60] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여
 25 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의

예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다.

[61] 또한, 본 발명의 실시예들에서 사용되는 특정(特定) 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.

[62] 이하에서는 본 발명의 실시예들이 사용될 수 있는 무선 접속 시스템의 일례로 3GPP LTE/LTE-A 시스템에 대해서 설명한다.

[63] 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 적용될 수 있다.

[64] CDMA 는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000 과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA 는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA 는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다.

[65] UTRA 는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP LTE(Long Term Evolution)은 E-UTRA 를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA 를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA 를 채용한다. LTE-A(Advanced) 시스템은 3GPP LTE 시스템이 개량된 시스템이다. 본 발명의 기술적 특징에 대한 설명을 명확하게 하기 위해, 본 발명의 실시예들을 3GPP LTE/LTE-A 시스템을 위주로 기술하지만 IEEE 802.16e/m 시스템 등에도 적용될 수 있다.

25

[66] 1. 3GPP LTE/LTE_A 시스템

[67] 무선 접속 시스템에서 단말은 하향링크(DL: Downlink)를 통해
 5 기지국으로부터 정보를 수신하고, 상향링크(UL: Uplink)를 통해 기지국으로 정보를
 전송한다. 기지국과 단말이 송수신하는 정보는 일반 데이터 정보 및 다양한 제어
 정보를 포함하고, 이들이 송수신 하는 정보의 종류/용도에 따라 다양한 물리
 채널이 존재한다.

[68] 1.1 시스템 일반

[69] 도 1은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 물리 채널들 및 이들을
 이용한 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

10 [70] 전원이 꺼진 상태에서 다시 전원이 켜지거나, 새로이 셀에 진입한 단말은
 S11 단계에서 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색 (Initial cell search)
 작업을 수행한다. 이를 위해 단말은 기지국으로부터 주동기 채널 (P-SCH: Primary
 Synchronization Channel) 및 부동기 채널 (S-SCH: Secondary Synchronization
 Channel)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득한다.

15 [71] 그 후, 단말은 기지국으로부터 물리방송채널 (PBCH: Physical Broadcast
 Channel) 신호를 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다.

[72] 한편, 단말은 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 참조 신호 (DL RS: Downlink
 Reference Signal)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.

20 [73] 초기 셀 탐색을 마친 단말은 S12 단계에서 물리하향링크제어채널 (PDCCH:
 Physical Downlink Control Channel) 및 물리하향링크공유 채널 (PDSCH: Physical Downlink Control Channel)을 수신하여 조금
 더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다.

[74] 이후, 단말은 기지국에 접속을 완료하기 위해 이후 단계 S13 내지 단계
 S16 과 같은 임의 접속 과정 (Random Access Procedure)을 수행할 수 있다. 이를
 25 위해 단말은 물리임의접속채널 (PRACH: Physical Random Access Channel)을 통해
 프리앰블 (preamble)을 전송하고(S13), 물리하향링크제어채널 및 이에 대응하는

물리하향링크공유 채널을 통해 프리엠블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S14). 경쟁 기반 임의 접속의 경우, 단말은 추가적인 물리임의접속채널 신호의 전송(S15) 및 물리하향링크제어채널 신호 및 이에 대응하는 물리하향링크공유 채널 신호의 수신(S16)과 같은 충돌해결절차 (Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.

[75] 상술한 바와 같은 절차를 수행한 단말은 이후 일반적인 상/하향링크 신호 전송 절차로서 물리하향링크제어채널 신호 및/또는 물리하향링크공유채널 신호의 수신(S17) 및 물리상향링크공유채널 (PUSCH: Physical Uplink Shared Channel) 신호 및/또는 물리상향링크제어채널 (PUCCH: Physical Uplink Control Channel) 신호의 전송(S18)을 수행할 수 있다.

[76] 단말이 기지국으로 전송하는 제어정보를 통칭하여 상향링크 제어정보(UCI: Uplink Control Information)라고 지칭한다. UCI 는 HARQ-ACK/NACK (Hybrid Automatic Repeat and reQuest Acknowledgement/Negative-ACK), SR (Scheduling Request), CQI (Channel Quality Indication), PMI (Precoding Matrix Indication), RI (Rank Indication) 정보 등을 포함한다.

[77] LTE 시스템에서 UCI 는 일반적으로 PUCCH 를 통해 주기적으로 전송되지만, 제어정보와 트래픽 데이터가 동시에 전송되어야 할 경우 PUSCH 를 통해 전송될 수 있다. 또한, 네트워크의 요청/지시에 의해 PUSCH 를 통해 UCI 를 비주기적으로 전송할 수 있다.

[78] 도 2 는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

[79] 도 2(a)는 타입 1 프레임 구조(frame structure type 1)를 나타낸다. 타입 1 프레임 구조는 전이중(full duplex) FDD(Frequency Division Duplex) 시스템과 반이중(half duplex) FDD 시스템 모두에 적용될 수 있다.

[80] 하나의 무선 프레임(radio frame)은 $T_f = 307200 \cdot T_s = 10 \text{ ms}$ 의 길이를 가지고, $T_{slot} = 15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$ 의 균등한 길이를 가지며 0 부터 19 의 인덱스가 부여된 20 개의 슬롯으로 구성된다. 하나의 서브프레임은 2 개의 연속된 슬롯으로

정의되며, i 번째 서브프레임은 $2i$ 와 $2i+1$ 에 해당하는 슬롯으로 구성된다. 즉, 무선 프레임(radio frame)은 10 개의 서브프레임(subframe)으로 구성된다. 하나의 서브프레임을 전송하는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 한다. 여기서, 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 심볼 또는 SC-FDMA 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의 자원블록(Resource Block)을 포함한다.

[81] 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심볼을 포함한다. 3GPP LTE 는 하향링크에서 OFDMA 를 사용하므로 OFDM 심볼은 하나의 심볼 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것이다. OFDM 심볼은 하나의 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간이라고 할 수 있다. 자원 블록(resource block)은 자원 할당 단위이고, 하나의 슬롯에서 복수의 연속적인 부반송파(subcarrier)를 포함한다.

[82] 전이중 FDD 시스템에서는 각 10ms 구간 동안 10 개의 서브프레임은 하향링크 전송과 상향링크 전송을 위해 동시에 이용될 수 있다. 이때, 상향링크와 하향링크 전송은 주파수 영역에서 분리된다. 반면, 반이중 FDD 시스템의 경우 단말은 전송과 수신을 동시에 할 수 없다.

[83] 상술한 무선 프레임의 구조는 하나의 예시에 불과하며, 무선 프레임에 포함되는 서브 프레임의 수 또는 서브 프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

[84] 도 2(b)는 타입 2 프레임 구조(frame structure type 2)를 나타낸다. 타입 2 프레임 구조는 TDD 시스템에 적용된다. 하나의 무선 프레임(radio frame)은 $T_f = 307200 \cdot T_s = 10 \text{ ms}$ 의 길이를 가지며, $153600 \cdot T_s = 5 \text{ ms}$ 길이를 가지는 2 개의 하프프레임(half-frame)으로 구성된다. 각 하프프레임은 $30720 \cdot T_s = 1 \text{ ms}$ 의 길이를 가지는 5 개의 서브프레임으로 구성된다. i 번째 서브프레임은 $2i$ 와 $2i+1$ 에 해당하는 각 $T_{\text{slot}} = 15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$ 의 길이를 가지는 2 개의 슬롯으로 구성된다.

여기에서, T_s 는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s=1/(15\text{kHz}\times 2048)=3.2552\times 10^{-8}$ (약 33ns)로 표시된다.

[85] 타입 2 프레임에는 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(GP: Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)인 3 가지의 필드로 구성되는 특별 서브프레임을 포함한다. 여기서, DwPTS 는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS 는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

10 [86] 다음 표 1 는 특별 프레임의 구성(DwPTS/GP/UpPTS 의 길이)을 나타낸다.

[87] 【표 1】

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

[88] 도 3 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.

15 [89] 도 3 을 참조하면, 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 여기서, 하나의 하향링크 슬롯은 7 개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원 블록은 주파수 영역에서 12 개의 부 반송파를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[90] 자원 그리드 상에서 각 요소(element)를 자원 요소(resource element)하고, 20 하나의 자원 블록은 12×7 개의 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는

자원 블록들의 수 NDL 은 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

[91] 도 4 는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

5 [92] 도 4 를 참조하면, 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH 이 할당된다. 데이터 영역은 사용자 데이터를 나르는 PUSCH 이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해 하나의 단말은 PUCCH 와 PUSCH 을 동시에
10 할당된다. RB 쌍에 속하는 RB 들은 2 개의 슬롯들의 각각에서 서로 다른 부 반송파를 차지한다. 이를 PUCCH 에 할당된 RB 쌍은 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다.

[93] 도 5 는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

15 [94] 도 5 를 참조하면, 서브 프레임내의 첫번째 슬롯에서 OFDM 심볼 인덱스 0 부터 최대 3 개의 OFDM 심볼들이 제어 채널들이 할당되는 제어 영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심볼들은 PDSCH 이 할당되는 데이터 영역(data region)이다. 3GPP LTE 에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 일례로 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH, PHICH(Physical Hybrid-
20 ARQ Indicator Channel) 등이 있다.

[95] PCFICH 는 서브 프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고, 서브 프레임 내에 제어 채널들의 전송을 위하여 사용되는 OFDM 심볼들의 수(즉, 제어 영역의 크기)에 관한 정보를 나른다. PHICH 는 상향 링크에 대한 응답 채널이고, HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)에 대한
25 ACK(Acknowledgement)/NACK(Negative-Acknowledgement) 신호를 나른다. PDCCH 를 통해 전송되는 제어 정보를 하향링크 제어정보(DCI: downlink control information)라

고 한다. 하향링크 제어정보는 상향링크 자원 할당 정보, 하향링크 자원 할당 정보 또는 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송(Tx) 파워 제어 명령을 포함한다.

[96] 1.2 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)

5 **[97] 1.2.1 PDCCH 일반**

[98] PDCCH 는 DL-SCH(Downlink Shared Channel)의 자원 할당 및 전송 포맷(즉, 하향링크 그랜트(DL-Grant)), UL-SCH(Uplink Shared Channel)의 자원 할당 정보(즉, 상향링크 그랜트(UL-Grant)), PCH(Paging Channel)에서의 페이징(paging) 정보, DL-SCH 에서의 시스템 정보, PDSCH 에서 전송되는 랜덤 액세스 응답(random access response)과 같은 상위 레이어(upper-layer) 제어 메시지에 대한 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내 개별 단말들에 대한 전송 파워 제어 명령들의 집합, VoIP(Voice over IP)의 활성화 여부에 관한 정보 등을 나를 수 있다.

10 **[99]** 복수의 PDCCH 가 제어영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH 를 모니터링할 수 있다. PDCCH 는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE(control channel elements)의 집합(aggregation)으로 구성된다. 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE 의 집합으로 구성된 PDCCH 는 서브블록 인터리빙(subblock interleaving)을 거친 후에 제어 영역을 통해 전송될 수 있다. CCE 는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH 에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE 는 복수의 자원 요소 그룹(REG: resource element group)에 대응된다. CCE 의 수와 CCE 들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH 의 포맷 및 가능한 PDCCH 의 비트 수가 결정된다

[100] 1.2.2 PDCCH 구조

25 **[101]** 복수의 단말에 대한 다중화된 복수의 PDCCH 가 제어영역 내에서 전송될 수 있다. PDCCH 는 하나 또는 2 이상의 연속적인 CCE 의 집합(CCE aggregation)으로 구성된다. CCE 는 4 개의 자원 요소로 구성된 REG 의 9 개의 세트에 대응하는 단위를 말한다. 각 REG 에는 4 개의 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 심볼이 매핑 된다. 참조 신호(RS: Reference Signal)에 의하여 점유된 자원 요소들은 REG 에 포함되지 않는다. 즉, OFDM 심볼 내에서 REG 의 총 개수는 셀 특정 참조 신호가 존재하는지 여부에 따라 달라질 수 있다. 4 개의 자원 요소를 하나의 그룹에 매핑하는 REG 의 개념은 다른 하향링크 제어 채널(예를 들어, PCFICH 또는 PHICH)에

도 적용될 수 있다. PCFICH 또는 PHICH 에 할당되지 않는 REG 를 N_{REG} 라 하면 시스템에서 이용 가능한 CCE 의 개수는 $N_{CCE} = \lfloor N_{REG} / 9 \rfloor$ 이며, 각 CCE 는 0 부터 $N_{CCE} - 1$ 까지 인덱스를 가진다.

[102] 단말의 디코딩 프로세스를 단순화하기 위해서, n 개의 CCE 를 포함하는 PDCCH 포맷은 n 의 배수와 동일한 인덱스를 가지는 CCE 부터 시작될 수 있다. 즉, CCE 인덱스가 i 인 경우 $i \bmod n = 0$ 을 만족하는 CCE 부터 시작될 수 있다.

[103] 기지국은 하나의 PDCCH 신호를 구성하기 위해 {1, 2, 4, 8} 개의 CCE 들을 사용할 수 있으며, 이때의 {1, 2, 4, 8}은 CCE 집합 레벨(aggregation level)이라고 부른다. 특정 PDCCH 의 전송을 위해 사용되는 CCE 의 개수는 채널 상태에서 따라 기지국에 의하여 결정된다. 예를 들어, 양호한 하향링크 채널 상태(기지국에 가까운 경우)를 가지는 단말을 위한 PDCCH 는 하나의 CCE 만으로 충분할 수 있다. 반면, 좋지 않은 채널 상태(셀 경계에 있는 경우)를 가지는 단말의 경우는 8 개의 CCE 들이 충분한 강인함(robustness)을 위하여 요구될 수 있다. 게다가, PDCCH 의 파워 레벨도 채널 상태에 매칭되어 조절될 수 있다.

[104] 다음 표 2 는 PDCCH 포맷을 나타내며, CCE 집합 레벨에 따라 표 2 과 같이 4 가지의 PDCCH 포맷이 지원된다.

[105] 【표 2】

| PDCCH format | Number of CCEs (n) | Number of REGs | Number of PDCCH bits |
|--------------|--------------------|----------------|----------------------|
| 0 | 1 | 9 | 72 |
| 1 | 2 | 18 | 144 |
| 2 | 4 | 36 | 288 |
| 3 | 8 | 72 | 576 |

[106] 단말마다 CCE 집합 레벨이 다른 이유는 PDCCH 에 실리는 제어정보의 포맷 또는 MCS(Modulation and Coding Scheme) 레벨이 다르기 때문이다. MCS 레벨은 데이터 코딩에 사용되는 코드 레이트(code rate)와 변조 서열(modulation order)을 의미한다. 적응적인 MCS 레벨은 링크 적응(link adaptation)을 위해 사용된다. 일반적으로 제어정보를 전송하는 제어채널에서는 3~4 개 정도의 MCS 레벨을 고려할 수 있다.

[107] 제어정보의 포맷을 설명하면, PDCCH 를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(DCI)라고 한다. DCI 포맷에 따라 PDCCH 페이로드(payload)에 실리는

정보의 구성이 달라질 수 있다. PDCCH 페이로드는 정보 비트(information bit)를 의미한다. 다음 표 3은 DCI 포맷에 따른 DCI를 나타낸다.

[108] 【표 3】

| DCI 포맷 | 내용 |
|-------------|--|
| Format 0 | Resource grants for the PUSCH transmissions (uplink) |
| Format 1 | Resource assignments for single codeword PDSCH transmissions (transmission modes 1, 2 and 7) |
| Format 1A | Compact signaling of resource assignments for single codeword PDSCH (all modes) |
| Format 1B | Compact resource assignments for PDSCH using rank-1 closed loop precoding (mode 6) |
| Format 1C | Very compact resource assignments for PDSCH (e.g. paging/broadcast system information) |
| Format 1D | Compact resource assignments for PDSCH using multi-user MIMO (mode 5) |
| Format 2 | Resource assignments for PDSCH for closed-loop MIMO operation (mode 4) |
| Format 2A | Resource assignments for PDSCH for open-loop MIMO operation (mode 3) |
| Format 3/3A | Power control commands for PUCCH and PUSCH with 2-bit/1-bit power adjustment |
| Format 4 | Scheduling of PUSCH in one UL cell with multi-antenna port transmission mode |

5 [109] 표 3을 참조하면, DCI 포맷으로는 PUSCH 스케줄링을 위한 포맷 0, 하나의 PDSCH 코드워드의 스케줄링을 위한 포맷 1, 하나의 PDSCH 코드워드의 간단한 (compact) 스케줄링을 위한 포맷 1A, DL-SCH의 매우 간단한 스케줄링을 위한 포맷 1C, 폐루프(Closed-loop) 공간 다중화(spatial multiplexing) 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2, 개루프(Openloop) 공간 다중화 모드에서 PDSCH 스케줄링을
 10 위한 포맷 2A, 상향링크 채널을 위한 TPC(Transmission Power Control) 명령의 전송을 위한 포맷 3 및 3A가 있다. DCI 포맷 1A는 단말에 어떤 전송 모드가 설정되어도 PDSCH 스케줄링을 위해 사용될 수 있다.

[110] DCI 포맷에 따라 PDCCH 페이로드 길이가 달라질 수 있다. 또, PDCCH 페이로드의 종류와 그에 따른 길이는 간단한(compact) 스케줄링인지 여부 또는 단말
 15 에 설정된 전송 모드(transmission mode) 등에 의해 달라질 수 있다.

[111] 전송 모드는 단말이 PDSCH를 통한 하향링크 데이터를 수신하기 위해 설정(configuration)될 수 있다. 예를 들어, PDSCH를 통한 하향링크 데이터는 단말에 대한 스케줄된 데이터(scheduled data), 페이징, 랜덤 액세스 응답 또는 BCCH를 통한 브로드캐스트 정보 등이 있다. PDSCH를 통한 하향링크 데이터는 PDCCH를
 20 통해 시그널되는 DCI 포맷과 관계가 있다. 전송 모드는 상위 계층 시그널링(예를 들어, RRC(Radio Resource Control) 시그널링)을 통해 단말에 반정적으로(semi-statically) 설정될 수 있다. 전송 모드는 싱글 안테나 전송(Single antenna transmission) 또는 멀티 안테나(Multi-antenna) 전송으로 구분할 수 있다.

[112] 단말은 상위 계층 시그널링을 통해 반정적(semi-static)으로 전송 모드가 설정된다. 예를 들어, 멀티 안테나 전송에는 전송 다이버시티(Transmit diversity), 개루프(Open-loop) 또는 폐루프(Closed-loop) 공간 다중화(Spatial multiplexing), MU-MIMO(Multi-user-Multiple Input Multiple Output) 또는 빔 형성(Beamforming) 등이 있다. 전송 다이버시티는 다중 송신 안테나에서 동일한 데이터를 전송하여 전송 신뢰도를 높이는 기술이다. 공간 다중화는 다중 송신 안테나에서 서로 다른 데이터를 동시에 전송하여 시스템의 대역폭을 증가시키지 않고 고속의 데이터를 전송할 수 있는 기술이다. 빔 형성은 다중 안테나에서 채널 상태에 따른 가중치를 가하여 신호의 SINR(Signal to Interference plus Noise Ratio)을 증가시키는 기술이다.

10 [113] DCI 포맷은 단말에 설정된 전송 모드에 종속된다(depend on). 단말은 자신에게 설정된 전송 모드에 따라 모니터링하는 참조(Reference) DCI 포맷이 있다. 단말에 설정되는 전송 모드는 다음과 같이 10 개의 전송 모드를 가질 수 있다.

[114] (1) 전송모드 1: 단일 안테나 포트; 포트 0

[115] (2) 전송모드 2: 전송 다이버시티(Transmit Diversity)

15 [116] (3) 전송모드 3: 개루프 공간 다중화 (Open-loop Spatial Multiplexing)

[117] (4) 전송모드 4: 폐루프 공간 다중화 (Closed-loop Spatial Multiplexing)

[118] (5) 전송모드 5: 다중 사용자 MIMO

[119] (6) 전송모드 6: 폐루프 랭크 = 1 프리코딩

20 [120] (7) 전송모드 7: 코드북에 기반하지 않는, 단일 레이어 전송을 지원하는 프리코딩

[121] (8) 전송모드 8: 코드북에 기반하지 않는, 두 개까지 레이어를 지원하는 프리코딩

[122] (9) 전송모드 9: 코드북에 기반하지 않는, 여덟 개까지 레이어를 지원하는 프리코딩

25 [123] (10) 전송모드 10: 코드북에 기반하지 않는, CoMP 를 위해 사용되는, 여덟 개까지 레이어를 지원하는 프리코딩

[124] 1.2.3 PDCCH 전송

30 [125] 기지국은 단말에게 전송하려는 DCI 에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 붙인다. CRC 에는 PDCCH 의 소유자(owner) 나 용도에 따라 고유한 식별자(예를 들어, RNTI(Radio Network Temporary Identifier))

가 마스킹된다. 특정의 단말을 위한 PDCCH 라면 단말의 고유한 식별자(예를 들어, C-RNTI(Cell-RNTI))가 CRC 에 마스킹될 수 있다. 또는 페이징 메시지를 위한 PDCCH 라면 페이징 지시 식별자(예를 들어, P-RNTI(Paging-RNTI))가 CRC 에 마스킹될 수 있다. 시스템 정보, 더욱 구체적으로 시스템 정보 블록(SIB: System Information Block)을 위한 PDCCH 라면 시스템 정보 식별자(예를 들어, SI-RNTI(System Information RNTI))가 CRC 에 마스킹될 수 있다. 단말의 랜덤 액세스 프로시저의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위하여 RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC 에 마스킹될 수 있다.

5

10

15

[126] 이어, 기지국은 CRC 가 부가된 제어정보를 채널 코딩을 수행하여 부호화된 데이터(coded data)를 생성한다. 이때, MCS 레벨에 따른 코드 레이트로 채널 코딩을 수행할 수 있다. 기지국은 PDCCH 포맷에 할당된 CCE 집합 레벨에 따른 전송률 매칭(rate matching)을 수행하고, 부호화된 데이터를 변조하여 변조 심벌들을 생성한다. 이때, MCS 레벨에 따른 변조 서열을 사용할 수 있다. 하나의 PDCCH 를 구성하는 변조 심벌들은 CCE 집합 레벨이 1, 2, 4, 8 중 하나일 수 있다. 이후, 기지국은 변조심벌들을 물리적인 자원요소에 맵핑(CCE to RE mapping)한다.

[127] 1.2.4 블라인드 디코딩(BS: Blind Decoding)

[128] 하나의 서브프레임 내에서 복수의 PDCCH 가 전송될 수 있다. 즉, 하나의 서브프레임의 제어영역은 인덱스 $0 \sim N_{CCE,k} - 1$ 을 가지는 복수의 CCE 로 구성된다. 여기서, $N_{CCE,k}$ 는 k 번째 서브프레임의 제어 영역 내에 총 CCE 의 개수를 의미한다. 단말은 매 서브프레임마다 복수의 PDCCH 들을 모니터링한다. 여기서, 모니터링이란 단말이 모니터링되는 PDCCH 포맷에 따라 PDCCH 들의 각각의 디코딩을 시도하는 것을 말한다.

20

25

[129] 서브프레임 내에서 할당된 제어영역에서 기지국은 단말에게 해당하는 PDCCH 가 어디에 있는지에 관한 정보를 제공하지 않는다. 단말은 기지국으로부터 전송된 제어채널을 수신하기 위해서 자신의 PDCCH 가 어느 위치에서 어떤 CCE 집합 레벨이나 DCI 포맷으로 전송되는지 알 수 없으므로, 단말은 서브프레임 내에서 PDCCH 후보(candidate)들의 집합을 모니터링하여 자신의 PDCCH 를 찾는다. 이를 블라인드 디코딩(BD)이라 한다. 블라인드 디코딩은 단말이 CRC 부분에 자신의

단말 식별자(UE ID)를 디 마스크(De-Masking) 시킨 후, CRC 오류를 검토하여 해당 PDCCH 가 자신의 제어채널인지 여부를 확인하는 방법을 말한다.

5 [130] 활성 모드(active mode)에서 단말은 자신에게 전송되는 데이터를 수신하기 위해 매 서브프레임의 PDCCH 를 모니터링한다. DRX 모드에서 단말은 매 DRX 주기의 모니터링 구간에서 깨어나(wake up) 모니터링 구간에 해당하는 서브프레임에서 PDCCH 를 모니터링한다. PDCCH 의 모니터링이 수행되는 서브프레임을 non-DRX 서브프레임이라 한다.

10 [131] 단말은 자신에게 전송되는 PDCCH 를 수신하기 위해서는 non-DRX 서브프레임의 제어영역에 존재하는 모든 CCE 에 대해 블라인드 디코딩을 수행해야 한다. 단말은 어떤 PDCCH 포맷이 전송될지 모르므로, 매 non-DRX 서브프레임 내에서 PDCCH 의 블라인드 디코딩이 성공할 때까지 가능한 CCE 집단 레벨로 PDCCH 를 모두 디코딩해야 한다. 단말은 자신을 위한 PDCCH 가 몇 개의 CCE 를 사용하는지 모르기 때문에 PDCCH 의 블라인드 디코딩이 성공할 때까지 가능한 모든 CCE 집단 레벨로 검출을 시도해야 한다.

15 [132] LTE 시스템에서는 단말의 블라인드 디코딩을 위해서 서치 스페이스(SS: Search Space) 개념을 정의한다. 서치 스페이스는 단말이 모니터링하기 위한 PDCCH 후보 세트를 의미하며, 각 PDCCH 포맷에 따라 상이한 크기를 가질 수 있다. 서치 스페이스는 공용 서치 스페이스(CSS: Common Search Space)와 단말 특정 서치 스페이스(USS: UE-specific/Dedicated Search Space)로 구성될 수 있다.

20 [133] 공용 서치 스페이스의 경우, 모든 단말이 공용 서치 스페이스의 크기에 대하여 알 수 있으나, 단말 특정 서치 스페이스는 각 단말마다 개별적으로 설정될 수 있다. 따라서, 단말은 PDCCH 를 디코딩하기 위해 단말 특정 서치 스페이스 및 공용 서치 스페이스를 모두 모니터링해야 하며, 따라서 하나의 서브프레임에서 최대 44 번의 블라인드 디코딩(BD)을 수행하게 된다. 여기에는 상이한 CRC 값(예를 들어, C-RNTI, P-RNTI, SI-RNTI, RA-RNTI)에 따라 수행하는 블라인드 디코딩은 포함
25 되지 않는다.

