

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015년 10월 1일 (01.10.2015)



(10) 국제공개번호
WO 2015/147592 A1

- (51) 국제특허분류:
H04L 1/00 (2006.01) *H04L 27/34* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/003044
- (22) 국제출원일: 2015년 3월 27일 (27.03.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/971,549 2014년 3월 28일 (28.03.2014) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 150-721 서울시 영등포구 여의대로 128 LG 전자, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김봉희 (KIM, Bonghoe); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR).
이윤정 (YI, Yunjung); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 138-861 서울시 송파구 올림픽로 82, 7층 KBK 특허법률사무소, Seoul (KR).

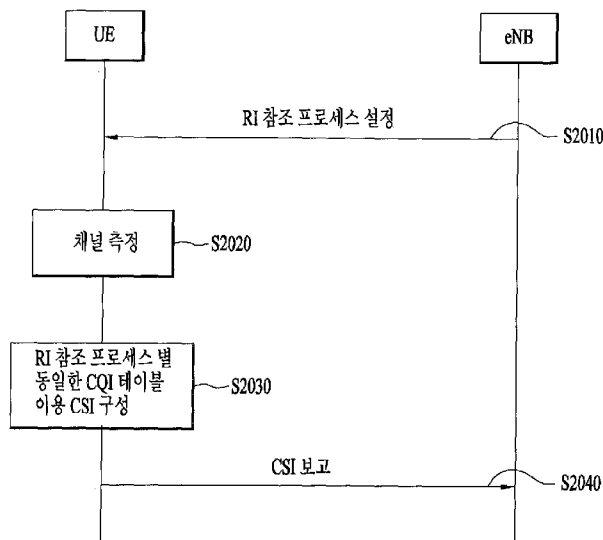
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR REPORTING CHANNEL STATE INFORMATION FOR SUPPORTING 256QAM IN WIRELESS ACCESS SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 무선접속 시스템에서 256QAM 지원을 위한 채널상태정보 보고 방법 및 장치



S2010 ... Set RI reference process
S2020 ... Measure channel
S2030 ... Configure CSI by using same CQI table for each RI reference process
S2040 ... Report CSI

(57) Abstract: The present invention relates to a wireless access system, more particularly, to methods for transceiving channel state information (CSI) for supporting 256 quadrature amplitude modulation (QAM) scheme and apparatuses for supporting the methods. A method by which a terminal capable of supporting 256QAM in a wireless access system reports CSI, according to one embodiment of the present invention, comprises the steps of: receiving a higher-layer signal for configuring a first rank indicator (RI) reference process in the terminal; measuring a channel quality for one or more CSI processes associated with the first RI reference process configured in the terminal; selecting a channel quality indication (CQI) index by using only a first CQI table or a second CQI table for the one or more CSI processes; and reporting the CSI including the CQI index. Here, the first CQI table can support up to 64 QAM and the second CQI table can support up to 256 QAM, and only the same CQI table can be applied to the one or more CSI processes associated with the first RI reference process.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2015/147592 A1



본 발명은 무선 접속 시스템에 관한 것으로서, 256QAM 변조 방식을 지원하기 위한 채널상태정보(CSI)를 송수신하는 방법들 및 이를 지원하는 장치들에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예로서 무선 접속 시스템에서 256QAM (Quadrature Amplitude Modulation)을 지원할 수 있는 단말이 CSI(Channel State Information)를 보고하는 방법은: 단말에 제 1 랭크 지시자(RI) 참조 프로세스를 구성하기 위한 상위 계층 신호를 수신하는 단계와 단말에 구성된 제 1 RI 참조 프로세스와 연관된 하나 이상의 CSI 프로세스에 대해서 채널품질을 측정하는 단계와 하나 이상의 CSI 프로세스에 대해서 제 1 CQI(Channel Quality Indication) 테이블 또는 제 2 CQI 테이블만을 이용하여 CQI 인덱스를 선택하는 단계와 CQI 인덱스가 포함된 CSI를 보고하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 제 1 CQI 테이블은 64 QAM 까지 지원 가능하고 제 2 CQI 테이블은 256 QAM 까지 지원 가능하되, 제 1 RI 참조 프로세스와 연관된 하나 이상의 CSI 프로세스에 대해서는 동일한 CQI 테이블만이 적용될 수 있다.

【명세서】

【발명의 명칭】

무선접속 시스템에서 256QAM 지원을 위한 채널상태정보 보고 방법 및 장치

【기술분야】

- 5 [1] 본 발명은 무선 접속 시스템에 관한 것으로서, 256QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 변조 방식을 지원하기 위한 채널상태정보(CSI: Channel Status Information)를 송수신하는 방법들 및 이를 지원하는 장치들에 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 division
15 multiple access) 시스템, SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 시스템 등이 있다.

【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

- 20 [3] 현재 LTE/LTE-A 시스템에서는 QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), 16QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 및 64QAM만을 변조 방식으로 채택하고 있다. 그러나, 데이터 전송량 증가 및 무선 자원의 효율적인 사용을 위해 보다 높은 변조 차수를 갖는 256QAM의 사용 여부가 논의되고 있다. 다만, 256QAM을 지원하기 위해서는 새로운 전송 블록 크기가 정의되어야 하며, 256QAM 변조 방식을 지원하기 위한 새로운 MCS 시그널링이 정의될 필요가 있다. 또한, 256QAM을 지원시 이에
25 적합한 CSI 피드백 방법을 새로 정의할 필요가 있다.

[4] 본 발명의 목적은 효율적인 데이터 전송 방법을 제공하는 것이다.

[5] 본 발명의 다른 목적은 높은 변조 차수를 갖는 데이터에 대한 채널상태정보를 피드백하는 방법을 제공하는 것이다.

30 [6] 본 발명의 또 다른 목적은 랭크 지시자(RI) 참조 프로세스가 설정되는 경우에 채널상태정보를 피드백하는 방법을 제공하는 것이다.

[7] 본 발명의 또 다른 목적은 이러한 방법들을 지원하는 장치를 제공하는

것이다.

[8] 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.

【기술적 해결방법】

[9] 본 발명은 무선 접속 시스템에 관한 것으로서, 256QAM 변조 방식을 지원하기 위한 채널상태정보(CSI)를 송수신하는 방법들 및 이를 지원하는 장치들에 관한 것이다.

10 [10] 본 발명의 일 양태로서 무선 접속 시스템에서 256QAM (Quadrature Amplitude Modulation)을 지원할 수 있는 단말이 CSI(Channel State Information)를 보고하는 방법은: 단말에 제1 랭크 지시자(RI) 참조 프로세스를 구성하기 위한 상위 계층 신호를 수신하는 단계와 단말에 구성된 제1 RI 참조 프로세스와 연관된 하나 이상의 CSI 프로세스에 대해서 채널품질을 측정하는 단계와 하나 이상의 CSI 프로세스에
15 대해서 제1 CQI(Channel Quality Indication) 테이블 또는 제2 CQI 테이블만을 이용하여 CQI 인덱스를 선택하는 단계와 CQI 인덱스가 포함된 CSI를 보고하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 제1 CQI 테이블은 64 QAM까지 지원 가능하고 제2 CQI 테이블은 256 QAM까지 지원 가능하되, 제1 RI 참조 프로세스와 연관된 하나 이상의 CSI 프로세스에 대해서는 동일한 CQI 테이블만이 적용될 수 있다.

20 [11] 본 발명의 다른 양태로서 256QAM (Quadrature Amplitude Modulation)을 지원하는 무선 접속 시스템에서 CSI(Channel State Information)를 보고하기 위한 단말은 송신기, 수신기 및 이러한 송신기 및 수신기를 제어하여 CSI 보고를 지원하도록 구성되는 프로세서를 포함할 수 있다. 이때, 프로세서는: 수신기를 제어하여 제1 랭크 지시자(RI) 참조 프로세스를 구성하기 위한 상위 계층 신호를
25 수신하고; 수신기를 제어하여 단말에 구성된 제1 RI 참조 프로세스와 연관된 하나 이상의 CSI 프로세스에 대해서 채널품질을 측정하고; 하나 이상의 CSI 프로세스에 대해서 제1 CQI(Channel Quality Indication) 테이블 또는 제2 CQI 테이블만을 이용하여 CQI 인덱스를 선택하고; 송신기를 제어하여 CQI 인덱스가 포함된 CSI를 보고하도록 구성되며, 제1 CQI 테이블은 64 QAM까지 지원 가능하고 제2 CQI 테이블은 256
30 QAM까지 지원 가능하되, 제1 RI 참조 프로세스와 연관된 하나 이상의 CSI 프로세스에 대해서는 동일한 CQI 테이블만이 적용될 수 있다.

[12] 본 발명의 양태들에서 제1 RI 참조 프로세스에 연관된 하나 이상의 CSI 프로세스들에 대해서 동일한 RI가 적용될 수 있다.

[13] 이때, 제1 CQI 테이블 및 제2 CQI 테이블은 4 비트의 크기를 갖도록 구성될 수 있다.

5 [14] 상기 상위 계층 신호에는 단말에 제2 RI 참조 프로세스를 구성하기 위한 구성 정보가 더 포함되고, 제2 RI 참조 프로세스와 연관된 하나 이상의 CSI 프로세스들은 서로 동일한 CQI 테이블이 적용될 수 있다.

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

【유리한 효과】

[16] 본 발명의 실시예들에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.

[17] 첫째, 채널 상황에 따라 고차 변조 방식을 이용함으로써 효율적으로 데이터를
15 송수신할 수 있다.

[18] 둘째, 높은 변조 차수를 갖는 데이터에 대한 채널상태정보를 피드백할 수 있다.

[19] 셋째, 단말에 구성된 CSI 서브프레임 집합 별로 CQI 테이블을 개별적으로 할당함으로써, CSI 서브프레임 집합 별로 변조방식을 달리 적용함으로써 셀 간
20 간섭을 줄일 수 있다.

[20] 넷째, 단말에 구성된 RI 참조 프로세스 별로 CQI 테이블을 개별적으로 적용함으로써, 하향링크 데이터 전송시 랭크의 불일치로 인해 발생할 수 있는 MCS 보정 오류를 줄일 수 있다.

[21] 본 발명의 실시예들에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로
25 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.

30 【도면의 간단한 설명】

[22] 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.

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

5 [24] 도 2는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

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

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

10 [27] 도 5는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

[28] 도 6은 본 발명의 실시예들에서 사용되는 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타낸다. 도 7은 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타낸다.

15 [29] 도 8은 본 발명의 실시예들에서 사용되는 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 나타낸다. 도 9는 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 나타낸다.

[30] 도 10은 본 발명의 실시예들에서 사용되는 PUCCH 포맷 1a와 1b에 대한 ACK/NACK 채널화(channelization)를 설명하는 도면이다.

20 [31] 도 11은 본 발명의 실시예들에서 사용되는 동일한 PRB 내에서 PUCCH 포맷 1a/1b와 포맷 2/2a/2b의 혼합된 구조에 대한 채널화를 도시한 도면이다.

[32] 도 12는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 PRB 할당을 도시한 도면이다.

[33] 도 13은 본 발명의 실시예들에서 사용되는 컴포넌트 캐리어(CC) 및 LTE-A 시스템에서 사용되는 캐리어 결합의 일례를 나타내는 도면이다.

25 [34] 도 14는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 LTE-A 시스템의 서브 프레임 구조를 나타낸다.

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

[36] 도 16은 CA PUCCH의 신호 처리 과정을 예시하는 도면이다.

30 [37] 도 17은 본 발명의 실시예로서 상향링크 채널을 통해 CSI를 보고하는 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

[38] 도 18은 본 발명의 실시예로서 PUSCH를 통해 CSI를 보고하는 방법들 중 하나를 나타내는 도면이다.

[39] 도 19는 본 발명의 실시예로서 PUSCH를 통해 CSI를 보고하는 방법들 중 다른 하나를 나타내는 도면이다.

5 [40] 도 20은 RI 참조 프로세스가 할당되는 경우에 CSI 보고 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

[41] 도 21에서 설명하는 장치는 도 1 내지 도 19에서 설명한 방법들이 구현될 수 있는 수단이다.

【발명의 실시를 위한 형태】

10 [42] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템에 관한 것으로서, 256QAM 변조 방식을 지원하기 위한 채널상태정보를 송수신하는 방법들 및 이를 지원하는 장치들을 제공한다.

[43] 이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로
15 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.

20 [44] 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.

[45] 본 명세서에서 본 발명의 실시예들은 기지국과 이동국 간의 데이터 송수신 관계를 중심으로 설명되었다. 여기서, 기지국은 이동국과 직접적으로 통신을
25 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.

[46] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 이동국과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는
30 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.

[47] 또한, 본 발명의 실시예들에서 단말(Terminal)은 사용자 기기(UE: User 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.

[48] 또한, 송신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 제공하는 고정 및/또는 이동 노드를 말하고, 수신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 수신하는 고정 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.

[49] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802.xx 시스템, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 시스템, 3GPP LTE 시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있으며, 특히, 본 발명의 실시예들은 3GPP TS 36.211, 3GPP TS 36.212, 3GPP TS 36.213, 3GPP TS 36.321 및/또는 3GPP TS 36.331 문서들에 의해 뒷받침될 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.

[50] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다.

[51] 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.

[52] 예를 들어, LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 채널품질지시자(CQI: Channel Quality Indicator) 피드백 테이블은 제1 CQI 테이블 또는 레가시 테이블로 정의하고, 본 발명에서 제안하는 256QAM을 지원하기 위한 CQI 피드백 테이블은 제2 CQI 테이블 또는 뉴 테이블로 정의할 수 있다. 또한, CSI 서브셋은 CSI 서브프레임들의 집합을 의미하는 것으로, CSI 서브프레임셋 또는 CSI 서브프레임 집합과 동일한 의미로 사용될 수 있다.

[53] 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.

5 [54] CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될
10 수 있다.

[55] UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP LTE(Long Term Evolution)은 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced) 시스템은 3GPP LTE 시스템이 개량된 시스템이다. 본 발명의
15 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.

[56] 1. 3GPP LTE/LTE_A 시스템

20 [57] 무선 접속 시스템에서 단말은 하향링크(DL: Downlink)를 통해 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.

25

[58] 1.1 시스템 일반

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

[60] 전원이 꺼진 상태에서 다시 전원이 켜지거나, 새로이 셀에 진입한 단말은 S11
30 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.

[61] 그 후, 단말은 기지국으로부터 물리방송채널 (PBCH: Physical Broadcast Channel) 신호를 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, 단말은 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 참조 신호 (DL RS: Downlink Reference Signal)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.

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

[63] 이후, 단말은 기지국에 접속을 완료하기 위해 이후 단계 S13 내지 단계 S16과 같은 임의 접속 과정 (Random Access Procedure)을 수행할 수 있다. 이를 위해 단말은 물리임의접속채널 (PRACH: Physical Random Access Channel)을 통해 프리앰블 (preamble)을 전송하고(S13), 물리하향링크제어채널 및 이에 대응하는 물리하향링크공유 채널을 통해 프리앰블에 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.

[64] 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.

[65] 단말이 기지국으로 전송하는 제어정보를 통칭하여 상향링크 제어정보(UCI: Uplink Control Information)라고 지칭한다. UCI는 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.

[66] LTE 시스템에서 UCI는 일반적으로 PUCCH를 통해 주기적으로 전송되지만, 제어정보와 트래픽 데이터가 동시에 전송되어야 할 경우 PUSCH를 통해 전송될 수 있다. 또한, 네트워크의 요청/지시에 의해 PUSCH를 통해 UCI를 비주기적으로

전송할 수 있다.

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

[68] 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)

5 FDD 시스템 모두에 적용될 수 있다.

[69] 하나의 무선 프레임(radio frame)은 $T_f = 307200 \cdot T_s = 10 \text{ ms}$ 의 길이를 가지고, $T_{\text{slot}} = 15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$ 의 균등한 길이를 가지며 0부터 19의 인덱스가 부여된 20개의 슬롯으로 구성된다. 하나의 서브프레임은 2개의 연속된 슬롯으로 정의되며, i 번째 서브프레임은 $2i$ 와 $2i+1$ 에 해당하는 슬롯으로 구성된다. 즉, 무선 프레임(radio frame)은 10개의 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.

15 [70] 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심볼을 포함한다. 3GPP LTE는 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로 OFDM 심볼은 하나의 심볼 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것이다. OFDM 심볼은 하나의 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간이라고 할 수 있다. 자원 블록(resource block)은 자원 할당 단위이고, 하나의 슬롯에서 복수의 연속적인 부
20 반송파(subcarrier)를 포함한다.

[71] 전이중 FDD 시스템에서는 각 10ms 구간 동안 10개의 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.

25 [72] 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.

[73] 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
30 $T_f = 307200 \cdot T_s = 10 \text{ ms}$ 의 길이를 가지며, $15360 \cdot T_s = 5 \text{ ms}$ 길이를 가지는 2개의

하프프레임(half-frame)으로 구성된다. 각 하프프레임은 $30720 \cdot T_s = 1 \text{ ms}$ 의 길이를 가지는 5개의 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 2개의 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.

- 5 [74] 타입 2 프레임에는 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(GP: Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)인 3가지의 필드로 구성되는 특별 서브프레임을 포함한다. 여기서, DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 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.

[75] 다음 표 1는 특별 프레임의 구성(DwPTS/GP/UpPTS의 길이)을 나타낸다.

[76] 【표 1】

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

- 15 [77] 도 3은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.

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

[79] 자원 그리드 상에서 각 요소(element)를 자원 요소(resource element)하고, 하나의 자원 블록은 12×7 개의 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원 블록들의 수 NDL은 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다. 상향링크

슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

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

[81] 도 4를 참조하면, 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과
5 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH가 할당된다. 데이터 영역은 사용자 데이터를 나르는 PUSCH가 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH에는 서브 프레임 내에 RB 쌍이 할당된다. RB 쌍에 속하는 RB들은 2개의 슬롯들의 각각에서 서로 다른 부 반송파를
10 차지한다. 이를 PUCCH에 할당된 RB 쌍은 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다.

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

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

[84] PCFICH는 서브 프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고, 서브 프레임
20 내에 제어 채널들의 전송을 위하여 사용되는 OFDM 심볼들의 수(즉, 제어 영역의 크기)에 관한 정보를 나른다. PHICH는 상향 링크에 대한 응답 채널이고, HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)에 대한 ACK(Acknowledgement)/NACK(Negative-Acknowledgement) 신호를 나른다. PDCCH를
25 통해 전송되는 제어 정보를 하향링크 제어정보(DCI: downlink control information)라고 한다. 하향링크 제어정보는 상향링크 자원 할당 정보, 하향링크 자원 할당 정보 또는 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송(Tx) 파워 제어 명령을 포함한다.

[85] 1.2 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)

30 [86] 1.2.1 PDCCH 일반

[87] PDCCH는 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-SCH에서의 시스템 정보, PDSCH에서 전송되는 랜덤 액세스 응답(random access response)과 같은 상위 레이어(upper-layer) 제어 메시지에 대한 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내 개별 단말들에 대한 전송 파워 제어 명령들의 집합, VoIP(Voice over IP)의 활성화 여부에 관한 정보 등을 나눌 수 있다.

[88] 복수의 PDCCH가 제어영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE(control channel elements)의 집합(aggregation)으로 구성된다. 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE의 집합으로 구성된 PDCCH는 서브블록 인터리빙(subblock interleaving)을 거친 후에 제어 영역을 통해 전송될 수 있다. CCE는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(REG: resource element group)에 대응된다. CCE의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트수가 결정된다.

[89] 1.2.2 PDCCH 구조

[90] 복수의 단말에 대한 다중화된 복수의 PDCCH가 제어영역 내에서 전송될 수 있다. PDCCH는 하나 또는 2 이상의 연속적인 CCE의 집합(CCE aggregation)으로 구성된다. CCE는 4개의 자원 요소로 구성된 REG의 9개의 세트에 대응하는 단위를 말한다. 각 REG에는 4개의 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 심볼이 매핑 된다. 참조 신호(RS: Reference Signal)에 의하여 점유된 자원 요소들은 REG에 포함되지 않는다. 즉, OFDM 심볼 내에서 REG의 총 개수는 셀 특정 참조 신호가 존재하는지 여부에 따라 달라질 수 있다. 4개의 자원 요소를 하나의 그룹에 매핑하는 REG의 개념은 다른 하향링크 제어 채널(예를 들어, PCFICH 또는 PHICH)에도 적용될 수 있다. PCFICH 또는 PHICH에 할당되지 않는 REG를 N_{REG} 라 하면 시스템에서 이용 가능한 CCE의 개수는 $N_{CCE} = \lfloor N_{REG} / 9 \rfloor$ 이며, 각 CCE는 0부터 $N_{CCE} - 1$ 까지 인덱스를 가진다.

[91] 단말의 디코딩 프로세스를 단순화하기 위해서, n개의 CCE를 포함하는 PDCCH 포맷은 n의 배수와 동일한 인덱스를 가지는 CCE부터 시작될 수 있다. 즉, CCE

인덱스가 i 인 경우 $i \bmod n = 0$ 을 만족하는 CCE부터 시작될 수 있다.

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

10 [93] 다음 표 2는 PDCCH 포맷을 나타내며, CCE 집합 레벨에 따라 표 2과 같이 4가지의 PDCCH 포맷이 지원된다.

[94] 【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

[95] 단말마다 CCE 집합 레벨이 다른 이유는 PDCCH에 실리는 제어정보의 포맷
15 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 3~4개 정도의 MCS 레벨을 고려할 수 있다.

20 [96] 제어정보의 포맷을 설명하면, PDCCH를 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.

[97] 【표 3】

DCI Format	Description
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

[98] 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 위한 포맷 2A, 상향링크 채널을 위한 TPC(Transmission Power Control) 명령의 전송을 위한 포맷 3 및 3A가 있다. 또한, 다중 안테나 포트 전송 모드에서 PUSCH 스케줄링을 위한 DCI 포맷 4가 추가되었다. DCI 포맷 1A는 단말에 어떤 전송 모드가 설정되어도 PDSCH 스케줄링을 위해 사용될 수 있다.

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

[100] 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 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.

[101] 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.

[102] 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 10개의 전송 모드를 가질 수 있다.

•전송모드 1: 단일 안테나 전송

•전송모드 2: 송신 다이버시티

•전송모드 3: 레이어가 1 개보다 큰 경우에는 개루프(open-loop) 코드북 기반 프리코딩, rank가 1 인 경우에는 송신 다이버시티

•전송모드 4: 폐루프(closed-loop) 코드북 기반 프리코딩

•전송모드 5: 전송모드 4 버전의 다중사용자(multi-user) MIMO

•전송모드 6: 단일 레이어 전송으로 제한된 특수한 경우의 폐루프 코드북 기반 프리코딩

•전송모드 7: 단일 레이어 전송만을 지원하는 코드북에 기반하지 않은 프리코딩 (release 8)

•전송모드 8: 최대 2 개의 레이어까지 지원하는 코드북에 기반하지 않은 프리코딩 (release 9)

•전송모드 9: 최대 8 개의 레이어까지 지원하는 코드북에 기반하지 않은 프리코딩 (release 10)

•전송모드 10: 최대 8 개의 레이어까지 지원하는 코드북에 기반하지 않은 프리코딩, COMP 용도 (release 11)

[103] 1.2.3 PDCCH 전송

[104] 기지국은 단말에게 전송하려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 붙인다. CRC에는 PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(예를 들어, RNTI(Radio Network Temporary Identifier))가 마스킹된다. 특정의 단말을 위한 PDCCH라면 단말의 고유한 식별자(예를 들어, C-RNTI(Cell-RNTI))가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는 페이징 메시지를 위한

PDCCH라면 페이징 지시 식별자(예를 들어, P-RNTI(Paging-RNTI))가 CRC에 마스크될 수 있다. 시스템 정보, 더욱 구체적으로 시스템 정보 블록(system information block, SIB)를 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자(예를 들어, SI-RNTI(system information RNTI))가 CRC에 마스크될 수 있다. 단말의 랜덤 액세스 프리앰블의 전송에 대한
 5 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위하여 RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스크될 수 있다.

[105] 이어, 기지국은 CRC가 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
 10 매칭(rate matching)을 수행하고, 부호화된 데이터를 변조하여 변조 심볼들을 생성한다. 이때, MCS 레벨에 따른 변조 서열을 사용할 수 있다. 하나의 PDCCH를 구성하는 변조 심볼들은 CCE 집합 레벨이 1, 2, 4, 8 중 하나일 수 있다. 이후, 기지국은 변조 심볼들을 물리적인 자원요소에 맵핑(CCE to RE mapping)한다.

15 [106] 1.2.4 블라인드 디코딩(BS: Blind Decoding)

[107] 하나의 서브프레임 내에서 복수의 PDCCH가 전송될 수 있다. 즉, 하나의 서브프레임의 제어영역은 인덱스 $0 \sim N_{CCE,k} - 1$ 을 가지는 복수의 CCE로 구성된다. 여기서, $N_{CCE,k}$ 는 k번째 서브프레임의 제어 영역 내에 총 CCE의 개수를 의미한다. 단말은 매 서브프레임마다 복수의 PDCCH들을 모니터링한다. 여기서, 모니터링이란
 20 단말이 모니터링되는 PDCCH 포맷에 따라 PDCCH들의 각각의 디코딩을 시도하는 것을 말한다.

[108] 서브프레임 내에서 할당된 제어영역에서 기지국은 단말에게 해당하는 PDCCH가 어디에 있는지에 관한 정보를 제공하지 않는다. 단말은 기지국으로부터 전송된 제어채널을 수신하기 위해서 자신의 PDCCH가 어느 위치에서 어떤 CCE
 25 집합 레벨이나 DCI 포맷으로 전송되는지 알 수 없으므로, 단말은 서브프레임 내에서 PDCCH 후보(candidate)들의 집합을 모니터링하여 자신의 PDCCH를 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 PDCCH가 자신의 제어채널인지 여부를 확인하는 방법을 말한다.

[109] 활성 모드(active mode)에서 단말은 자신에게 전송되는 데이터를 수신하기

위해 매 서브프레임의 PDCCH를 모니터링한다. DRX 모드에서 단말은 매 DRX 주기의 모니터링 구간에서 깨어나(wake up) 모니터링 구간에 해당하는 서브프레임에서 PDCCH를 모니터링한다. PDCCH의 모니터링이 수행되는 서브프레임을 non-DRX 서브프레임이라 한다.

- 5 [110] 단말은 자신에게 전송되는 PDCCH를 수신하기 위해서는 non-DRX 서브프레임의 제어영역에 존재하는 모든 CCE에 대해 블라인드 디코딩을 수행해야 한다. 단말은 어떤 PDCCH 포맷이 전송될지 모르므로, 매 non-DRX 서브프레임 내에서 PDCCH의 블라인드 디코딩이 성공할 때까지 가능한 CCE 집단 레벨로 PDCCH를 모두 디코딩해야 한다. 단말은 자신을 위한 PDCCH가 몇 개의 CCE를
10 사용하는지 모르기 때문에 PDCCH의 블라인드 디코딩이 성공할 때까지 가능한 모든 CCE 집단 레벨로 검출을 시도해야 한다.

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

- [112] 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 PDCCH를 디코딩하기 위해 단말 특정 서치 스페이스 및
20 공용 서치 스페이스를 모두 모니터링해야 하며, 따라서 하나의 서브프레임에서 최대 44번의 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 포함되지 않는다.

- [113] 서치 스페이스의 제약으로 인하여, 기지국은 주어진 서브프레임 내에서
25 PDCCH를 전송하고자 하는 단말들 모두에게 PDCCH를 전송하기 위한 CCE 자원이 확보될 수 없는 경우가 발생할 수 있다. 왜냐하면, CCE 위치가 할당되고 남은 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.

- 30 [114] 표 4는 공용 서치 스페이스와 단말 특정 서치 스페이스의 크기를 나타낸다.

[115] 【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

[116] 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 1A에 대한 서치를
5 수행한다. 이때, DCI 포맷 0과 1A는 동일한 크기를 가지나, 단말은 PDCCH에 포함된 DCI 포맷 0과 1A를 구분하는데 사용되는 플래그(flag for format 0/format 1A differentiation)를 이용하여 DCI 포맷을 구분할 수 있다. 또한, 단말에 DCI 포맷 0과 DCI 포맷 1A외에 다른 DCI 포맷이 요구될 수 있는데, 그 일례로 DCI 포맷 1, 1B, 2가 있다.

10 [117] 공용 서치 스페이스에서 단말은 DCI 포맷 1A와 1C를 서치할 수 있다. 또한 단말은 DCI 포맷 3 또는 3A를 서치하도록 설정될 수 있으며, DCI 포맷 3과 3A는 DCI 포맷 0과 1A와 동일한 크기를 가지나, 단말은 단말 특정 식별자가 아닌 다른 식별자에 의하여 스크램블된 CRC를 이용하여 DCI 포맷을 구별할 수 있다.

15 [118] 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 CCE는 다음과 같은 수학적 식 1에 의해 결정될 수 있다.

[119] 【수학적 식 1】

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

20 [120] 여기서, $M^{(L)}$ 은 서치 스페이스에서 모니터링하기 위한 CCE 집합 레벨 L 에 따른 PDCCH 후보들의 개수를 나타내며, $m = 0, \dots, M^{(L)} - 1$ 이다. i 는 각 PDCCH 후보에서 개별 CCE를 지정하는 인덱스로서 $i = 0, \dots, L - 1$ 이다. $k = \lfloor n_s / 2 \rfloor$ 이며, n_s 는 무선 프레임 내에서 슬롯 인덱스를 나타낸다.

[121] 상술한 바와 같이, 단말은 PDCCH를 디코딩하기 위해 단말 특정 서치 스페이스 및 공용 서치 스페이스를 모두 모니터링한다. 여기서, 공용 서치
25 스페이스(CSS)는 $\{4, 8\}$ 의 집합 레벨을 갖는 PDCCH들을 지원하고, 단말 특정 서치 스페이스(USS)는 $\{1, 2, 4, 8\}$ 의 집합 레벨을 갖는 PDCCH들을 지원한다. 표 5는

단말에 의하여 모니터링되는 PDCCH 후보를 나타낸다.

[122] 【표 5】

Type	Search space $S_k^{(L)}$		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

[123] 수식식 1을 참조하면, 공용 서치 스페이스의 경우 2개의 집합 레벨, $L=4$ 및

5 $L=8$ 에 대해 Y_k 는 0으로 설정된다. 반면, 집합 레벨 L 에 대해 단말 특정 서치 스페이스의 경우 Y_k 는 수식식 2와 같이 정의된다.

[124] 【수식식 2】

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

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

10 $D = 65537$ 이다.

[126] 1.3 PUCCH (Physical Uplink Control Channel)

[127] PUCCH는 상향링크 제어 정보를 전송하기 위하여 다음의 포맷을 포함한다.

[128] (1) 포맷 1: 온-오프 키(OOK: On-Off keying) 변조, 스케줄링 요청(SR: Scheduling

15 Request)에 사용

[129] (2) 포맷 1a와 포맷 1b: ACK/NACK 전송에 사용

1) 포맷 1a: 1개의 코드워드에 대한 BPSK ACK/NACK

2) 포맷 1b: 2개의 코드워드에 대한 QPSK ACK/NACK

[130] (3) 포맷 2: QPSK 변조, CQI 전송에 사용

20 [131] (4) 포맷 2a와 포맷 2b: CQI와 ACK/NACK 동시 전송에 사용

[132] 표 6은 PUCCH 포맷에 따른 변조 방식과 서브프레임 당 비트 수를 나타낸다.

표 7는 PUCCH 포맷에 따른 슬롯 당 참조 신호의 개수를 나타낸다. 표 8은 PUCCH 포맷에 따른 참조 신호의 SC-FDMA 심볼 위치를 나타낸 표이다. 표 1에서 PUCCH 포맷 2a와 2b는 일반 순환 전치의 경우에 해당한다.

25 [133] 【표 6】

PUCCH 포맷	변조 방식	서브프레임 당 비트 수
----------	-------	--------------

	(Modulation scheme)	(Mbit)
1	N/A	N/A
1a	BPSK	1
1b	QPSK	2
2	QPSK	20
2a	QPSK + BPSK	21
2b	QPSK + BPSK	22

[134] 【표 7】

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

[135] 【표 8】

PUCCH 포맷	RS의 SC-FDMA 심볼위치	
	일반 순환 전치	확장 순환 전치
1, 1a, 1b	2, 3, 4	2, 3
2, 2a, 2b	1, 5	3

[136] 도 6은 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타낸다. 도 7은

5 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타낸다.

[137] PUCCH 포맷 1a와 1b는 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 전송된다. OC는 예를 들어 왈쉬(Walsh)/DFT 직교 코드를 포함한다. CS의 개수가 6개이고 OC의 개수가 3개이면, 단일 안테나를 기준으로 총 18개의 단말이 동일한 PRB(Physical Resource Block) 안에서 다중화 될 수 있다. 직교 시퀀스 w_0, w_1, w_2, w_3 는 (FFT 변조 후에) 임의의 시간 도메인에서 또는 (FFT 변조 전에) 임의의 주파수 도메인에서 적용될 수

10 있다.

[138] SR과 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/NACK과 비지속적 스케줄링(non-persistent scheduling)을 위해, ACK/NACK 자원은 PDSCH에 대응하는 PDCCH의 가장 작은(lowest) CCE 인덱스에 의해 묵시적으로(implicitly) 단말에게 주어질 수 있다.

[139] 표 9는 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위한 길이 4인 직교 시퀀스(OC)를 나타낸다.

5 표 10은 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위한 길이 3인 직교 시퀀스(OC)를 나타낸다.

[140] 【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	$[+1 \ -1 \ -1 \ +1]$

[141] 【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	$[1 \ e^{j4\pi/3} \ e^{j2\pi/3}]$

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

10 [143] 【표 11】

Sequence index $\bar{n}_{oc}(n_s)$	Normal cyclic prefix	Extended cyclic prefix
0	$[1 \ 1 \ 1]$	$[1 \ 1]$
1	$[1 \ e^{j2\pi/3} \ e^{j4\pi/3}]$	$[1 \ -1]$
2	$[1 \ e^{j4\pi/3} \ e^{j2\pi/3}]$	N/A

[144] 도 8은 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 나타낸다. 도 9는 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 나타낸다.

[145] 도 8 및 9를 참조하면, 표준 CP의 경우에 하나의 서브프레임은 RS 심볼
15 이외에 10개의 QPSK 데이터 심볼로 구성된다. 각각의 QPSK 심볼은 CS에 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. RS는 순환 쉬프트를 이용하여 CDM에 의해 다중화될 수 있다. 예를 들어, 가용한 CS의 개수가 12 또는 6라고 가정하면, 동일한 PRB 내에 각각 12 또는 6개의 단말이 다중화될 수 있다. 요컨대, PUCCH 포맷 1/1a/1b와 2/2a/2b 내에서 복수의 단말은 CS+OC+PRB와 CS+PRB에 의해 각각 다중화될 수 있다.