[134] 서치 스페이스의 제약으로 인하여, 기지국은 주어진 서브프레임 내에서 PDCCH 를 전송하고자 하는 단말들 모두에게 PDCCH 를 전송하기 위한 CCE 자원이 확보될 수 없는 경우가 발생할 수 있다. 왜냐하면, CCE 위치가 할당되고 남은
30 자원들은 특정 단말의 서치 스페이스 내에 포함되지 않을 수 있기 때문이다. 다음

서브프레임에도 계속될 수 있는 이러한 장벽을 최소화하기 위하여 단말 특정 도약 (hopping) 시퀀스가 단말 특정 서치 스페이스의 시작 지점에 적용될 수 있다.

[135] 표 4 는 공용 서치 스페이스와 단말 특정 서치 스페이스의 크기를 나타낸다.

5 [136] 【표 4】

| PDCCH format | Number of CCEs (n) | Number of candidates in common search space | Number of candidates in dedicated search space |
|--------------|--------------------|---|--|
| 0 | 1 | — | 6 |
| 1 | 2 | — | 6 |
| 2 | 4 | 4 | 2 |
| 3 | 8 | 2 | 2 |

[137] 블라인드 디코딩을 시도하는 횟수에 따른 단말의 부하를 경감하기 위해, 단말은 정의된 모든 DCI 포맷에 따른 서치를 동시에 수행하지 않는다. 구체적으로, 단말은 단말 특정 서치 스페이스에서 항상 DCI 포맷 0 과 1A 에 대한 서치를 수행한다. 이때, DCI 포맷 0 과 1A 는 동일한 크기를 가지나, 단말은 PDCCH 에 포함된 DCI 포맷 0 과 1A 를 구분하는데 사용되는 플래그(flag for format 0/format 1A differentiation)를 이용하여 DCI 포맷을 구분할 수 있다. 또한, 단말에 DCI 포맷 0 과 DCI 포맷 1A 외에 다른 DCI 포맷이 요구될 수 있는데, 그 일례로 DCI 포맷 1, 1B, 2 가 있다.

10 [138] 공용 서치 스페이스에서 단말은 DCI 포맷 1A 와 1C 를 서치할 수 있다. 또한 단말은 DCI 포맷 3 또는 3A 를 서치하도록 설정될 수 있으며, DCI 포맷 3 과 3A 는 DCI 포맷 0 과 1A 와 동일한 크기를 가지나, 단말은 단말 특정 식별자가 아닌 다른 식별자에 의하여 스크램블된 CRC 를 이용하여 DCI 포맷을 구별할 수 있다.

20 [139] 서치 스페이스 $S_k^{(L)}$ 는 집합 레벨 $L \in \{1, 2, 4, 8\}$ 에 따른 PDCCH 후보 세트를 의미한다. 서치 스페이스의 PDCCH 후보 세트 m 에 따른 CCE 는 다음과 같은 수학적 식 1 에 의해 결정될 수 있다.

[140] 【수학적 식 1】

$$L \cdot \left\{ (Y_k + m) \bmod \left\lfloor \frac{N_{CCE,k}}{L} \right\rfloor \right\} + i$$

25 [141] 여기서, $M^{(L)}$ 은 서치 스페이스에서 모니터하기 위한 CCE 집합 레벨 L 에 따른 PDCCH 후보들의 개수를 나타내며, $m = 0, \dots, M^{(L)} - 1$ 이다. i 는 PDCCH 에서

각 PDCCH 후보에서 개별 CCE 를 지정하는 인덱스로서 $i=0, \dots, L-1$ 이다. $k = \lfloor n_s/2 \rfloor$ 이며, n_s 는 무선 프레임 내에서 슬롯 인덱스를 나타낸다.

[142] 상술한 바와 같이, 단말은 PDCCH 를 디코딩하기 위해 단말 특정 서치 스페이스 및 공용 서치 스페이스를 모두 모니터링한다. 여기서, 공용 서치 스페이스 (CSS)는 {4, 8}의 집합 레벨을 갖는 PDCCH 들을 지원하고, 단말 특정 서치 스페이스(USS)는 {1, 2, 4, 8}의 집합 레벨을 갖는 PDCCH 들을 지원한다. 표 5 는 단말에 의하여 모니터링되는 PDCCH 후보를 나타낸다.

[143] 【표 5】

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

[144] 수학적 식 1 을 참조하면, 공용 서치 스페이스의 경우 2 개의 집합 레벨, $L=4$ 및 $L=8$ 에 대해 Y_k 는 0 으로 설정된다. 반면, 집합 레벨 L 에 대해 단말 특정 서치 스페이스의 경우 Y_k 는 수학적 식 2 와 같이 정의된다.

[145] 【수학적 식 2】

$$Y_k = (A \cdot Y_{k-1}) \bmod D$$

[146] 여기서, $Y_{-1} = n_{RNTI} \neq 0$ 이며, n_{RNTI} RNTI 값을 나타낸다. 또한, $A = 39827$ 이고, $D = 65537$ 이다.

[147] 1.3 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)

[148] PUCCH 는 상향링크 제어 정보를 전송하기 위하여 다음의 포맷을 포함한다.

[149] (1) 포맷 1: 온-오프 키잉(OOK: On-Off keying) 변조, 스케줄링 요청(SR: Scheduling Request)에 사용

[150] (2) 포맷 1a 와 포맷 1b: ACK/NACK 전송에 사용

[151] 1) 포맷 1a: 1 개의 코드워드에 대한 BPSK ACK/NACK

[152] 2) 포맷 1b: 2 개의 코드워드에 대한 QPSK ACK/NACK

[153] (3) 포맷 2: QPSK 변조, CQI 전송에 사용

[154] (4) 포맷 2a 와 포맷 2b: CQI 와 ACK/NACK 동시 전송에 사용

[155] (5) 포맷 3: CA 환경에서 다수 개 ACK/NACK 전송을 위해 사용

[156] 표 6 은 PUCCH 포맷에 따른 변조 방식과 서브프레임 당 비트 수를 나타낸다. 표 7 은 PUCCH 포맷에 따른 슬롯 당 참조 신호의 개수를 나타낸다. 표 8 은 PUCCH 포맷에 따른 참조 신호의 SC-FDMA 심볼 위치를 나타낸 표이다. 표 6 에
5 서 PUCCH 포맷 2a 와 2b 는 일반 순환 전치의 경우에 해당한다.

[157] 【표 6】

| PUCCH 포맷 | 변조 방식(Modulation scheme) | 서브프레임 당 비트 수, Mbit |
|----------|--------------------------|--------------------|
| 1 | N/A | N/A |
| 1a | BPSK | 1 |
| 1b | QPSK | 2 |
| 2 | QPSK | 20 |
| 2a | QPSK + BPSK | 21 |
| 2b | QPSK + BPSK | 22 |
| 3 | QPSK | 48 |

[158] 【표 7】

| PUCCH 포맷 | 일반 순환 전치 | 확장 순환 전치 |
|-----------|----------|----------|
| 1, 1a, 1b | 3 | 2 |
| 2, 3 | 2 | 1 |
| 2a, 2b | 2 | N/A |

[159] 【표 8】

| PUCCH 포맷 | RS 의 SC-FDMA 심볼위치 | |
|-----------|-------------------|----------|
| | 일반 순환 전치 | 확장 순환 전치 |
| 1, 1a, 1b | 2, 3, 4 | 2, 3 |
| 2, 3 | 1, 5 | 3 |
| 2a, 2b | 1, 5 | N/A |

[160] 도 6 은 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a 와 1b 를 나타내고, 도 7 은
10 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a 와 1b 를 나타낸다.

[161] PUCCH 포맷 1a 와 1b 는 동일한 내용의 제어 정보가 서브프레임 내에서 슬롯 단위로 반복된다. 각 단말에서 ACK/NACK 신호는 CG-CAZAC(Computer-Generated Constant Amplitude Zero Auto Correlation) 시퀀스의 서로 다른 순환 쉬프트(CS: cyclic shift)(주파수 도메인 코드)와 직교 커버 코드(OC/OCC: orthogonal cover/orthogonal cover code)(시간 도메인 확산 코드)로 구성된 서로 다른 자원을 통해
15 전송된다. OC 는 예를 들어 왈쉬(Walsh)/DFT 직교 코드를 포함한다. CS 의 개수가 6 개이고 OC 의 개수가 3 개이면, 단일 안테나를 기준으로 총 18 개의 단말이 동일한 PRB(Physical Resource Block) 안에서 다중화 될 수 있다. 직교 시퀀스 $w_0, w_1, w_2,$

w3 는 (FFT 변조 후에) 임의의 시간 도메인에서 또는 (FFT 변조 전에) 임의의 주파수 도메인에서 적용될 수 있다.

[162] SR 과 지속적 스케줄링(persistent scheduling)을 위해, CS, OC 및 PRB(Physical Resource Block)로 구성된 ACK/NACK 자원은 RRC(Radio Resource Control)를 통해 단말에게 주어질 수 있다. 동적 ACK/NACK 과 비지속적 스케줄링(non-persistent scheduling)을 위해, ACK/NACK 자원은 PDSCH 에 대응하는 PDCCH 의 가장 작은(lowest) CCE 인덱스에 의해 묵시적으로(implicitly) 단말에게 주어질 수 있다.

[163] 표 9 는 PUCCH 포맷 1/1a/1b 를 위한 길이 4 인 직교 시퀀스(OC)를 나타낸다. 표 10 는 PUCCH 포맷 1/1a/1b 를 위한 길이 3 인 직교 시퀀스(OC)를 나타낸다.

10 [164] 【표 9】

| Sequence index $n_{oc}(n_s)$ | Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{SF}^{PUCCH} - 1)]$ |
|------------------------------|---|
| 0 | [+1 +1 +1 +1] |
| 1 | [+1 -1 +1 -1] |
| 2 | [+1 -1 -1 +1] |

[165] 【표 10】

| Sequence index $n_{oc}(n_s)$ | Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{SF}^{PUCCH} - 1)]$ |
|------------------------------|---|
| 0 | [1 1 1] |
| 1 | [1 $e^{j2\pi/3}$ $e^{j4\pi/3}$] |
| 2 | [1 $e^{j4\pi/3}$ $e^{j2\pi/3}$] |

[166] 표 11 은 PUCCH 포맷 1a/1b 에서 RS 를 위한 직교 시퀀스(OC) $[\bar{w}(0) \dots \bar{w}(N_{RS}^{PUCCH} - 1)]$ 를 나타낸다.

[167] 【표 11】

| Sequence index $\bar{n}_{oc}(n_s)$ | Normal cyclic prefix | Extended cyclic prefix |
|------------------------------------|--|------------------------|
| 0 | [1 1 1] | [1 1] |
| 1 | [1 $e^{j2\pi/\beta}$ $e^{j4\pi/\beta}$] | [1 -1] |
| 2 | [1 $e^{j4\pi/\beta}$ $e^{j2\pi/\beta}$] | N/A |

15

[168] 도 8 은 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b 를 나타내고, 도 9 는 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b 를 나타낸다.

[169] 도 8 및 9 을 참조하면, 표준 CP 의 경우에 하나의 서브프레임은 RS 심볼 이외에 10 개의 QPSK 데이터 심볼로 구성된다. 각각의 QPSK 심볼은 CS 에 의해 주파수 도메인에서 확산된 뒤 해당 SC-FDMA 심볼로 맵핑된다. SC-FDMA 심볼 레벨 CS 호핑은 인터-셀 간섭을 랜덤화 하기 위하여 적용될 수 있다. RS 는 순환 쉬프트를 이용하여 CDM 에 의해 다중화될 수 있다. 예를 들어, 가용한 CS 의 개수가 12 또는 6 라고 가정하면, 동일한 PRB 내에 각각 12 또는 6 개의 단말이 다중화될 수 있다. 요컨대, PUCCH 포맷 1/1a/1b 와 2/2a/2b 내에서 복수의 단말은 CS+OC+PRB 와 CS+PRB 에 의해 각각 다중화될 수 있다.

[170] 도 10 은 PUCCH 포맷 1a 와 1b 에 대한 ACK/NACK 채널화(channelization)를 설명하는 도면이다. 도 10 은 $\Delta_{shift}^{PUCCH} = 2$ 인 경우에 해당한다.

[171] 도 11 은 동일한 PRB 내에서 PUCCH 포맷 1a/1b 와 포맷 2/2a/2b 의 혼합된 구조에 대한 채널화를 도시한 도면이다.

[172] 순환 쉬프트(CS: Cyclic Shift) 호핑(hopping)과 직교 커버(OC: Orthogonal Cover) 재맵핑(remapping)은 다음과 같이 적용될 수 있다.

[173] (1) 인터-셀 간섭(inter-cell interference)의 랜덤화를 위한 심볼 기반 셀 특정 CS 호핑

[174] (2) 슬롯 레벨 CS/OC 재맵핑

[175] 1) 인터-셀 간섭 랜덤화를 위해

[176] 2) ACK/NACK 채널과 자원(k)사이의 맵핑을 위한 슬롯 기반 접근

[177] 한편, PUCCH 포맷 1a/1b 를 위한 자원(n_r)은 다음의 조합을 포함한다.

[178] (1) CS(=심볼 수준에서 DFT 직교 코드와 동일)(n_{cs})

[179] (2) OC(슬롯 레벨에서 직교 커버)(n_{oc})

[180] (3) 주파수 RB(Resource Block)(n_{rb})

[181] CS, OC, RB 를 나타내는 인덱스를 각각 n_{cs} , n_{oc} , n_{rb} 라 할 때, 대표 인덱스(representative index) n_r 은 n_{cs} , n_{oc} , n_{rb} 를 포함한다. n_r 은 $n_r=(n_{cs}, n_{oc}, n_{rb})$ 를 만족한다.

[182] CQI, PMI, RI 및, CQI 와 ACK/NACK 의 조합은 PUCCH 포맷 2/2a/2b 를 통해 전달될 수 있다. 이때, 리드 물러(RM: Reed Muller) 채널 코딩이 적용될 수 있다.

5 [183] 예를 들어, LTE 시스템에서 UL CQI 를 위한 채널 코딩은 다음과 같이 기술된다. 비트 스트림(bit stream) $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 은 (20,A) RM 코드를 이용하여 채널 코딩된다. 여기서, a_0 와 a_{A-1} 는 MSB(Most Significant Bit)와 LSB(Least Significant Bit)를 나타낸다. 확장 CP 의 경우, CQI 와 ACK/NACK 이 동시 전송되는 경우를 제외하면 최대 정보 비트는 11 비트이다. RM 코드를 사용하여 20 비트로 코딩한
10 후에 QPSK 변조가 적용될 수 있다. QPSK 변조 전, 코딩된 비트는 스크램블 될 수 있다.

[184] 표 12 는 (20,A) 코드를 위한 기본 시퀀스를 나타낸 표이다.

[185] 【표 12】

| i | $M_{i,0}$ | $M_{i,1}$ | $M_{i,2}$ | $M_{i,3}$ | $M_{i,4}$ | $M_{i,5}$ | $M_{i,6}$ | $M_{i,7}$ | $M_{i,8}$ | $M_{i,9}$ | $M_{i,10}$ | $M_{i,11}$ | $M_{i,12}$ |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 15 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 17 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 18 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

[186] 채널 코딩 비트 $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$ 는 아래 수학적 식 3 에 의해 생성될 수 있다.

15 [187] 【수학적 식 3】

$$b_i = \sum_{n=0}^{A-1} (a_n \cdot M_{i,n}) \text{ mod } 2$$

[188] 여기에서, $i = 0, 1, 2, \dots, B-1$ 를 만족한다.

[189] 광대역 보고(wideband reports) 경우 CQI/PMI 를 위한 UCI(Uplink Control Information) 필드의 대역폭은 아래 표 13 내지 15 와 같다.

5 [190] 표 13 은 광대역 보고(단일 안테나 포트, 전송 다이버시티(transmit diversity) 또는 오픈 루프 공간 다중화(open loop spatial multiplexing) PDSCH 전송) 경우 CQI 피드백을 위한 UCI 필드를 나타낸다.

[191] 【표 13】

| | |
|---------|-----|
| 필드 | 대역폭 |
| 광대역 CQI | 4 |

[192] 표 14 는 광대역 보고(폐 루프 공간 다중화(closed loop spatial multiplexing)

10 PDSCH 전송) 경우 CQI 와 PMI 피드백을 위한 UCI 필드를 나타낸다.

[193] 【표 14】

| 필드 | 대역폭 | | | |
|--------------|----------|----------|----------|----------|
| | 2 안테나 포트 | | 4 안테나 포트 | |
| | rank = 1 | rank = 2 | rank = 1 | Rank > 1 |
| 와이드밴드 CQI | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 공간 차분 CQI | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 프리코딩 매트릭스 지시 | 2 | 1 | 4 | 4 |

[194] 표 15 는 광대역 보고 경우 RI 피드백을 위한 UCI 필드를 나타낸다.

[195] 【표 15】

| 필드 | 대역폭 | | |
|--------|----------|----------|----------|
| | 2 안테나 포트 | 4 안테나 포트 | |
| | | 최대 2 레이어 | 최대 4 레이어 |
| 랭크 지시자 | 1 | 1 | 2 |

[196] 도 12 는 PRB 할당을 도시한 도면이다. 도 12 에 도시된 바와 같이, PRB 는 슬롯 n_s 에서 PUCCH 전송을 위해 사용될 수 있다.

[197] 2. 캐리어 병합(CA: Carrier Aggregation) 환경

5 [198] 2.1 CA 일반

[199] 3GPP LTE(3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution; Rel-8 또는 Rel-9) 시스템(이하, LTE 시스템)은 단일 컴포넌트 캐리어(CC: Component Carrier)를 여러 대역으로 분할하여 사용하는 다중 반송파 변조(MCM: Multi-Carrier Modulation) 방식을 사용한다. 그러나, 3GPP LTE-Advanced 시스템(이하, LTE-A 시스템)에서는 LTE
10 시스템보다 광대역의 시스템 대역폭을 지원하기 위해서 하나 이상의 컴포넌트 캐리어를 결합하여 사용하는 캐리어 병합(CA: Carrier Aggregation)과 같은 방법을 사용할 수 있다. 캐리어 병합은 반송파 집성, 반송파 정합, 멀티 컴포넌트 캐리어 환경(Multi-CC) 또는 멀티캐리어 환경이라는 말로 대체될 수 있다.

[200] 본 발명에서 멀티 캐리어는 캐리어의 병합(또는, 반송파 집성)을 의미하며,
15 이때 캐리어의 병합은 인접한(contiguous) 캐리어 간의 병합뿐 아니라 비 인접한(non-contiguous) 캐리어 간의 병합을 모두 의미한다. 또한, 하향링크와 상향링크 간에 집성되는 컴포넌트 캐리어들의 수는 다르게 설정될 수 있다. 하향링크 컴포넌트 캐리어(이하, 'DL CC'라 한다) 수와 상향링크 컴포넌트 캐리어(이하, 'UL CC'라 한다) 수가 동일한 경우를 대칭적(symmetrical) 병합이라고 하고, 그 수가 다른 경우를
20 비대칭적(asymmetrical) 병합이라고 한다. 이와 같은 캐리어 병합은 반송파 집성, 대역폭 집성(bandwidth aggregation), 스펙트럼 집성(spectrum aggregation) 등과 같은 용어와 혼용되어 사용될 수 있다.

[201] 두 개 이상의 컴포넌트 캐리어가 결합되어 구성되는 캐리어 병합은 LTE-A 시스템에서는 100MHz 대역폭까지 지원하는 것을 목표로 한다. 목표 대역보다 작은
25 대역폭을 가지는 1 개 이상의 캐리어를 결합할 때, 결합하는 캐리어의 대역폭은

기존 IMT 시스템과의 호환성(backward compatibility) 유지를 위해서 기존 시스템에서 사용하는 대역폭으로 제한할 수 있다.

[202] 예를 들어서 기존의 3GPP LTE 시스템에서는 {1.4, 3, 5, 10, 15, 20}MHz 대역폭을 지원하며, 3GPP LTE-advanced 시스템(즉, LTE-A)에서는 기존 시스템과의 호환을 위해 상기의 대역폭들만을 이용하여 20MHz 보다 큰 대역폭을 지원하도록 할 수 있다. 또한, 본 발명에서 사용되는 캐리어 병합 시스템은 기존 시스템에서 사용하는 대역폭과 상관없이 새로운 대역폭을 정의하여 캐리어 병합을 지원하도록 할 수도 있다.

[203] 또한, 위와 같은 캐리어 병합은 인트라-밴드 CA(Intra-band CA) 및 인터-밴드 CA(Inter-band CA)로 구분될 수 있다. 인트라-밴드 캐리어 병합이란, 다수의 DL CC 및/또는 UL CC 들이 주파수상에서 인접하거나 근접하여 위치하는 것을 의미한다. 다시 말해, DL CC 및/또는 UL CC 들의 캐리어 주파수가 동일한 밴드 내에 위치하는 것을 의미할 수 있다. 반면, 주파수 영역에서 멀리 떨어져 있는 환경을 인터-밴드 CA(Inter-Band CA)라고 부를 수 있다. 다시 말해, 다수의 DL CC 및/또는 UL CC 들의 캐리어 주파수가 서로 다른 밴드들에 위치하는 것을 의미할 수 있다. 이와 같은 경우, 단말은 캐리어 병합 환경에서의 통신을 수행하기 위해서 복수의 RF(radio frequency)단을 사용할 수도 있다.

[204] LTE-A 시스템은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용한다. 상술한 캐리어 병합 환경은 다중 셀(multiple cells) 환경으로 일컬을 수 있다. 셀은 하향링크 자원(DL CC)과 상향링크 자원(UL CC) 한 쌍의 조합으로 정의되나, 상향링크 자원은 필수 요소는 아니다. 따라서, 셀은 하향링크 자원 단독, 또는 하향링크 자원과 상향링크 자원으로 구성될 수 있다.

[205] 예를 들어, 특정 단말이 단 하나의 설정된 서빙 셀(configured serving cell)을 가지는 경우 1 개의 DL CC 와 1 개의 UL CC 를 가질 수 있다. 그러나, 특정 단말이 2 개 이상의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우에는 셀의 수만큼의 DL CC 를 가지며 UL CC 의 수는 그와 같거나 그보다 작을 수 있다. 또는, 그 반대로 DL CC 와 UL CC 가

구성될 수도 있다. 즉, 특정 단말이 다수의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우 DL CC 의 수보다 UL CC 가 더 많은 캐리어 병합 환경도 지원될 수 있다.

[206] 또한, 캐리어 결합(CA)은 각각 캐리어 주파수(셀의 중심 주파수)가 서로 다른 둘 이상의 셀들의 병합으로 이해될 수 있다. 캐리어 결합에서 말하는 '셀(Cell)'은 주파수 관점에서 설명되는 것으로, 일반적으로 사용되는 기지국이 커버하는 지리적 영역으로서의 '셀'과는 구분되어야 한다. 이하, 상술한 인트라-밴드 캐리어 병합을 인트라-밴드 다중 셀이라고 지칭하며, 인터-밴드 캐리어 병합을 인터-밴드 다중 셀이라고 지칭한다.

[207] LTE-A 시스템에서 사용되는 셀은 프라이머리 셀(PCell: Primary Cell) 및 세컨더리 셀(SCell: Secondary Cell)을 포함한다. P 셀과 S 셀은 서빙 셀(Serving Cell)로 사용될 수 있다. RRC_CONNECTED 상태에 있지만 캐리어 병합이 설정되지 않았거나 캐리어 병합을 지원하지 않는 단말의 경우, P 셀로만 구성된 서빙 셀이 단 하나 존재한다. 반면, RRC_CONNECTED 상태에 있고 캐리어 병합이 설정된 단말의 경우 하나 이상의 서빙 셀이 존재할 수 있으며, 전체 서빙 셀에는 P 셀과 하나 이상의 S 셀이 포함된다.

[208] 서빙 셀(P 셀과 S 셀)은 RRC 파라미터를 통해 설정될 수 있다. PhysCellId 는 셀의 물리 계층 식별자로 0 부터 503 까지의 정수값을 가진다. SCellIndex 는 S 셀을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 1 부터 7 까지의 정수값을 가진다. ServCellIndex 는 서빙 셀(P 셀 또는 S 셀)을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 0 부터 7 까지의 정수값을 가진다. 0 값은 P 셀에 적용되며, SCellIndex 는 S 셀에 적용하기 위하여 미리 부여된다. 즉, ServCellIndex 에서 가장 작은 셀 ID (또는 셀 인덱스)을 가지는 셀이 P 셀이 된다.

[209] P 셀은 프라이머리 주파수(또는, primary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미한다. 단말이 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재-설정 과정을 수행하는데 사용될 수 있으며, 핸드오버 과정에서 지시된 셀을 지칭할 수도 있다. 또한, P 셀은 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀 중 제어관련 통신의

중심이 되는 셀을 의미한다. 즉, 단말은 자신의 P 셀에서만 PUCCH 를 할당 받아 전송할 수 있으며, 시스템 정보를 획득하거나 모니터링 절차를 변경하는데 P 셀만을 이용할 수 있다. E-UTRAN(Evolved Universal Terrestrial Radio Access)은 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 이동성 제어 정보(mobilityControlInfo)를 포함하는 상위 계층의 RRC 연결 재설정(RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용하여 핸드오버 절차를 위해 P 셀만을 변경할 수도 있다.

[210] S 셀은 세컨더리 주파수(또는, Secondary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미할 수 있다. 특정 단말에 P 셀은 하나만 할당되며, S 셀은 하나 이상 할당될 수 있다. S 셀은 RRC 연결이 설정이 이루어진 이후에 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀 중에서 P 셀을 제외한 나머지 셀들, 즉 S 셀에는 PUCCH 가 존재하지 않는다.

[211] E-UTRAN 은 S 셀을 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 추가할 때, RRC_CONNECTED 상태에 있는 관련된 셀의 동작과 관련된 모든 시스템 정보를 특정 시그널(dedicated signal)을 통해 제공할 수 있다. 시스템 정보의 변경은 관련된 S 셀의 해제 및 추가에 의하여 제어될 수 있으며, 이 때 상위 계층의 RRC 연결 재설정 (RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용할 수 있다. E-UTRAN 은 관련된 S 셀 안에서 브로드캐스트하기 보다는 단말 별로 상이한 파라미터를 가지는 특정 시그널링(dedicated signaling) 할 수 있다.

[212] 초기 보안 활성화 과정이 시작된 이후에, E-UTRAN 은 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 P 셀에 부가하여 하나 이상의 S 셀을 포함하는 네트워크를 구성할 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 P 셀 및 S 셀은 각각의 컴포넌트 캐리어로서 동작할 수 있다. 이하의 실시예에서는 프라이머리 컴포넌트 캐리어(PCC)는 P 셀과 동일한 의미로 사용될 수 있으며, 세컨더리 컴포넌트 캐리어(SCC)는 S 셀과 동일한 의미로 사용될 수 있다.