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

[147] 도 11은 동일한 PRB 내에서 PUCCH 포맷 1a/1b와 포맷 2/2a/2b의 혼합된 구조에 대한 채널화를 도시한 도면이다.

10 [148] 순환 쉬프트(CS: Cyclic Shift) 호핑(hopping)과 직교 커버(OC: Orthogonal Cover) 재맵핑(remapping)은 다음과 같이 적용될 수 있다.

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

[150] (2) 슬롯 레벨 CS/OC 재맵핑

15 1) 인터-셀 간섭 랜덤화를 위해

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

[151] 한편, PUCCH 포맷 1a/1b를 위한 자원(nr)은 다음의 조합을 포함한다.

(1) CS(=심볼 수준에서 DFT 직교 코드와 동일)(ncs)

(2) OC(슬롯 레벨에서 직교 커버)(noc)

20 (3) 주파수 RB(Resource Block)(nrb)

[152] CS, OC, RB를 나타내는 인덱스를 각각, ncs, noc, nrb라 할 때, 대표 인덱스(representative index) nr은 ncs, noc, nrb를 포함한다. nr은 $nr=(ncs, noc, nrb)$ 를 만족한다.

25 [153] CQI, PMI, RI 및, CQI와 ACK/NACK의 조합은 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 통해 전달될 수 있다. 리드 물러(RM: Reed Muller) 채널 코딩이 적용될 수 있다.

[154] 예를 들어, LTE 시스템에서 UL CQI를 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} 은 MSB(Most Significant Bit)와 LSB(Least Significant Bit)를 나타낸다. 확장 CP의 경우, CQI와 ACK/NACK이 동시 전송되는 경우를

30 제외하면 최대 정보 비트는 11비트이다. RM 코드를 사용하여 20비트로 코딩한 후에

QPSK 변조가 적용될 수 있다. QPSK 변조 전, 코딩된 비트는 스캐램블 될 수 있다.

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

[156] 【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

5 [157] 채널 코딩 비트 $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$ 는 아래 수학적 식 3에 의해 생성될 수 있다.

[158] 【수학적 식 3】

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

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

10 [160] 광대역 보고(wideband reports) 경우 CQI/PMI를 위한 UCI(Uplink Control Information) 필드의 대역폭은 아래 표 8 내지 10과 같다.

[161] 표 13은 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.

[162] 【표 13】

Field	Bitwidth
Wide-band CQI	4

15

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

PDSCH 전송) 경우 CQI와 PMI 피드백을 위한 UCI 필드를 나타낸다.

[164] 【표 14】

Field	Bitwidths			
	2 antenna ports		4 antenna ports	
	Rank = 1	Rank = 2	Rank = 1	Rank > 1
Wide-band CQI	4	4	4	4
Spatial differential CQI	0	3	0	3
Precoding matrix indication	2	1	4	4

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

5 [166] 【표 15】

Field	Bitwidths		
	2 antenna ports	4 antenna ports	
		Max 2 layers	Max 4 layers
Rank indication	1	1	2

[167] 도 12는 PRB 할당을 도시한 도면이다. 도 12에 도시된 바와 같이, PRB는 슬롯 ns에서 PUCCH 전송을 위해 사용될 수 있다.

10 [168] 3. 캐리어 결합(CA: Carrier Aggregation) 환경

[169] 3.1 CA 일반

[170] 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
 15 사용한다. 그러나, 3GPP LTE-Advanced 시스템(이하, LTE-A 시스템)에서는 LTE 시스템보다 광대역의 시스템 대역폭을 지원하기 위해서 하나 이상의 컴포넌트 캐리어를 결합하여 사용하는 캐리어 결합(CA: Carrier Aggregation)과 같은 방법을 사용할 수 있다. 캐리어 결합은 반송파 집성, 반송파 정합, 멀티 컴포넌트 캐리어 환경(Multi-CC) 또는 멀티캐리어 환경이라는 말로 대체될 수 있다.

20 [171] 본 발명에서 멀티 캐리어는 캐리어의 결합(또는, 반송파 집성)을 의미하며, 이때 캐리어의 결합은 인접한(contiguous) 캐리어 간의 결합뿐 아니라 비인접한(non-contiguous) 캐리어 간의 결합을 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
 25 캐리어(이하, 'UL CC'라 한다.) 수가 동일한 경우를 대칭적(symmetric) 결합이라고 하고, 그 수가 다른 경우를 비대칭적(asymmetric) 결합이라고 한다. 이와 같은 캐리어

결합은 반송파 집성, 대역폭 집성(bandwidth aggregation), 스펙트럼 집성(spectrum aggregation) 등과 같은 용어와 혼용되어 사용될 수 있다.

[172] 두 개 이상의 컴포넌트 캐리어가 결합되어 구성되는 캐리어 결합은 LTE-A 시스템에서는 100MHz 대역폭까지 지원하는 것을 목표로 한다. 목표 대역보다 작은 대역폭을 가지는 1개 이상의 캐리어를 결합할 때, 결합하는 캐리어의 대역폭은 기존 IMT 시스템과의 호환성(backward compatibility) 유지를 위해서 기존 시스템에서 사용하는 대역폭으로 제한할 수 있다.

[173] 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 20MHz보다 큰 대역폭을 지원하도록 할 수 있다. 또한, 본 발명에서 사용되는 캐리어 결합 시스템은 기존 시스템에서 사용하는 대역폭과 상관없이 새로운 대역폭을 정의하여 캐리어 결합을 지원하도록 할 수도 있다.

[174] 또한, 위와 같은 캐리어 결합은 인트라-밴드 CA(Intra-band CA) 및 인터-밴드 CA(Inter-band CA)로 구분될 수 있다. 인트라-밴드 캐리어 결합이란, 다수의 DL CC 및/또는 UL CC들이 주파수상에서 인접하거나 근접하여 위치하는 것을 의미한다. 다시 말해, DL CC 및/또는 UL CC들의 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 CC들의 캐리어 주파수가 서로 다른 밴드들에 위치하는 것을 의미할 수 있다. 이와 같은 경우, 단말은 캐리어 결합 환경에서의 통신을 수행하기 위해서 복수의 RF(radio frequency)단을 사용할 수도 있다.

[175] LTE-A 시스템은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용한다. 상술한 캐리어 결합 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.

[176] 예를 들어, 특정 단말이 단 하나의 설정된 서빙 셀(configured serving cell)을 가지는 경우 1개의 DL CC와 1개의 UL CC를 가질 수 있으나, 특정 단말이 2개 이상의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우에는 셀의 수만큼의 DL CC를 가지며 UL CC의 수는 그와 같거나 그보다 작을 수 있다. 또는, 그 반대로 DL CC와 UL CC가 구성될

수도 있다. 즉, 특정 단말이 다수의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우 DL CC의 수보다 UL CC가 더 많은 캐리어 결합 환경도 지원될 수 있다.

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

[178] LTE-A 시스템에서 사용되는 셀은 프라이머리 셀(PCell: Primary Cell) 및 세컨더리 셀(SCell: Secondary Cell)을 포함한다. P셀과 S셀은 서빙 셀(Serving Cell)로 사용될 수 있다. RRC_CONNECTED 상태에 있지만 캐리어 결합이 설정되지 않았거나 캐리어 결합을 지원하지 않는 단말의 경우, P셀로만 구성된 서빙 셀이 단 하나 존재한다. 반면, RRC_CONNECTED 상태에 있고 캐리어 결합이 설정된 단말의 경우 하나 이상의 서빙 셀이 존재할 수 있으며, 전체 서빙 셀에는 P셀과 하나 이상의 S셀이 포함된다.

[179] 서빙 셀(P셀과 S셀)은 RRC 파라미터를 통해 설정될 수 있다. PhysCellId는 셀의 물리 계층 식별자로 0부터 503까지의 정수값을 가진다. SCellIndex는 S셀을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 1부터 7까지의 정수값을 가진다. ServCellIndex는 서빙 셀(P셀 또는 S셀)을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 0부터 7까지의 정수값을 가진다. 0값은 P셀에 적용되며, SCellIndex는 S셀에 적용하기 위하여 미리 부여된다. 즉, ServCellIndex에서 가장 작은 셀 ID (또는 셀 인덱스)을 가지는 셀이 P셀이 된다.

[180] P셀은 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, P셀은 캐리어 결합 환경에서 설정된 서빙 셀 중 제어관련 통신의 중심이 되는 셀을 의미한다. 즉, 단말은 자신의 P셀에서만 PUCCH를 할당 받아 전송할 수 있으며, 시스템 정보를 획득하거나 모니터링 절차를 변경하는데 P셀만을 이용할 수 있다. E-UTRAN(Evolved Universal Terrestrial Radio Access)은 캐리어 결합 환경을 지원하는 단말에게 이동성 제어 정보(mobilityControlInfo)를 포함하는 상위 계층의 RRC 연결 재설정(RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용하여 핸드오버 절차를 위해 P셀만을 변경할 수도 있다.

[181] S셀은 세컨더리 주파수(또는, Secondary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미할 수 있다. 특정 단말에 P셀은 하나만 할당되며, S셀은 하나 이상 할당될 수 있다. S셀은 RRC 연결이 설정이 이루어진 이후에 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다. 캐리어 결합 환경에서 설정된 서빙 셀 중에서 P셀을 제외한 나머지 셀들, 즉 S셀에는 PUCCH가 존재하지 않는다.

[182] E-UTRAN은 S셀을 캐리어 결합 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 S셀의 해제 및 추가에 의하여 제어될 수 있으며, 이 때 상위 계층의 RRC 연결 재설정 (RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용할 수 있다. E-UTRAN은 관련된 S셀 안에서 브로드캐스트하기 보다는 단말 별로 상이한 파라미터를 가지는 특정 시그널링(dedicated signaling) 할 수 있다.

[183] 초기 보안 활성화 과정이 시작된 이후에, E-UTRAN은 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 P셀에 부가하여 하나 이상의 S셀을 포함하는 네트워크를 구성할 수 있다. 캐리어 결합 환경에서 P셀 및 S셀은 각각의 컴포넌트 캐리어로서 동작할 수 있다. 이하의 실시예에서는 프라이머리 컴포넌트 캐리어(PCC)는 P셀과 동일한 의미로 사용될 수 있으며, 세컨더리 컴포넌트 캐리어(SCC)는 S셀과 동일한 의미로 사용될 수 있다.

[184] 도 13은 컴포넌트 캐리어(CC) 및 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어 결합의 일례를 나타내는 도면이다.

[185] 도 13(a)는 LTE 시스템에서 사용되는 단일 캐리어 구조를 나타낸다. 컴포넌트 캐리어에는 DL CC와 UL CC가 있다. 하나의 컴포넌트 캐리어는 20MHz의 주파수 범위를 가질 수 있다.

[186] 도 13(b)는 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어 결합 구조를 나타낸다. 도 13(b)의 경우에 20MHz의 주파수 크기를 갖는 3 개의 컴포넌트 캐리어가 결합된 경우를 나타낸다. DL CC와 UL CC가 각각 3 개씩 있으나, DL CC와 UL CC의 개수에 제한이 있는 것은 아니다. 캐리어 결합의 경우 단말은 3개의 CC를 동시에 모니터링할 수 있고, 하향링크 신호/데이터를 수신할 수 있고 상향링크 신호/데이터를 송신할 수 있다.

[187] 만약, 특정 셀에서 N개의 DL CC가 관리되는 경우에는, 네트워크는 단말에 M ($M \leq N$)개의 DL CC를 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 CC에 우선순위를 주어 주된 DL CC를 단말에 할당할 수 있으며, 이러한 경우 UE는 L 개의 DL CC는 반드시 모니터링해야 한다. 이러한 방식은 상향링크 전송에도 똑같이 적용될 수 있다.

- 5 [188] 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 구성될 수 있다. 구체적으로, 링크지는 UL 그랜트를 나르는 PDCCH가 전송되는 DL
10 CC와 상기 UL 그랜트를 사용하는 UL CC간의 맵핑 관계를 의미할 수 있으며, HARQ를 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.

[189] 3.2 크로스 캐리어 스케줄링(Cross Carrier Scheduling)

- 15 [190] 캐리어 결합 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.

- 20 [191] 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.

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

[193] 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.

- 30 [194] 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

5 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.

[195] 반면, DL CC 상에서의 PDCCH가 동일한 DL CC 상에서의 PDSCH 자원을 할당하거나 단일 링크된 UL CC 상에서의 PUSCH 자원을 할당하는 경우에는 CIF가

10 설정되지 않는다. 이 경우, LTE Release-8과 동일한 PDCCH 구조(동일 코딩 및 동일한 CCE 기반의 자원 매핑)와 DCI 포맷이 사용될 수 있다.

[196] 크로스 캐리어 스케줄링이 가능할 때, 단말은 CC별 전송 모드 및/또는 대역폭에 따라 모니터링 CC의 제어영역에서 복수의 DCI에 대한 PDCCH를 모니터링하는 것이 필요하다. 따라서, 이를 지원할 수 있는 검색 공간의 구성과

15 PDCCH 모니터링이 필요하다.

[197] 캐리어 결합 시스템에서, 단말 DL CC 집합은 단말이 PDSCH를 수신하도록 스케줄링된 DL CC의 집합을 나타내고, 단말 UL CC 집합은 단말이 PUSCH를 전송하도록 스케줄링된 UL CC의 집합을 나타낸다. 또한, PDCCH 모니터링 집합(monitored set)은 PDCCH 모니터링을 수행하는 적어도 하나의 DL CC의 집합을

20 나타낸다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합과 같거나, 단말 DL CC 집합의 부분집합(subset)일 수 있다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합내의 DL CC들 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 CC는 링크된 UL CC에 대한 자기-스케줄링(self-scheduling)은 항상 가능하도록 설정될

25 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.

[198] 크로스 캐리어 스케줄링이 비활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이 항상 단말 DL CC 집합과 동일하다는 것을 의미하며, 이러한 경우에는 PDCCH

30 모니터링 집합에 대한 별도의 시그널링과 같은 지시가 필요하지 않다. 그러나, 크로스 캐리어 스케줄링이 활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이 단말 DL CC

집합 내에서 정의되는 것이 바람직하다. 즉, 단말에 대하여 PDSCH 또는 PUSCH를 스케줄링하기 위하여 기지국은 PDCCH 모니터링 집합만을 통해 PDCCH를 전송한다. [199] 도 14는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 LTE-A 시스템의 서브 프레임 구조를 나타낸다.

- 5 [200] 도 14를 참조하면, LTE-A 단말을 위한 DL 서브프레임은 3개의 하향링크 컴포넌트 캐리어(DL CC)가 결합되어 있으며, DL CC 'A'는 PDCCH 모니터링 DL CC로 설정된 경우를 나타낸다. CIF가 사용되지 않는 경우, 각 DL CC는 CIF 없이 자신의 PDSCH를 스케줄링하는 PDCCH를 전송할 수 있다. 반면, CIF가 상위 계층 시그널링을 통해 사용되는 경우, 단 하나의 DL CC 'A'만이 CIF를 이용하여 자신의 PDSCH 또는 다른 CC의 PDSCH를 스케줄링하는 PDCCH를 전송할 수 있다. 이때, PDCCH 모니터링 DL CC로 설정되지 않은 DL CC 'B' 와 'C'는 PDCCH를 전송하지 않는다.

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

- 15 [202] 캐리어 결합(CA)을 지원하는 무선 접속 시스템에서 기지국 및/또는 단말들은 하나 이상의 서빙 셀들로 구성될 수 있다. 도 8에서 기지국은 A셀, B셀, C셀 및 D셀 등 총 4개의 서빙셀을 지원할 수 있으며, 단말 A는 A셀, B셀 및 C셀로 구성되고, 단말 B는 B셀, C셀 및 D셀로 구성되며, 단말 C는 B셀로 구성된 경우를 가정한다. 이때, 각 단말에 구성된 셀들 중 적어도 하나는 P셀로 설정될 수 있다. 이때, P셀은
20 항상 활성화된 상태이며, S셀은 기지국 및/또는 단말에 의해 활성화 또는 비활성화될 수 있다.

- [203] 도 15에서 구성된 셀은 기지국의 셀 중에서 단말로부터의 측정 보고(measurement report) 메시지를 기반으로 CA에 셀 추가가 가능한 셀로서 단말별로 설정가능하다. 구성된 셀은 PDSCH 신호 전송에 대한 ACK/NACK 메시지
25 전송을 위한 자원을 미리 예약해 둔다. 활성화된 셀(Activated cell)은 구성된 셀들 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
30 중단된다.

[204] 3.3 CA PUCCH (Carrier Aggregation Physical Uplink Control Channel)

[205] 캐리어 결합을 지원하는 무선 통신 시스템에서 UCI (예, 다중 ACK/NACK 비트)를 피드백 하기 위한 PUCCH 포맷이 정의될 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위해 이러한 PUCCH의 포맷을 CA PUCCH 포맷이라고 지칭한다.

5 **[206]** 도 16은 CA PUCCH의 신호 처리 과정을 예시하는 도면이다.

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

[208] 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 크기를 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(n 은 2 이상의 정수). 구체적으로, 변조 방법은 BPSK(Binary PSK), QPSK(Quadrature PSK), 8-PSK, QAM, 16-QAM, 64-QAM 등을 포함할 수 있다.

[209] 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,
30 분주기는 변조 심볼을 앞에서부터 순서대로 각각의 슬롯에 분주할 수 있다(로컬형 방식). 이 경우, 도시한 바와 같이, 변조 심볼 $c_0, c_1, \dots, c_{L/2-1}$ 은 슬롯 0에

분주되고, 변조 심볼 $c_{L/2}$, $c_{L/2+1}$, ..., c_{L-1} 은 슬롯 1에 분주될 수 있다. 또한, 변조 심볼은 각각의 슬롯으로 분주 시에 인터리빙 (또는 퍼뮤테이션) 될 수 있다. 예를 들어, 짝수 번째 변조 심볼은 슬롯 0에 분주되고 홀수 번째 변조 심볼은 슬롯 1에 분주될 수 있다. 변조 과정과 분주 과정은 순서가 바뀔 수 있다.

- 5 [210] DFT 프리코더(precoder)는 단일 반송파 파형(single carrier waveform)을 생성하기 위해 각각의 슬롯으로 분주된 변조 심볼에 대해 DFT 프리코딩(예, 12-포인트 DFT)을 수행한다. 도면을 참조하면, 슬롯0에 분주된 변조 심볼 c_0 , c_1 , ..., $c_{L/2-1}$ 은 DFT 심볼 d_0 , d_1 , ..., $d_{L/2-1}$ 로 DFT 프리코딩 되고, 슬롯1에 분주된 변조 심볼 $c_{L/2}$, $c_{L/2+1}$, ..., c_{L-1} 은 DFT 심볼 $d_{L/2}$, $d_{L/2+1}$, ..., d_{L-1} 로 DFT 프리코딩 된다. DFT 프리코딩은 상응하는 다른 선형 연산(linear operation) (예, walsh precoding)으로 대체될 수 있다.

- [211] 확산 블록(spreading block)은 DFT가 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 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 명세서에서는 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(Spreading Factor: SF))의 최대 값은 제어 정보 전송에 사용되는 SC-FDMA 심볼의 개수에 의해 제한된다. 일 예로, 한 슬롯에서 5개의 SC-FDMA 심볼이 제어 정보 전송에 사용되는 경우, 슬롯 별로 길이 5의 (준)직교 코드(w_0 , w_1 , w_2 , w_3 , w_4)가 사용될 수 있다. SF는 제어 정보의 확산도를 의미하며, 단말의 다중화 차수(multiplexing order) 또는 안테나 다중화 차수와 관련될 수 있다. SF는 1, 2, 3, 4, 5,...와 같이 시스템의 요구 조건에 따라 가변될 수 있으며, 기지국과 단말간에 미리 정의되거나, DCI 혹은 RRC 시그널링을 통해 단말에게 알려질 수 있다.

- [212] 위의 과정을 거쳐 생성된 신호는 PRB 내의 부반송파에 맵핑된 후 IFFT를 거쳐 시간 도메인 신호로 변환된다. 시간 도메인 신호에는 CP가 부가되고, 생성된 SC-FDMA 심볼은 RF단을 통해 전송된다.

[213] 3.3.1 PUCCH 통한 CSI(Channel State Information) 피드백

[214] 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: 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.

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

[216] 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 CSI가 모두 전송되거나 그 중 일부만 전송될 수도 있다. CQI는 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(Block Error Rate; BLER)을 10% 이하로 유지하면서 최대의 성능을 낼 수 있는 MCS에 해당된다.

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

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

[219] 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 PUCCH를

통해서 기지국에 전달될 수 있다. 정해진 주기에 따라 채널정보가 전송되는 서브프레임에 상향링크로 전송되는 데이터가 동시에 존재하는 경우에는, 이때는 해당 채널정보를 PUCCH이 아닌 데이터와 함께 PUSCH를 통해서 전송할 수 있다. PUCCH를 통한 주기적 보고의 경우에는 PUSCH에 비하여 제한된 비트(예를 들어, 11비트)가 사용될 수 있다. 동일한 PUSCH 상에서 RI 및 CQI/PMI 가 전송될 수 있다.

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

[221] 광대역(Wideband) CQI/PMI를 계산함에 있어서 가장 최근에 전송된 RI를 사용할 수 있다. PUCCH CSI 보고 모드(reporting mode)에서의 RI는 PUSCH CSI 보고 모드에서의 RI와 독립적(independent)이며, PUSCH CSI 보고 모드에서의 RI는 해당 PUSCH CSI 보고 모드에서의 CQI/PMI 에 대해서만 유효(valid)하다.

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

15 [223] 【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)

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

[225] CQI 피드백 타입에 따라 광대역 CQI(WB CQI: wideband CQI)와 서브 밴드(SB CQI: subband CQI)로 나뉘지며, PMI 전송 여부에 따라 No PMI와 단일(single) PMI 로 나뉜다. 표 11에서는 No PMI가 개-루프(OL: open-loop), 전송 다이버시티(TD: Transmit Diversity) 및 단일-안테나(single-antenna)의 경우에 해당하고, 단일 PMI 는

5 페-루프(CL: closed-loop)에 해당함을 나타낸다.

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

10 [227] 모드 1-1 은 단일 PMI 및 WB CQI가 전송되는 경우이다. 이 경우, RI 전송과 함께, 4 비트의 WB CQI 및 4 비트의 WB PMI가 전송될 수 있다. 추가적으로, RI가 1 초과인 경우에는, 3 비트의 WB 공간 차등 CQI(Wideband Spatial Differential CQI)가 전송될 수 있다. 2 코드워드 전송에 있어서 WB 공간 차등 CQI는, 코드워드 1 에 대한 WB CQI 인덱스와 코드워드 2 에 대한 WB CQI 인덱스의 차이 값을 나타낼 수

15 있다. 이들 차이값은 집합 $\{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$ 중 하나의 값을 가지고, 3 비트로 표현될 수 있다.

[228] 모드 2-0 은 PMI 전송은 없고 단말이 선택한(UE selected) 대역의 CQI 가 전송되는 경우이다. 이 경우 RI는 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 CQI가 전송되고, Best-1 CQI는 4 비트로 표현될 수 있다. 또한, Best-1을 지시하는 L 비트의 지시자(indicator)가 함께 전송될 수 있다. RI가 1 초과인 경우에는, 제 1 코드워드에 대한 CQI 가 전송될 수 있다.

[229] 모드 2-1 은 단일 PMI 및 단말이 선택한(UE selected) 대역의 CQI가 전송되는 경우이다. 이 경우, RI 전송과 함께, 4 비트의 WB CQI, 3 비트의 WB 공간 차등 CQI

25 및 4 비트의 WB PMI가 전송될 수 있다. 추가적으로, 각각의 대역폭 부분(BP)에서 4 비트의 Best-1 CQI가 전송되고, L 비트의 Best-1 지시자가 함께 전송될 수 있다. 추가적으로, RI가 1 초과인 경우에는, 3 비트의 Best-1 공간 차등 CQI가 전송될 수 있다. 이는 2 코드워드 전송에 있어서, 코드워드 1의 Best-1 CQI 인덱스와 코드워드 2의 Best-1 CQI 인덱스의 차이값을 나타낼 수 있다.

30 [230] 각 전송 모드(transmission mode)에 대하여 다음과 같이 주기적인 PUCCH CSI 보고 모드가 지원된다.

1) 전송 모드 1: 모드 1-0 및 2-0

2) 전송 모드 2: 모드 1-0 및 2-0

3) 전송 모드 3: 모드 1-0 및 2-0

4) 전송 모드 4: 모드 1-1 및 2-1

5) 전송 모드 5: 모드 1-1 및 2-1

6) 전송 모드 6: 모드 1-1 및 2-1

7) 전송 모드 7: 모드 1-0 및 2-0

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

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

[231] 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.

[232] 단말이 선택한 SB CQI에서 특정 서빙 셀의 특정 서브프레임에서 CQI 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.

[233] N_{RB}^{DL} 은 서빙 셀 시스템 대역폭의 자원 블록(RB) 개수를 나타낸다. 시스템 대역폭은 N (1, 2, 3, ..., N) 개의 SB CQI로 나뉠 수 있다. 하나의 SB CQI는 아래 표 15에서 정의하는 k 개의 RB 를 포함할 수 있다. 전체 대역폭의 RB 개수가 k 의 정수배가 아닌 경우($\lceil N_{RB}^{DL}/k \rceil - \lfloor N_{RB}^{DL}/k \rfloor > 0$)에, 마지막 (N 번째) SB CQI를 구성하는 RB의 개수는 수학적식 4 에 의해 결정될 수 있다.

[234] 【수학적식 4】

$$N_{RB}^{DL} - k \cdot \lfloor N_{RB}^{DL} / k \rfloor$$

[235] 표 17은 서브밴드 크기(k) 및 대역폭 부분(BP)과 하향링크 시스템 대역폭(N_{RB}^{DL})의 관계를 나타낸다.

[236] 【표 17】

System Bandwidth N_{RB}^{DL}	Subband Size k (RBs)	Bandwidth Parts (J)
6 – 7	NA	NA
8 – 10	4	1
11 – 26	4	2
27 – 63	6	3
64 – 110	8	4

[237] 또한, N_j 개의 CQI 서브밴드들은 하나의 BP를 구성하고, 시스템 대역폭은 J 개의 BP로 나눌 수 있다. $J=1$ 인 경우 N_j 는 $\lceil N_{RB}^{DL}/k/J \rceil$ 와 같고, $J>1$ 인 경우 N_j 는 $\lceil N_{RB}^{DL}/k/J \rceil$ 또는 $\lceil N_{RB}^{DL}/k/J \rceil - 1$ 와 같다. 단말은 BP 중에서 선호하는 최적의 하나(Best-1)의 CQI 서브밴드에 대한 CQI 인덱스를 계산하고 PUCCH를 통해 CQI 인덱스를 전송할 수 있다. 이 때, 하나의 BP에서 선택된 Best-1 CQI 서브밴드가 어떤 것인지를 나타내는 Best-1 지시자가 함께 전송될 수 있다. Best-1 지시자는 L 비트로 구성될 수 있고, L 은 수학적 식 5와 같다.

10 [238] 【수학적 식 5】

$$L = \lceil \log_2 \lceil N_{RB}^{DL} / k / J \rceil \rceil$$

[239] 위와 같은 방식으로 단말이 선택한(UE selected) CQI 보고 모드에 있어서, CQI 인덱스가 계산되는 주파수 대역을 결정할 수 있다.

[240] 이하, CQI 전송 주기에 대하여 설명한다.

15 [241] 표 18은 각 PUCCH CSI 보고 모드의 CQI 및 PMI 페이로드 크기(payload size)를 나타낸다.

[242] 【표 18】

PUCCH Format	Reported	Mode State	PUCCH Reporting Modes			
			Mode 1-1 (bits/BP)	Mode 2-1 (bits/BP)	Mode 1-0 (bits/BP)	Mode 2-0 (bits/BP)
1	Sub-band CQI	RI = 1	NA	4+L	NA	4+L
		RI > 1	NA	7+L	NA	4+L
1a	Sub-band CQI / second PMI	8 antenna ports RI = 1	NA	8+L	NA	NA
		8 antenna ports $1 < RI < 5$	NA	9+L	NA	NA
		8 antenna ports RI > 4	NA	7+L	NA	NA
2	Wideband CQI/PMI	2 antenna ports RI = 1	6	6	NA	NA
		4 antenna ports RI = 1	8	8	NA	NA

2a	Wideband first PMI	2 antenna ports $RI > 1$	8	8	NA	NA
		4 antenna ports $RI > 1$	11	11	NA	NA
		8 antenna ports $RI < 3$	NA	4	NA	NA
		8 antenna ports $2 < RI < 8$	NA	2	NA	NA
		8 antenna ports $RI = 8$	NA	0	NA	NA
2b	Wideband CQI / second PMI	8 antenna ports $RI = 1$	8	8	NA	NA
		8 antenna ports $1 < RI < 4$	11	11	NA	NA
		8 antenna ports $RI = 4$	10	10	NA	NA
		8 antenna ports $RI > 4$	7	7	NA	NA
2c	Wideband CQI / first PMI / second PMI	8 antenna ports $RI = 1$	8	-	NA	NA
		8 antenna ports $1 < RI \leq 4$	11	-	NA	NA
		8 antenna ports $4 < RI \leq 7$	9	-	NA	NA
		8 antenna ports $RI = 8$	7	-	NA	NA
3	RI	2-layer spatial multiplexing	1	1	1	1
		4-layer spatial multiplexing	2	2	2	2
		8-layer spatial multiplexing	3	3	NA	NA
4	Wideband CQI	$RI = 1$ or $RI > 1$	NA	NA	4	4
5	RI/ first PMI	8 antenna ports, 2-layer spatial multiplexing	4	NA	NA	NA
		8 antenna ports, 4 and 8-layer spatial multiplexing	5			
6	RI/PTI	8 antenna ports, 2-layer spatial multiplexing	NA	2	NA	NA
		8 antenna ports, 4-layer spatial multiplexing	NA	3	NA	NA
		8 antenna ports, 8-layer spatial multiplexing	NA	4	NA	NA

[243] 표 18을 참조하면, PUCCH CSI 보고 모드를 위해 지원되는 각 CQI/PMI 및 RI 보고 타입은 다음과 같다.

[244] 보고 타입 1은 단말이 선택한 서브밴드에 대한 CQI 피드백을 지원한다.

5 [245] 보고 타입 1a는 서브밴드 CQI와 두 번째 PMI 피드백을 지원한다.

[246] 보고 타입 2, 2b, 2c는 WB CQI와 PMI 피드백을 지원한다.

[247] 보고 타입 2a는 WB PMI 피드백을 지원한다.

[248] 보고 타입 3은 RI 피드백을 지원한다.

[249] 보고 타입 4는 WB CQI를 지원한다.

10 [250] 보고 타입 5는 RI와 WB PMI 피드백을 지원한다.

[251] 보고 타입 6은 RI와 PTI 피드백을 지원한다.

[252] 단말은 채널정보의 전송 주기와 오프셋의 조합으로 이루어진 정보를 상위 계층에서 RRC 시그널링(signaling)을 통해서 전송 받을 수 있다. 단말은 제공받은 채널 정보 전송 주기에 대한 정보에 기초하여 채널 정보를 기지국으로 전송할 수

15 있다. 각 서빙 셀에서, CQI/PMI 보고를 위한 서브프레임 내에서의 주기 N_{pd} 와

서브프레임 내에서의 오프셋 $N_{OFFSET,CQI}$ 은 상위 계층 시그널링에 의해 설정된 'cqi-pmi-ConfigIndex'($I_{CQI/PMI}$) 파라미터에 기초하여 결정된다(표 14 및 15 참조). RI 보고를 위한 주기 M_{RI} 와 관련된 오프셋 $N_{OFFSET,RI}$ 은 상위 계층 시그널링에 의해 설정된 'ri-ConfigIndex'(I_{RI}) 파라미터에 기초하여 결정된다(표 16 참조). RI 보고를

5 위한 오프셋 $N_{OFFSET,RI}$ 은 $\{0, -1, \dots, -(N_{pd} - 1)\}$ 값을 가진다. 단말이 하나의 CSI 서브프레임 세트 이상을 보고하는 것으로 설정된 경우, 'cqi-pmi-ConfigIndex' 및 'ri-ConfigIndex'는 각각 서브프레임 세트 1에 대한 CQI/PMI 및 RI의 주기와 오프셋에 대응되고, 'cqi-pmi-ConfigIndex2' 및 'ri-ConfigIndex2'는 각각 서브프레임 세트 2에 대한 CQI/PMI 및 RI의 주기와 오프셋에 대응된다.

- 10 [253] 표 19는 FDD에서 $I_{CQI/PMI}$ 파라미터의 N_{pd} 및 $N_{OFFSET,CQI}$ 와의 매핑 관계를 나타낸다.

[254] [표 19]

$I_{CQI/PMI}$	Value of N_{pd}	Value of $N_{OFFSET,CQI}$
$0 \leq I_{CQI/PMI} \leq 1$	2	$I_{CQI/PMI}$
$2 \leq I_{CQI/PMI} \leq 6$	5	$I_{CQI/PMI} - 2$
$7 \leq I_{CQI/PMI} \leq 16$	10	$I_{CQI/PMI} - 7$
$17 \leq I_{CQI/PMI} \leq 36$	20	$I_{CQI/PMI} - 17$
$37 \leq I_{CQI/PMI} \leq 76$	40	$I_{CQI/PMI} - 37$
$77 \leq I_{CQI/PMI} \leq 156$	80	$I_{CQI/PMI} - 77$
$157 \leq I_{CQI/PMI} \leq 316$	160	$I_{CQI/PMI} - 157$
$I_{CQI/PMI} = 317$	Reserved	
$318 \leq I_{CQI/PMI} \leq 349$	32	$I_{CQI/PMI} - 318$
$350 \leq I_{CQI/PMI} \leq 413$	64	$I_{CQI/PMI} - 350$
$414 \leq I_{CQI/PMI} \leq 541$	128	$I_{CQI/PMI} - 414$
$542 \leq I_{CQI/PMI} \leq 1023$	Reserved	

- 15 [255] 표 20은 TDD에서 $I_{CQI/PMI}$ 파라미터의 N_{pd} 및 $N_{OFFSET,CQI}$ 와의 매핑 관계를 나타낸다.

[256] [표 20]

$I_{CQI/PMI}$	Value of N_{pd}	Value of $N_{OFFSET,CQI}$
$I_{CQI/PMI} = 0$	1	$I_{CQI/PMI}$
$1 \leq I_{CQI/PMI} \leq 5$	5	$I_{CQI/PMI} - 1$
$6 \leq I_{CQI/PMI} \leq 15$	10	$I_{CQI/PMI} - 6$
$16 \leq I_{CQI/PMI} \leq 35$	20	$I_{CQI/PMI} - 16$
$36 \leq I_{CQI/PMI} \leq 75$	40	$I_{CQI/PMI} - 36$
$76 \leq I_{CQI/PMI} \leq 155$	80	$I_{CQI/PMI} - 76$
$156 \leq I_{CQI/PMI} \leq 315$	160	$I_{CQI/PMI} - 156$
$316 \leq I_{CQI/PMI} \leq 1023$	Reserved	

[257] 표 21은 TDD에서 I_{RI} 파라미터의 M_{RI} 및 $N_{OFFSET,RI}$ 와의 매핑 관계를 나타낸다.