[213] 도 13 은 본 발명의 실시예들에서 사용되는 컴포넌트 캐리어(CC) 및 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합의 일례를 나타내는 도면이다.

[214] 도 13(a)는 LTE 시스템에서 사용되는 단일 캐리어 구조를 나타낸다. 컴포넌트 캐리어에는 DL CC 와 UL CC 가 있다. 하나의 컴포넌트 캐리어는 20MHz 의 주파수 범위를 가질 수 있다.

[215] 도 13(b)는 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합 구조를 나타낸다. 도 5 6(b)의 경우에 20MHz 의 주파수 크기를 갖는 3 개의 컴포넌트 캐리어가 결합된 경우를 나타낸다. DL CC 와 UL CC 가 각각 3 개씩 있으나, DL CC 와 UL CC 의 개수에 제한이 있는 것은 아니다. 캐리어 병합의 경우 단말은 3 개의 CC 를 동시에 모니터링할 수 있고, 하향링크 신호/데이터를 수신할 수 있고 상향링크 신호/데이터를 송신할 수 있다.

10 [216] 만약, 특정 셀에서 N 개의 DL CC 가 관리되는 경우에는, 네트워크는 단말에 M ($M \leq N$)개의 DL CC 를 할당할 수 있다. 이때, 단말은 M 개의 제한된 DL CC 만을 모니터링하고 DL 신호를 수신할 수 있다. 또한, 네트워크는 L ($L \leq M \leq N$)개의 DL CC 에 우선순위를 주어 주된 DL CC 를 단말에 할당할 수 있으며, 이러한 경우 UE 는 L 개의 DL CC 는 반드시 모니터링해야 한다. 이러한 방식은 상향링크
15 전송에도 똑같이 적용될 수 있다.

[217] 하향링크 자원의 반송파 주파수(또는 DL CC)와 상향링크 자원의 반송파 주파수(또는, UL CC) 사이의 링크지(linkage)는 RRC 메시지와 같은 상위계층 메시지나 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. 예를 들어, SIB2(System Information Block Type2)에 의해서 정의되는 링크지에 의해서 DL 자원과 UL 자원의 조합이
20 구성될 수 있다. 구체적으로, 링크지는 UL 그랜트를 나르는 PDCCH 가 전송되는 DL CC 와 상기 UL 그랜트를 사용하는 UL CC 간의 맵핑 관계를 의미할 수 있으며, HARQ 를 위한 데이터가 전송되는 DL CC(또는 UL CC)와 HARQ ACK/NACK 신호가 전송되는 UL CC(또는 DL CC)간의 맵핑 관계를 의미할 수도 있다.

25 [218] 2.2 크로스 캐리어 스케줄링(Cross Carrier Scheduling)

[219] 캐리어 병합 시스템에서는 캐리어(또는 반송파) 또는 서빙 셀(Serving Cell)에 대한 스케줄링 관점에서 자가 스케줄링(Self-Scheduling) 방법 및 크로스 캐리어 스케줄링(Cross Carrier Scheduling) 방법의 두 가지가 있다. 크로스 캐리어 스케줄링은 크로스 컴포넌트 캐리어 스케줄링(Cross Component Carrier Scheduling) 또는 크로스 셀 스케줄링(Cross Cell Scheduling)으로 일컬을 수 있다.

[220] 자가 스케줄링은 PDCCH(DL Grant)와 PDSCH가 동일한 DL CC로 전송되거나, DL CC에서 전송된 PDCCH(UL Grant)에 따라 전송되는 PUSCH가 UL Grant를 수신한 DL CC와 링크되어 있는 UL CC를 통해 전송되는 것을 의미한다.

[221] 크로스 캐리어 스케줄링은 PDCCH(DL Grant)와 PDSCH가 각각 다른 DL CC로 전송되거나, DL CC에서 전송된 PDCCH(UL Grant)에 따라 전송되는 PUSCH가 UL 그랜트를 수신한 DL CC와 링크되어 있는 UL CC가 아닌 다른 UL CC를 통해 전송되는 것을 의미한다.

[222] 크로스 캐리어 스케줄링 여부는 단말 특정(UE-specific)하게 활성화 또는 비활성화될 수 있으며, 상위계층 시그널링(예를 들어, RRC 시그널링)을 통해서 반정적(semi-static)으로 각 단말 별로 알려질 수 있다.

[223] 크로스 캐리어 스케줄링이 활성화된 경우, PDCCH에 해당 PDCCH가 지시하는 PDSCH/PUSCH가 어느 DL/UL CC를 통해서 전송되는지를 알려주는 캐리어 지시자 필드(CIF: Carrier Indicator Field)가 필요하다. 예를 들어, PDCCH는 PDSCH 자원 또는 PUSCH 자원을 CIF를 이용하여 다수의 컴포넌트 캐리어들 중 하나에 할당할 수 있다. 즉, DL CC 상에서의 PDCCH가 다중 집성된 DL/UL CC 중 하나에 PDSCH 또는 PUSCH 자원을 할당하는 경우 CIF가 설정된다. 이 경우, LTE Release-8의 DCI 포맷은 CIF에 따라 확장될 수 있다. 이때 설정된 CIF는 3bit 필드로 고정되거나, 설정된 CIF의 위치는 DCI 포맷 크기와 무관하게 고정될 수 있다. 또한, LTE Release-8의 PDCCH 구조(동일 코딩 및 동일한 CCE 기반의 자원 매핑)를 재사용할 수도 있다.

[224] 반면, DL CC 상에서의 PDCCH 가 동일한 DL CC 상에서의 PDSCH 자원을 할당하거나 단일 링크된 UL CC 상에서의 PUSCH 자원을 할당하는 경우에는 CIF 가 설정되지 않는다. 이 경우, LTE Release-8 과 동일한 PDCCH 구조(동일 코딩 및 동일한 CCE 기반의 자원 매핑)와 DCI 포맷이 사용될 수 있다.

- 5 [225] 크로스 캐리어 스케줄링이 가능할 때, 단말은 CC 별 전송 모드 및/또는 대역폭에 따라 모니터링 CC 의 제어영역에서 복수의 DCI 에 대한 PDCCH 를 모니터링하는 것이 필요하다. 따라서, 이를 지원할 수 있는 검색 공간의 구성과 PDCCH 모니터링이 필요하다.

- [226] 캐리어 병합 시스템에서, 단말 DL CC 집합은 단말이 PDSCH 를 수신하도록
10 스케줄링된 DL CC 의 집합을 나타내고, 단말 UL CC 집합은 단말이 PUSCH 를 전송하도록 스케줄링된 UL CC 의 집합을 나타낸다. 또한, PDCCH 모니터링 집합(monitored set)은 PDCCH 모니터링을 수행하는 적어도 하나의 DL CC 의 집합을 나타낸다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합과 같거나, 단말 DL CC 집합의 부집합(subset)일 수 있다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합내의 DL CC 들
15 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또는 PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합에 상관없이 별개로 정의될 수 있다. PDCCH 모니터링 집합에 포함되는 DL CC 는 링크된 UL CC 에 대한 자기-스케줄링(self-scheduling)은 항상 가능하도록 설정될 수 있다. 이러한, 단말 DL CC 집합, 단말 UL CC 집합 및 PDCCH 모니터링 집합은 단말 특정(UE-specific), 단말 그룹 특정(UE group-specific) 또는 셀 특정(Cell-specific)하게 설정될 수 있다.
20

- [227] 크로스 캐리어 스케줄링이 비활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이 항상 단말 DL CC 집합과 동일하다는 것을 의미하며, 이러한 경우에는 PDCCH 모니터링 집합에 대한 별도의 시그널링과 같은 지시가 필요하지 않다. 그러나, 크로스 캐리어 스케줄링이 활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이 단말 DL CC
25 집합 내에서 정의되는 것이 바람직하다. 즉, 단말에 대하여 PDSCH 또는 PUSCH 를 스케줄링하기 위하여 기지국은 PDCCH 모니터링 집합만을 통해 PDCCH 를 전송한다.

[228] 도 14 는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 LTE-A 시스템의 서브 프레임 구조를 나타낸다.

[229] 도 14 를 참조하면, LTE-A 단말을 위한 DL 서브프레임은 3 개의 하향링크 컴포넌트 캐리어(DL CC)가 결합되어 있으며, DL CC 'A'는 PDCCH 모니터링 DL CC 로
5 설정된 경우를 나타낸다. CIF 가 사용되지 않는 경우, 각 DL CC 는 CIF 없이 자신의 PDSCH 를 스케줄링하는 PDCCH 를 전송할 수 있다. 반면, CIF 가 상위 계층 시그널링을 통해 사용되는 경우, 단 하나의 DL CC 'A'만이 CIF 를 이용하여 자신의 PDSCH 또는 다른 CC 의 PDSCH 를 스케줄링하는 PDCCH 를 전송할 수 있다. 이때, PDCCH 모니터링 DL CC 로 설정되지 않은 DL CC 'B' 와 'C'는 PDCCH 를 전송하지
10 않는다.

[230] 도 15 는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 서빙셀 구성의 일례를 나타내는 도면이다.

[231] 캐리어 결합(CA)을 지원하는 무선 접속 시스템에서 기지국 및/또는 단말들은 하나 이상의 서빙 셀들로 구성될 수 있다. 도 15 에서 기지국은 A 셀, B 셀, C 셀 및
15 D 셀 등 총 4 개의 서빙셀을 지원할 수 있으며, 단말 A 는 A 셀, B 셀 및 C 셀로 구성되고, 단말 B 는 B 셀, C 셀 및 D 셀로 구성되며, 단말 C 는 B 셀로 구성된 경우를 가정한다. 이때, 각 단말에 구성된 셀들 중 적어도 하나는 P 셀로 설정될 수 있다. 이때, P 셀은 항상 활성화된 상태이며, S 셀은 기지국 및/또는 단말에 의해 활성화 또는 비활성화될 수 있다.

[232] 도 15 에서 구성된 셀은 기지국의 셀 중에서 단말로부터의 측정 보고(measurement report) 메시지를 기반으로 CA 에 셀 추가가 가능한 셀로서 단말별로 설정 가능하다. 구성된 셀은 PDSCH 신호 전송에 대한 ACK/NACK 메시지 전송을 위한 자원을 미리 예약해 둔다. 활성화된 셀(Activated cell)은 구성된 셀들
20 중에서 실제 PDSCH 신호 및/또는 PUSCH 신호를 전송하도록 설정된 셀이며, CSI 보고 및 SRS(Sounding Reference Signal) 전송을 수행하게 된다. 비활성화된 셀(De-

Activated cell)은 기지국의 명령 또는 타이머 동작에 의해서 PDSCH/PUSCH 신호 송수신을 수행하지 않도록 구성되는 셀이며, CSI 보고 및 SRS 전송도 중단된다.

[233] 2.3 CA PUCCH (Carrier Aggregation Physical Uplink Control Channel)

5 **[234]** 캐리어 병합을 지원하는 무선 통신 시스템에서 UCI (예를 들어, 다중 ACK/NACK, SR, CSI 등)를 피드백 하기 위한 PUCCH 포맷이 정의될 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위해 이러한 PUCCH 의 포맷을 CA PUCCH 포맷이라고 지칭한다.

[235] 도 16 는 CA PUCCH 의 신호 처리 과정을 예시하는 도면이다.

[236] 도 16 을 참조하면, 채널 코딩 블록(channel coding block)은 정보 비트 $a_0, a_1,$
 10 \dots, a_{M-1} (예, 다중 ACK/NACK 비트)를 채널 코딩하여 코딩 비트(encoded bit, coded bit or coding bit)(또는 코드워드) b_0, b_1, \dots, b_{N-1} 을 생성한다. M 은 정보 비트의 사이즈를 나타내고, N 은 코딩 비트의 사이즈를 나타낸다. 정보 비트는 상향링크 제어 정보(UCI), 예를 들어 복수의 하향링크 컴포넌트 캐리어를 통해 수신한 복수의 데이터(또는 PDSCH)에 대한 다중 ACK/NACK 을 포함한다. 여기서, 정보 비트 $a_0,$
 15 a_1, \dots, a_{M-1} 는 정보 비트를 구성하는 UCI 의 종류/개수/사이즈에 상관없이 조인트 코딩된다. 예를 들어, 정보 비트가 복수의 하향링크 컴포넌트 캐리어에 대한 다중 ACK/NACK 을 포함하는 경우, 채널 코딩은 하향링크 컴포넌트 캐리어 별, 개별 ACK/NACK 비트 별로 수행되지 않고, 전체 비트 정보를 대상으로 수행되며, 이로부터 단일 코드워드가 생성된다. 채널 코딩은 이로 제한되는 것은 아니지만
 20 단순 반복(repetition), 단순 코딩(simplex coding), RM(Reed Muller) 코딩, 평처링된 RM 코딩, TBCC(Tail-biting convolutional coding), LDPC(low-density parity-check) 혹은 터보-코딩을 포함한다. 도시하지는 않았지만, 코딩 비트는 변조 차수와 자원 양을 고려하여 레이트-매칭(rate-matching) 될 수 있다. 레이트 매칭 기능은 채널 코딩 블록의 일부로 포함되거나 별도의 기능 블록을 통해 수행될 수 있다.

25 **[237]** 변조기(modulator)는 코딩 비트 b_0, b_1, \dots, b_{N-1} 을 변조하여 변조 심볼 c_0, c_1, \dots, c_{L-1} 을 생성한다. L 은 변조 심볼의 사이즈를 나타낸다. 변조 방법은 전송

신호의 크기와 위상을 변형함으로써 수행된다. 변조 방법은 예를 들어, n-PSK(Phase Shift Keying), n-QAM(Quadrature Amplitude Modulation)을 포함한다(n은 2 이상의 정수). 구체적으로, 변조 방법은 BPSK(Binary PSK), QPSK(Quadrature PSK), 8-PSK, QAM, 16-QAM, 64-QAM 등을 포함할 수 있다.

- 5 [238] 분주기(divider)는 변조 심볼 c_0, c_1, \dots, c_{L-1} 을 각 슬롯으로 분주한다. 변조 심볼을 각 슬롯으로 분주하는 순서/패턴/방식은 특별히 제한되지 않는다. 예를 들어, 분주기는 변조 심볼을 앞에서부터 순서대로 각각의 슬롯에 분주할 수 있다(로컬링 방식). 이 경우, 도시한 바와 같이, 변조 심볼 $c_0, c_1, \dots, c_{L/2-1}$ 은 슬롯 0 에 분주되고, 변조 심볼 $c_{L/2}, c_{L/2+1}, \dots, c_{L-1}$ 은 슬롯 1 에 분주될 수 있다. 또한,
- 10 변조 심볼은 각각의 슬롯으로 분주 시에 인터리빙 (또는 퍼뮤테이션) 될 수 있다. 예를 들어, 짝수 번째 변조 심볼은 슬롯 0 에 분주되고 홀수 번째 변조 심볼은 슬롯 1 에 분주될 수 있다. 변조 과정과 분주 과정은 순서가 바뀔 수 있다.

- [239] DFT 프리코더(precoder)는 단일 반송파 파형(single carrier waveform)을 생성하기 위해 각각의 슬롯으로 분주된 변조 심볼에 대해 DFT 프리코딩(예, 12-
- 15 포인트 DFT)을 수행한다. 도면을 참조하면, 슬롯 0 에 분주된 변조 심볼 $c_0, c_1, \dots, c_{L/2-1}$ 은 DFT 심볼 $d_0, d_1, \dots, d_{L/2-1}$ 로 DFT 프리코딩 되고, 슬롯 1 에 분주된 변조 심볼 $c_{L/2}, c_{L/2+1}, \dots, c_{L-1}$ 은 DFT 심볼 $d_{L/2}, d_{L/2+1}, \dots, d_{L-1}$ 로 DFT 프리코딩 된다. DFT 프리코딩은 상응하는 다른 선형 연산(linear operation) (예, walsh precoding)으로 대체될 수 있다.

- 20 [240] 확산 블록(spreading block)은 DFT 가 수행된 신호를 SC-FDMA 심볼 레벨에서 (시간 도메인) 확산한다. SC-FDMA 심볼 레벨의 시간 도메인 확산은 확산 코드 (혹은 확산 시퀀스)를 이용하여 수행된다. 확산 코드는 준 직교 코드와 직교 코드를 포함한다. 준 직교 코드는 이로 제한되는 것은 아니지만, PN(Pseudo Noise) 코드를 포함한다. 직교 코드는 이로 제한되는 것은 아니지만, 왈쉬 코드, DFT 코드를
- 25 포함한다. 직교 코드(Orthogonal Code, OC)는 직교 시퀀스(orthogonal sequence), 직교 커버(Orthogonal Cover, OC), 직교 커버 코드(Orthogonal Cover Code, OCC)와 혼용될 수

있다. 본 명세서는 설명의 용이성을 위해 확산 코드의 대표 예로 직교 코드를 위주로 설명하지만, 이는 예시로서 직교 코드는 준 직교 코드로 대체될 수 있다. 확산 코드 사이즈 (또는 확산 인자(SF: Spreading Factor))의 최대 값은 제어 정보 전송에 사용되는 SC-FDMA 심볼의 개수에 의해 제한된다. 예를 들어, 한 슬롯에서 5 개의 SC-FDMA 심볼이 제어 정보 전송에 사용되는 경우, 슬롯 별로 길이 5 의 (준)직교 코드(w_0, w_1, w_2, w_3, w_4)가 사용될 수 있다. SF 는 제어 정보의 확산도를 의미하며, 단말의 다중화 차수(multiplexing order) 또는 안테나 다중화 차수와 관련될 수 있다. SF 는 1, 2, 3, 4, 5,...와 같이 시스템의 요구 조건에 따라 가변될 수 있으며, 기지국과 단말간에 미리 정의되거나, DCI 혹은 RRC 시그널링을 통해 단말에게 10 알려질 수 있다.

[241] 위의 과정을 거쳐 생성된 신호는 PRB 내의 부반송파에 맵핑된 후 IFFT 를 거쳐 시간 도메인 신호로 변환된다. 시간 도메인 신호에는 CP 가 부가되고, 생성된 SC-FDMA 심볼은 RF 단을 통해 전송된다.

15 [242] 3. 채널상태정보 (CSI: Channel State Information) 피드백 방법

[243] 3.1 채널상태정보 (CSI)

[244] 먼저, 3GPP LTE 시스템에서는 하향링크 수신 주체(예를 들어, 단말)가 하향링크 전송 주체(예를 들어, 기지국)에 접속되어 있을 때에, 하향링크로 전송되는 참조신호의 수신강도(RSRP: reference signal received power), 참조신호의 품질(RSRQ: 20 reference signal received quality) 등에 대한 측정을 임의의 시간에 수행하여, 측정 결과를 기지국에게 주기적(periodic)으로 혹은 이벤트 기반(event triggered)으로 보고할 수 있다.

[245] 각각의 단말은 하향링크 채널상황에 따른 하향링크 채널정보를 상향링크를 통해 보고하며, 기지국은 각각의 단말로부터 받은 하향링크 채널정보를 이용하여 25 각각의 단말 별로 데이터 전송을 위해 적절한 시간/주파수 자원과 변조 및 코딩 기법(MCS: Modulation and Coding Scheme) 등을 정할 수 있다.

[246] 이러한 채널 상태 정보(CSI: Channel State Information)는 CQI(Channel Quality Indication), PMI(Precoding Matrix Indicator), PTI(Precoder Type Indication) 및/또는 RI(Rank Indication)로 구성될 수 있고, 각각의 단말의 전송 모드에 따라 CSI 가 모두 전송되거나 그 중 일부만 전송될 수도 있다. CQI 는 단말의 수신신호품질(received signal quality)에 의해 정해지는데, 이는 일반적으로 하향링크 참조신호의 측정에 기반하여 결정될 수 있다. 이때 실제로 기지국에게 전달되는 CQI 값은, 단말이 측정한 수신신호품질에서 블록에러율(BLER: Block Error Rate)을 10% 이하로 유지하면서 최대의 성능을 낼 수 있는 MCS 에 해당된다.

[247] 또한 이러한 채널정보의 보고방식은 주기적으로 전송되는 주기적 보고(periodic reporting)와 기지국의 요청에 의해서 전송되는 비주기적 보고(aperiodic reporting)로 나뉜다.

[248] 비주기적 보고의 경우, 기지국이 단말에게 내려주는 상향링크 스케줄링 정보에 포함된 1 또는 2 비트의 요청 비트(CQI request bit)에 의해 각각의 단말에게 설정되며, 각각의 단말은 이 정보를 받으면 자신의 전송 모드를 고려한 채널정보를 PUSCH 를 통해서 기지국에 전달할 수 있다. 동일한 PUSCH 상에서 RI 및 CQI/PMI 가 전송되지 않도록 설정될 수 있다.

[249] 주기적 보고의 경우, 상위계층 신호를 통해 채널정보가 전송되는 주기와 해당 주기에서의 오프셋(offset) 등이 서브프레임 단위로 각각의 단말에게 시그널링되며, 정해진 주기에 따라 각각의 단말의 전송 모드를 고려한 채널정보가 PUCCH 를 통해서 기지국에 전달될 수 있다. 정해진 주기에 따라 채널정보가 전송되는 서브프레임에 상향링크로 전송되는 데이터가 동시에 존재하는 경우에는, 이때는 해당 채널정보를 PUCCH 이 아닌 데이터와 함께 PUSCH 를 통해서 전송할 수 있다. PUCCH 를 통한 주기적 보고의 경우에는 PUSCH 에 비하여 제한된 비트(예를 들어, 11 비트)가 사용될 수 있다. 동일한 PUSCH 상에서 RI 및 CQI/PMI 가 전송될 수 있다.

[250] 주기적 보고와 비주기적 보고가 동일한 서브프레임 내에서 충돌하는 경우에는 비주기적 보고만이 수행될 수 있다.

[251] 광대역(Wideband) CQI/PMI 를 계산함에 있어서 가장 최근에 전송된 RI 를 사용할 수 있다. PUCCH CSI 보고 모드(reporting mode)에서의 RI 는 PUSCH CSI 보고 모드에서의 RI 와 독립적(independent)이며, PUSCH CSI 보고 모드에서의 RI 는 해당 PUSCH CSI 보고 모드에서의 CQI/PMI 에 대해서만 유효(valid)하다.

[252] 표 16 은 PUCCH 에서 전송되는 CSI 피드백 타입 및 PUCCH CSI 보고 모드를 설명한 표이다.

[253] 【표 16】

| | | PMI Feedback Type | |
|-------------------|-------------|---|---|
| | | No PMI (OL, TD, single-antenna) | Single PMI (CL) |
| CQI Feedback Type | Wideband | Mode 1-0 - RI (only for Open-Loop SM) - One Wideband CQI (4bit) when RI>1, CQI of first codeword | Mode 1-1 - RI - Wideband CQI (4bit) Wideband spatial CQI (3bit) for RI>1 Wideband PMI (4bit) |
| | UE Selected | Mode 2-0 - RI (only for Open-Loop SM) - Wideband CQI (4bit) - Best-1 CQI (4bit) in each BP Best-1 indicator(L-bit label) when RI>1, CQI of first codeword | Mode 2-1 - RI - Wideband CQI (4bit) Wideband spatial CQI (3bit) for RI>1 Wideband PMI (4bit) - Best-1 CQI (4bit) 1 in each BP Best-1 spatial CQI (3bit) for RI>1 Best-1 indicator (L-bit label) |

10

[254] 표 16 을 참조하면, 채널 상태 정보의 주기적 보고(periodic reporting)에 있어서 CQI 와 PMI 피드백 타입에 따라, 모드 1-0, 1-1, 2-0 및 2-1 의 4 가지 보고 모드(reporting mode)로 나눌 수 있다.

[255] CQI 피드백 타입에 따라 광대역 CQI(WB CQI: wideband CQI)와 서브 밴드(SB CQI: subband CQI)로 나뉘지며, PMI 전송 여부에 따라 No PMI 와 단일(single) PMI 로 나뉜다. 표 16 에서는 No PMI 가 개-루프(OL: open-loop), 전송 다이버시티(TD:

15

Transmit Diversity) 및 단일-안테나(single-antenna)의 경우에 해당하고, 단일 PMI 는 폐-루프(CL: closed-loop)에 해당함을 나타낸다.

[256] 모드 1-0 는 PMI 전송은 없고 WB CQI 가 전송되는 경우이다. 이 경우 RI 는 개-루프(OL) 공간 다중화(SM: Spatial Multiplexing)의 경우에만 전송되고, 4 비트로
5 표현되는 하나의 WB CQI 가 전송될 수 있다. RI 가 1 초과인 경우에는, 제 1 코드워드에 대한 CQI 가 전송될 수 있다.

[257] 모드 1-1 은 단일 PMI 및 WB CQI 가 전송되는 경우이다. 이 경우, RI 전송과 함께, 4 비트의 WB CQI 및 4 비트의 WB PMI 가 전송될 수 있다. 추가적으로, RI 가 1
10 초과인 경우에는, 3 비트의 WB 공간 차등 CQI(Wideband Spatial Differential CQI)가 전송될 수 있다. 2 코드워드 전송에 있어서 WB 공간 차등 CQI 는, 코드워드 1 에 대한 WB CQI 인덱스와 코드워드 2 에 대한 WB CQI 인덱스의 차이 값을 나타낼 수 있다. 이들 차이값은 집합 $\{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$ 중 하나의 값을 가지고, 3 비트로 표현될 수 있다.

[258] 모드 2-0 은 PMI 전송은 없고 단말이 선택한(UE selected) 대역의 CQI 가
15 전송되는 경우이다. 이 경우 RI 는 개-루프 공간 다중화(OL SM)의 경우에만 전송되고, 4 비트로 표현되는 WB CQI 가 전송될 수 있다. 또한, 각각의 대역폭 부분(BP: Bandwidth Part)에서 최적(Best-1)의 CQI 가 전송되고, Best-1 CQI 는 4 비트로 표현될 수 있다. 또한, Best-1 을 지시하는 L 비트의 지시자(indicator)가 함께 전송될 수 있다. RI 가 1 초과인 경우에는, 제 1 코드워드에 대한 CQI 가 전송될 수 있다.

[259] 모드 2-1 은 단일 PMI 및 단말이 선택한(UE selected) 대역의 CQI 가 전송되는
20 경우이다. 이 경우, RI 전송과 함께, 4 비트의 WB CQI, 3 비트의 WB 공간 차등 CQI 및 4 비트의 WB PMI 가 전송될 수 있다. 추가적으로, 각각의 대역폭 부분(BP)에서 4 비트의 Best-1 CQI 가 전송되고, L 비트의 Best-1 지시자가 함께 전송될 수 있다. 추가적으로, RI 가 1 초과인 경우에는, 3 비트의 Best-1 공간 차등 CQI 가 전송될 수
25 있다. 이는 2 코드워드 전송에 있어서, 코드워드 1 의 Best-1 CQI 인덱스와 코드워드 2 의 Best-1 CQI 인덱스의 차이값을 나타낼 수 있다.