[258] 【표 21】

I_{RI}	Value of M_{RI}	Value of $N_{OFFSET,RI}$
$0 \leq I_{RI} \leq 160$	1	$-I_{RI}$
$161 \leq I_{RI} \leq 321$	2	$-(I_{RI} - 161)$
$322 \leq I_{RI} \leq 482$	4	$-(I_{RI} - 322)$
$483 \leq I_{RI} \leq 643$	8	$-(I_{RI} - 483)$
$644 \leq I_{RI} \leq 804$	16	$-(I_{RI} - 644)$
$805 \leq I_{RI} \leq 965$	32	$-(I_{RI} - 805)$
$966 \leq I_{RI} \leq 1023$	Reserved	

5

[259] 3.3.1.1 WB CQI/PMI 보고

[260] WB CQI/PMI 보고를 위한 서브프레임은 아래 수학적 6을 만족한다.

[261] 【수학적 6】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI}) \bmod (N_{pd}) = 0$$

10 [262] RI 보고가 설정된 경우, RI 보고의 보고 간격은 서브프레임 내에서 주기 N_{pd} 의 정수배 M_{RI} 와 같다. RI 보고를 위한 서브프레임은 아래 수학적 7을 만족한다.

[263] 【수학적 7】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI} - N_{OFFSET,RI}) \bmod (N_{pd} \cdot M_{RI}) = 0$$

15 [264] 3.3.1.2 WB CQI/PMI 및 SB CQI 보고

[265] WB CQI/PMI와 SB CQI 보고가 모두 설정된 경우, WB CQI/PMI 및 SB CQI 보고를 위한 서브프레임은 아래 수학적 식 8을 만족한다.

[266] 【수학적 식 8】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{OFFSET, CQI}) \bmod N_{pd} = 0$$

5 [267] PTI가 전송되지 않는 경우 또는 가장 최근에 전송된 PTI가 1과 같을 때, WB CQI/WB PMI(또는 전송모드 9에서 WB CQI/WB 두 번째 PMI) 보고는 주기 $H \cdot N_{pd}$ 를 가지며, 서브프레임은 아래 수학적 식 9를 만족한다.

[268] 【수학적 식 9】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{OFFSET, CQI}) \bmod (H \cdot N_{pd}) = 0$$

10 [269] 여기서, H 는 $H = J \cdot K + 1$ 를 만족하며, J 는 BP의 수를 나타낸다.

[270] 두 연속적인 WB CQI/WB PMI(또는 전송모드 9에서 WB CQI/WB 두 번째 PMI) 보고 간에는, $J \cdot K$ 보고는 두 연속적인 WB CQI/WB PMI 간의 간격이 시스템 프레임 번호 전송이 0으로 인하여 $J \cdot K$ 보고보다 작을 때를 제외하고 BP의 총 사이클(full cycles) K 인 SB CQI 보고를 위한 시퀀스가 사용된다. 이와 같은 경우에 단말은 두 WB CQI/WB PMI(또는 전송모드 9에서 WB CQI/WB 두 번째 PMI)의 두 번째 전에 전송하지 않은 SB CQI를 보고하지 않을 수 있다. 각 BP의 총 사이클은 0번째 BP에서 $J-1$ 번째 BP까지 증가되는 순서를 가지고, K 파라미터는 상위 계층 시그널링에 의해 설정될 수 있다.

15 [271] 반면, 가장 최근에 전송된 PTI가 0과 같을 때, 첫 번째 WB PMI는 주기 $H' \cdot N_{pd}$ 를 가지고, 서브프레임은 아래 수학적 식 10을 만족한다.

[272] 【수학적 식 10】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{OFFSET, CQI}) \bmod (H' \cdot N_{pd}) = 0$$

[273] 여기서, H' 는 상위계층에 의하여 시그널링된다.

20 [274] 두 연속적인 첫 번째 WB PMI 보고 사이에서 남은 보고는 WB CQI에서 두 번째 WB PMI가 사용될 수 있다.

[275] RI 보고가 설정된 경우, RI의 보고 간격은 WB CQI/PMI 주기 $H \cdot N_{pd}$ 의 M_{RI} 배이다. RI는 WB CQI/PMI 및 SB CQI 보고와 동일한 PUCCH 순환 시프트(cyclic shift) 자원을 통해 보고되며, RI 보고를 위한 서브프레임은 아래 수학적 식 11을 만족한다.

[276] 【수학적 식 11】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI} - N_{OFFSET,RI}) \bmod (H \cdot N_{pd} \cdot M_{RI}) = 0$$

[277] 한편, 하나의 서빙 셀의 PUCCH 포맷 3, 5 또는 6을 가지는 CSI 보고와 동일한 서빙 셀의 PUCCH 포맷 1, 1a, 2, 2a, 2b, 2c 또는 4을 가지는 CSI 보고가 충돌이 일어나는 경우, 낮은 우선 순위의 PUCCH 포맷(1, 1a, 2, 2a, 2b, 2c 또는 4)을 가지는 CSI 보고를 드롭(drop)된다.

[278] 단말이 하나 이상의 서빙 셀이 설정된 경우, 단말은 단 하나의 서빙 셀의 CSI 보고를 정해진 서브프레임에서 전송한다. 정해진 서브프레임에서, 하나의 서빙 셀의 PUCCH 포맷 3, 5, 6 또는 2a을 가지는 CSI 보고와 다른 서빙 셀의 PUCCH 포맷 1, 1a, 2, 2b, 2c, or 4를 가지는 CSI 보고가 충돌이 일어나는 경우, 낮은 우선 순위의 PUCCH 포맷(1, 1a, 2, 2b, 2c 또는 4)을 가지는 CSI 보고는 드롭된다. 또한, 정해진 서브프레임에서, 하나의 서빙 셀의 PUCCH 포맷 2, 2b, 2c, or 4를 가지는 CSI 보고와 다른 서빙 셀의 PUCCH 포맷 1 또는 1a을 가지는 CSI 보고가 충돌이 일어나는 경우, 낮은 우선 순위의 PUCCH 포맷(1, 1a)을 가지는 CSI 보고는 드롭된다.

[279] 정해진 서브프레임에서, 동일한 우선 순위의 PUCCH 포맷을 가지는 서로 다른 서빙 셀의 CSI 보고 간에 충돌이 일어나는 경우, 가장 낮은 'ServCellIndex'를 가지는 서빙 셀의 CSI 가 보고되고, 이외 모든 서빙 셀의 CSI 보고는 드롭된다.

[280] CSI와 HARQ-ACK/NACK의 충돌 시 단말의 동작과 해당 PUCCH 포맷 할당은 다음과 같다.

[281] 정해진 PUCCH 포맷의 CSI 보고는 PUCCH 자원 $n_{PUCCH}^{(2,p)}$ 를 통해 전송될 수 있다. 여기서, $n_{PUCCH}^{(2,p)}$ 는 단말 특정(UE specific)하며 각 서빙 셀에 대하여 상위 계층에 의해 설정된다. 동일한 서브프레임에서 CSI와 능동적 SR 간의 충돌이 일어나는 경우 CSI는 드롭된다.

[282] TDD 주기적 CQI/PMI 보고에서, TDD 상향링크/하향링크 구성(configuration)에 따라 다음과 같은 주기 값이 적용된다.

[283] 보고 주기 $N_{pd} = 1$ 는 TDD 상향링크/하향링크 구성 0, 1, 3, 4, 6에만 적용된다. 여기서 무선 프레임의 모든 상향링크 서브프레임은 CQI/PMI 보고에 이용된다.

[284] 보고 주기 $N_{pd} = 5$ 는 TDD 상향링크/하향링크 구성 0, 1, 2, 6에만 적용된다.

[285] 보고 주기 $N_{pd} = \{10, 20, 40, 80, 160\}$ 는 모든 TDD 상향링크/하향링크 구성에

적용될 수 있다.

[286] $N_{RB}^{DL} \leq 7$ 인 서빙 셀에서 모든 2-0 및 모드 2-1은 지원되지 않는다.

[287] 표 22는 PUCCH 모드 1-1 서브모드(submode) 2의 서브샘플링(subsampling) 코드북을 나타낸다. 여기서, i_1 는 첫 번째 PMI를 나타내고, i_2 는 두 번째 PMI를 나타낸다.

[288] 【표 22】

RI	i_1		#bits	i_2		total #bits
	#bits	values		#bits	values	
1	3	{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14},	1		{0, 2}	4
2	3	{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14}	1		{0, 1}	4
3	1	{0, 2}	3		{0, 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11}	4
4	1	{0, 1}	3		{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}	4
5	2	{0, 1, 2, 3}	0		{0}	2
6	2	{0, 1, 2, 3}	0		{0}	2
7	2	{0, 1, 2, 3}	0		{0}	2
8	0	{0}	0		{0}	0

[289] 표 23은 PUCCH 모드 1-1 서브모드 1에서 RI와 i_1 의 조인트 인코딩(joint encoding)을 나타낸다. 여기서 i_1 는 첫 번째 PMI를 나타낸다.

10 [290] 【표 23】

hypotheses	RI	i_1
		values
0-7	1	{0,2,4,6,8,12,14}
8-15	2	{0,2,4,6,8,12,14}
16-17	3	{0,2}
18-19	4	{0,2}
20-21	5	{0,2}
22-23	6	{0,2}
24-25	7	{0,2}
26	8	{0}
27-31	reserved	NA

[291] 표 24는 PUCCH 모드 2-1의 서브샘플링(subsampling) 코드북을 나타낸다. 여기서, i_2 는 두 번째 PMI를 나타낸다.

[292] 【표 24】

RI	i_2	
	#bits	values

1	4	No subsampling
2	2	{0, 2, 4, 6}
3	2	{2, 3, 10, 11}
4	2	{0, 2, 4, 6}
5	0	{0}
6	0	{0}
7	0	{0}
8	0	{0}

[293] 주기적인 보고 모드에서 서빙 셀에 대한 RI 보고는 주기적 CSI 보고 모드에서 서빙 셀에 대한 CQI/PMI 보고를 위해서만 유효(valid)하다.

[294] CQI/PMI 계산은 마지막 보고된 RI에 조건적이나(conditioned), 마지막 보고된 RI가 없는 경우 비트맵 파라미터 'codebookSubsetRestriction'에 의하여 주어진 가장 낮은 가능한 RI에 조건적으로 계산된다. 하나 이상의 CSI 서브프레임 세트를 위한 보고가 설정된 경우, CQI/PMI는 CQI/PMI 보고와 동일한 서브프레임에 링크된 마지막 보고된 RI에 조건적으로 계산된다.

10 [295] 3.3.1.3 광대역 피드백(Wideband feedback)

[296] 1) 모드 1-0

[297] RI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면(전송 모드 3에서만 전송), 단말은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정하여 RI를 결정하고, 하나의 RI를 포함하는 보고 타입 3으로 보고한다.

15 [298] CQI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단말은 서브밴드 세트(S)를 가정하여 계산된 하나의 WB CQI 값을 포함하는 보고 타입 4로 보고한다. 전송 모드 3에서 CQI는 마지막 보고된 주기적 RI에 조건적으로 계산된다. 다른 전송 모드에서 CQI는 랭크(rank) 1 전송에 조건적으로 계산된다.

[299] 2) 모드 1-1

20 [300] RI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면(전송 모드 4, 8, 9에서만 전송), 단말은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정하여 RI를 결정하고, 하나의 RI를 포함하는 보고 타입 3으로 보고한다.

[301] RI와 첫 번째 PMI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면(전송 모드 9의 서브모드 1이고, CSI-RS 포트가 설정된 경우에만 전송), 단말은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정하여 RI를 결정하고, 서브밴드 세트(S) 전송을 가정한 코드북 서브세트(codebook subset)에서 선택된 단일의 프리코딩 행렬(precoding matrix)에 따라
25 조인트 인코딩(joint encoding)된 RI와 첫 번째 PMI를 포함하는 보고 타입 5으로

보고한다.

PCT/KR 2015. 1003044

[302] CQI/PMI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단일의 프리코딩 행렬은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정한 코드북 서브세트에서 선택되고, 단말은 타입 2/2b/2c로 보고할 수 있다. 이때, 서브밴드 세트(S) 전송과 모든 서브밴드 내에
5 단일의 프리코딩 행렬의 사용을 가정하여 계산된 단일의 WB CQI 값을 포함한다. 또한, 전송 모드 4와 8의 경우, 단말은 선택된 단일의 두 번째 PMI로 구성된 보고 타입 2로 보고할 수 있다. 또한, 전송 모드 9 서브모드 1의 경우, 단말은 선택된 단일의 첫 번째 PMI로 구성된 보고 타입 2b로 보고할 수 있다. 또한, 전송 모드 9의 서브모드 2인 경우, 단말은 단일의 선택된 프리코딩 행렬에 따른 첫 번째 및 두
10 번째 PMI로 구성된 보고 타입 2c로 보고할 수 있다. 또한, $RI > 1$ 인 경우, 3 비트의 공간적 차이를 가지는 WB CQI를 보고할 수 있다.

[303] 전송 모드 4, 8 및 9에서 PMI와 CQI는 마지막 보고된 주기적 RI에 조건적으로 계산된다. 다른 전송 모드의 경우 랭크(rank) 1 전송에 조건적으로 계산된다.

[304] 3.3.1.4 단말 선택적 서브밴드 피드백(UE Selected subband feedback)

[305] 1) 모드 2-0

[306] RI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면(전송 모드 3에서만 전송), 단말은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정하여 RI를 결정하고, 하나의 RI를 포함하는 보고 타입
20 3으로 보고한다.

[307] WB CQI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단말은 서브밴드 세트(S)를 가정하여 계산된 하나의 WB CQI 값을 포함하는 보고 타입 4로 보고한다. $RI > 1$ 인 경우, WB CQI는 첫 번째 코드워드(codeword)의 채널 품질을 나타낸다. 전송 모드 3에서 CQI는 마지막 보고된 주기적 RI에 조건적으로 계산된다. 다른 전송 모드에서
25 CQI는 랭크(rank) 1 전송에 조건적으로 계산된다.

[308] SB CQI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단말은 N_j 개의 서브밴드 세트로 구성된 J 개의 BP 중에서 선호하는 최적의 하나(Best-1)를 선택하고(표 15참조), 선호하는 서브밴드 지시자(L)에 따라 결정된 BP의 선택된 서브밴드 전송을 반영하는 하나의 CQI 값을 포함하는 보고 타입 1로 보고할 수 있다. 각 BP를 위한
30 보고 타입 1은 교대로 보고될 수 있다. $RI > 1$ 인 경우, CQI는 첫 번째 코드워드(codeword)의 채널 품질을 나타낸다. 전송 모드 3에서 선호하는 서브밴드

선택과 CQI 값은 마지막 보고된 주기적 RI에 조건적으로 계산된다. 다른 전송 모드에서 CQI는 랭크(rank) 1 전송에 조건적으로 계산된다.

[309] 2) 모드 2-1

[310] RI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면(전송 모드 4, 8, 9이고, 설정된 CSI-RS 포트의 수가 2 또는 4인 경우에만 전송), 단말은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정하여 RI를 결정하고, 하나의 RI를 포함하는 보고 타입 3으로 보고한다.

[311] CSI-RS 포트의 수가 8이고 전송 모드 9에서 RI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단말은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정하여 RI를 결정하고, 단말은 PTI(Precoder Type Indication)를 결정하며, 하나의 RI와 PTI를 포함하는 보고 타입 6으로 보고한다.

[312] WB CQI/PMI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단일의 프리코딩 행렬은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정한 코드북 서브세트에서 선택된다. 전송 모드 9를 제외하고, 단말은 타입 2로 보고할 수 있다. 이때, 서브밴드 세트(S) 전송과 모든 서브밴드 내에 단일의 프리코딩 행렬의 사용을 가정하여 계산된 단일의 WB CQI 값과 단일의 선택된 PMI를 포함한다. 또한, $RI > 1$ 인 경우, 3 비트의 공간적 차이를 가지는 WB CQI를 보고할 수 있다.

[313] 전송 모드 9인 경우, 단말은 $PTI=0$ 이면 보고 타입 2a로 보고할 수 있으며, $PTI=1$ 이거나 CSI-RS 포트의 수가 2 또는 4로 설정된 경우 보고 타입 2b로 보고할 수 있다. 이때, $PTI=0$ 인 경우, 단일의 선택된 프리코딩 행렬에 따라 첫 번째 PMI를 포함한다. 반면, $PTI=1$ 인 경우, 서브밴드 세트(S) 전송과 모든 서브밴드 내에 단일의 프리코딩 행렬의 사용을 가정하여 계산된 단일의 WB CQI 값과 단일의 선택된 프리코딩 행렬에 따라 두 번째 PMI를 포함한다. 또한, $PTI=1$ 인 경우, $RI > 1$ 이면 3 비트의 공간적 차이를 가지는 WB CQI를 보고할 수 있다.

[314] 전송 모드 4, 8 및 9에서 PMI와 CQI는 마지막 보고된 주기적 RI에 조건적으로 계산된다. 다른 전송 모드의 경우 랭크(rank) 1 전송에 조건적으로 계산된다.