[260] 각 전송 모드(transmission mode)에 대하여 다음과 같이 주기적인 PUCCH CSI 보고 모드가 지원된다.

[261] 1) 전송 모드 1: 모드 1-0 및 2-0

[262] 2) 전송 모드 2: 모드 1-0 및 2-0

5 [263] 3) 전송 모드 3: 모드 1-0 및 2-0

[264] 4) 전송 모드 4: 모드 1-1 및 2-1

[265] 5) 전송 모드 5: 모드 1-1 및 2-1

[266] 6) 전송 모드 6: 모드 1-1 및 2-1

[267] 7) 전송 모드 7: 모드 1-0 및 2-0

10 [268] 8) 전송 모드 8: 단말이 PMI/RI 보고가 설정되는 경우에는 모드 1-1 및 2-1, 단말이 PMI/RI 보고를 하지 않도록 설정되는 경우 모드 1-0 및 2-0

[269] 9) 전송 모드 9: 단말이 PMI/RI 보고가 설정되고 CSI-RS 포트의 수 > 1 인 경우 모드 1-1 및 2-1, 단말이 PMI/RI 보고를 하지 않도록 설정되거나 CSI-RS 포트의 수 = 1 인 경우 모드 1-0 및 2-0

15 [270] 각 서빙 셀에서 주기적인 PUCCH CSI 보고 모드는 상위 계층 시그널링에 의하여 설정된다. 모드 1-1 은 'PUCCH_format1-1_CSI_reporting_mode' 파라미터를 사용하는 상위 계층 시그널링에 의하여 서브모드(submode) 1 또는 서브모드 2 중 하나로 설정된다.

[271] 단말이 선택한 SB CQI 에서 특정 서빙 셀의 특정 서브프레임에서 CQI
20 보고는 서빙 셀의 대역폭의 일부분인 대역폭 부분(BP: Bandwidth Part)의 하나 이상의 채널 상태의 측정을 의미한다. 대역폭 부분은 가장 낮은 주파수에서 시작하여 주파수가 증가하는 순서로 대역폭 크기의 증가 없이 인덱스가 부여된다.

[272] 3.2 CSI 피드백 방법

25 [273] LTE 시스템에서는 채널 정보 없이 운용되는 개루프 MIMO(open-loop MIMO) 방식과 채널 정보를 기반으로 운용되는 폐루프 MIMO(closed-loop MIMO) 방식이

사용된다. 페루프 MIMO 방식에서 MIMO 안테나의 다중화 이득(multiplexing gain)을 얻기 위해 송수신 단은 각각 채널 정보(예를 들어, CSI)를 바탕으로 빔포밍을 수행할 수 있다. 기지국은 CSI 를 얻기 위해 UE 에게 PUCCH(Physical Uplink Control CHannel) 또는 PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel)를 할당하여 하향링크 채널에 대한 CSI 를

5 피드백 하도록 명령할 수 있다.

[274] CSI 는 랭크 지시자(RI: Rank Indicator) 정보, 프리코딩 행렬 인덱스(PMI: Precoding Matrix Index) 정보 및 채널 상태 지시(CQI: Channel Quality Indication) 정보를 포함한다. RI 는 채널의 랭크 정보를 나타내며, UE 가 동일 주파수 시간 자원을 통해 수신 하는 데이터 스트림의 개수를 의미한다. RI 값은 채널의 롱텀 페이딩(long term

10 fading)에 의해 우세하게(dominant) 하게 결정되므로 PMI 및 CQI 값 보다 통상 더 긴 주기를 가지고 UE 에서 기지국으로 피드백 된다. PMI 는 채널의 공간 특성을 반영한 값이다. PMI 는 SINR 등의 매트릭(metric)을 기준으로 UE 가 선호하는 기지국의 프리코딩 인덱스를 나타낸다. CQI 는 채널의 세기를 나타내는 값으로 통상 기지국이 PMI 를 이용했을 때 얻을 수 있는 수신 SINR 을 의미한다.

[275] LTE-A 시스템과 같이 보다 진보된 통신 시스템에서는 MU-MIMO (multi-user MIMO)를 이용한 추가적인 다중 사용자 다이버시티(multi-user diversity)를 얻는 방식이 추가되었다. 이를 위해 채널 피드백 관점에서는 보다 높은 정확성이 요구된다. 그 이유는 MU-MIMO 에서는 안테나 도메인(domain)에서 다중화되는 단말간의 간섭 채널 존재하기 때문에 피드백 채널의 정확성이 피드백을 수행한

20 단말뿐 아니라 다중화되는 다른 단말에 대한 간섭에도 큰 영향을 미치기 때문이다. 따라서, LTE-A 시스템에서는 피드백 채널의 정확성을 높이기 위해 최종 PMI 를 장기(long-term) 및/또는 광대역 PMI 인 W1 과 단기(short-term) 및/또는 서브밴드 PMI 인 W2 로 나누어 설계하는 것이 결정되었다.

[276] 기지국은 W1 및 W2 등 두 종류의 채널 정보로부터 하나의 최종 PMI 를

25 구성하는 계층적 코드북 변환(hierarchical codebook transformation) 방식의 일례로 다음

수학식 4 와 같이 채널의 장기 공분산 행렬(long-term covariance matrix)를 이용하여 코드북을 변환할 수 있다.

[277] 【수학식 4】

$$W = \text{norm}(W1W2)$$

5 [278] 수학식 4 에서 W1(즉, 장기 PMI) 및 W2(즉, 단기 PMI)는 채널 정보를 반영하기 위해 생성된 코드북의 코드워드들이고, W 는 변환된 최종 코드북의 코드워드를 의미하며, norm(A)는 행렬 A 의 각 컬럼(column) 별 평균(norm)이 1 로 정규화된 행렬을 의미한다.

[279] 수학식 4 에서 W1 및 W2 의 구조는 다음 수학식 5 와 같다.

10 [280] 【수학식 5】

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

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

[281] 수학식 5 에서 나타나는 W1, W2 의 코드워드 구조는 교차 편광 안테나(cross polarized antenna)를 사용하고, 안테나 간 간격이 조밀한 경우(예를 들어, 통상 인접 안테나 간 거리가 신호 파장의 반 이하인 경우 해당)에 발생하는 채널의 상관(correlation) 특성을 반영하여 설계된 구조이다.

[282] 교차 편광 안테나의 경우, 안테나들을 수평 안테나 그룹(horizontal antenna group)과 수직 안테나 그룹(vertical antenna group) 으로 구분 할 수 있다. 이때, 각 안테나 그룹은 ULA(uniform linear array) 안테나의 특성을 가지며, 두 안테나 그룹은 상호 같이 배치(co-located)되어 있다. 따라서, 각 그룹의 안테나들 간 상관은 동일한 선형 위상 증가(linear phase increment) 특성을 가지며, 안테나 그룹들 간 상관은 위상 회전(phase rotation)된 특성을 갖는다.

[283] 코드북은 결국 무선 채널을 양자화(quantization) 한 값이기 때문에, 코드북은 소스에 해당하는 채널의 특성을 그대로 반영하여 설계되는 것이 바람직하다. 수학식

6 은 설명의 편의를 위해 수학적 식 4 및 5 의 구조로 만든 랭크 1 코드워드의 일례를 나타낸다. 수학적 식 6 을 참조하면, 이러한 채널 특성이 수학적 식 4 를 만족하는 코드워드에 반영되었음을 확인할 수 있다.

[284] 【수학적 식 6】

$$5 \quad W1(i) * W2(j) = \begin{bmatrix} X_i(k) \\ \alpha_i X_i(k) \end{bmatrix}$$

[285] 수학적 식 6 에서 코드워드는 N_t (즉, 송신기 안테나 수)×1 의 벡터로 표현된다. 이때, 수학적 식 6 은 상위 벡터 $X_i(k)$ 와 하위 벡터 $\alpha_i X_i(k)$ 두 개로 구조화되어 있고, 각각은 수평 안테나 그룹과 수직 안테나 그룹의 상관 특성을 나타낸다. 이때, $X_i(k)$ 는 각 안테나 그룹간 상관 특성을 반영하여 선형 위상 증가를 갖는 벡터로
10 표현되는 것이 유리하며, 대표적인 예로 DFT 행렬이 있다.

[286] 또한 CoMP 를 위해서도 보다 높은 채널 정확성이 필요하다. 예를 들어, CoMP JT(Joint Transmission)의 경우 여러 기지국이 특정 UE 에게 동일한 데이터를 협력 전송하므로, 이론적으로 안테나가 지리적으로 분산되어 있는 MIMO 시스템으로 간주 할 수 있다. 즉, JT 에서 MU-MIMO 를 하는 경우도 단일 셀 MU-
15 MIMO 와 마찬가지로 함께 스케줄링되는 UE 간 간섭을 피하기 위해 높은 수준의 채널 정확성이 요구 된다. CoMP CB(Coordinated Beamforming)의 경우 역시 인접 셀이 서빙 셀에게 주는 간섭을 회피하기 위해서 정교한 채널 정보가 요구된다.

[287] 3.3 CSI 보고를 위한 단말 동작

20 [288] CQI, PMI, 프리코딩 타입 지시자(PTI: Precoding Type Indicator) 및/또는 RI 를 포함하는 CSI 를 보고하기 위해 단말이 사용하는 시간 및 주파수 자원들은 기지국에 의해 스케줄링된다. 단말은 공간 다중화(SM: Spatial Multiplexing)에 대해서 전송 레이어들의 개수에 상응하는 RI 를 결정해야 한다. 단말은 전송 다이버시티에 대해서 RI 는 1 로 설정된다.

[289] 전송 모드 8 또는 9 인 단말은 상위 계층 파라미터 pmi-RI-Report 에 따라 PMI/RI 보고를 구성하거나 구성하지 않는다. 만약, 서브프레임 집합 $C_{CSI,0}$ 및 $C_{CSI,1}$ 이 상위 계층에 의해 구성된 단말은 자원-제한된 CSI 측정으로 구성된다.

[290] 단말이 하나 이상의 서빙셀들로 구성되면, 단말은 활성화된 서빙셀들에
 5 대해서만 CSI 보고를 수행한다. 단말이 PUSCH 및 PUCCH 동시 전송으로 구성되지 않으면, 단말은 PUSCH 할당이 되지 않은 서브프레임의 PUCCH 상에서 주기적으로 CSI 보고를 수행한다. 단말이 PUSCH 및 PUCCH 동시 전송으로 구성되지 않으면, 단말은 제일 작은 서빙셀 인덱스(ServCellIndex)를 갖는 서빙셀의 PUSCH 가 할당된 서브프레임에서 주기적인 CSI 보고를 수행한다. 이때, 단말은 PUSCH 상에서
 10 PUCCH 기반의 주기적 CSI 보고 포맷과 동일한 포맷을 이용한다. 기설정된 조건 하에서 단말은 PUSCH 상에서 비주기적 CSI 보고를 전송한다. 예를 들어, 비주기적 CQI/PMI 보고에 대해서, 구성된 CSI 피드백 타입이 RI 보고를 지원하는 경우에만 RI 보고가 전송된다.

[291] 또한, 단말이 주기적으로 CSI 보고를 수행하는 경우에도, 기지국으로부터 CSI
 15 요청 필드가 설정된 UL 그랜트를 수신하면 단말은 비주기적으로 CSI 보고를 수행할 수 있다.

[292] 3.3.1 PUSCH 를 통한 비주기적 CSI 보고

[293] 단말은 서빙셀 c 의 서브프레임 n 에서 CSI 요청 필드가 설정된 상향링크
 20 DCI 포맷(즉, UL grant) 또는 임의 접속 응답 그랜트를 수신하면, 서브프레임 $n+k$ 에서 PUSCH 를 통해 비주기적 CSI 보고를 수행한다. CSI 요청 필드가 1 비트이고, CSI 요청 필드가 '1'로 설정되면 서빙셀 c 에 대해서 CSI 보고 요청이 트리거된다. CSI 요청 필드가 2 비트이면, 다음 표 17 에 따라 CSI 보고 요청이 트리거된다.

25 [294] 【표 17】

| CSI 요청 필드의 값 | 내용 |
|--------------|--|
| '00' | No aperiodic CSI report is triggered |
| '01' | Aperiodic CSI report is triggered for serving cell c |
| '10' | Aperiodic CSI report is triggered for a 1 st set of serving cells configured by higher layers |
| '11' | Aperiodic CSI report is triggered for a 2 nd set of serving cells configured by higher layers |

[295] 표 17 에서 CSI 요청 필드가 '00'으로 설정되면 비주기적 CSI 보고가 트리거되지 않음을 나타내고, '01'로 설정되면 서빙셀 c 에 대한 비주기적 CSI 보고가 트리거됨을 나타내고, '10'으로 설정되면 상위 계층으로부터 구성된 서빙셀들의 제 1 집합에 대해서 비주기적 CSI 보고가 트리거됨을 나타내며, '11'로 설정되면 상위 계층으로부터 구성된 서빙셀들에 대한 제 2 집합에 대해 비주기적 CSI 보고가 트리거됨을 나타낸다.

[296] 단말에는 특정 서브프레임에서 하나 이상의 비주기적 CSI 보고 요청이 이뤄지지 않는다.

10 [297] 3.3.2 PUCCH를 통한 주기적 UCI 보고

[298] LTE-A 시스템(예를 들어, Rel-10, 11, 12 등)에서는 복수의 DL CC를 통해 전송된 복수의 PDSCH 신호들에 대한 복수의 ACK/NACK 신호를 특정 UL CC를 통해 전송하는 것을 고려하고 있다. 이를 위해, LTE 시스템의 PUCCH 포맷 1a/1b를 이용한 ACK/NACK 전송과는 달리, 복수의 ACK/NACK 신호들을 채널 코딩 (e.g. Reed-Muller code, Tail-biting convolutional code, etc.)한 후 PUCCH 포맷 2, 또는 다음과 같은 블록 확산(Block-spreading) 기반의 변형된 형태의 새로운 PUCCH 포맷 (예를 들어, E-PUCCH format)을 이용하여 복수의 ACK/NACK 정보/신호를 전송할 수 있다.

[299] 도 17은 블록 확산 기반의 새로운 PUCCH 포맷의 일례를 나타내는 도면이다.

[300] 블록 확산 기법은 UCI(e.g. ACK/NACK, etc.)의 전송을 LTE 시스템에서의 PUCCH 포맷 1 또는 2 계열과는 다르게 SC-FDMA 방식을 이용하여 변조하는 방법이다. 블록 확산 기법은 도 17과 같이 심볼 시퀀스를 직교 커버 코드(OCC: Orthogonal Cover Code)를 기반으로 시간 영역 상에서 확산(time-domain spreading)하

여 전송하는 방식이다. 즉, OCC 를 이용하여 심볼 시퀀스를 확산시킴으로써, 동일한 RB 에 여러 단말들에 대한 제어 신호들이 다중화될 수 있다.

[301] 앞서 설명한, PUCCH 포맷 2 에서는 하나의 심볼 시퀀스가 시간 영역에 걸쳐 전송되고, CAZAC 시퀀스의 순환 천이(즉, CCS: Cyclic Shift)를 이용하여 단말 다
5 중화가 수행된다. 그러나, 블록 확산 기반의 새로운 PUCCH 포맷의 경우 하나의 심볼 시퀀스가 주파수 영역에 걸쳐 전송되고 OCC 기반의 시간 영역 확산을 이용하여 단말 다중화가 수행된다.

[302] 예를 들어, 도 17 과 같이 하나의 심볼 시퀀스는 길이-5(즉, SF = 5)인 OCC
10 에 의해 5 개의 SC-FDMA 심볼들로 생성될 수 있다. 도 17 에서는 1 슬롯 동안 총 2 개의 RS 심볼이 사용되지만, 3 개의 RS 심볼이 사용되고 SF = 4 의 OCC 를 이용하는 방식 등 다양한 방식들이 사용될 수 있다. 이때, RS 심볼은 특정 순환 천이를 갖는 CAZAC 시퀀스로부터 생성될 수 있으며, 시간 영역의 복수 RS 심볼에 특정 OCC 가 적용된 (곱해진) 형태로 전송될 수 있다.

[303] 본 발명의 실시예들에서는 설명의 편의를 위해, PUCCH 포맷 2 또는 새로운 PUCCH 포맷(예를 들어, E-PUCCH format)을 사용하는 채널 코딩 기반의 복수
15 ACK/NACK 전송 방식을 “멀티 비트 ACK/NACK 코딩(multi-bit ACK/NACK coding) 전송 방법이라 정의한다.

[304] 멀티 비트 ACK/NACK 코딩 방법은 복수 DL CC 들 상에서 전송되는 PDSCH 신호들에 대한 ACK/NACK 또는 DTX 정보 (PDCCH 를 수신/검출하지 못함
20 을 의미)들을 채널 코딩하여 생성된 ACK/NACK 코드 블록들을 전송하는 방법을 의미한다.

[305] 예를 들어, 단말이 어떤 DL CC 에서 SU-MIMO 모드로 동작하여 2 개의 코드워드(CW: Codeword)를 수신한다면, 해당 DL CC 에 대해 CW 별로 ACK/ACK,
25 ACK/NACK, NACK/ACK, NACK/NACK 등의 총 4 개의 피드백 상태 또는 DTX 까지 포함하여 최대 5 개의 피드백 상태를 가질 수 있다. 또한, 만약 단말이 단일 CW 를 수신한다면 ACK, NACK 및/또는 DTX 의 최대 3 개 상태들을 가질 수 있다. 만약, NACK 을 DTX 와 동일하게 처리한다면 ACK, NACK/DTX 의 총 2 개의 상태를 가질 수 있다.

[306] 따라서 단말에 최대 5 개의 DL CC 가 구성되고, 단말이 모든 DL CC 에서
30 SU-MIMO 모드로 동작한다면 최대 55 개의 전송 가능한 피드백 상태를 가질 수 있다. 이때, 55 개의 피드백 상태를 표현하기 위한 ACK/NACK 페이로드의 크기는

총 12 비트가 필요할 수 있다. 만약, DTX 를 NACK 과 동일하게 처리한다면 피드백 상태 수는 45 개가 되고, 이를 표현하기 위한 ACK/NACK 페이로드 사이즈는 총 10 비트가 필요하다.

5 [307] LTE TDD 시스템에 적용되는 ACK/NACK 다중화(즉, ACK/NACK 선택) 방법에서는, 기본적으로 각 UE 에 대한 PUCCH 자원 확보를 위해 각 PDSCH 를 스케줄링하는 PDCCH 에 대응되는 (i.e. 최소 CCE 인덱스와 링크되어있는) 묵시적 PUCCH 자원을 ACK/NACK 전송에 사용하는 묵시적 ACK/NACK 선택 방식이 사용되고 있다.

10 [308] 한편, LTE-A FDD 시스템에서는 UE 특정(UE-specific)하게 설정되는 하나의 특정 UL CC 를 통하여 복수의 DL CC 를 통해 전송되는 복수의 PDSCH 신호들 대한 복수 ACK/NACK 신호들의 전송을 고려하고 있다. 이를 위해 특정, 일부 또는 모든 DL CC 를 스케줄링하는 PDCCH 에 링크되어 있는 (즉, 최소 CCE 인덱스 nCCE 에 링크되어있는, 또는 nCCE 와 nCCE+1 에 링크되어있는) 묵시적 PUCCH 자원 혹은 해당 묵시적 PUCCH 자원과 RRC 시그널링을 통해 각 UE 에게 미리 할
15 당된 명시적 PUCCH 자원의 조합을 사용하는 “ACK/NACK 선택(ACK/NACK 선택)” 방식들이 고려되고 있다.

[309] 한편, LTE-A TDD 시스템에서도 복수의 CC 가 결합된 상황을 고려하고 있다. 예를 들어, 복수의 CC 가 결합되는 경우, 단말이 복수의 DL 서브프레임들과 복수의 CC 들을 통해 전송되는 복수의 PDSCH 신호들에 대한 복수의 ACK/NACK
20 정보/신호들은 PDSCH 신호가 전송되는 복수의 DL 서브프레임에 대응되는 UL 서브프레임에서 특정 CC (i.e. A/N CC)를 통해 전송하는 것을 고려하고 있다.

[310] 이때, LTE-A FDD 에서와는 달리, UE 에게 할당된 모든 CC 들을 통해 전송될 수 있는 최대 CW 수에 대응되는 복수 ACK/NACK 신호들을, 복수의 DL 서브프레임 모두에 대하여 전송하는 방식(i.e. full ACK/NACK)을 고려하거나, 또는 CW, CC
25 및 또는 서브프레임 영역에 대해 ACK/NACK 번들링(bundling)을 적용하여 전체 전송 ACK/NACK 수를 줄여서 전송하는 방식(즉, bundled ACK/NACK)을 고려할 수 있다.

[311] 이때, CW 번들링의 경우 각 DL 서브프레임에 대해 CC 별로 CW 에 대한 ACK/NACK 번들링을 적용하는 것을 의미하고, CC 번들링의 경우 각 DL 서브프레임에 대해 모든 또는 일부 CC 에 대한 ACK/NACK 번들링을 적용하는 것을 의미
30

한다. 또한, 서브프레임 번들링의 경우 각 CC 에 대해 모든 또는 일부 DL 서브프레임에 대한 ACK/NACK 번들링을 적용하는 것을 의미한다.

[312] 서브프레임 번들링 방법으로써, DL CC 각각에 대해 수신된 모든 PDSCH 신호 또는 DL 그랜트 PDCCH 에 대하여 CC 별 총 ACK 개수 (또는, 일부 ACK 개수) 를 알려주는 ACK 카운터(ACK-counter) 방식이 고려될 수 있다. 이때, UE 별 ACK/NACK 페이로드, 즉 각 단말 별로 설정된 모든 또는 번들링된 ACK/NACK 전송을 위한 ACK/NACK 페이로드의 사이즈에 따라 다중 비트 ACK/NACK 코딩 방식 또는 ACK/NACK 선택 방식 기반의 ACK/NACK 전송 기법을 변경 가능하게 (configurable) 적용할 수 있다.

10

[313] 4. 스몰셀 환경에서 CSI 보고 방법

[314] 4.1 스몰셀 환경

[315] 본 발명의 실시예들에서 설명하는 ‘셀’은 기본적으로 하향링크 자원 (Downlink Resource)들로 구성되고 선택적으로 상향링크 자원(Uplink Resource)들이 조합되어 구성될 수 있다 (2.1 절 참조). 이때, 하향링크 자원들을 위한 반송파 주파수(Carrier Frequency)와 상향링크 자원들을 위한 반송파 주파수(Carrier Frequency) 간의 연계(Linking)는 하향링크 자원들로 전달되는 시스템 정보(SI: System Information)에 명시된다.

[316] 또한, ‘셀’이라는 용어는 기지국의 커버리지로써 특정 주파수 영역 또는 특정 지리적 영역을 의미한다. 다만, ‘셀’은 설명의 편의상 특정 커버리지를 지원하는 기지국과 동일한 의미로 사용될 수 있다. 예를 들어, 매크로 기지국과 매크로 셀 (Macro Cell), 스몰 기지국과 스몰셀은 서로 동일한 의미로 사용될 수 있다. 다만, 셀과 기지국을 명시적으로 구분하여 사용하는 경우에는 본래 의미대로 사용된다.

[317] 차세대 무선 통신 시스템에서는 멀티미디어 등의 데이터 서비스를 보다 안정적으로 보장 하기 위해 매크로셀 기반의 동종 망에 저전력/근거리 통신을 위한 스몰셀(Small Cell)들인 마이크로셀(micro Cell), 피코셀(Pico Cell), 및/또는 펌토셀 (Femto Cell)이 혼재한 계층적 셀 구조 (hierarchical cell structure) 혹은 이기종 셀 구조 (Heterogeneous Cell Structure)의 도입에 대한 관한 관심이 높아지고 있다. 이는 기존 기지국 배치에 대해서 매크로셀의 추가적인 설치는 시스템 성능 향상 대비 그 비용 및 복잡도 측면에서 비효율적이기 때문이다.

30

[318] 이하에서 설명하는 실시예들이 적용되는 ‘셀’은 특별한 표현이 없는 이상 스몰셀인 것을 가정하여 설명한다. 다만, 일반 셀룰러 시스템에서 사용되는 셀(예를 들어, 매크로셀)에도 본 발명이 적용될 수 있다.

[319] 또한, 이하에서 본 발명에서 설명하는 실시예들은 상술한 제 1 절 내지 제 3 5 절에서 설명한 기술적 사항들이 적용될 수 있다.

[320] 4.2 다중 연결 모드 (Multi Connectivity Mode)

[321] 본 발명의 실시예들에서는 새로운 연결 모드를 제안한다. 즉, 단말이 둘 이 10 상의 셀들과 동시에 연결을 유지할 수 있는 다중 연결 모드이다. 단말은 다중 연결 모드에서 하향링크 캐리어 주파수가 같은 또는 다른 다수 개의 셀들과 동시에 접속할 수 있다. 다중 연결 모드는 본 발명의 실시예들에서 새로이 제안하는 접속 15 모드로서 다중 접속 모드, 뉴 연결 모드 또는 뉴 접속 모드 등으로 불릴 수 있다.

[322] 다중 연결 모드는 단말이 다수의 셀들에 동시에 연결될 수 있는 것을 의미 15 한다. 이하에서는 설명의 편의를 위해 2 개의 셀에 연결된 상황을 기반으로 설명한다. 다만, 이러한 설명은 단말이 셋 이상의 셀들과 연결된 상황에 동일하게 확장 적용될 수 있다.

[323] 예를 들어, 단말은 제 1 셀과 제 2 셀로부터 서비스를 동시에 제공받을 수 20 있다. 이때, 단말은 제 1 셀 및 제 2 셀을 통해서 제어 평면(C-plane)에서 제공되는 기능들(Functionalities, e.g., 연결 관리(connection management), 이동성(mobility) 관리) 을 각각 서비스 받을 수 있다.

[324] 또한, 단말은 둘 이상의 셀들과 캐리어 결합(CA)을 수행할 수 있다. 예를 들어, 제 1 셀은 임의의 n 개(n은 임의의 양의 정수)의 캐리어들을 사용할 수 있고, 25 제 2 셀은 임의의 k 개(k는 임의의 양의 정수)의 캐리어들을 사용할 수 있다. 이때, 제 1 셀과 제 2 셀의 캐리어들은 동일한 주파수 캐리어들이거나, 또는 서로 다른 주파수 캐리어들일 수 있다. 예를 들어, 제 1 셀이 F1 및 F2 주파수 대역을 사용하고, 제 2 셀이 F2 및 F3 주파수 대역을 사용할 수 있다.

[325] 다수의 셀들은 물리적으로 동일한 위치에 존재하거나 서로 다른 위치에 존 30 재할 수 있다. 이때, 다수의 셀들은 서로 백홀로 연결되어 있으나, 백홀의 전송 지연이 매우 커 특정 단말에 대한 스케줄링 정보나 데이터를 공유하기 어려운 비 이상적 백홀을 가정한다.

[326] 본 발명의 실시예들에서, 셀은 스몰셀인 것을 가정한다. 예를 들어, 스몰셀들이 배치되는 환경은 도심의 핫스팟(Hot spot) 등을 고려할 수 있다. 즉, 특정 지역에 다수 개의 스몰셀들이 배치되므로 단말이 동시에 접속을 유지하고 있는 스몰셀 간에는 단말의 시간 선행(TA: Timing Advance) 값에 큰 차이가 없는 것을 가정한다. 즉, 특정 조건 하에서는 여러 스몰셀들이 단말이 송신하는 신호를 동시에 수신할 수 있다.

[327] 다중 연결 모드에서 단말은 다수의 스몰셀들로부터 동기 신호를 수신하여 각각 하향링크 동기를 유지할 수 있다. 또한, 단말은 다수의 스몰셀들로부터 PDCCH 신호 등 여러 제어신호들을 각각 수신함으로써 다수의 스몰셀들로부터 데이터인 PDSCH 신호를 동시에 또는 따로 수신할 수 있다. 단말은 다수의 스몰셀들로부터 데이터 수신을 위해 하나 이상의 수신기를 구비할 수 있다. 이와 같은 수신기는 다수의 셀들이 상호간 미치는 간섭을 효율적으로 제거하기 위한 MMSE-IRC(Minimum Mean Square Error-Interference Rejection Combining) 수신기가 사용될 수 있다. 이러한 수신기 성능에 대한 정보는 각 셀들에 대한 초기 셀 접속 단계에서 단말이 각 셀로 알려줄 수 있다.

[328] MMSE-IRC 수신기를 통해 수신한 수신 신호는 다음 수학적식 7 과 같이 표현될 수 있다. 이때, N_{TX} 개의 송신 안테나와 N_{RX} 개의 수신안테나가 사용되는 시스템을 가정한다.

[329] 【수학적식 7】

$$r(k,l) = H_1(k,l)d_1(k,l) + \sum_{j=2}^{N_{BS}} H_j(k,l)d_j(k,l) + n(k,l)$$

[330] 수학적식 7 에서 k 는 특정 서브프레임의 k 번째 서브캐리어를 의미하고, l 은 1 번째 OFDM 심볼을 의미한다. 수학적식 8 에서 $H_1(k,l)d_1(k,l)$ 는 단말이 수신한 신호 신호이고, $H_j(k,l)d_j(k,l)$ 은 j ($j>1$)번째 기지국으로부터 전송되는 간섭 신호이다. 이때, $H_i(k,l)$ 및 $H_j(k,l)$ 은 각각 추정된 무선 채널을 의미하고, $d_j(k,l)$ 는 $N_{TX} \times 1$ 송신 데이터 벡터이며, $n(k,l)$ 은 노이즈를 의미한다. $\hat{d}_1(k,l)$ 은 랭크가 N_{stream} 일 때의 복구된 데이터 신호로 다음 수학적식 8 과 같이 표현될 수 있다.

[331] 【수학적식 8】

$$\hat{d}_1(k,l) = W_{RX,1}(k,l)r(k,l)$$

[332] 수학식 8 에서 $\mathbf{W}_{RX,1}(k,l)$ 은 $(N_{Stream} \times N_{RX})$ 수신기 가중치 행렬(receiver weight matrix)이다. MMSE-IRC 수신기에서는 $\mathbf{W}_{RX,1}(k,l)$ 를 다음 수학식 9 와 같이 계산한다.

[333] 【수학식 9】

$$5 \quad \mathbf{W}_{RX,1}(k,l) = \hat{\mathbf{H}}_1^H(k,l) \mathbf{R}^{-1}$$

[334] 이때, R 은 전송되는 DM-RS 를 이용하여 다음 수학식 10 과 같이 계산될 수 있다.

[335] 【수학식 10】

$$\mathbf{R} = P_1 \hat{\mathbf{H}}_1(k,l) \hat{\mathbf{H}}_1^H(k,l) + \frac{1}{N_{sp}} \sum_{k,l \in DM-RS} \tilde{\mathbf{r}}(k,l) \tilde{\mathbf{r}}(k,l)^H, \quad \tilde{\mathbf{r}}(k,l) = \mathbf{r}(k,l) - \hat{\mathbf{H}}_1(k,l) \mathbf{d}_1(k,l)$$

10 [336] 수학식 10 에서 $\hat{\mathbf{H}}_1(k,l)$ 은 추정된 무선 채널을 나타내고, N_{sp} 는 DM-RS 의 샘플링 개수를 의미하며, P_1 은 전송 파워를 의미한다. 또한, $\mathbf{r}(k,l)$ 은 전송한 DM-RS 이고, $\tilde{\mathbf{r}}(k,l)$ 은 추정된 DM-RS 를 의미한다.

[337] 4.3 스몰셀 환경에서 CSI 보고 방법-1

15 [338] 본 발명의 실시예들에서, 다중 연결 모드인 단말에 데이터 송수신을 위한 스케줄링을 수행하는 스몰셀들은 비 이상적인 백홀로 연결되어 있다. 따라서, 스몰셀들 간에 단말에 대한 스케줄링 정보를 실시간으로 공유하기 어려운 상황이다. 또한, 단말이 PDSCH 전송에 대한 CSI 를 기지국으로 피드백할 때, 간섭 신호에 대한 가정에 따라 단말이 보고해야 하는 CSI(예를 들어, RI, PMI 및/또는 CQI)가 다르게 된다.

[339] 따라서, 단말은 채널 상태가 최상인 경우와 최악인 경우를 가정하여 CSI 를 기지국으로 피드백함으로써 기지국에서 채널 상황에 적합하게 CSI 값을 고려할 수 있다.

25 [340] 예를 들어, 첫 번째로, 단말은 특정 스몰셀에서 전송되는 PDSCH 신호에 대해서 간섭 신호가 없다고 가정하여 CSI 를 측정 및 피드백할 수 있다. 이는 PDSCH 신호 전송 시 가장 좋은 간섭 환경을 가정한 경우이다. 물론, 간섭 신호가 실제로 존재하는 경우에는 PDSCH 처리 성능은 재전송의 증가로 떨어지게 된다.

[341] 다음으로, 단말은 특정 스몰셀의 PDSCH 신호가 전송되는 채널 영역에서 다른 스몰셀의 PDSCH 신호도 전송된다고 가정하고 CSI 를 측정 및 보고할 수 있

다. 이는 PDSCH 신호 전송 시 가장 나쁜 간섭 환경을 가정한 경우이다. 만약, 간섭 신호가 가정한 것보다 적게 들어오는 경우, PDSCH 처리 성능은 낮은 MCS 를 사용함으로 인해 떨어지게 된다.

5 [342] 따라서, 단말은 상술한 두 가지 경우의 CSI 들을 모두 기지국으로 피드백할 수 있다. 기지국은 가장 좋은 간섭 환경과 가장 나쁜 간섭 환경에 대한 CSI 를 바탕으로 다음 PDSCH 신호 전송시 최적의 RI/PMI/CQI 값을 선택할 가능성을 높일 수 있다.

10 [343] 본 발명의 다른 측면으로, 단말은 가장 좋은 간섭 환경에 대한 CSI 또는 가장 나쁜 간섭 환경에 대한 CSI 하나 만을 전송할 수 있다. 이러한 경우, 기지국은 각각의 간섭 환경을 고려하여 적절히 RI/PMI/CQI 값을 선택할 수 있다.

[344] 4.4 스몰셀 환경에서 CSI 보고 방법-2

15 [345] 단말이 둘 이상의 스몰셀들과 연결을 유지하는 다중 연결 모드에서, 단말은 둘 이상의 스몰셀들에 CSI 를 보고할 수 있다. 본 발명의 실시예들에서 설명하는 무선 접속 시스템에서는 CSI 피드백을 위해서 상위 계층에서 CSI 서브프레임 집합 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 를 각각 제 1 스몰셀과 제 2 스몰셀에 대한 CSI 서브프레임 집합으로 설정할 수 있다.

20 [346] 예를 들어, 단말은 제 1 스몰셀에 대해서 CSI 서브프레임 집합 $C_{CSI,0}$ 에 속하는 CSI 참조 자원을 이용하여 CSI 를 계산하여 기지국으로 보고하고, 제 2 스몰셀에 대해서 CSI 서브프레임 집합 $C_{CSI,1}$ 에 속하는 CSI 참조 자원을 이용하여 CSI 를 계산하여 기지국으로 보고할 수 있다.

[347] 4.5 스몰셀 환경에서 PUSCH 자원 스케줄링 방법

25 [348] 본 발명의 실시예들은 스몰셀들 간에 스케줄링 정보를 실시간으로 공유하기 어려운 무선 환경하에서 수행되는 것을 가정하고 있다. 따라서, 스몰셀들이 단말에 스케줄링을 수행하는 경우, 스몰셀들이 PUSCH 를 위해 사용하는 무선 자원이 스몰셀들 간에 중복될 수 있다. 이러한 경우, 단말이 PUSCH 신호를 특정 스몰셀로 전송시 다른 스몰셀에는 간섭으로 작용하므로 PUSCH 수신 성능의 열화를 초래할 수 있다.

30 [349] 따라서, 이러한 현상을 피하기 위해, 다중 연결 모드를 구성하는 둘 이상의 스몰셀들이 단말에 할당하는 PUSCH 영역은 서로 중복되지 않도록 할당되는 것이

바람직하다. 예를 들어, 스몰셀들은 PUSCH 을 시간 영역에서 구분하거나, 주파수 영역에서 구분하거나, 다중 안테나를 지원하는 경우 공간 도메인(spatial domain)에서 구분하는 것이 가능하다. PUSCH 자원을 공간 도메인으로 구분하는 경우, 간섭 신호의 제거를 위해서 PUSCH 전송은 랭크 1 로 제한될 수 있다. 이와 같은 시간

5 영역에서 구분, 주파수 영역에서 구분 및/또는 공간 도메인에서 구분에 대한 정보는 스케줄링 셀들 간의 유선 또는 무선 링크를 통해 미리 또는 긴 주기로 공유되는 것이 바람직하다.

[350] 이러한 경우, 둘 이상의 스몰셀들은 각각 PUSCH 자원 또는 PUCCH 자원을 스케줄링하고, 상향링크 자원할당정보를 포함하는 PDCCH 신호 또는 E-PDCCH

10 신호를 단말에 전송할 수 있다. 다중 연결 모드인 단말은 둘 이상의 스몰셀들 각각으로부터 할당 받은 상향링크 자원할당영역을 통해 CSI 를 전송할 수 있다.

[351] 4.6 스몰셀 환경에서 PUSCH 를 통한 비주기적 CSI 전송 방법-1

[352] 다중 연결 모드를 지원하는 스몰셀들은 자신의 PDSCH 신호 전송을 위한

15 CSI 만이 필요하다. 따라서, CSI 보고는 각 셀에 대해서 CSI 피드백을 받는 것이 바람직하다. 각 스몰셀별로 CSI 보고를 독립적으로 수행하는 경우, CSI 피드백을 요청하기 위해 1 비트 크기의 CSI 요청 필드를 사용할 수 있다. 또한, CSI 요청은 각 스몰셀에서 필요한 경우 수행될 수 있다.

[353] 기지국의 CSI 요청에 의한 CSI 피드백은 PUSCH 를 통해서 전송된다. 이러한 경우, 둘 이상의 스몰셀들에서 사용하는 PUSCH 자원이 중복되지 않아야 하므로, PUSCH 자원은 (1) 시간 영역, (2) 주파수 영역 및/또는 (3) 공간 영역에서 구분되어 할당될 수 있다.

[354] 예를 들어, 시간 영역에서 PUSCH 자원이 구분되는 경우, 기지국은 CSI 요청을 위한 하향링크 제어 신호(즉, PDCCH 신호)를 시간적으로 구분하여 전송할 수

25 있다. 또한, 주파수 영역에서 PUSCH 영역이 구분되는 경우, 단말은 둘 이상의 스몰셀들에 각각 할당된 주파수 영역에서 CSI 를 전송할 수 있다. 즉, 단말 관점에서는 서로 다른 주파수 영역에 대하여 두 개의 PUSCH 신호가 전송되는 것과 같다. 각 주파수 영역에서 전송되는 PUSCH 신호는 해당 스몰셀의 물리 셀 식별자(PCI: Physical Cell ID)를 이용하여 전송이 이루어 질 수 있다. 따라서, 각 기지국에서는

30 자신의 PUSCH 를 디코딩하여 CSI 정보를 획득할 수 있다.

[355] 4.7 스몰셀 환경에서 PUSCH 를 통한 비주기적 CSI 전송 방법-2

[356] 다중 연결 모드를 구성하는 둘 이상의 스몰셀들 간에 비주기적 CSI 가 전송되는 PUSCH 자원에 대한 시간 영역, 주파수 영역 및/또는 공간영역에서 셀 간의 정보 공유가 없거나, 단말 관점에서 특정 스몰셀에 대해 비주기적인 CSI 를 전송하도록 설정할 수 있다. 이때, 동시에 둘 이상의 스몰셀들에서 단말에 비주기적 CSI 전송을 요청하는 경우, 단말은 특정 스몰셀에 대한 CSI 를 선택하여 전송할 수 있다.

[357] 도 18 은 다중 연결 모드를 구성하는 둘 이상의 스몰셀에 대한 비주기적 CSI 보고 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

[358] 본 발명의 실시예들은 둘 이상의 셀들이 다중 연결 모드를 구성하는 것을 가정한다. 다중 연결 모드에 대해서는 4.2 절에서 설명한 내용을 참조하도록 한다. 다만, 설명의 편의를 위해 두 개의 셀이 다중 연결 모드를 구성하는 경우에 대해서 설명한다.

[359] 도 18 을 참조하면, 단말, 제 1 셀(Cell 1) 및 제 2 셀(Cell 2)은 다중 연결 모드 상태인 것을 가정한다. 즉, 단말은 제 1 셀 및 제 2 셀에 각각 접속하여 연결되어 있고, 제 1 셀 및 제 2 셀로부터 개별적으로 스케줄링을 받을 수 있다. 또한, 제 1 셀 및 제 2 셀은 스몰셀인 것을 가정한다 (S1810).

[360] 단말은 제 1 셀 및 제 2 셀로부터 스케줄링 정보(예를 들어, DL 그랜트)를 포함하는 제 1 PDCCH 신호 및 제 2 PDCCH 신호를 각각 수신한다 (S1820).

[361] 또한, 단말은 제 1 PDCCH 신호 및 제 2 PDCCH 신호가 스케줄링하는 PDSCH 영역을 통해 각각 제 1 PDSCH 신호 및 제 2 PDSCH 신호를 수신할 수 있다 (S1830).

[362] 다중 연결 모드에서 S1820 단계 내지 S1830 단계를 통해 DL 데이터를 수신하는 단말은 특정 서브프레임에서 제 1 셀로부터 제 1 상향링크 자원할당정보 및 CSI 요청 필드를 포함하는 제 1 PDCCH 신호를 수신할 수 있다. 또한, 단말은 동일 서브프레임에서 제 2 셀로부터 CSI 요청 필드 및 제 2 상향링크 자원할당정보를 포함하는 제 2 PDCCH 신호를 수신할 수 있다 (S1840).

[363] S1840 단계에서, 제 1 PDCCH 신호 및 제 2 PDCCH 신호에 포함되는 CSI 요청 필드는 각각 '1'로 설정되어 CSI 를 요청하는 것을 가정한다. 또한, 제 1 상향링크 자원할당정보 및 제 2 상향링크 자원할당정보는 동일한 자원영역을 지시하는 것을 가정한다.

[364] 이때, 단말은 동일한 자원영역을 통해 제 1 셀에 대한 CSI 를 포함하는 PUSCH 신호와 제 2 셀에 대한 CSI 를 포함하는 PUSCH 신호를 전송하는 경우, 큐빅 매트릭(CM) 특성 및 단일 캐리어 특성이 열화될 수 있다. 따라서, 단말은 특정 스몰셀에 대한 CSI 만을 선택하여 CSI 를 측정할 수 있다 (S1850).

5 [365] S1850 단계에서 단말이 CSI 보고를 위한 스몰셀을 선택하는 기준은 다음과 같다.

[366] (1) 둘 이상의 스몰셀이 단말에 구성되는 경우, 단말은 프라이머리 셀(P 셀)에 대한 비주기적 CSI 피드백만을 전송한다.

10 [367] (2) 둘 이상의 스몰셀들에 대해 PCI 를 제외한 셀 인덱스(예를 들어, S 셀 인덱스) 등의 정보가 있는 경우, 단말은 셀 인덱스가 가장 낮거나 가장 높은 셀 인덱스에 해당하는 스몰셀에 대한 비주기적 CSI 피드백을 전송한다.

[368] (3) 둘 이상의 스몰셀들에 대한 각각의 PCI 의 비트열을 자연수로 변환했을 때, 단말은 PCI 가 가장 낮거나 가장 높은 셀에 대한 비주기적 CSI 피드백을 전송한다.

15 [369] (4) 단말에 여러 개의 CSI 프로세스가 설정되었을 경우에, CSI 프로세스 인덱스가 가장 낮은 CSI 프로세스에 대한 비주기적 CSI 요청을 요청한 스몰셀에 대한 CSI 피드백을 수행하고, CSI 프로세스 인덱스가 동일한 경우 상술한 (1) 내지 (3) 기준을 적용할 수 있다.

20 [370] (5) 단말은 PUSCH 를 통해 사용자 데이터를 전송하는지 여부에 따라 CSI 를 전송할 스몰셀을 선택할 수 있다. 예를 들어, PUSCH 에 사용자 데이터를 함께 포함하여 전송하도록 스케줄링된 스몰셀에 대해서 비주기적 CSI 를 전송한다. 만약, 둘 이상의 스몰셀들이 모두 PUSCH 를 통해 UL 데이터를 전송하도록 스케줄링하는 경우 상술한 (1) 내지 (4) 기준을 적용할 수 있다.

25 [371] 다시 도 18 을 참조하면, 단말은 상술한 CSI 보고 대상 스몰셀을 선택하는 기준들 중 하나에 따라 CSI 를 측정 및 보고할 대상 셀을 선택할 수 있다. 도 18 에서는 단말은 제 1 셀을 CSI 를 측정 및 보고할 대상 셀로 선택한 것을 가정한다. 따라서, 단말은 제 1 셀로 CSI 를 포함하는 PUSCH 신호를 전송할 수 있다 (S1860).

30 [372] 도 18 에서는 제 1 셀 및 제 2 셀에서 서로 스케줄링 정보를 공유하지 못하는 상황에 대해서 설명하였다. 이러한 경우, 동시에 CSI 피드백을 요청한 제 1 셀 및 제 2 셀에 대해서 S1850 단계에서 설명한 기준에 따라 하나의 스몰셀을 선택하여 CSI 를 측정 및 보고할 수 있다.

[373] 본 발명의 다른 측면으로서, 만약, 도 18 에서 제 1 셀 및 제 2 셀에서 스몰 셀 간에 미리 CSI 피드백을 위한 UL 자원에 대해서 협의를 한 경우에는 4.3 절 내지 4.5 절에서 설명한 방법들을 이용하여 서로 UL 자원이 겹치지 않도록 설정할 수 있다. 이러한 경우, 단말은 각 스몰셀에 대한 비주기적 CSI 를 각각 전송할 수 있다.

[374] 도 18 에서 제 1 PDCCH 신호 및 제 2 PDCCH 신호는 데이터 채널 영역에서 전송되는 제어 신호인 E-PDCCH (Extended PDCCH) 신호일 수 있다.

[375] 4.8 스몰셀 환경에서 PUCCH 를 통한 주기적 CSI 전송 방법

[376] 이하에서 설명하는 PUCCH 를 통한 주기적인 CSI 전송 방법은 상술한 다중 연결 모드로 구성된 둘 이상의 스몰셀들에 적용될 수 있다. 즉, 단말에 스케줄링을 수행하는 둘 이상의 스몰셀들은 서로 간에 스케줄링 정보를 실시간(예를 들어, 매 서브프레임)으로 공유하기 어려운 환경이다. 또한, 각 스몰셀들은 다른 스몰셀의 CSI 를 알 필요가 없다. 따라서, 주기적 CSI 피드백은 각각 PDSCH 에 대한 스케줄링을 수행한 스몰셀에 대해서 수행되는 것이 바람직하다.

[377] 특정 스몰셀에서 PDSCH 전송을 위한 CSI 피드백은 해당 스몰셀의 PCI 를 사용하여 전송될 수 있다. 예를 들어, 제 1 셀에 대한 주기적 CSI 피드백은 제 1 셀의 PCI 를 이용하여 수행되고, 제 2 셀에 대한 주기적 CSI 피드백은 제 2 셀의 PCI 를 이용하여 수행된다. 이때, CSI 피드백을 위해 사용되는 PUCCH 자원은 각 스몰 셀들에서 지정하는 상향링크 무선 자원을 사용할 수 있다.

[378] 다만, 둘 이상의 스몰셀들은 서로 스케줄링 정보를 공유하지 못하기 때문에, 둘 이상의 스몰셀들은 단말이 둘 이상의 스몰셀들에 대한 주기적인 CSI 피드백을 동시에 수행하도록 스케줄링할 수 있고, 단말은 둘 이상의 스몰셀들이 할당된 CSI 피드백 자원을 이용하여 주기적 CSI 피드백을 동시에 수행할 수 있다. 이러한 동작은 단말의 PAPR 또는 큐빅 매트릭(CM: Cubic Metric) 성능을 열화 시키게 되어 단말의 전력 절약 성능을 열화 시킬 수 있다.

[379] 따라서, 단말이 둘 이상의 스몰셀들에서 미리 설정한 하나의 주기적 CSI 피드백 자원을 사용하여 CSI 보고를 수행하면, PAPR 또는 CM 성능의 열화를 피할 수 있다.

[380] 도 19 는 다중 연결 모드를 구성하는 둘 이상의 스몰셀들에 대한 주기적 CSI 보고 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

[381] 본 발명의 실시예들은 둘 이상의 셀들이 다중 연결 모드를 구성하는 것을 가정한다. 다중 연결 모드에 대해서는 4.2 절에서 설명한 내용을 참조하도록 한다. 다만, 설명의 편의를 위해 두 개의 셀이 다중 연결 모드를 구성하는 경우에 대해서 설명한다.

5 [382] 도 19를 참조하면, 단말, 제 1 셀(Cell 1) 및 제 2 셀(Cell 2)은 다중 연결 모드 상태인 것을 가정한다. 즉, 단말은 제 1 셀 및 제 2 셀에 각각 접속하여 연결되어 있고, 제 1 셀 및 제 2 셀로부터 개별적으로 스케줄링을 받을 수 있다. 또한, 제 1 셀 및 제 2 셀은 스몰셀인 것을 가정한다 (S1910).

10 [383] 제 1 셀 및 제 2 셀은 각 단말마다 주기적 CSI 피드백 자원 영역을 할당해야 하기 때문에, 상향링크 제어자원이 많이 필요할 가능성이 크다. 따라서, 셀들은 일정 개수의 단말들을 하나의 그룹으로 설정한 후, 해당 단말 그룹에서는 동일한 주기적 CSI 피드백 자원을 사용하도록 스케줄링함으로써 과도한 자원 사용을 방지할 수 있다. 물론, 단말의 개수가 많지 않은 경우에는 각 단말별로 주기적 CSI 피드백 자원을 할당할 수 있다.

15 [384] 도 19에서 제 1 셀 및 제 2 셀들은 단말, 단말 그룹 및/또는 단말 그룹에 속해 있는 단말에 대한 정보를 서로 공유하고 있어야 한다. 또한, 만약 특정 단말 그룹에 속한 단말들이 동시에 스케줄링 되면 CSI 피드백 자원의 과도한 예약을 피할 수 없기 때문에, 셀들은 단말 그룹에 대하여 스케줄링이 가능한 시간 등에 관한 정보도 함께 유선 또는 무선 링크를 통하여 공유할 수 있다. 또한, 셀들은 각
20 단말 또는 단말 그룹에 할당할 CSI 피드백 자원에 대한 자원할당정보를 공유할 수 있다 (S1920).

[385] 제 1 셀 및 제 2 셀은 미리 설정한 CSI 피드백 자원 영역을 기반으로 제 1 셀 및 제 2 셀에 대한 주기적 CSI 를 위한 하나의 UL 자원영역을 단말에 할당한다 (S1930).

25 [386] 또한, 제 1 셀은 DL 데이터 전송을 위한 DL 스케줄링 정보(DL grant)를 포함하는 제 1 PDCCH 신호를 단말에 전송하고, 제 2 셀 또한 DL 데이터 전송을 위한 DL 스케줄링 정보를 포함하는 제 2 PDCCH 신호를 단말에 전송한다 (S1940).

[387] 이후, 제 1 셀 및 제 2 셀은 S1940 단계에서 할당한 스케줄링 정보에 따라 제 1 PDSCH 신호 및 제 2 PDSCH 신호를 각각 단말에 전송한다 (S1950).

30 [388] 또한, 제 1 셀 및/또는 제 2 셀은 S1920 단계 및 S1930 단계에서 할당한 주기적 CSI 피드백 자원에 대한 자원할당정보를 포함하는 상위 계층 신호(예를 들어,

RRC 또는 MAC 신호)를 단말에 전송할 수 있다. 도 19에서는 제 1 셀이 주기적 CSI 피드백 자원에 대한 자원할당정보를 포함하는 상위 계층 신호를 단말에 전송한다. 물론, 제 2 셀이 제 1 셀 대신 주기적 CSI 피드백 자원(즉, 자원할당정보)을 단말에 할당할 수 있다 (S1960).

5 [389] 단말은 제 1 셀 및 제 2 셀에 대한 CSI를 측정하고, S1960 단계에서 할당 받은 하나의 UL 자원영역을 통해 제 1 셀 및 제 2 셀에 대한 CSI를 전송한다 (S1970).

[390] S1970 단계에서 단말은 제 1 셀 및 제 2 셀에 대한 주기적 CSI를 PUCCH 포맷 3을 이용하여 전송할 수 있다. 즉, 주기적 CSI 피드백 전송시 사용하는 무선 자원을 제 1 셀 및 제 2 셀이 PDSCH 전송을 하기 전에 미리 결정한 후, 해당 주기
10 적 CSI 피드백 자원을 단말에 시그널링할 수 있다.