[315] 단말이 선택한 SB CQI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단말은 N_j 개의 서브밴드 세트로 구성된 J 개의 BP 중에서 선호하는 최적의 하나(Best-1)를 선택하고(표 20 참조), CSI-RS 포트의 수가 8로 설정된 전송 모드 9를 제외하고 단말은 선호하는 서브밴드 지시자(L)에 따라 결정된 BP의 선택된 서브밴드 전송을 반영하는 코드워드 0에 대한 CQI 값을 포함하는 보고 타입 1로 보고할 수 있다.

RI>1인 경우, 코드워드 1의 오프셋 레벨에 대한 추가적인 3 비트의 공간적 차이를 가지는 SB CQI를 보고할 수 있다. 이때, 코드워드 1의 오프셋 레벨은 코드워드 0을 위한 SB CQI 인덱스에서 코드워드 1을 위한 SB CQI 인덱스의 차를 나타내며, 서브밴드 세트(S) 전송과 모든 서브밴드 내에 단일의 프리코딩 행렬의 사용을
5 가정하여 SB CQI가 계산될 수 있다.

[316] CSI-RS 포트의 수가 8로 설정된 전송 모드 9인 경우, PTI=0이면 단말은 보고 타입 2b로 보고할 수 있다. 이때, 서브밴드 세트(S) 전송과 모든 서브밴드 내에 단일의 프리코딩 행렬의 사용을 가정하여 계산된 WB CQI 값과 서브밴드 세트(S) 전송을 가정하여 코드북 서브세트에서 선택된 선호하는 프리코딩 행렬의 두 번째
10 PMI를 포함한다. RI>1인 경우, 코드워드 1의 오프셋 레벨에 대한 추가적인 3 비트의 공간적 차이를 가지는 SB CQI를 보고할 수 있다. 이때, 코드워드 1의 오프셋 레벨은 코드워드 0을 위한 SB CQI 인덱스에서 코드워드 1을 위한 SB CQI 인덱스의 차를 나타내며, 서브밴드 세트(S) 전송과 모든 서브밴드 내에 단일의 프리코딩 행렬의 사용을 가정하여 SB CQI가 계산될 수 있다.

[317] 전송 모드 9에서 PTI=1인 경우, 단말은 BP 당 보고 타입 1a로 보고할 수 있다. 이때, 선호하는 서브밴드 지시자(L)에 따라 결정된 BP의 선택된 서브밴드 전송을 반영하는 코드워드 0에 대한 CQI 값을 포함한다. 또한, 결정된 선호하는 서브밴드 지시자(L)에 따라 결정된 BP의 선택된 서브밴드 전송을 가정하여 코드북 서브세트에서 선택된 선호하는 프리코딩 행렬의 두 번째 PMI를 포함한다. RI>1인
20 경우, 코드워드 1의 오프셋 레벨에 대한 추가적인 3 비트의 공간적 차이를 가지는 SB CQI를 보고할 수 있다. 이때, 코드워드 1의 오프셋 레벨은 코드워드 0을 위한 SB CQI 인덱스에서 코드워드 1을 위한 SB CQI 인덱스의 차를 나타내며, 서브밴드 세트(S) 전송과 모든 서브밴드 내에 단일의 프리코딩 행렬의 사용을 가정하여 SB CQI가 계산될 수 있다.

[318] 전송 모드 4, 8 및 9에서 서브밴드 선택과 CQI는 마지막 보고된 주기적 WB PMI와 RI에 조건적으로 계산된다. 다른 전송 모드의 경우 마지막으로 보고된 PMI와 랭크(rank) 1 전송에 조건적으로 계산된다.

[319] 한편, 상위 계층에 의하여 제공되는 'ttiBundling' 파라미터가 'TRUE'로 설정되고, 서브프레임 번들링(bundling) 동작 중에 UL-SCH이 주기적 CSI 보고와
30 충돌되는 경우, 단말은 해당 서브프레임에서 정해진 PUCCH 포맷의 주기적 CSI 보고를 드롭(drop)할 수 있다. 그리고 해당 서브프레임에서 PUSCH 전송과 주기적

CSI 보고 페이로드를 다중화하지 않을 수 있다.

[320] 4. 256QAM 지원을 위한 CSI 피드백 방법

[321] 4.1 제한된 CSI 측정

- 5 **[322]** 무선 네트워크에서 셀 간에 미치는 간섭에 따른 영향을 줄이기 위해서 네트워크 개체간에 협력 동작을 수행할 수 있다. 예를 들어, 셀 A가 데이터를 전송하는 특정 서브프레임 동안 셀 A 이외의 다른 셀들은 공용 제어 정보만을 전송하고 데이터는 전송하지 않게 제한함으로써, 셀 A에서 데이터 수신을 받고 있는 사용자에게 대한 간섭을 최소화할 수 있다.
- 10 **[323]** 이와 같은 방법으로, 네트워크 내에 셀 간에 협력을 통해 특정 순간에 데이터를 전송하는 셀을 제외한 다른 셀들에서 최소한의 공용 제어 정보만을 전송함으로써 셀 간 미치는 간섭의 영향을 줄일 수 있다.
- [324]** 이를 위해, 상위 계층에서 두 개의 CSI 측정 서브프레임 집합 CCSI,0 및 CCSI,1을 설정하는 경우, 단말은 자원 제한 측정(RRM: Resource-Restricted Measurement) 동작을 수행할 수 있다. 이때, 두 측정 서브프레임 집합에 해당하는 CSI 참조 자원은 두 개의 서브프레임 집합 중 하나에만 속하는 것을 가정한다.
- 15 **[325]** 다음 표 25는 CSI 서브프레임 집합(Subframe Set)을 설정하는 상위 계층 신호의 일례를 나타낸다.

[326] 【표 25】

CQI-ReportConfig-r10 ::= SEQUENCE {			
cqi-ReportAperiodic-r10	CQI-ReportAperiodic-r10	OPTIONAL,	-- Need
ON			
nomPDSCH-RS-EPRE-Offset	INTEGER (-1..6),		
cqi-ReportPeriodic-r10	CQI-ReportPeriodic-r10	OPTIONAL,	-- Need
ON			
pmi-RI-Report-r9	ENUMERATED {setup}	OPTIONAL,	--
Cond PMIRIPCell			
csi-SubframePatternConfig-r10	CHOICE {		
release	NULL,		
setup	SEQUENCE {		
csi-MeasSubframeSet1-r10	MeasSubframePattern-r10,		
csi-MeasSubframeSet2-r10	MeasSubframePattern-r10		
}			
		OPTIONAL	-- Need ON
}			

- 20 **[327]** 표 14는 CSI 서브프레임 집합을 설정하기 위해 전송되는 CQI 보고 구성(CQI-Report Config) 메시지의 일례를 나타낸다. 이때, CQI 보고 구성 메시지에는 비주기적 CQI 보고(cqi-ReportAperiodic-r10) IE, nomPDSCH-RS-EPRE-Offset IE, 주기적

CQI 보고 (cqi-ReportPeriodci-r10) IE, PMI-RI 리포트(pmi-RI-Report-r9) IE 및 CSI 서브프레임패턴구성(csi-subframePatternConfig) IE가 포함될 수 있다. 이때, CSI 서브프레임패턴구성 IE는 서브프레임 집합 별로 측정서브프레임패턴을 나타내는 CSI 측정서브프레임집합1 정보(csi-MeasSubframeSet1) IE 및 CSI 측정서브프레임집합2 정보(csi-MeasSubframeSet2) IE를 포함한다.

[328] 여기서 CSI 측정서브프레임집합1(csi-MeasSubframeSet1-r10) 정보요소(IE: Information Element) 및 CSI 측정서브프레임집합2(csi-MeasSubframeSet2-r10) IE는 40 비트 비트맵 정보로서 각 서브프레임 집합에 속하는 서브프레임에 대한 정보를 나타낸다. 또한, 비주기적 CQI보고 (CQI-ReportAperiodic-r10) IE는 단말에 대한 비주기적 CQI 보고를 위한 설정을 수행하기 위한 IE이며, 주기적 CQI 보고(CQI-ReportPeriodic-r10) IE는 주기적 CQI 보고를 위한 설정을 수행하는 IE이다.

[329] nomPDSCH-RS-EPRE-Offset IE는 Δ_{offset} 값을 나타낸다. 이때, 실제 값(Actual Value)는 Δ_{offset} 값 * 2 [dB]로 설정된다. 또한, PMI-RI 리포트 IE는 PMI/IR 보고가 구성되거나 되지 않는 것을 나타낸다. EUTRAN은 전송모드가 TM8, 9 또는 10으로 설정된 경우에만 PMI-RI 리포트 IE를 구성한다.

[330] 4.2 256QAM 지원을 위한 CQI 테이블 정의

[331] 이하에서는 무선 접속 시스템에서 256QAM 지원하는 경우에 수행되는 CSI 피드백 방법들에 대해서 상세히 설명한다.

[332] 다음 표 26은 LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 CQI 피드백 테이블의 일례이다.

[333] 【표 26】

CQI index	modulation	code rate x 1024	efficiency
0	out of range		
1	QPSK	78	0.1523
2	QPSK	120	0.2344
3	QPSK	193	0.3770
4	QPSK	308	0.6016
5	QPSK	449	0.8770
6	QPSK	602	1.1758
7	16QAM	378	1.4766
8	16QAM	490	1.9141
9	16QAM	616	2.4063
10	64QAM	466	2.7305
11	64QAM	567	3.3223
12	64QAM	666	3.9023
13	64QAM	772	4.5234
14	64QAM	873	5.1152

15	64QAM	948	5.5547
----	-------	-----	--------

[334] 표 26에서 CQI 인덱스의 상태는 총 16개로 4비트의 크기로 정의될 수 있다. 이때, CQI 인덱스는 해당하는 변조 차수(modulation order) 및 코드 레이트(code rate)에 매핑된다. 표 26은 현재 LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 CQI 피드백 테이블로서 QPSK, 16QAM 및 64QAM까지의 변조 방식을 지원한다. 이하 본 발명의 실시예에서는 표 26에 도시한 레가시 변조 방식들을 지원하기 위한 CQI 피드백 테이블을 제1 CQI 테이블 또는 레가시 테이블로 정의한다.

[335] LTE-A 시스템 이후에 설계되고 있는 무선접속시스템들은 하향링크 데이터 전송율을 향상시키기 위해서 256QAM 이상의 고차 변조 방식의 도입을 고려한다. 하향링크 데이터에 대해서 256QAM을 지원하기 위해서는 기존의 변조 방식과 함께 링크 적응(link adaptation) 방식을 고려해야 한다.

[336] 표 26과 같이 LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 CQI 피드백을 위해서는 4비트로 구성된 CQI 피드백 테이블을 이용한다. 이때, MIMO를 지원하는 경우에는 첫 번째 코드워드(CW: CodeWord)에 대해서는 4비트의 CQI 피드백 테이블을 이용하고, 두 번째 코드워드에 대해서는 첫 번째 CW에 대한 CQI 피드백 값의 차분값을 3비트로 표현하여 전송한다.

[337] 예를 들어, 표 18에서 나타낸 바와 같이 PUCCH로 전송되는 CSI 피드백의 경우, 해당 보고 타입의 페이로드는 PUCCH 포맷 2/2a/2b, PUCCH 포맷 3를 이용하여 전송된다. 다만, PUCCH 포맷 2/2a/2b 및 PUCCH 포맷 3의 경우, 리드 밀러 코딩(Reed-Muller coding) 기반의 블록 코딩을 수행한다. 따라서, 입력 페이로드(input payload)의 크기에 제한이 있다. 예를 들어, PUCCH 포맷 2/2a/2b인 경우에는 13 비트 이하의 페이로드 크기까지 지원되며, PUCCH 포맷 3인 경우 22 비트 이하의 입력 페이로드를 가정한다.

[338] 이와 같은 상황을 고려하여, 이하에서는 본 발명의 실시예들에서 제공하는 256QAM 지원을 위한 CQI 피드백 방법들에 대해서 설명한다.

[339] 4.2.1 256QAM 지원을 위한 제2 CQI 피드백 테이블 정의-1

[340] 본 발명의 실시예들에서는 256QAM 지원을 위한 CQI 피드백 테이블을 새로이 정의한다. 256QAM 지원을 위한 CQI 피드백 테이블은 제2 CQI 피드백 테이블 또는 뉴 테이블로 지칭될 수 있다. 이하에서는, 제2 CQI 피드백 테이블을 정의하기 위해, 기존 CQI 피드백 테이블의 크기를 증가시키지 않고 기존 일부 CQI 인덱스 중 일부를 256QAM 변조 방식에 대해서 설명한다.

[341] 다음 표 27 및 표 28은 제2CQI 피드백 테이블의 구성례들을 나타낸다.

[342] 【표 27】

CQI index	modulation
0	out of range
1	QPSK
2	QPSK
3	QPSK
4	QPSK
5	QPSK
6	QPSK
7	16QAM
8	16QAM
9	16QAM
10	64QAM
11	64QAM
12	64QAM
13	256QAM
14	256QAM
15	256QAM

[343] 【표 28】

CQI index	modulation
0	out of range
1	QPSK
2	QPSK
3	QPSK
4	QPSK
5	QPSK
6	QPSK
7	16QAM
8	16QAM
9	16QAM
10	64QAM
11	64QAM
12	256QAM
13	256QAM
14	256QAM
15	256QAM

[344] 기존 CQI 피드백 테이블의 크기를 증가시키지 않는 경우에는, 이미 구현된 CSI 피드백 동작을 재사용할 수 있다. 즉, 레가시 시스템과의 호환성이 유지되는 장점이 있다.

[345] 제1CQI 피드백 테이블인 표 26이 스펙트럼 효율에 따라 CQI 인덱스가 증가하는 형태로 구성되어 있으므로, 256QAM을 위해 차용할 CQI 인덱스는 64QAM에서 사용하고 있던 CQI 인덱스 10~15에서 차용하는 것이 바람직하다. 또한, 64QAM과 256QAM의 변조 방식이 바뀌는 스위칭 포인트(switching point)는 유효 코드 레이트(effective coding rate) 0.6 ~ 0.65 해당하는 부분이 바람직하므로, CQI 인덱스 13~15 (표 27 참조) 또는 CQI 인덱스 12~15 (표 28 참조)를 256QAM 변조 방식을 위한 CQI 인덱스로 사용할 수 있다.

[346] 물론, 다른 방법으로 64QAM이외의 변조 방식에서 사용하고 있던 CQI 인덱스를 256QAM 변조 방식을 지원하기 위해 차용할 수 있다.

[347] 예를 들어, 다음 표 29는 256QAM을 지원하는 CQI 테이블의 다른 일례들로서, 기존의 범위 밖(out of range)에 해당하는 CQI 인덱스(i.e., CQI index 0)를 제외한 가장 낮은 3 개의 CQI 인덱스를 제거한 후 256QAM CQI 인덱스를 추가한 CQI 테이블의 일례이다.

[348] 【표 29】

CQI Index	Modulation	SINR	1024 x coding rate	Coding rate	Spectral Efficiency
0	out of range	-7			
1	QPSK	-1.324	308	0.300781	0.6016
2	QPSK	0.568	449	0.438477	0.877
3	QPSK	2.46	602	0.587891	1.1758
4	QPSK	4.352	378	0.369141	1.4766
5	16QAM	6.244	490	0.478516	1.9141
6	16QAM	8.136	616	0.601563	2.4063
7	16QAM	10.028	466	0.455078	2.7305
8	64QAM	11.92	567	0.553711	3.3223
9	64QAM	13.812	666	0.650391	3.9023
10	64QAM	15.704	772	0.753906	4.5234
11	64QAM	17.596	873	0.852539	5.1152
12	64QAM	19.488	948	0.925781	5.5547
13	256QAM	21.38	780	0.761719	6.09375
14	256QAM	23.272	879	0.857937	6.863492
15	256QAM	25.164	938	0.915675	7.325397

[349] 표 30은 256QAM을 지원하는 4비트 CQI 피드백 테이블의 다른 일례를 나타낸다. 표 30은 기존의 CQI 테이블의 가장 낮은 3 개의 CQI 인덱스를 제거한 후 256QAM CQI 인덱스를 추가한 CQI 테이블의 일례이다.

[350] 【표 30】

CQI Index	Modulation	SINR	1024 x coding rate	Coding rate	Spectral Efficiency
0	out of range				
1	QPSK	-7	78	0.076172	0.1523
2	QPSK	0.568	449	0.438477	0.877
3	QPSK	2.46	602	0.587891	1.1758
4	QPSK	4.352	378	0.369141	1.4766

5	16QAM	6.244	490	0.478516	1.9141
6	16QAM	8.136	616	0.601563	2.4063
7	16QAM	10.028	466	0.455078	2.7305
8	64QAM	11.92	567	0.553711	3.3223
9	64QAM	13.812	666	0.650391	3.9023
10	64QAM	15.704	772	0.753906	4.5234
11	64QAM	17.596	873	0.852539	5.1152
12	64QAM	19.488	948	0.925781	5.5547
13	256QAM	21.38	780	0.761719	6.09375
14	256QAM	23.272	879	0.857937	6.863492
15	256QAM	25.164	938	0.915675	7.325397

[351] 4.2.2 256QAM 지원을 위한 제2 CQI 피드백 테이블 정의-2

[352] 이하에서는 256QAM 변조 방식을 지원하기 위해 기존 4비트의 CQI 피드백 테이블의 크기를 5 비트 이상으로 증가시키는 방법에 대해서 설명한다. 이러한 방식은 CSI에 대한 코딩 방식이 변경될 필요가 있으나, 무선채널변화에 대해서 정밀한 피드백이 가능한 장점이 있다.

[353] 본 발명의 실시예에서는 설명의 편의상 제2 CQI 피드백 테이블의 크기를 5비트로 증가시키는 경우에 대해서 설명한다. 물론 코드 레이트나 무선 채널 환경에 따라 더 큰 크기를 가질 수 있다.

[354] 일반적으로 무선 전송 채널의 변화는 30 ~ 40 dB에 이르게 되므로, 5 비트로 CQI 피드백 테이블을 구성할 때, CQI 인덱스 간의 SINR(Signal to Interference-plus-Noise Ratio) 차이는 약 1 dB 내외로 설정되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 1 dB의 스텝 사이즈를 가정하면, 약 32 dB의 동적 범위(dynamic range)를 가지게 되므로 무선 전송 채널의 동적 범위를 대부분 커버할 수 있다.

[355] 이때, 가장 낮은 CQI 인덱스 0은 서비스 불가를 나타내는 out-of-range로 설정되는 것이 바람직하며, SINR은 약 -6 dB 내지 -7 dB에 해당하게 된다. 따라서, 5 비트 CQI 피드백 테이블을 1 dB 해상도(resolution)로 32 dB의 동적 범위를 갖는 무선 채널을 표현할 수 있다. 또한, 각 변조 방식이 바뀌는 스위칭 포인트의 유효 코딩 레이트는 0.6~0.65를 가정한다. 이상의 고려 사항을 반영하여 구성한 제2 CQI 테이블은 다음 표 31과 같이 구성할 수 있다.

[356] 【표 31】

CQI index	Modulation	CQI index	Modulation
0	Out of range	16	16QAM

1	QPSK	17	16QAM
2	QPSK	18	16QAM
3	QPSK	19	16QAM
4	QPSK	20	16QAM
5	QPSK	21	64QAM
6	QPSK	22	64QAM
7	QPSK	23	64QAM
8	QPSK	24	64QAM
9	QPSK	25	64QAM
10	QPSK	26	256QAM
11	QPSK	27	256QAM
12	QPSK	28	256QAM
13	QPSK	29	256QAM
14	QPSK	30	256QAM
15	16QAM	31	256QAM

[357] 표 31은 제2 CQI 피드백 테이블의 일례로서, 256QAM을 지원하는 5 비트 CQI 피드백 테이블이다. 또 다른 방법으로, 표 31에서 CQI 인덱스 25~31을 256QAM 변조 방식으로 할당할 수 있다.

[358] 표 31을 이용하는 경우에, 기존의 MIMO 전송시 두 번째 CW를 위해 정의된 차분 CQI 3비트, 안테나 구성에 따라 달라지는 PMI/RI 비트 수 등에 대해서 기존 LTE/LTE-A 시스템에서 정의된 방법들을 이용하는 것을 가정한다.

[359] 특히, PMI/RI 피드백을 요구하지 않는 전송 모드(TM: Transmission Mode) 1, 2, 3, 7과 PMI/RI 피드백이 없는 TM 8, 9, 10의 경우, 기존 CSI 피드백 방식을 재사용할 수 있다. 이는 PUCCH 보고 모드 1-0, 2-0에 해당한다.

[360] 따라서, 전송모드(TM) 4, 5, 6과 PMI/RI 피드백을 요구하는 TM 8, 9, 10의 경우, PUCCH 보고 모드 1-1만 5 비트 크기의 제2 CQI 피드백 테이블을 사용하도록 설정할 수 있다. 이때, PUCCH 보고 타입 2/2a/2b 중 특정 안테나 구성(antenna configuration)에 대하여 11 비트 이상의 CQI 피드백 비트 수가 필요한 경우, 무선 접속 시스템에서는 확장 CP의 ACK/NACK과 다중화되는 PUCCH 포맷 2b 또는 PUCCH 포맷 3을 사용하도록 설정할 수 있다.

[361] 다음 표 32는 256QAM을 지원하는 5 비트의 CQI 피드백 테이블의 다른 일례를 나타낸다.

[362] 【표 32】

CQI Index	Modulation	SINR	1024 x coding rate	Coding rate	Spectral Efficiency
0	out of range				

1	QPSK	-7	78	0.076172	0.1523
2	QPSK	-5.108	120	0.117188	0.2344
3	QPSK	-3.216	193	0.188477	0.377
4	QPSK	-1.324	308	0.300781	0.6016
5	QPSK	0.568	449	0.438477	0.877
6	QPSK	2.46	602	0.587891	1.1758
7	QPSK	4.352	378	0.369141	1.4766
8	16QAM	6.244	490	0.478516	1.9141
9	16QAM	8.136	616	0.601563	2.4063
10	16QAM	10.028	466	0.455078	2.7305
11	64QAM	11.92	567	0.553711	3.3223
12	64QAM	13.812	666	0.650391	3.9023
13	64QAM	15.704	772	0.753906	4.5234
14	64QAM	17.596	873	0.852539	5.1152
15	64QAM	19.488	948	0.925781	5.5547
16	256QAM	21.38	780	0.761719	6.09375
17	256QAM	23.272	879	0.857937	6.863492
18	256QAM	25.164	938	0.915675	7.325397
19~31	reserved				

[363] 4.3 256QAM 지원을 위한 CSI 보고 방법-1

[364] 상술한 4.2절에서는 256QAM 지원을 위해 새로이 정의한 CQI 피드백 테이블(표 27 내지 표 32)에 대해서 설명하였다. 따라서, CQI 인덱스를 포함하는 CSI 피드백을 PUCCH 및/또는 PUSCH를 통해 수행하는 경우, 기지국 및/또는 단말은 새로 정의한 CQI 피드백 테이블만을 이용하여 CSI 보고를 수행할 수 있다.

[365] 즉, 단말은 MIMO 전송을 지원하든 하지 않든지 간에 4.2절에서 설명한 4 비트 또는 5비트의 CQI 피드백 테이블을 이용하여 CQI 인덱스를 전송할 수 있다.

[366] 이에, 단말은 특정 CSI 보고 순간에 11비트 이상의 CSI 페이로드를 보고하지 않도록 설정할 수 있다. 이러한 경우, CSI 전송은 드롭(Drop)된다.

[367] 4.4 256QAM 지원을 위한 CSI 보고 방법-2

[368] 단말이 PUCCH를 이용하여 CSI를 보고할 때, MIMO 전송을 지원하지 않는 전송모드의 경우 최대 6 비트의 CSI까지 전송할 수 있으며, MIMO 전송을 지원하는 전송모드(TM)의 경우 11 비트까지의 CSI를 PUCCH를 통해 전송할 수 있다.

4.2절에서 설명한 바와 같이 256QAM의 CQI 피드백 테이블을 표현하기 위해 4비트 또는 5비트의 CQI 인덱스를 사용하는 경우, MIMO 전송을 지원하지 않는 TM의 경우 PUCCH를 통하여 CSI 전송하는 것은 문제가 없다. 그러나, MIMO 전송을 지원하는 TM의 경우 CSI 정보 비트의 크기가 11 비트를 초과하므로 CSI 보고

5 수행에 문제가 발생한다.

[369] 이러한 경우, 무선 접속 시스템에서 MIMO 전송을 수행하지 않는 TM의 경우 CSI 보고를 위해서 표 26의 제1 CQI 피드백 테이블을 이용하고, MIMO 전송을 지원하는 TM의 경우 표 27 내지 표 32의 제2 CQI 피드백 테이블을 이용하도록 설정할 수 있다.

10

[370] 4.5 256QAM 지원을 위한 CSI 보고 방법-3

[371] 이하에서는 LTE/LTE-A 시스템에서 사용하는 제1 CQI 피드백 테이블(또는, 레가시 테이블)과 256QAM을 지원하기 위해 정의한 제2 CQI 피드백 테이블을 함께 사용하는 경우에 대해서 설명한다.

15 [372] 도 17은 본 발명의 실시예로서 상향링크 채널을 통해 CSI를 보고하는 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

[373] 도 17에서 단말(UE) 및 기지국(eNB)은 각각 제1 CQI 피드백 테이블 및 제2 CQI 피드백 테이블을 유지하고 있는 것으로 가정한다. 이때, 제1 CQI 피드백 테이블은 표 25와 같으며 레가시 단말을 위한 CQI 피드백 인덱스를 정의한다. 또한, 20 제2 CQI 피드백 테이블은 표 26 내지 표 28과 같으며, 256QAM을 지원하는 단말을 위한 CQI 피드백 인덱스를 정의한다. 물론, 표 26 내지 표 28 이외에 본 발명의 실시예들에서 설명한 256QAM을 지원하도록 구성된 CQI 피드백 테이블들이 제2 CQI 피드백 테이블로 이용될 수 있다.

[374] 도 17을 참조하면, 단말과 기지국은 초기 접속 이후 256QAM 지원 여부를 25 협상하기 위한 단말 성능 협상 과정을 기지국과 수행한다(S1710).

[375] S1710 단계에서 단말 및 기지국은 서로 256QAM을 지원하는 것으로 확인하였고, 256QAM을 지원하기 위한 다양한 파라미터 및/또는 필드를 교환한 것으로 가정한다.

[376] 이후, 기지국은 256QAM으로 구성되는 하향링크 데이터를 전송할 필요가 30 있으면, 먼저 단말에게 256QAM의 사용을 지시하는 256QAM 지시자 또는 제2 CQI 피드백 테이블을 지시하는 테이블 식별자를 포함하는 물리 계층 신호(e.g., PDCCH

신호 및/또는 EPDCCH 신호) 또는 상위 계층 신호(예를 들어, MAC 신호 또는 RRC 신호 등)를 단말에 전송할 수 있다(S1720).

[377] S1720 단계에서 256QAM의 사용을 지시하는 256QAM 지시자 또는 제2 CQI 피드백 테이블 식별자를 수신한 단말은, 이후 기지국에서 전송될 하향링크 데이터가 256QAM으로 변조될 수 있음을 인식할 수 있다.

[378] 이후, 기지국은 채널 상태 정보를 획득하기 위해 상향링크 스케줄링 정보를 포함하는 PDCCH/EPDCCH 신호를 단말에 전송한다. 이때, PDCCH/EPDCCH 신호에는 CSI 요청 필드가 포함되어, 주기적 또는 비주기적 CSI 요청을 지시할 수 있다 (S1730).

[379] 단말은 기지국과 연결된 채널에 대해서 채널 상태 정보를 획득하기 위해 채널 측정 과정을 수행한다(S1740).

[380] S1720 단계에서 256QAM의 사용을 지시하는 256QAM 지시자를 수신한 단말은 S1740 단계에서 측정한 채널 상태에 대한 정보를 기반으로 제2 CQI 피드백 테이블에서 적절한 CQI 인덱스를 선택한다. 이후, 단말은 선택한 CQI 인덱스를 상향링크 스케줄링 정보에서 지시하는 상향링크 채널을 통해 기지국에 전송할 수 있다. 이때, 상향링크 채널은 PUCCH 또는 PUSCH가 될 수 있다 (S1750).

[381] CQI 인덱스가 256QAM 사용이 가능함을 나타내면, 기지국은 256QAM 및 적절한 코딩 레이트를 지시하는 IMCS를 포함하는 PDCCH 신호 및/또는 EPDCCH 신호를 단말에 전송한다. 단말은 수신한 IMCS에 따라 256QAM을 지원하는 전송블록크기(TBS: Transport Block Size)를 도출할 수 있다(S1760).

[382] 기지국은 IMCS를 통해 단말에 알려준 변조 차수 및 TBS에 따라 하향링크 데이터(예를 들어, DL-SCH 신호)를 변조 및 전송한다. 또한, 단말은 S1760 단계에서 수신한 IMCS를 기반으로 256QAM으로 변조된 하향링크 데이터를 수신 및 복조한다(S1770).

[383] 도 17의 다른 실시예로서, PUCCH를 이용하여 CSI 보고를 수행하는 경우 5 비트의 CQI 인덱스를 사용하면, 특정 보고 순간에 PUCCH로 전송할 수 있는 CSI 정보 비트의 크기를 초과하는 문제가 발생할 수 있다. 이러한 경우, 단말은 해당 CQI 인덱스를 비주기적 CSI 보고를 통해(즉, PUSCH를 통해) 기지국에 전송할 수 있다.

[384] 도 18은 본 발명의 실시예로서 PUSCH를 통해 CSI를 보고하는 방법들 중

하나를 나타내는 도면이다.

[385] 도 18에서 단말(UE) 및 기지국(eNB)은 각각 제1 CQI 피드백 테이블(예를 들어, 표 25) 및 제2 CQI 피드백 테이블(예를 들어, 표 26 내지 표 28)을 유지하고 있는 것으로 가정한다.

- 5 [386] 도 18을 참조하면, 단말과 기지국은 초기 접속 이후 256QAM 지원 여부를 협상하기 위한 단말 성능 협상 과정을 기지국과 수행한다(S1810).

[387] S1810 단계에서 단말 및 기지국은 서로 256QAM을 지원하는 것으로 확인하였고, 256QAM을 지원하기 위한 다양한 파라미터 및/또는 필드를 교환한 것으로 가정한다.

- 10 [388] 이후, 기지국은 256QAM으로 구성되는 하향링크 데이터를 전송할 필요가 있으면, 먼저 단말에게 256QAM의 사용을 지시하는 256QAM 지시자 또는 제2 CQI 피드백 테이블을 지시하는 테이블 식별자를 포함하는 물리 계층 신호(e.g., PDCCH 신호 및/또는 EPDCCH 신호) 또는 상위 계층 신호(예를 들어, MAC 신호 또는 RRC 신호 등)를 단말에 전송할 수 있다(S1820).

- 15 [389] S1820 단계에서 256QAM의 사용을 지시하는 256QAM 지시자 또는 제2 CQI 피드백 테이블 식별자를 수신한 단말은, 이후 기지국에서 전송되는 하향링크 데이터가 256QAM으로 변조될 수 있음을 인식한다.

[390] 이후, 기지국은 채널 상태 정보를 요청하기 위해 상향링크 스케줄링 정보를 포함하는 PDCCH/EPDCCH 신호를 단말에 전송한다. 이때, PDCCH/EPDCCH 신호에는 CSI 요청 필드가 포함되어, 주기적 또는 비주기적 CSI 요청을 지시할 수 있다 (S1830).

[391] 단말은 기지국과 연결된 채널에 대해서 채널 상태 정보를 획득하기 위해 채널 측정 과정을 수행한다(S1840).

- [392] S1820 단계에서 256QAM의 사용을 지시하는 256QAM 지시자를 수신한 단말은 S1840 단계에서 측정한 채널 상태 정보를 기반으로 제2 CQI 피드백 테이블에서 적절한 CQI 인덱스를 선택한다. 이후, 단말은 선택한 CQI 인덱스를 비주기적으로 전송되는 PUSCH 신호를 통해 기지국에 전송한다. 만약, S1820 단계에서 256QAM 지시자가 256QAM이 사용되지 않음을 지시하는 경우, 단말은 제1 CQI 피드백 테이블에서 CQI 인덱스를 선택하여 PUCCH를 통해 기지국에 CSI를 주기적으로 보고할 수 있다 (S1850).
- 25
30

[393] CQI 인덱스가 256QAM 사용이 가능함을 나타내면, 기지국은 256QAM 및

적절한 코딩 레이트를 지시하는 IMCS를 포함하는 PDCCH 신호 및/또는 EPCCH 신호를 단말에 전송한다. 단말은 수신한 IMCS에 따라 256QAM을 지원하는 전송블록크기(TBS: Transport Block Size)를 도출할 수 있다(S1860).

5 [394] 기지국은 IMCS를 통해 단말에 알려준 변조 차수 및 TBS에 따라 하향링크 데이터(예를 들어, DL-SCH 신호)를 변조 및 전송한다. 또한, 단말은 S1860 단계에서 수신한 IMCS를 기반으로 256QAM으로 변조된 하향링크 데이터를 수신 및 복조한다(S1870).

10 [395] 도 19는 본 발명의 실시예로서 PUSCH를 통해 CSI를 보고하는 방법들 중 다른 하나를 나타내는 도면이다.

[396] 도 19에서 설명하는 본 발명의 실시예는 기본적으로 도 18의 실시예와 유사하다. 따라서, 해당 설명은 도 18을 참조한다. 이하에서는 도 18과 다른 부분에 대해서 설명한다.

15 [397] 256QAM을 지원하는 단말은 256QAM의 이용 여부 및 어떤 CQI 테이블을 이용하는지에 대한 정보를 기지국에 전송할 수 있다. 즉, 단말은 S1940 단계에서 측정된 채널 측정 결과를 이용하여 256QAM의 사용 여부를 결정할 수 있다 (S1950).

20 [398] 예를 들어, 채널 상황이 256QAM을 사용할 만큼 좋은 경우 256QAM을 지원하는 제2 CQI 피드백 테이블을 이용하여 CSI 보고를 수행하고, 256QAM을 사용할 만큼 좋지 않은 경우 제1 CQI 피드백 테이블을 이용하여 CSI 보고를 수행할 수 있다. 이때, 단말은 자신이 이용하는 CQI 피드백 테이블에 대한 식별자를 CSI 보고와 함께 기지국에 전송한다 (S1960).

[399] S1960 단계에서 단말이 제1 CQI 피드백 테이블을 이용하는 경우 해당 CSI 보고는 PUCCH 및/또는 PUSCH를 통해 수행될 수 있고, 제2 CQI 피드백 테이블을 이용하는 경우 해당 CSI 보고는 PUSCH를 통해 수행될 수 있다.