[391] 다음 도 20은 PUCCH 포맷 3을 이용하기 위해 두 개의 RM 인코더를 이용하여 주기적 CSI를 구성하는 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

[392] 도 20에 대한 설명은 기본적으로 도 16에서 설명한 내용을 따른다. 다만, 도 20에서 ‘A’는 제 1 RM 인코더에 입력되는 제 1 셀에 대한 제 1 CSI 정보 비트를
15 의미하고, ‘B’는 제 2 RM 인코더에 입력되는 제 2 셀에 대한 제 2 CSI 정보 비트를 의미한다. 즉, 단말은 제 1 셀(cell 1)에 대한 제 1 CSI 정보 비트는 ‘A’에 배치하여 (32, A)에 해당하는 RM 코딩을 수행하고, 제 2 셀(cell 2)에 대한 제 2 CSI 정보 비트는 ‘B’에 배치하여 (32, B) RM 코딩을 수행한다. 이후, 전체 RM 인코딩된 비트 열에 대하여 인터리빙을 수행함으로써 하나의 CSI 정보 비트를 생성한다. 이후, 단
20 말은 미리 할당 받은 PUCCH 영역을 통해 생성한 CSI를 전송한다 (S1970 단계 참조).

[393] 다시 도 19를 참조하면, 제 1 셀 및 제 2 셀은 다중 연결 모드 상황인 것을 가정하였다. 즉, 제 1 셀 및 제 2 셀은 서로 인접한 위치에 배치되는 스몰셀들이다. 또한, 제 1 셀 및 제 2 셀은 할당한 UL 자원 영역에 대해서 서로 알고 있으므로, 단
25 말이 S1970 단계에서 제 1 셀로 전송한 PUCCH 신호를 제 2 셀이 또한 디코딩할 수 있다.

[394] 각 셀들은 S1970 단계에서 수신한 CSI 정보 비트열을 디인터리빙 (deinterleaving) 한 후, 자신에 해당하는 CSI 비트에 대한 인코딩된 비트열을 획득할 수 있다. 이후, 각 스몰셀들은 RM 디코딩을 수행하여 CSI 정보를 획득할 수
30 있다.

[395] 만약, PDSCH 신호를 전송하지 않은 스몰셀에 대해서는 해당 RM 코딩 입력단에 '0'에 해당하는 비트열이 인터리버의 입력단으로 입력된다. 즉, 인터리버의 출력단에 해당 정보 비트열에 대응되는 부분들을 모두 '0'으로 설정하는 것과 동일한 결과를 나타낸다.

5 [396] 예를 들어, 제 2 셀이 PDSCH 신호를 전송하지 않고 제 1 셀만이 PDSCH 신호를 전송하는 경우, 단말은 제 1 스몰셀에 대한 CSI 정보 비트에 대해서 (32, A) RM 코딩만을 수행한다. 반대로 제 1 스몰셀의 PDSCH 전송이 없는 경우, 단말은 제 2 스몰셀에 대한 CSI 정보 비트에 대해서 (32, B) RM 코딩만을 수행할 수 있다.

10 [397] 도 19 는 다중 연결 모드인 두 셀들에 대한 CSI 보고 주기가 겹치는 경우에 대해서 설명하였다. 즉, S1920 단계 내지 S1930 단계에서 두 셀에 대한 주기적 CSI 자원이 겹치는 경우 두 셀들은 하나의 CSI 피드백 자원을 할당하고, 단말은 하나의 CSI 피드백 자원을 통해 제 1 셀 및 제 2 셀에 대한 CSI 를 보고할 수 있다. 이때, 단말은 PUCCH 포맷 3 을 이용하여 두 셀에 대한 CSI 정보 비트를 연결하여 하나의 PUCCH 신호로 생성할 수 있다.

15 [398] 만약, 도 19 의 S1920 단계 내지 S1930 단계에서 두 셀들이 주기적 CSI 에 대한 UL 자원이 서로 겹치지 않도록 할당한 경우에는, 단말은 각 전송 주기에 따라 CSI 보고를 수행할 수 있다. 이에 대한 설명은 4.3 절 내지 4.5 절 설명을 참조한다.

20 [399] 5. 구현 장치

[400] 도 21 에서 설명하는 장치는 도 1 내지 도 20 에서 설명한 방법들이 구현될 수 있는 수단이다.

25 [401] 단말(UE: User Equipment)은 상향링크에서는 송신기로 동작하고, 하향링크에서는 수신기로 동작할 수 있다. 또한, 기지국(eNB: e-Node B)은 상향링크에서는 수신기로 동작하고, 하향링크에서는 송신기로 동작할 수 있다.

[402] 즉, 단말 및 기지국은 정보, 데이터 및/또는 메시지의 전송 및 수신을 제어하기 위해 각각 송신모듈(Tx module: 2140, 2150) 및 수신모듈(Rx module: 2150, 2170)을 포함할 수 있으며, 정보, 데이터 및/또는 메시지를 송수신하기 위한 안테나(2100, 2110) 등을 포함할 수 있다.

[403] 또한, 단말 및 기지국은 각각 상술한 본 발명의 실시예들을 수행하기 위한 프로세서(Processor: 2120, 2130)와 프로세서의 처리 과정을 임시적으로 또는 지속적으로 저장할 수 있는 메모리(2180, 2190)를 각각 포함할 수 있다.

[404] 상술한 단말 및 기지국 장치의 구성성분 및 기능들을 이용하여 본원 발명의 실시예들이 수행될 수 있다. 예를 들어, 기지국의 프로세서는 상술한 1 절 내지 4 절에 개시된 방법들을 조합하여, 스몰셀들간 미리 CSI 전송을 위한 상향링크 채널영역을 할당할 수 있다. 또한, 기지국의 프로세서는 송신모듈을 제어하여 할당한 채널영역에 대한 자원할당정보를 상위 계층 시그널을 이용하여 단말에 명시적으로 전송할 수 있다. 또한, 단말의 프로세서는 둘 이상의 스몰셀들로부터 수신한 PDSCH 신호들에 대한 ACK/NACK 정보비트, 스케줄링 요청을 위한 SR 정보비트 및 채널상태를 보고하기 위한 CSI 비트 중 하나 이상을 생성하여 할당 받은 채널영역을 통해 기지국으로 전송할 수 있다. 상세한 내용은 제 1 절 내지 제 4 절을 참조하도록 한다.

[405] 단말 및 기지국에 포함된 송신모듈 및 수신모듈은 데이터 전송을 위한 패킷 변복조 기능, 고속 패킷 채널 코딩 기능, 직교주파수분할다중접속(OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 패킷 스케줄링, 시분할듀플렉스(TDD: Time Division Duplex) 패킷 스케줄링 및/또는 채널 다중화 기능을 수행할 수 있다. 또한, 도 21 의 단말 및 기지국은 저전력 RF(Radio Frequency)/IF(Intermediate Frequency) 모듈을 더 포함할 수 있다.

[406] 한편, 본 발명에서 단말로 개인휴대단말기(PDA: Personal Digital Assistant), 셀룰러폰, 개인통신서비스(PCS: Personal Communication Service) 폰, GSM(Global System for Mobile) 폰, WCDMA(Wideband CDMA) 폰, MBS(Mobile Broadband System) 폰, 핸드헬드 PC(Hand-Held PC), 노트북 PC, 스마트(Smart) 폰 또는 멀티모드 멀티밴드(MM-MB: Multi Mode-Multi Band) 단말기 등이 이용될 수 있다.

[407] 여기서, 스마트 폰이란 이동통신 단말기와 개인 휴대 단말기의 장점을 혼합한 단말기로서, 이동통신 단말기에 개인 휴대 단말기의 기능인 일정 관리, 팩스 송수신 및 인터넷 접속 등의 데이터 통신 기능을 통합한 단말기를 의미할 수 있다. 또한, 멀티모드 멀티밴드 단말기란 멀티 모뎀칩을 내장하여 휴대 인터넷시스템 및 다른 이동통신 시스템(예를 들어, CDMA(Code Division Multiple Access) 2000 시스템, WCDMA(Wideband CDMA) 시스템 등)에서 모두 작동할 수 있는 단말기를 말한다.

[408] 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.

5 [409] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 콘트롤러, 마이크로 콘트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

10 [410] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 예를 들어, 소프트웨어 코드는 메모리 유닛(2180, 2190)에 저장되어 프로세서(2120, 2130)에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치할 수 있으며, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

15 [411] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있다. 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. 또한, 특허청구범위에서 명시적
20 인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

【산업상 이용가능성】

[412] 본 발명의 실시예들은 다양한 무선접속 시스템에 적용될 수 있다. 다양한 무선접속 시스템들의 일례로서, 3GPP(3rd Generation Partnership Project), 3GPP2 및/또
25 는 IEEE 802.xx (Institute of Electrical and Electronic Engineers 802) 시스템 등이 있다. 본 발명의 실시예들은 상기 다양한 무선접속 시스템뿐 아니라, 상기 다양한 무선접속 시스템을 응용한 모든 기술 분야에 적용될 수 있다.

【청구의 범위】

【청구항 1】

다중 연결 모드를 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말이 채널상태정보 (CSI)를 보고하는 방법에 있어서,

5 상기 다중 연결 모드 상태인 제 1 스몰셀로부터 제 1 자원할당정보를 포함 하는 제 1 물리하향링크 제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계;

 상기 다중 연결 모드 상태인 제 2 스몰셀로부터 제 2 자원할당정보를 포함 하는 제 2 물리하향링크 제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계; 및

10 상기 제 1 자원할당정보 및 상기 제 2 자원할당정보를 기반으로 상기 CSI 를 보고하는 단계를 포함하되,

 상기 다중 연결 모드에서 상기 단말은 상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰 셀을 포함하는 둘 이상의 스몰셀들과 복수의 연결을 유지하며,

 상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀은 서로 비 이상적인 백홀 링크를 통 해 연결되는, CSI 보고방법.

15 【청구항 2】

 제 1 항에 있어서,

 상기 제 1 자원할당정보 및 상기 제 2 자원할당정보가 동일한 자원영역을 지시하면,

 상기 CSI 를 보고하는 단계에서,

20 상기 단말은 상기 제 1 스몰셀에 대한 CSI 만을 상기 제 1 자원할당정보를 통해 전송하도록 구성되는, CSI 보고방법.

 【청구항 3】

 제 2 항에 있어서,

25 상기 제 1 셀은 상기 둘 이상의 스몰셀들 중 프라이머리 셀, 셀 인덱스가 가장 낮은 스몰셀, 물리 셀 식별자의 비트열의 자연수 값이 가장 낮은 스몰셀, CSI 프로세스 인덱스가 가장 낮은 스몰셀, 물리 상향링크 공유 채널의 사용자 데이터 가 함께 스케줄링된 스몰셀인, CSI 보고방법.

 【청구항 4】

 제 1 항에 있어서,

30 상기 제 1 자원할당정보 및 상기 제 2 자원할당정보가 서로 다른 자원영역 을 지시하면,

상기 CSI 를 보고하는 단계에서,

상기 단말은 상기 서로 다른 자원영역을 통해 상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀에 대한 CSI 를 각각 전송하는 단계를 더 포함하는, CSI 보고 방법.

【청구항 5】

5 제 3 항에 있어서,

상기 제 1 자원할당정보 및 상기 제 2 자원할당정보가 서로 다른 자원영역을 지시하는 경우는, 상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀이 미리 자원할당정보를 겹치지 않도록 스케줄링한, CSI 보고방법.

【청구항 6】

10 다중 연결 모드를 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말이 채널상태정보 (CSI)를 보고하는 방법에 있어서,

상기 다중 연결 모드 상태인 제 1 스몰셀로부터 자원할당정보를 포함하는 상위 계층 신호를 수신하는 단계;

15 상기 제 1 스몰셀에 대한 제 1 CSI 정보 비트 및 상기 다중 연결 모드 상태인 제 2 스몰셀에 대한 제 2 CSI 정보 비트를 생성하는 단계;

상기 제 1 CSI 정보 비트 및 상기 제 2 CSI 정보 비트를 물리상향링크제어채널(PUCCH) 포맷 3 을 기반으로 하나의 CSI 로 구성하는 단계; 및

상기 CSI 를 포함하는 PUCCH 신호를 상기 자원할당정보를 기반으로 주기적으로 전송하는 단계를 포함하되,

20 상기 자원할당정보는 상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀에서 동일한 시간 및 주파수로 설정되는 자원영역을 지시하는, CSI 보고 방법.

【청구항 7】

제 6 항에 있어서,

25 상기 다중 연결 모드에서 상기 단말은 상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀을 포함하는 둘 이상의 스몰셀들과 복수의 연결을 유지하며,

상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀은 서로 비 이상적인 백홀 링크를 통해 연결되는, CSI 보고방법.

【청구항 8】

제 7 항에 있어서,

30 상기 상위 계층 신호는 상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀이 상기 자원영역을 통해 수신할 수 있고,

상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀은 상기 하나의 CSI 에서 각각 자신의 CSI 정보 비트를 디코딩하는, CSI 보고방법.

【청구항 9】

다중 연결 모드를 지원하는 무선 접속 시스템에서 채널상태정보(CSI)를 보고하는 단말에 있어서,

송신기;
수신기; 및

상기 송신기 및 상기 수신기와 연동하여 상기 CSI 를 보고하기 위한 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는:

상기 수신기를 제어하여 상기 다중 연결 모드 상태인 제 1 스몰셀로부터 제 1 자원할당정보를 포함하는 제 1 물리하향링크 제어채널(PDCCH) 신호를 수신하고, 상기 수신기를 제어하여 상기 다중 연결 모드 상태인 제 2 스몰셀로부터 제 2 자원할당정보를 포함하는 제 2 물리하향링크 제어채널(PDCCH) 신호를 수신하도록 구성되고,

상기 송신기를 제어하여 상기 제 1 자원할당정보 및 상기 제 2 자원할당정보를 기반으로 상기 CSI 를 보고하도록 구성되되,

상기 다중 연결 모드에서 상기 단말은 상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀을 포함하는 둘 이상의 스몰셀들과 복수의 연결을 유지하며,

상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀은 서로 비 이상적인 백홀 링크를 통해 연결되는, 단말.

【청구항 10】

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 자원할당정보 및 상기 제 2 자원할당정보가 동일한 자원영역을 지시하면,

상기 프로세서는 상기 송신기를 제어하여 상기 제 1 스몰셀에 대한 CSI 만을 상기 제 1 자원할당정보를 통해 전송하도록 구성되는, 단말.

【청구항 11】

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 셀은 상기 둘 이상의 스몰셀들 중 프라이머리 셀, 셀 인덱스가 가장 낮은 스몰셀, 물리 셀 식별자의 비트열의 자연수 값이 가장 낮은 스몰셀, CSI

프로세스 인덱스가 가장 낮은 스몰셀, 물리 상향링크 공유 채널의 사용자 데이터가 함께 스케줄링된 스몰셀인, 단말.

【청구항 12】

제 9 항에 있어서,

5 상기 제 1 자원할당정보 및 상기 제 2 자원할당정보가 서로 다른 자원영역을 지시하면,

상기 프로세서는 상기 송신기를 제어하여 상기 서로 다른 자원영역을 통해 상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀에 대한 CSI 를 각각 전송하도록 구성되는 단말.

10 【청구항 13】

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 자원할당정보 및 상기 제 2 자원할당정보가 서로 다른 자원영역을 지시하는 경우는, 상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀이 미리 자원할당정보를 겹치지 않도록 스케줄링한, 단말.

15 【청구항 14】

다중 연결 모드를 지원하는 무선 접속 시스템에서 채널상태정보(CSI)를 보고하는 단말에 있어서,

송신기;

수신기; 및

20 상기 송신기 및 상기 수신기와 연동하여 상기 CSI 를 보고하기 위한 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는:

상기 수신기를 제어하여 상기 다중 연결 모드 상태인 제 1 스몰셀로부터 자원할당정보를 포함하는 상위계층 신호를 수신하고;

25 상기 제 1 스몰셀에 대한 제 1 CSI 정보 비트 및 상기 다중 연결 모드 상태인 제 2 스몰셀에 대한 제 2 CSI 정보 비트를 생성하고;

상기 제 1 CSI 정보 비트 및 상기 제 2 CSI 정보 비트를 물리상향링크제어채널(PUCCH) 포맷 3 을 기반으로 하나의 CSI 로 구성하고;

30 상기 송신기를 제어하여 상기 CSI 를 포함하는 PUCCH 신호를 상기 자원할당정보를 기반으로 주기적으로 전송하도록 구성되되,

상기 자원할당정보는 상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀에서 동일한 시간 및 주파수로 설정되는 자원영역을 지시하는, 단말.

【청구항 15】

제 14 항에 있어서,

5 상기 다중 연결 모드에서 상기 단말은 상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀을 포함하는 둘 이상의 스몰셀들과 복수의 연결을 유지하며,

상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀은 서로 비 이상적인 백홀 링크를 통해 연결되는, 단말.

【청구항 16】

10 제 15 항에 있어서,

상기 상위 계층 신호는 상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀이 상기 자원 영역을 통해 수신할 수 있고,

상기 제 1 스몰셀 및 상기 제 2 스몰셀은 상기 하나의 CSI 에서 각각 자신의 CSI 정보 비트를 디코딩하는, 단말.

15

FIG. 1

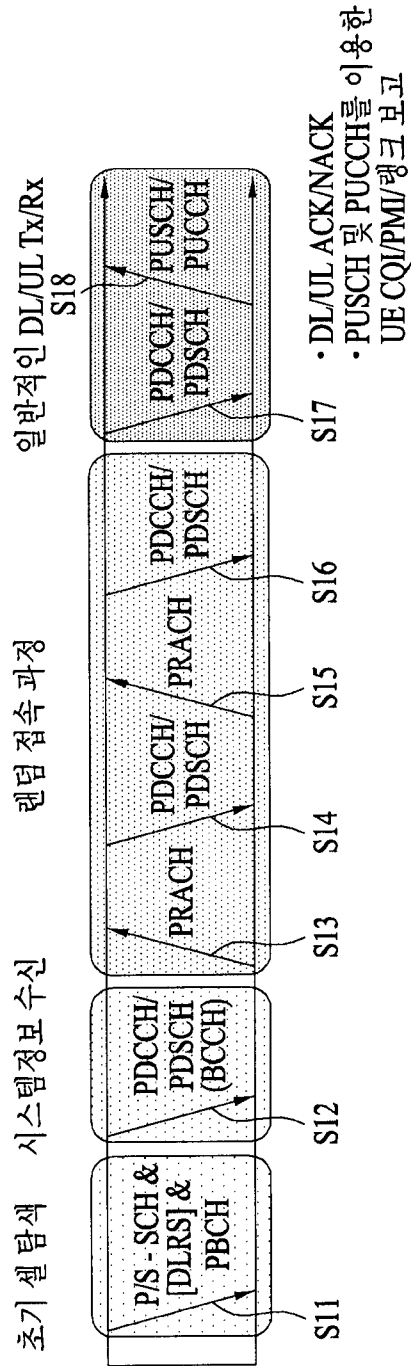


FIG. 2

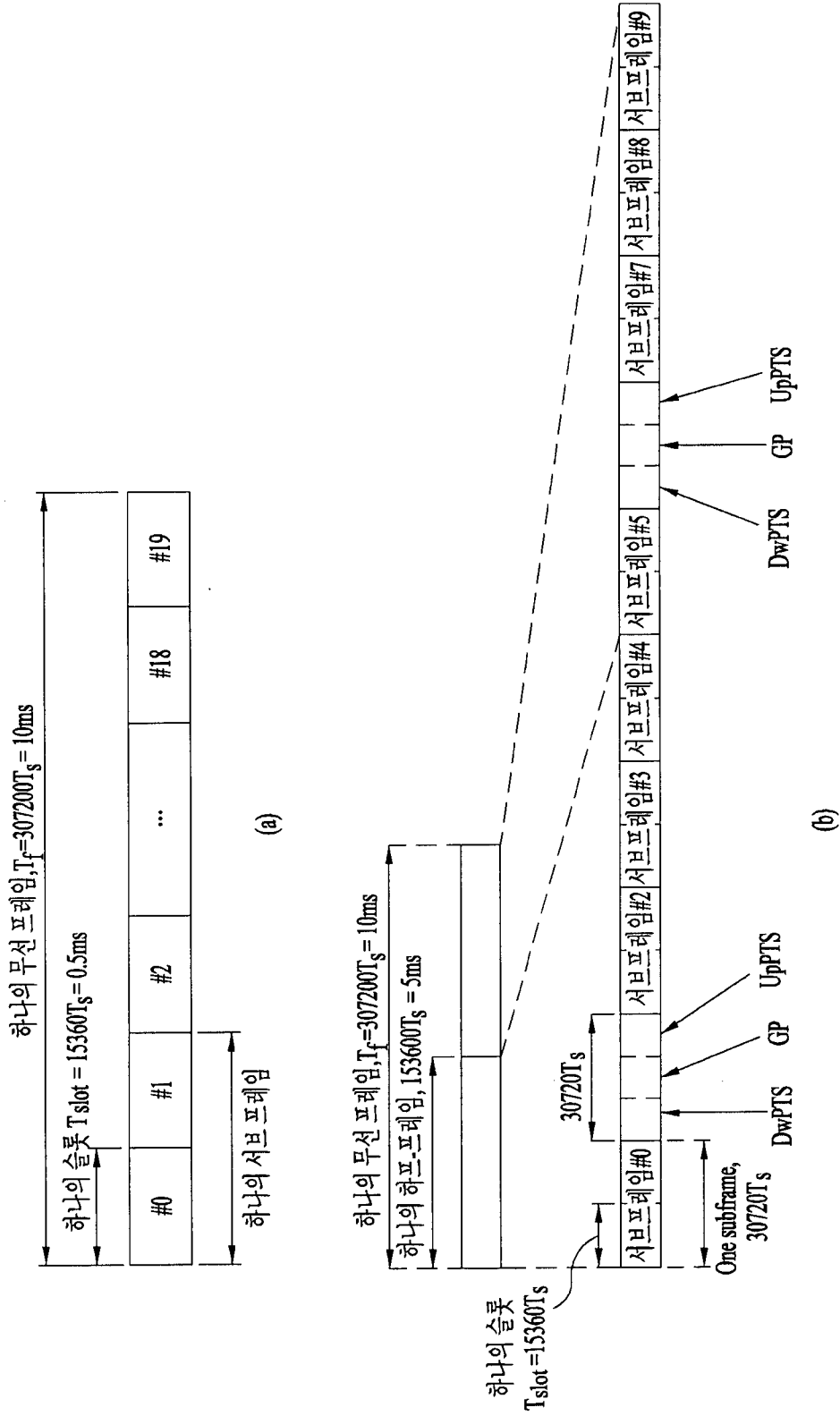


FIG. 3

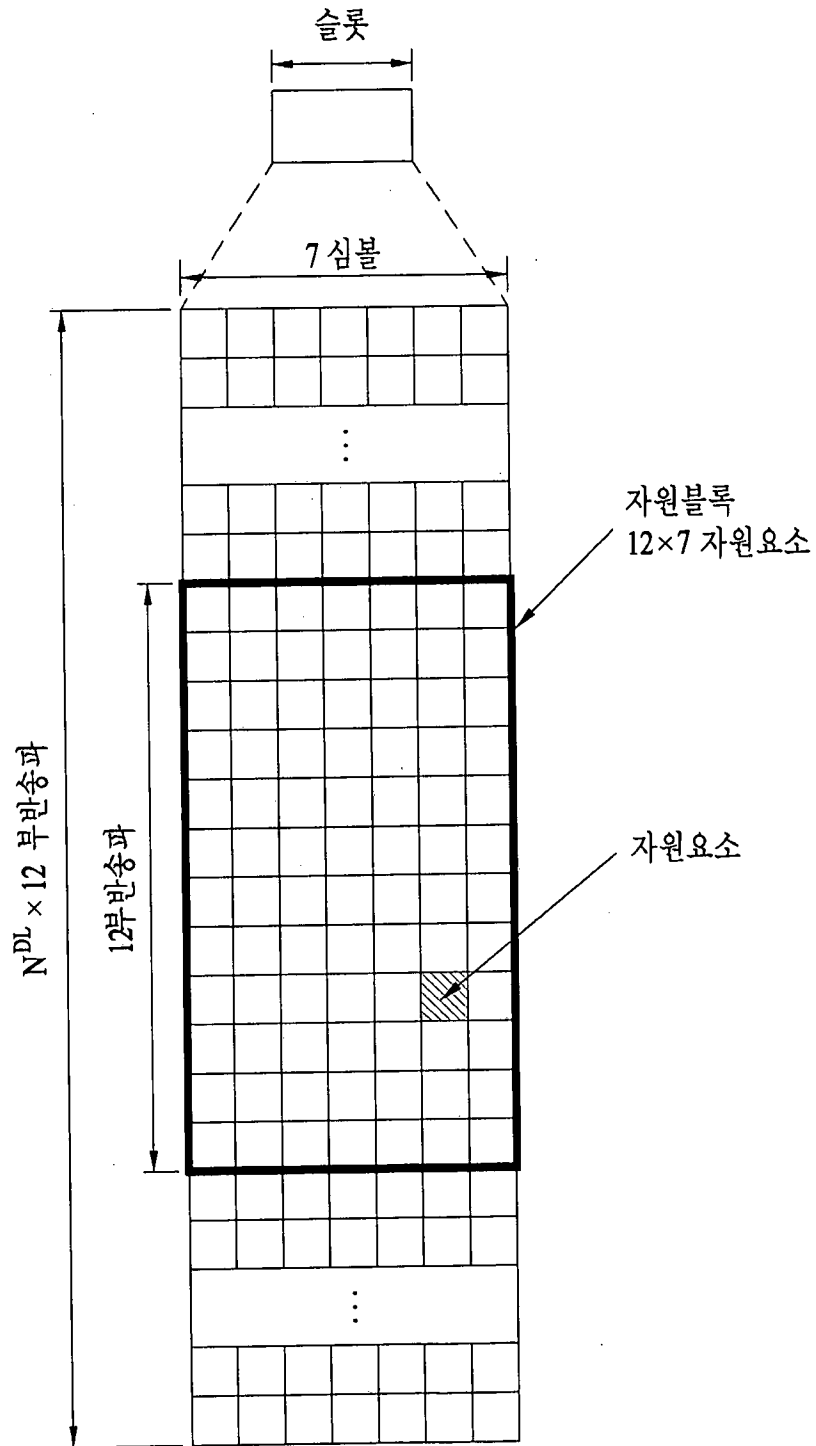


FIG. 4

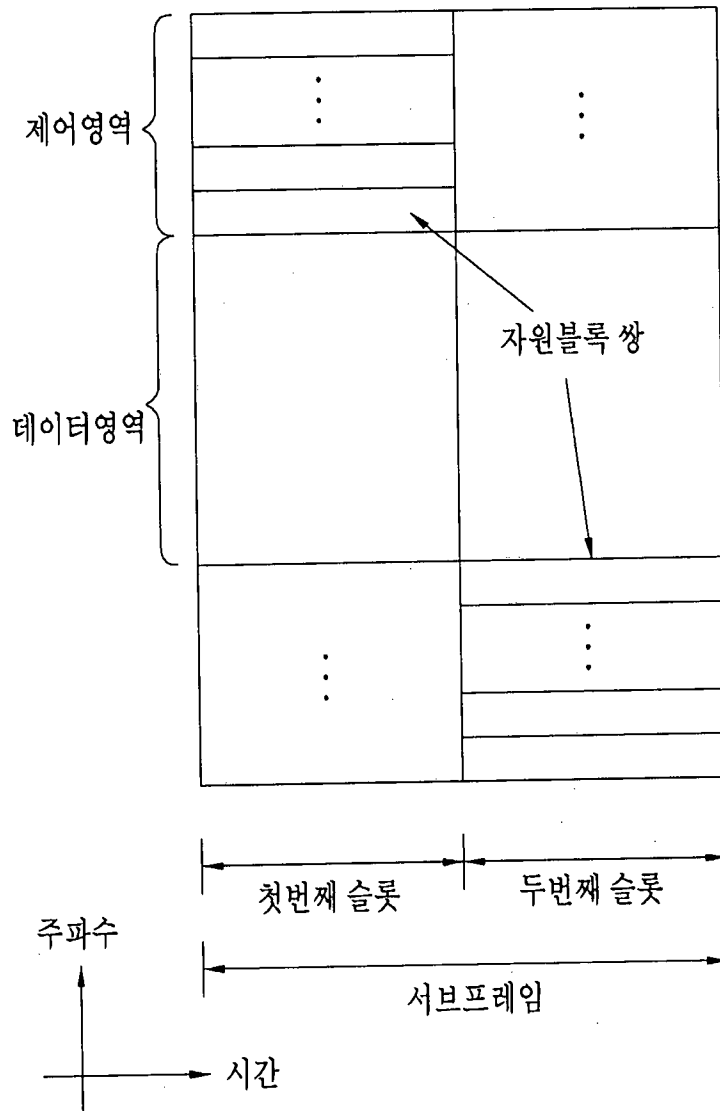


FIG. 5

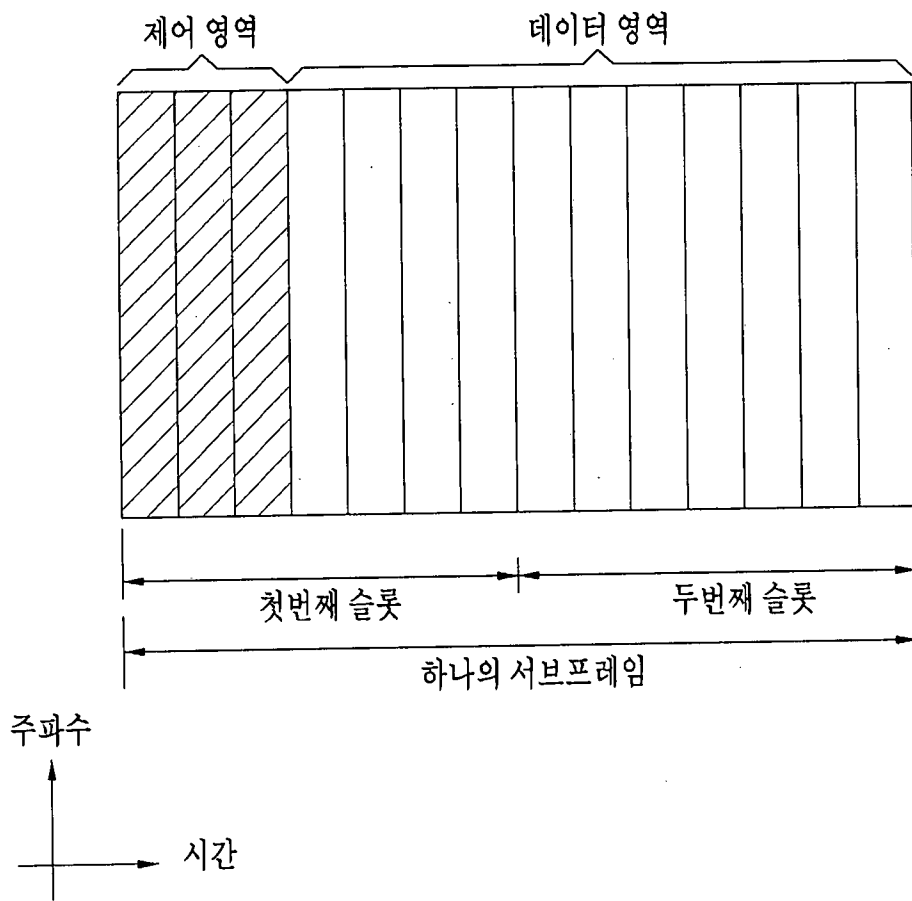
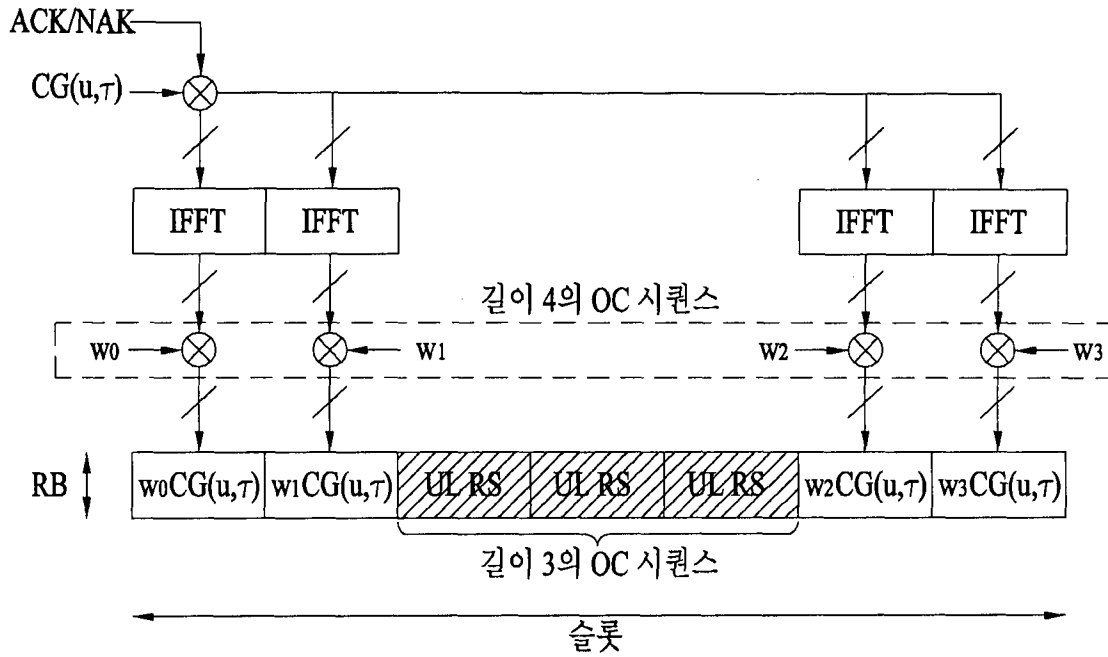
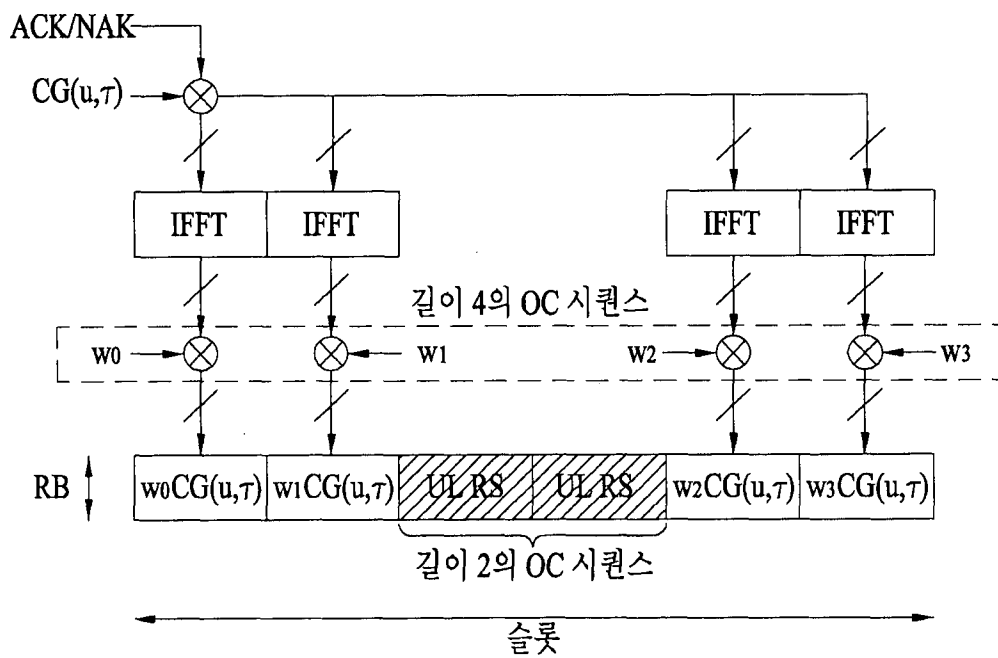


FIG. 6



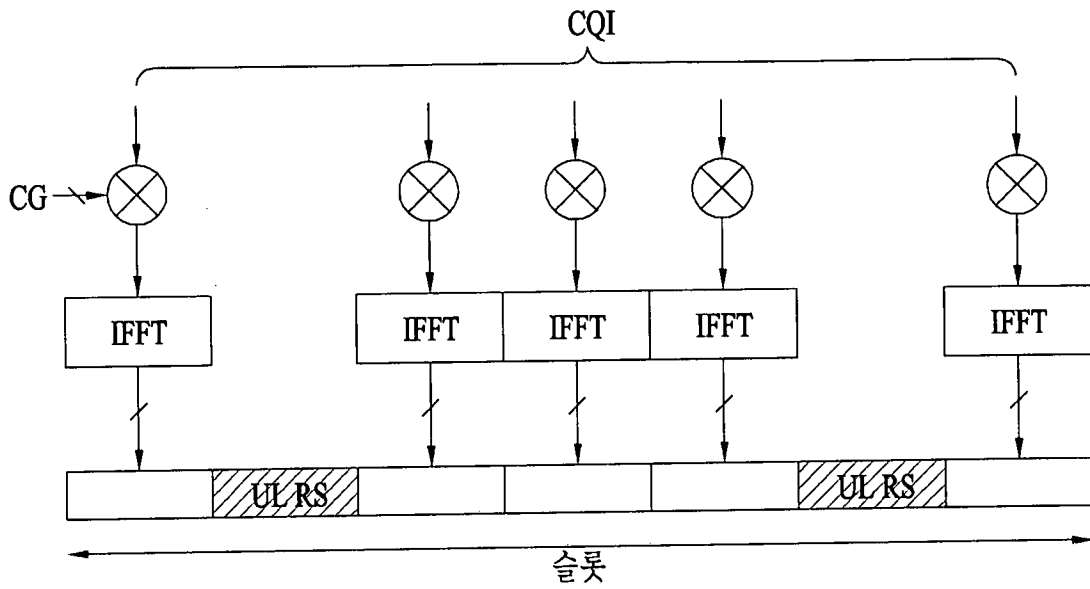
PUCCH 포맷 1a 및 1b 구조 (일반 CP 케이스)

FIG. 7



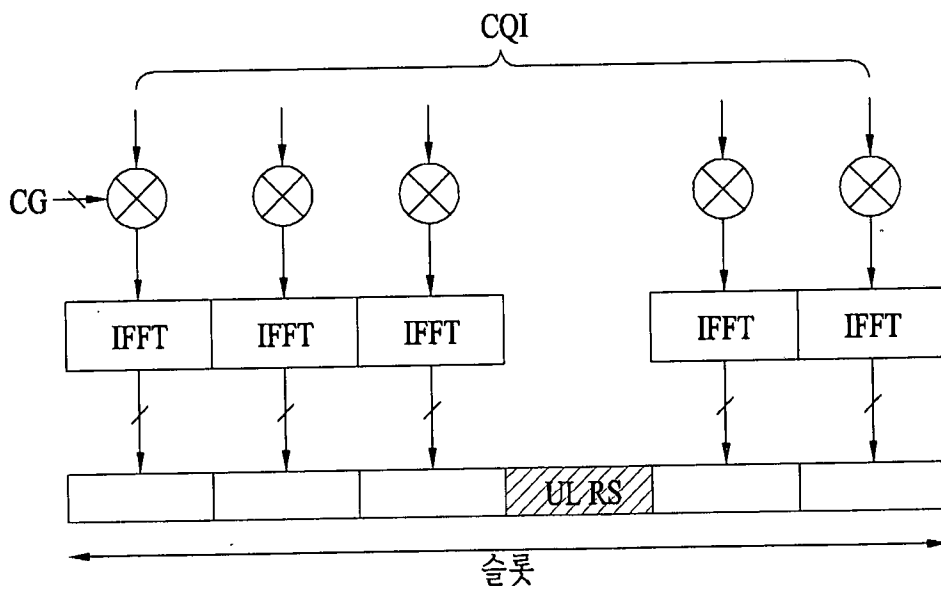
PUCCH 포맷 1a 및 1b 구조 (확장 CP 케이스)

FIG. 8



PUCCH 포맷 2, 2a 및 2b 구조 (일반 CP 케이스)

FIG. 9



PUCCH 포맷 2, 2a 및 2b 구조 (확장 CP 케이스)

FIG. 10

자원 할당: 표준 CP에서 18개의 ACK/NACK 채널 $\Delta_{\text{PUCCH}} = 2$

| 셀 특정 순환 쉬프트 오프셋 | | RS 직교 커버 | | | ACK/NACK 직교 커버 | | |
|---|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| $\delta_{\text{offset}}^{\text{PUCCH}}$ | $\delta_{\text{offset}}^{\text{PUCCH}}$ | $\bar{n}_{\text{OC}} = 0$ | $\bar{n}_{\text{OC}} = 1$ | $\bar{n}_{\text{OC}} = 2$ | $n_{\text{OC}} = 0$ | $n_{\text{OC}} = 1$ | $n_{\text{OC}} = 2$ |
| $n_{\text{CS}} = 1$ | $n_{\text{CS}} = 0$ | $n' = 0$ | | | | | |
| 2 | 1 | | 6 | | 6 | | 12 |
| 3 | 2 | 1 | | | | | |
| 4 | 3 | | 7 | | 7 | | 13 |
| 5 | 4 | 2 | | | | | |
| 6 | 5 | | 8 | | 8 | | 14 |
| 7 | 6 | 3 | | | | | |
| 8 | 7 | | 9 | | 9 | | 15 |
| 9 | 8 | 4 | | | | | |
| 10 | 9 | | 10 | | 10 | | 16 |
| 11 | 10 | 5 | | | | | |
| 0 | 11 | | 11 | | 11 | | 17 |

$$\delta_{\text{offset}}^{\text{PUCCH}} \in \{0, 1, \dots, \Delta_{\text{PUCCH}}^{\text{shift}} - 1\}$$

$\Delta_{\text{PUCCH}}^{\text{shift}} \in \{1, 2, 3\}$ 표준 순환 전치의 경우 CAZAC 시퀀스의 셀-특정 순환 쉬프트 값
 $\{1, 2, 3\}$ 확장 순환 전치의 경우

- n_{OC} ACK/NACK를 위한 직교 시퀀스 인덱스
- \bar{n}_{OC} RS를 위한 직교 시퀀스 인덱스
- n_{CS} CAZAC 시퀀스의 순환 쉬프트 값
- n' RB에서 채널화에 사용되는 ACK/NACK 자원 인덱스

FIG. 11

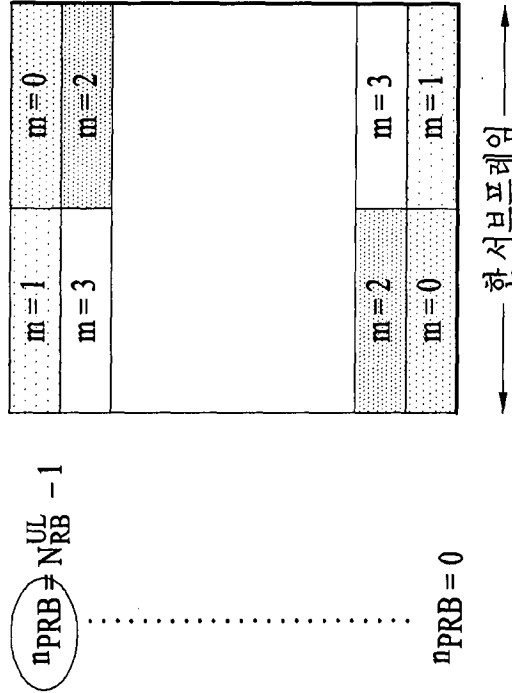
| 순환 쉬프트 | 직교 커버 | | | ACK/NACK | CQI | 가드 쉬프트 |
|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|-----|--------|
| | OC _{index} = 0 | OC _{index} = 1 | OC _{index} = 2 | | | |
| 0 | + | + | + | ACK/NACK | CQI | 가드 쉬프트 |
| 1 | + | + | + | | | |
| 2 | + | + | + | | | |
| 3 | + | + | + | | | |
| 4 | + | + | + | | | |
| 5 | + | + | + | | | |
| 6 | + | + | + | | | |
| 7 | + | + | + | | | |
| 8 | + | + | + | | | |
| 9 | + | + | + | | | |
| 10 | + | + | + | | | |
| 11 | + | + | + | | | |

FIG. 12

□ 슬롯 n_s 에서 PUCCH의 전송에 사용되는 PRB들

$$n_{PRB} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{if } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 0 \\ N_{RB}^{UL} - 1 - \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{if } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

• 맵핑 순서:
 외부 경계에 있는 RB들로부터 내부 경계에 있는 RB들로
 • PUCCH 포맷 2/2a/2b 우선
 • 다음으로 혼합된 ACK/NACK 및 CQI 포맷
 • PUCCH 포맷 1/1a/1b



PUCCH 포맷 1/1a/1b

$$m = \begin{cases} N_{RB}^{(2)} \\ n_{PUCCH}^{(1)} - c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH} \\ c \cdot N_{cs}^{(2)} / \Delta_{shift}^{PUCCH} + N_{RB}^{(2)} \end{cases} + N_{RB}^{(2)}$$

$c = \begin{cases} 3 & \text{표준 순환 전치} \\ 2 & \text{확장 순환 전치} \end{cases}$

PUCCH 포맷 2/2a/2b

$$m = \left\lfloor \frac{n_{PUCCH}^{(2)}}{N_{sc}^{RB}} \right\rfloor$$

FIG. 13

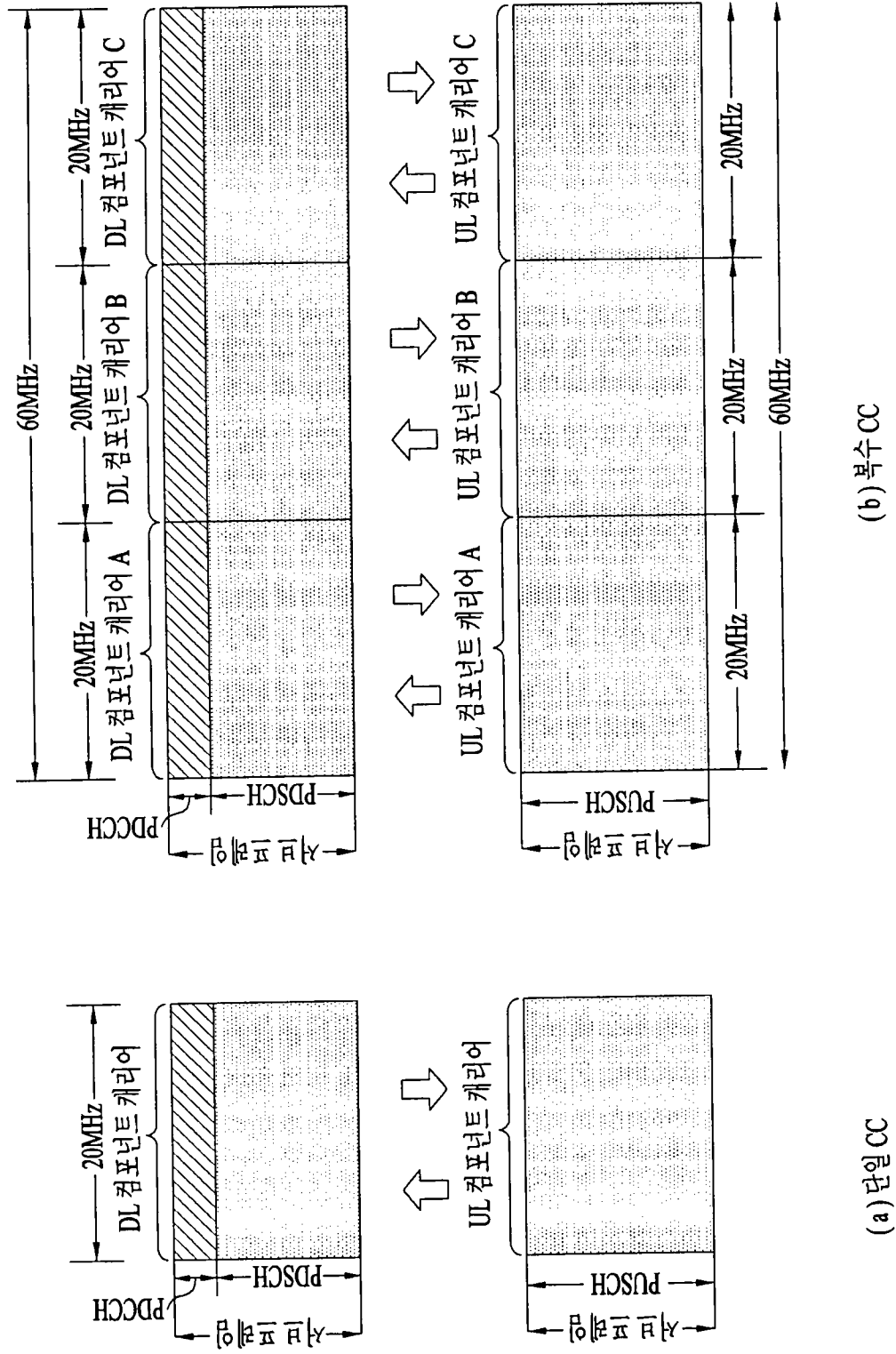


FIG. 14

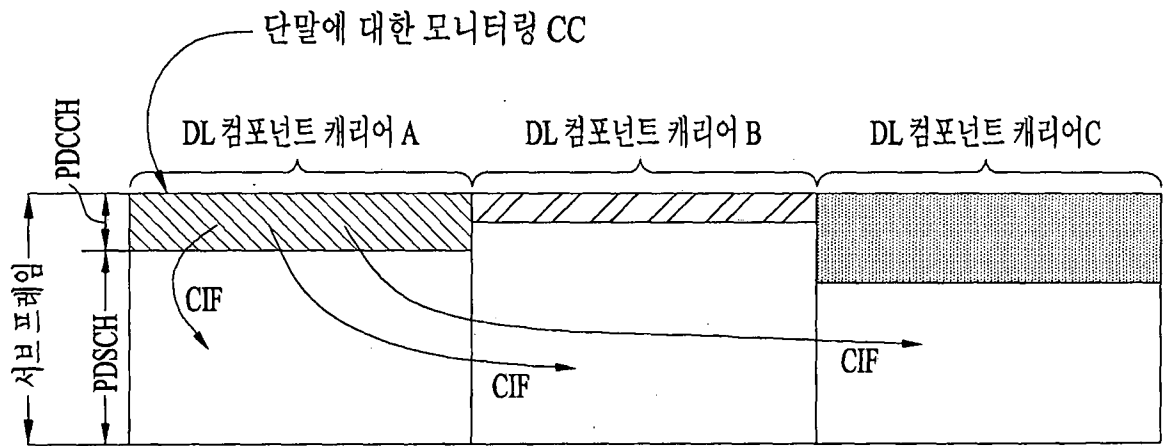


FIG. 15

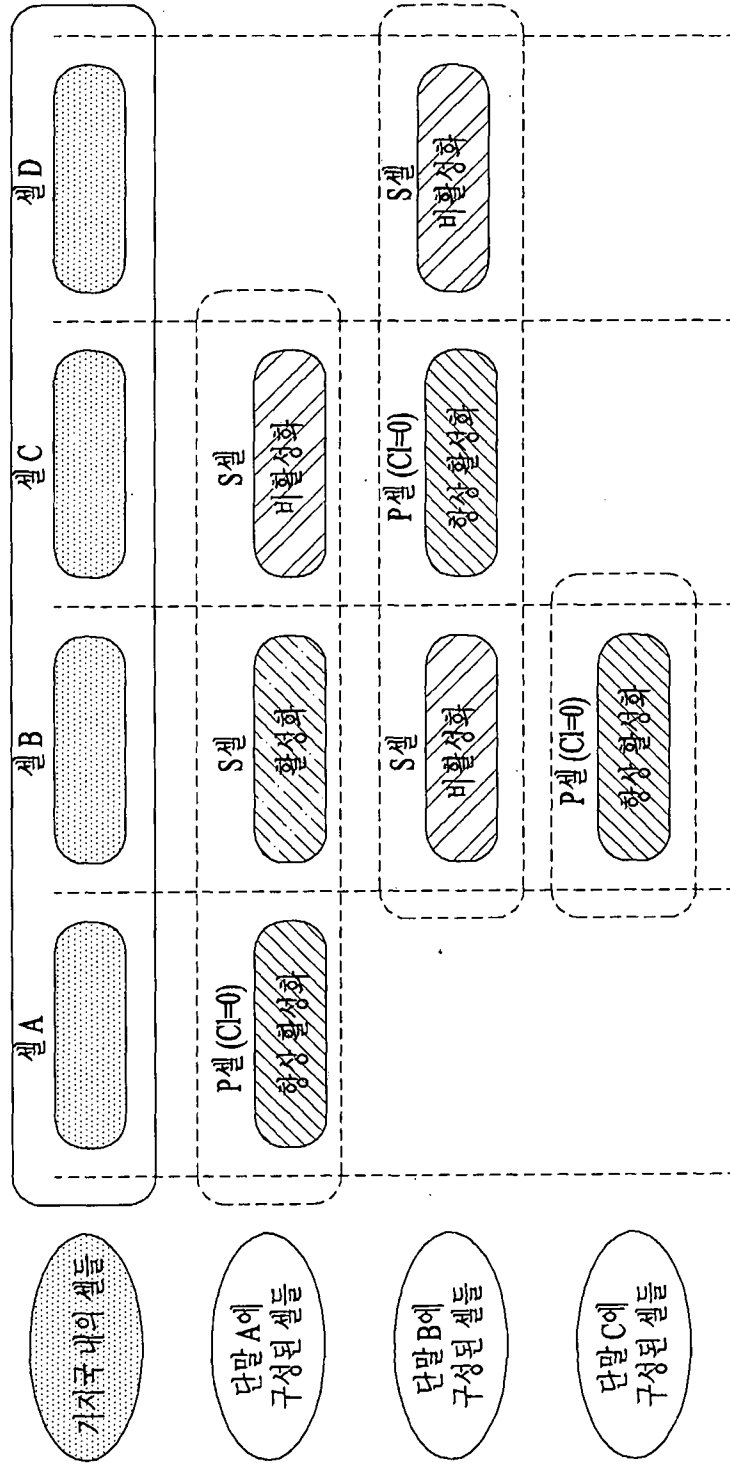


FIG. 16

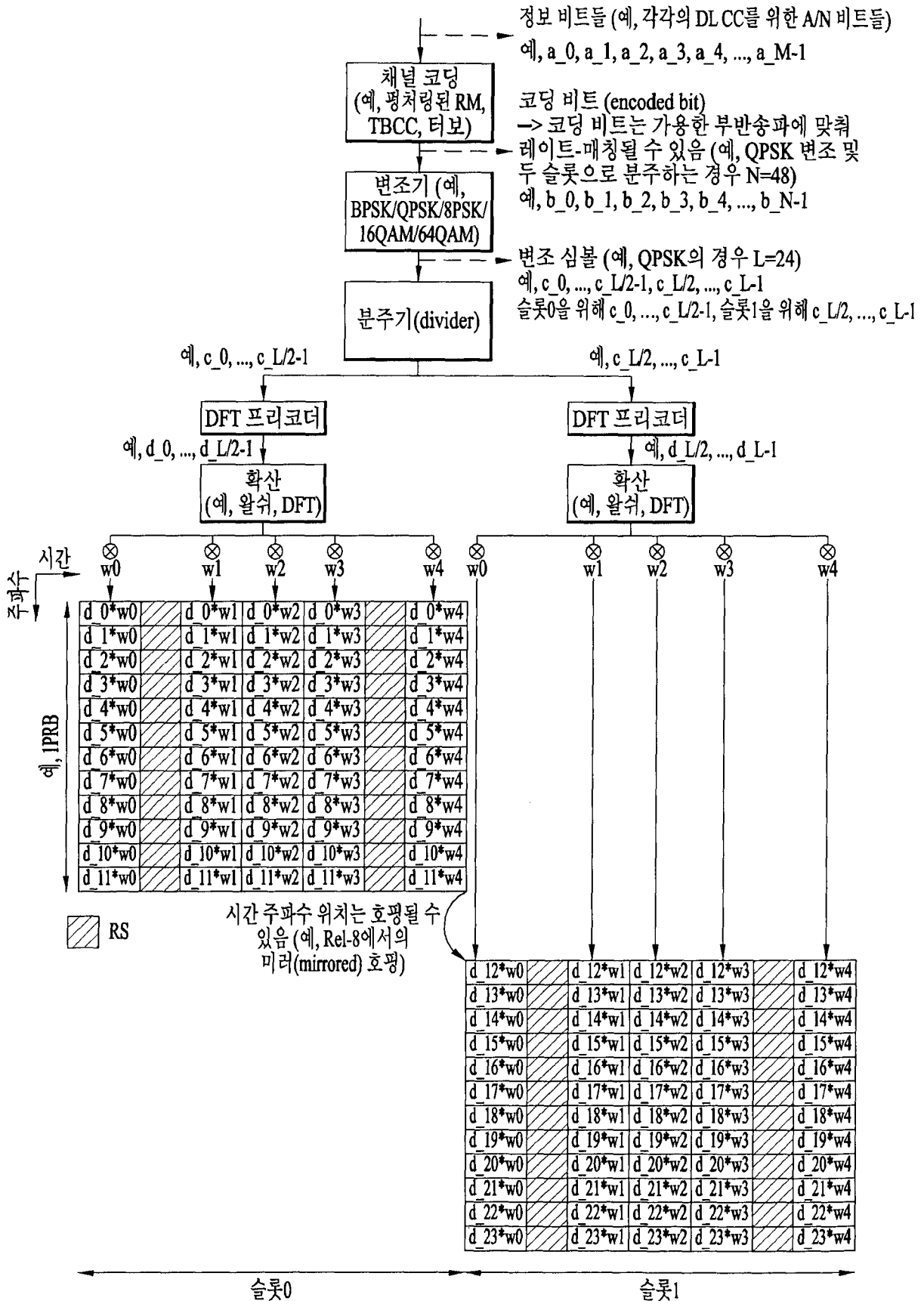


FIG. 17

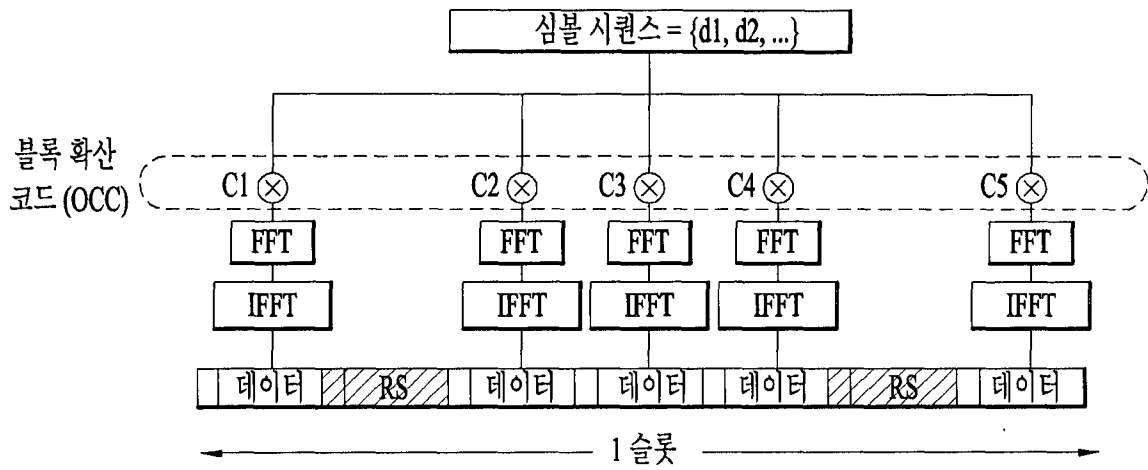


FIG. 18

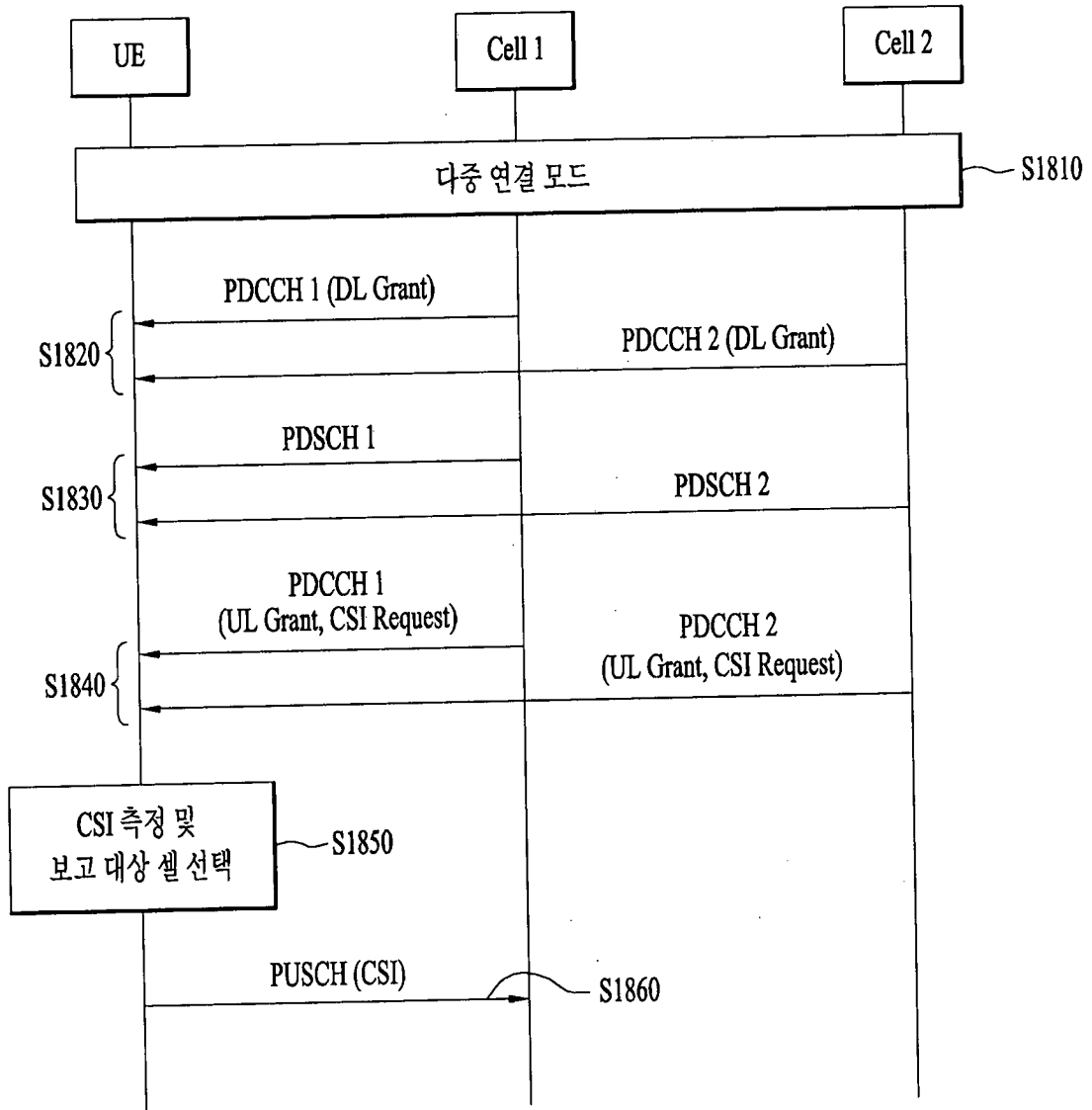


FIG. 19

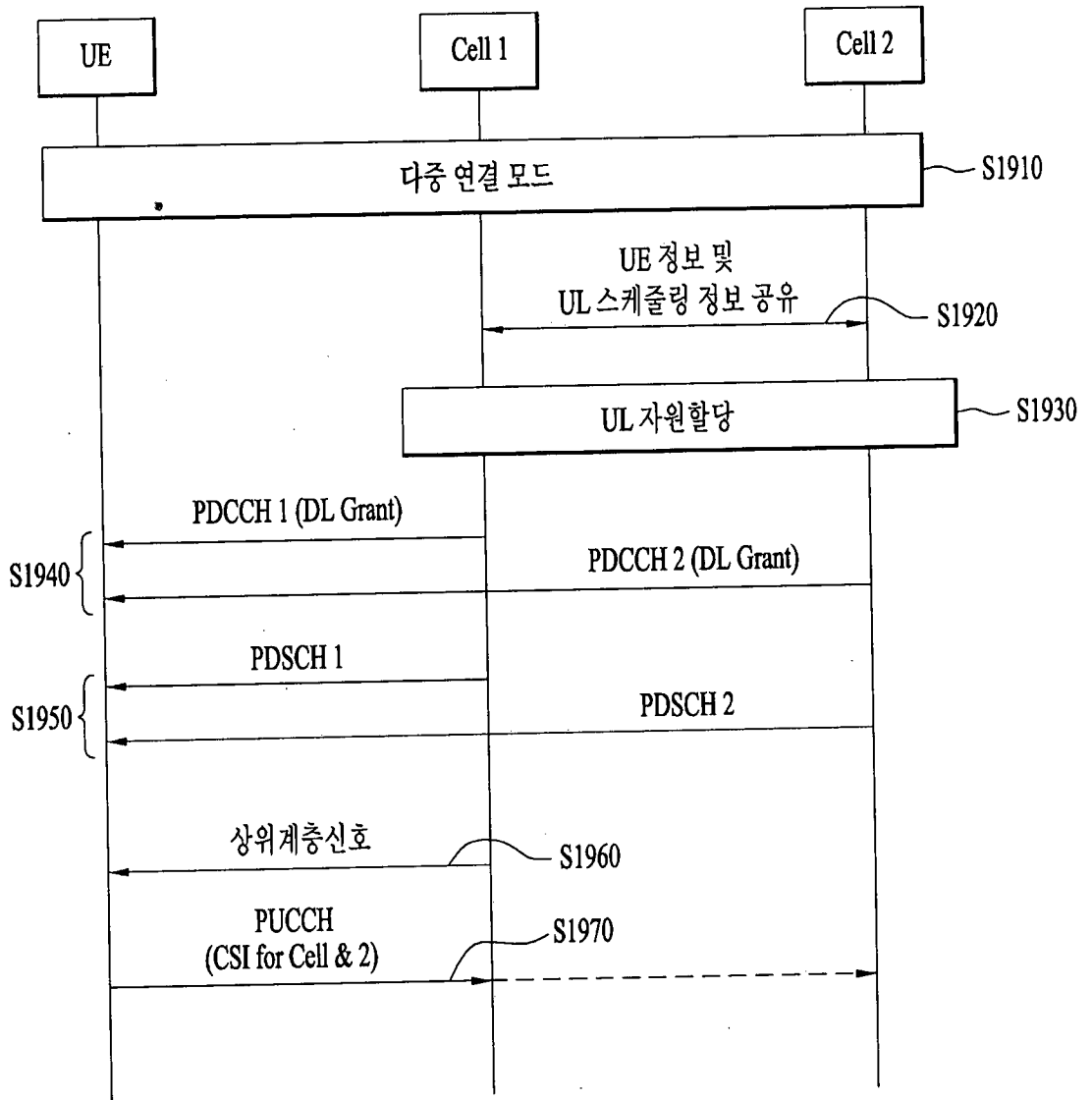


FIG. 20

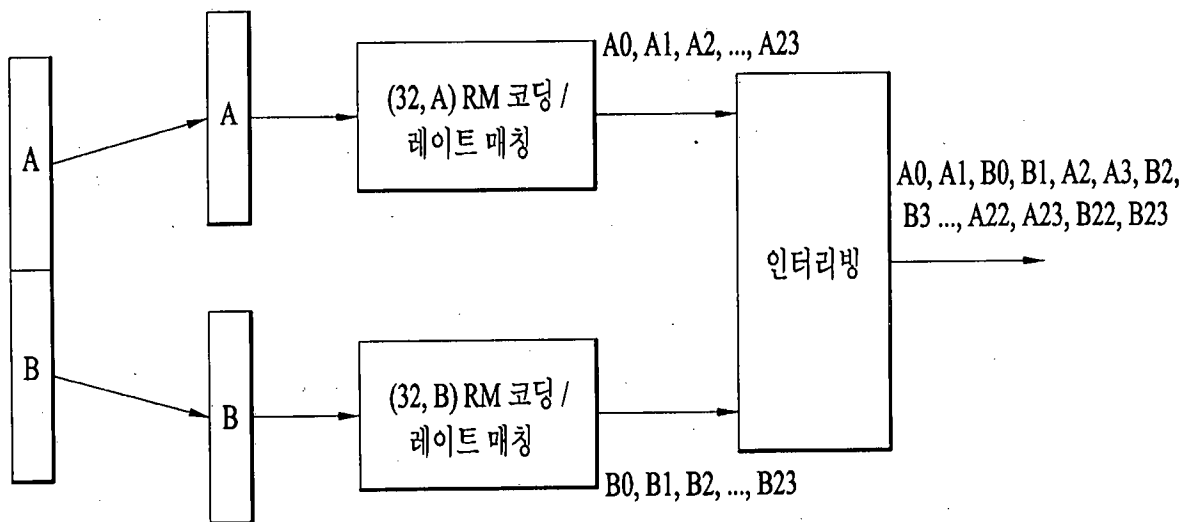
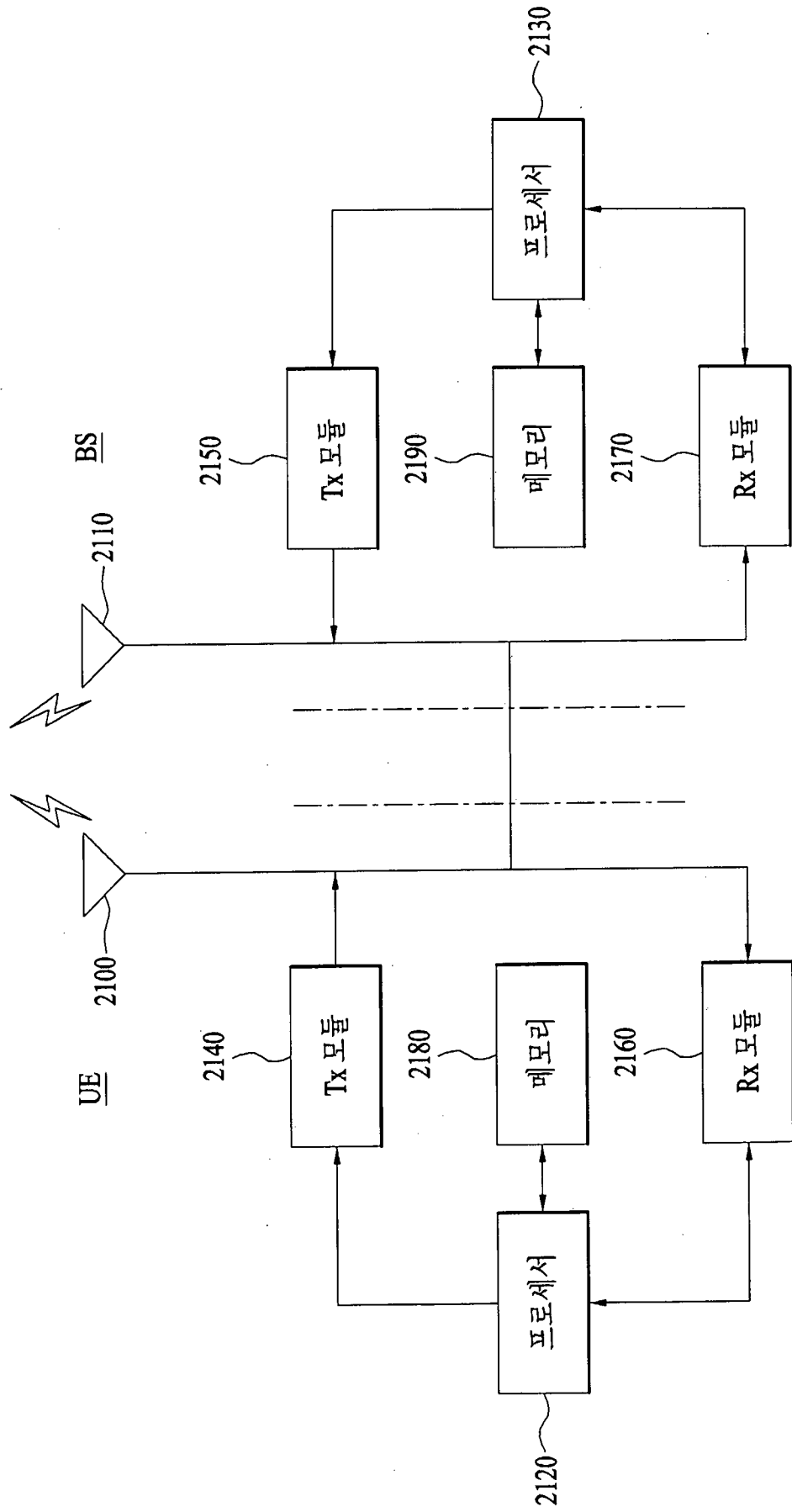


FIG. 21



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/003076

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 7/26(2006.01)i, H04J 11/00(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B 7/26; H04W 88/02; H04W 24/00; H04J 11/00; H04W 24/10; H04W 76/04; H04B 7/005

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: multi-connection mode, non-ideal backhaul, PDCCH, resource allocation block, CSI report

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | KR 10-2010-0102339 A (LG ELECTRONICS INC.) 24 September 2010 See paragraphs 5, 15-19, 38-43; and figures 1, 6. | 1,9 |
| A | | 2-8,10-16 |
| Y | NOKIA SIEMENS NETWORKS, "CoMP schemes for R11", R1-113141, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #66bis, Zhuhai, China, 10-14 October 2011 < http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_66b/Docs > See page 1, line 26. | 1,9 |
| A | WO 2012-067442 A2 (LG ELECTRONICS INC.) 24 May 2012 See page 47, line 5 - page 48, line 22; and figure 15. | 1-16 |
| A | WO 2012-138112 A2 (LG ELECTRONICS INC.) 11 October 2012 See page 20, line 9 - page 21, line 3; and figure 12. | 1-16 |
| A | KR 10-2012-0139787 A (KYOCERA CORP.) 27 December 2012 See paragraphs 96-100; and figure 8. | 1-16 |

 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

"I" 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

18 AUGUST 2014 (18.08.2014)

Date of mailing of the international search report

19 AUGUST 2014 (19.08.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/003076

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member | Publication date |
|--|------------------|----------------------|------------------|
| KR 10-2010-0102339 A | 24/09/2010 | EP 2386185 A2 | 16/11/2011 |
| | | US 2011-0300872 A1 | 08/12/2011 |
| | | US 8600395 B2 | 03/12/2013 |
| | | WO 2010-104334 A2 | 16/09/2010 |
| | | WO 2010-104334 A3 | 25/11/2010 |
| WO 2012-067442 A2 | 24/05/2012 | EP 2642674 A2 | 25/09/2013 |
| | | KR 10-2014-0009982 A | 23/01/2014 |
| | | US 2013-0235756 A1 | 12/09/2013 |
| | | WO 2012-067442 A3 | 20/09/2012 |
| WO 2012-138112 A2 | 11/10/2012 | EP 2696521 A2 | 12/02/2014 |
| | | KR 10-2014-0012642 A | 03/02/2014 |
| | | US 2013-0343322 A1 | 26/12/2013 |
| | | WO 2012-138112 A3 | 10/01/2013 |
| KR 10-2012-0139787 A | 27/12/2012 | CN 102835138 A | 19/12/2012 |
| | | EP 2557831 A1 | 13/02/2013 |
| | | JP 05291251 B2 | 18/09/2013 |
| | | JP 05372284 B2 | 18/12/2013 |
| | | JP 05442157 B2 | 12/03/2014 |
| | | JP 2013-214984 A | 17/10/2013 |
| | | JP 2014-014159 A | 23/01/2014 |
| | | US 2013-0136074 A1 | 30/05/2013 |
| | | WO 2011-126024 A1 | 13/10/2011 |

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
H04B 7/26(2006.01)i, H04J 11/00(2006.01)i

B. 조사된 분야
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H04B 7/26; H04W 88/02; H04W 24/00; H04J 11/00; H04W 24/10; H04W 76/04; H04B 7/005

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: 다중 연결 모드, 비이상적인 백홀, PDCCH, 자원할당정보, CSI 보고

C. 관련 문헌

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재 | 관련 청구항 |
|-------|---|-----------|
| Y | KR 10-2010-0102339 A (엘지전자 주식회사) 2010.09.24 단락 5, 15-19, 38-43; 및 도면 1, 6 참조. | 1,9 |
| A | | 2-8,10-16 |
| Y | NOKIA SIEMENS NETWORKS, `CoMP schemes for R11`, R1-113141, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #66bis, Zhuhai, China, 2011.10.10-14 < http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_66b/Docs > 페이지 1, 라인 26 참조. | 1,9 |
| A | WO 2012-067442 A2 (LG ELECTRONICS INC.) 2012.05.24 페이지 47, 라인 5 - 페이지 48, 라인 22; 및 도면 15 참조. | 1-16 |
| A | WO 2012-138112 A2 (LG ELECTRONICS INC.) 2012.10.11 페이지 20, 라인 9 - 페이지 21, 라인 3; 및 도면 12 참조. | 1-16 |
| A | KR 10-2012-0139787 A (교세라 가부시카이가이샤) 2012.12.27 단락 96-100; 및 도면 8 참조. | 1-16 |

추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

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

| | |
|--|---|
| 국제조사의 실제 완료일 2014년 08월 18일 (18.08.2014) | 국제조사보고서 발송일 2014년 08월 19일 (19.08.2014) |
|--|---|

| | |
|---|------------------------------------|
| ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (문산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140 | 심사관 강희국 전화번호 +82-42-481-8264 |
|---|------------------------------------|

| 국제조사보고서에서 인용된 특허문헌 | 공개일 | 대응특허문헌 | 공개일 |
|-----------------------|------------|----------------------|------------|
| KR 10-2010-0102339 A | 2010/09/24 | EP 2386185 A2 | 2011/11/16 |
| | | US 2011-0300872 A1 | 2011/12/08 |
| | | US 8600395 B2 | 2013/12/03 |
| | | WO 2010-104334 A2 | 2010/09/16 |
| | | WO 2010-104334 A3 | 2010/11/25 |
| WO 2012-067442 A2 | 2012/05/24 | EP 2642674 A2 | 2013/09/25 |
| | | KR 10-2014-0009982 A | 2014/01/23 |
| | | US 2013-0235756 A1 | 2013/09/12 |
| | | WO 2012-067442 A3 | 2012/09/20 |
| WO 2012-138112 A2 | 2012/10/11 | EP 2696521 A2 | 2014/02/12 |
| | | KR 10-2014-0012642 A | 2014/02/03 |
| | | US 2013-0343322 A1 | 2013/12/26 |
| | | WO 2012-138112 A3 | 2013/01/10 |
| KR 10-2012-0139787 A | 2012/12/27 | CN 102835138 A | 2012/12/19 |
| | | EP 2557831 A1 | 2013/02/13 |
| | | JP 05291251 B2 | 2013/09/18 |
| | | JP 05372284 B2 | 2013/12/18 |
| | | JP 05442157 B2 | 2014/03/12 |
| | | JP 2013-214984 A | 2013/10/17 |
| | | JP 2014-014159 A | 2014/01/23 |
| | | US 2013-0136074 A1 | 2013/05/30 |
| | | WO 2011-126024 A1 | 2011/10/13 |