25 [400] 다른 실시예로서, 단말이 PUCCH로 CQI 피드백을 하는 경우에는 항상 제1 CQI 피드백 테이블로부터 CQI 인덱스를 선택하고, PUSCH로 CQI 피드백을 하는 경우에는 항상 제2 CQI 피드백 테이블로부터 CQI 인덱스를 선택하도록 설정함으로써 어떤 피드백 테이블이 사용되는지 암시적으로 기지국에 알려줄 수 있다. 이러한 경우, 기지국은 PUCCH를 통해 CSI를 보고 받는 경우 제1 CQI 피드백
30 테이블로부터 CQI 인덱스를 해석하고, PUSCH를 통해 CSI를 보고 받는 경우 제2 CQI 피드백 테이블로부터 CQI 인덱스를 해석할 수 있다. 따라서, 단말은 S1960 단계의

CQI 피드백 테이블에 대한 식별자는 전송하지 않아도 된다.

[401] 나머지 S1970 단계 및 S1980 단계에 대한 설명은 도 18의 S1860 내지 S1870 단계를 참조한다.

5 [402] 4.6 256QAM 지원을 위한 CSI 보고 방법-4

[403] 도 17 내지 도 19의 S1740 단계, S1840 단계 및 S1940 단계의 채널 측정이 CSI-RS (Channel State Information-Reference Signal) 및 CSI-IM (Channel State Information-Interference Measurement)을 이용하여 수행되는 경우, 256QAM을 지원하는 단말은 CSI 프로세스(process) 별로 CQI 피드백 테이블을 선택하도록 구성될 수 있다.

[404] 또는, 표 26 내지 표 28에 설명한 256QAM을 지원하는 CQI 피드백 테이블을 CSI 서브셋(subset) 별로 설정할 수 있다. 이는 CSI 서브셋 별로 간섭 환경의 차이가 크기 때문에, 특정 CSI 서브셋에는 256QAM과 같은 높은 SINR을 요구하는 변조 방식이 지원되지 않을 수 있기 때문이다. 이때, CSI 서브셋은 단말에 구성된 하나 이상의 CSI 서브프레임 집합을 의미한다.

[405] 이때, 단말은 설정된 하나 이상의 CSI 프로세스 또는 CSI 서브셋에 대해서 CSI 보고를 수행하되, 동일한 CSI RS 자원에 대해서 제1 CQI 피드백 테이블과 제2 CQI 피드백 테이블을 CSI 프로세스 또는 CSI 서브셋에 대하여 각각 설정할 수 있다.

[406] 따라서, 단말의 하나 이상의 CSI 프로세스에 대한 CSI 보고를 수신한 기지국은, CSI 보고에 따른 MCS 정보를 PDCCH 신호의 DCI에 포함시켜 전송할 수 있다. 이때, 기지국은 일부 CSI 프로세스가 256QAM을 지원하지 않는 제1 CQI 피드백 테이블을 사용하였더라도, 채널 상황에 따라 256QAM을 지시하는 MCS 인덱스(IMCS)를 단말에 전송하여 256QAM으로 변조된 하향링크 데이터를 전송할 수 있다.

[407] 5. RI 참조 프로세스를 설정하는 경우 CSI 보고 방법

[408] 네트워크 또는 기지국은 전송 모드(TM) 10으로 구성된 단말에 대해서 RI 참조 프로세스(RI reference process)를 설정할 수 있다. 이때, RI 참조 프로세스에 연관된 CSI 프로세스들은 CSI 보고 모드, CSI-RS 안테나 포트 수 및/또는 서브프레임 측정 집합에 대해서 설정된 코드북 서브셋 제한(codebook subset restriction)에 따른 제한된

RI(restricted RI)가 동일한 것을 가정한다.

[409] 이 경우, 단말은 RI 참조 프로세스에 연관되는 CSI 프로세스는 동일한 CQI 테이블을 이용하는 것으로 가정할 수 있다. 즉, 단말은 하나의 RI 참조 프로세스에 연관된 CSI 프로세스들에 대해 모두 256QAM을 지원하는 CQI 테이블(즉, 제2 CQI 테이블)을 사용하거나, 256QAM을 지원하지 않는 레가시 CQI 테이블(즉, 제1 CQI 테이블)을 사용할 수 있다.

[410] 만약, 특정 RI 참조 프로세스에 연관된 CSI 프로세스들이 서로 다른 CQI 테이블을 사용하는 경우(예를 들어, 특정 RI 참조 프로세스에 연관된 제1 CSI 프로세스 X는 256QAM을 지원하는 제2 CQI 테이블을 사용하고, 해당 RI 참조 프로세스에 연관된 제2 CSI 프로세스는 Y는 제1 CQI 테이블을 사용하는 경우), 연관된 CSI 프로세스들은 특정 RI 참조 프로세스에서 사용되는 동일한 RI 값을 사용하기 때문에 CQI 추정시 부정확성이 증가될 수 있기 때문이다.

[411] 예를 들어, TM 10에서 기지국은 주파수 선택적(frequency selective) 동적 포인트 블랭킹(DPB: Dynamic Point Blanking)을 구현을 가정한다. DPB는 CoMP 집합 내에서 하나의 전송 포인트(TP: Transmission Point)에서 전송하는 RB에 대해 다른 TP는 데이터를 전송하지 않음으로써 간섭을 줄여주는 전송 방법이다. DPB는 다수 개의 RB 중 주파수 영역의 채널 상황에 따라 전송되는 TP가 달라지는 것을 주파수 선택으로 표현한 것이다.

[412] 이와 같은 주파수 선택적 DPB를 구현할 때, 특정 PRB 쌍(pair)에 대해서 CSI 피드백시 만약 단말이 각 PRB에 대해 서로 다른 랭크를 가정하는 CSI 프로세스로 CSI 피드백을 수행한다면, 기지국은 해당 PRB 쌍에 대한 MCS를 선택할 때 보정의 오류가 커질 수 있다. 왜냐하면, 현재 LTE/LTE-A 규격에서는 하나의 PDSCH는 랭크가 동일함을 가정하고 있고 CSI 계산시 RI, CQI/PMI 등이 함께 고려되기 때문에, 랭크가 다른 경우 해당 랭크에 대한 정보를 기지국이 MCS 선택시 반영하여 보정해야 하기 때문이다.

[413] 마찬가지로 RI 참조 프로세스 별로 서로 다른 CQI 테이블을 사용하게 되는 경우, 기지국에서 MCS 선택을 위해 CSI 피드백 값들을 보정해야 하므로, 채널 추정시 오류가 커질 수 있다.

[414] 본 발명의 실시예들에서 하나의 단말에는 하나 이상의 CSI 프로세스들이 할당될 수 있으며, 하나 이상의 CSI 프로세스들에 대해서 하나 이상의 RI 참조 프로세스들이 할당될 수 있다. 이때, 하나의 RI 참조 프로세스에는 하나 이상의 CSI

프로세스들이 연관될 수 있다. 또한, 각 CSI 프로세스 별로 RI 참조 프로세스가 지정될 수 있으며, 하나의 단말에 설정되는 RI 참조 프로세스는 2개 이상일 수 있다.

5 [415] 도 20은 RI 참조 프로세스가 할당되는 경우에 CSI 보고 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

[416] 도 20에서 상술한 도 17 내지 도 20의 S1710~S1730, S1810~S1830 또는 S1910~S1930 단계들은 이미 수행된 것을 가정한다. 즉, 도 20에서 설명하는 방법은 주기적 CSI 보고 또는 비주기적 CSI 보고 방식에 대해서 적용될 수 있다.

10 [417] 도 20을 참조하면, 기지국은 상위 계층 신호를 통해 RI 참조 프로세스를 단말에 설정할 수 있다. 이때, 하나의 단말에 RI 참조 프로세스는 둘 이상 구성될 수 있으며, 각 RI 참조 프로세스에는 하나 이상의 CSI 프로세스가 연관되어 있을 수 있다 (S2010).

[418] 단말은 기지국으로부터 하향링크 채널(예를 들어, PDSCH 등)을 수신하여 채널 상태를 측정할 수 있다 (S2020).

15 [419] 단말은 기지국에 CSI를 주기적 또는 비주기적으로 보고하기 위해 RI 참조 프로세스 별로 동일한 CQI 테이블을 이용하여 CQI 인덱스를 선택할 수 있다 (S2030).

[420] S2030 단계에서, 단말에 두 개의 RI 참조 프로세스인 제1 RI 참조 프로세스 및 제2 RI 참조 프로세스가 할당되는 경우, 단말은 RI 참조 프로세스에 연관된 CSI 20 프로세스 별로 CSI를 계산할 수 있다. 이때, 단말은 각각의 RI 참조 프로세스 별로 연관된 CSI 프로세스들에는 동일한 CQI 테이블을 이용할 수 있다. 예를 들어, 제1 RI 참조 프로세스와 연관된 CSI 프로세스들에는 모두 동일한 제1 CQI 테이블이 이용될 수 있고, 제2 RI 참조 프로세스와 연관된 CSI 프로세스들에 대해서는 모두 동일한 제2 CQI 테이블이 이용될 수 있다. 즉, 하나의 RI 참조 프로세스에 연관된 25 CSI 프로세스들에 대해서 서로 동일한 CQI 테이블이 적용될 수 있으며, 서로 다른 RI 참조 프로세스들에는 서로 동일하거나 서로 다른 CQI 테이블이 적용될 수 있다.

[421] 단말은 S2030 단계에서 측정한 CSI를 PUSCH 또는 PUCCH를 통해 기지국으로 보고할 수 있다 (S2040).

30 [422] 6. 구현 장치

[423] 도 21에서 설명하는 장치는 도 1 내지 도 20에서 설명한 방법들이 구현될 수

있는 수단이다.

[424] 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.

- 5 [425] 즉, 단말 및 기지국은 정보, 데이터 및/또는 메시지의 전송 및 수신을 제어하기 위해 각각 송신기(Transmitter: 2140, 2150) 및 수신기(Receiver: 2150, 2170)를 포함할 수 있으며, 정보, 데이터 및/또는 메시지를 송수신하기 위한 안테나(2100, 2110) 등을 포함할 수 있다.

- 10 [426] 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.

- [427] 상술한 단말 및 기지국 장치의 구성성분 및 기능들을 이용하여 본원 발명의 실시예들이 수행될 수 있다. 예를 들어, 기지국 및/또는 단말의 프로세서는 상술한 1절 내지 5절에 개시된 방법들을 조합하여, 256QAM을 지원하지 않는 제1 CQI
15 피드백 테이블 및/또는 256QAM을 지원하기 위한 제2 CQI 피드백 테이블들을 유지 및 관리할 수 있다. 또한, 기지국은 256QAM의 사용 여부를 단말에 알려준 이후 256QAM으로 변조된 하향링크 데이터를 전송할 수 있다. 또한, 단말은 하향링크 데이터 수신 이후 CSI 보고시 기지국에 제2 CQI 피드백 테이블에서 선택한 CQI 인덱스를 기지국에 전송할 수 있다.

- 20 [428] 또한, 단말의 프로세서는 RI 참조 프로세스 별로 CQI 피드백 테이블을 동일하게 적용하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1 RI 참조 프로세스들에 연관된 CSI 프로세스들에 대해서는 동일한 제2 CQI 피드백 테이블을 적용하거나, 제2 RI 참조 프로세스들에 연관된 CSI 프로세스들에 대해서는 동일한 제1 CQI 피드백 테이블을 적용할 수 있다. 자세한 방법들은 1절 내지 5절의 설명을 참조할 수 있다.
25 또한, 단말의 프로세서는 도 16에서 설명한 구성들이 더 포함될 수 있다.

- [429] 단말 및 기지국에 포함된 송신기 및 수신기는 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.
30 또한, 도 21의 단말 및 기지국은 저전력 RF(Radio Frequency)/IF(Intermediate Frequency) 모듈을 더 포함할 수 있다.

[430] 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.

[431] 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.

[432] 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.

[433] 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, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[434] 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.

[435] 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 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원

후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

【산업상 이용가능성】

- [436] 본 발명의 실시예들은 다양한 무선접속 시스템에 적용될 수 있다. 다양한 무선접속 시스템들의 일례로서, 3GPP(3rd Generation Partnership Project), 3GPP2 및/또는
- 5 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】

무선 접속 시스템에서 256QAM (Quadrature Amplitude Modulation)을 지원할 수 있는 단말이 CSI(Channel State Information)를 보고하는 방법에 있어서,

- 5 상기 단말에 제1 랭크 지시자(RI) 참조 프로세스를 구성하기 위한 상위 계층 신호를 수신하는 단계;

상기 단말에 구성된 상기 제1 RI 참조 프로세스와 연관된 하나 이상의 CSI 프로세스에 대해서 채널품질을 측정하는 단계;

- 10 상기 하나 이상의 CSI 프로세스에 대해서 제1 CQI(Channel Quality Indication) 테이블 또는 제2 CQI 테이블만을 이용하여 CQI 인덱스를 선택하는 단계; 및

상기 CQI 인덱스가 포함된 상기 CSI를 보고하는 단계를 포함하되,

상기 제1 CQI 테이블은 64 QAM까지 지원 가능하고 상기 제2 CQI 테이블은 256 QAM까지 지원 가능하되,

- 15 상기 제1 RI 참조 프로세스와 연관된 상기 하나 이상의 CSI 프로세스에 대해서는 동일한 CQI 테이블만이 적용되는, CSI 보고방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 제1 RI 참조 프로세스에 연관된 상기 하나 이상의 CSI 프로세스들에 대해서 동일한 RI가 적용되는, CSI 보고방법.

- 20 【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 제1 CQI 테이블 및 상기 제2 CQI 테이블은 4 비트의 크기를 갖는, CSI 보고방법.

【청구항 4】

- 25 제1항에 있어서,

상기 상위 계층 신호에는 상기 단말에 제2 RI 참조 프로세스를 구성하기 위한 구성 정보가 더 포함되고

상기 제2 RI 참조 프로세스와 연관된 하나 이상의 CSI 프로세스들은 서로 동일한 CQI 테이블이 적용되는, CSI 보고방법.

- 30 【청구항 5】

256QAM (Quadrature Amplitude Modulation)을 지원하는 무선 접속 시스템에서

CSI(Channel State Information)를 보고하기 위한 단말은,

송신기;

수신기; 및

상기 송신기 및 상기 수신기를 제어하여 상기 CSI 보고를 지원하도록

5 구성되는 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는:

상기 수신기를 제어하여 제1 랭크 지시자(RI) 참조 프로세스를 구성하기
위한 상위 계층 신호를 수신하고;

상기 수신기를 제어하여 상기 단말에 구성된 상기 제1 RI 참조 프로세스와
10 연관된 하나 이상의 CSI 프로세스에 대해서 채널품질을 측정하고;

상기 하나 이상의 CSI 프로세스에 대해서 제1 CQI(Channel Quality Indication)
테이블 또는 제2 CQI 테이블만을 이용하여 CQI 인덱스를 선택하고; 및

상기 송신기를 제어하여 상기 CQI 인덱스가 포함된 상기 CSI를 보고하도록
구성되며,

15 상기 제1 CQI 테이블은 64 QAM까지 지원 가능하고 상기 제2 CQI 테이블은
256 QAM까지 지원 가능하되,

상기 제1 RI 참조 프로세스와 연관된 상기 하나 이상의 CSI 프로세스에
대해서는 동일한 CQI 테이블만이 적용되는, 단말.

【청구항 6】

20 제5항에 있어서,

상기 제1 RI 참조 프로세스에 연관된 상기 하나 이상의 CSI 프로세스들에
대해서 동일한 RI가 적용되는, 단말.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

25 상기 제1 CQI 테이블 및 상기 제2 CQI 테이블은 4 비트의 크기를 갖는,
단말.

【청구항 8】

제5항에 있어서,

상기 상위 계층 신호에는 상기 단말에 제2 RI 참조 프로세스를 구성하기
30 위한 구성 정보가 더 포함되고

상기 제2 RI 참조 프로세스와 연관된 하나 이상의 CSI 프로세스들은 서로

동일한 CQI 테이블이 적용되는, 단말.

FIG. 1

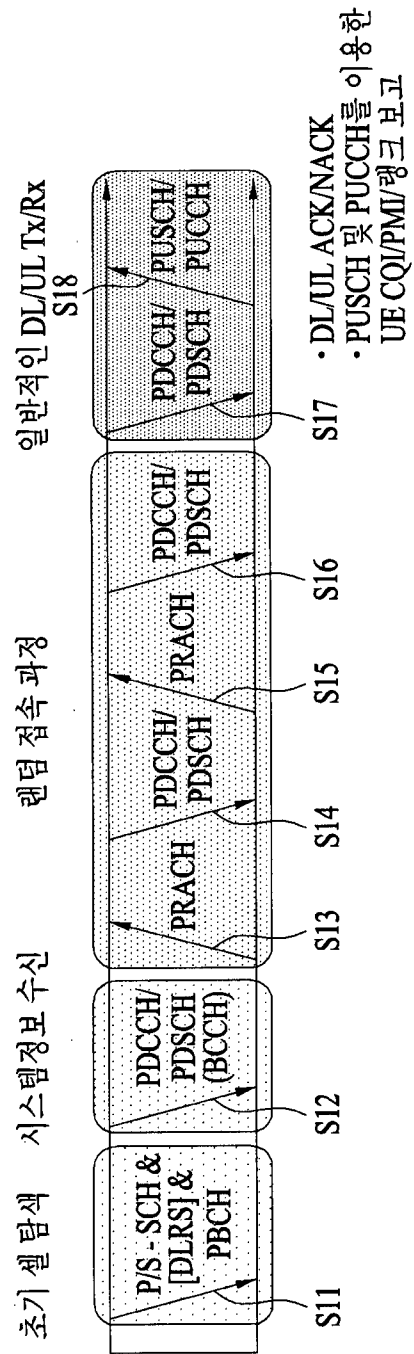


FIG. 2

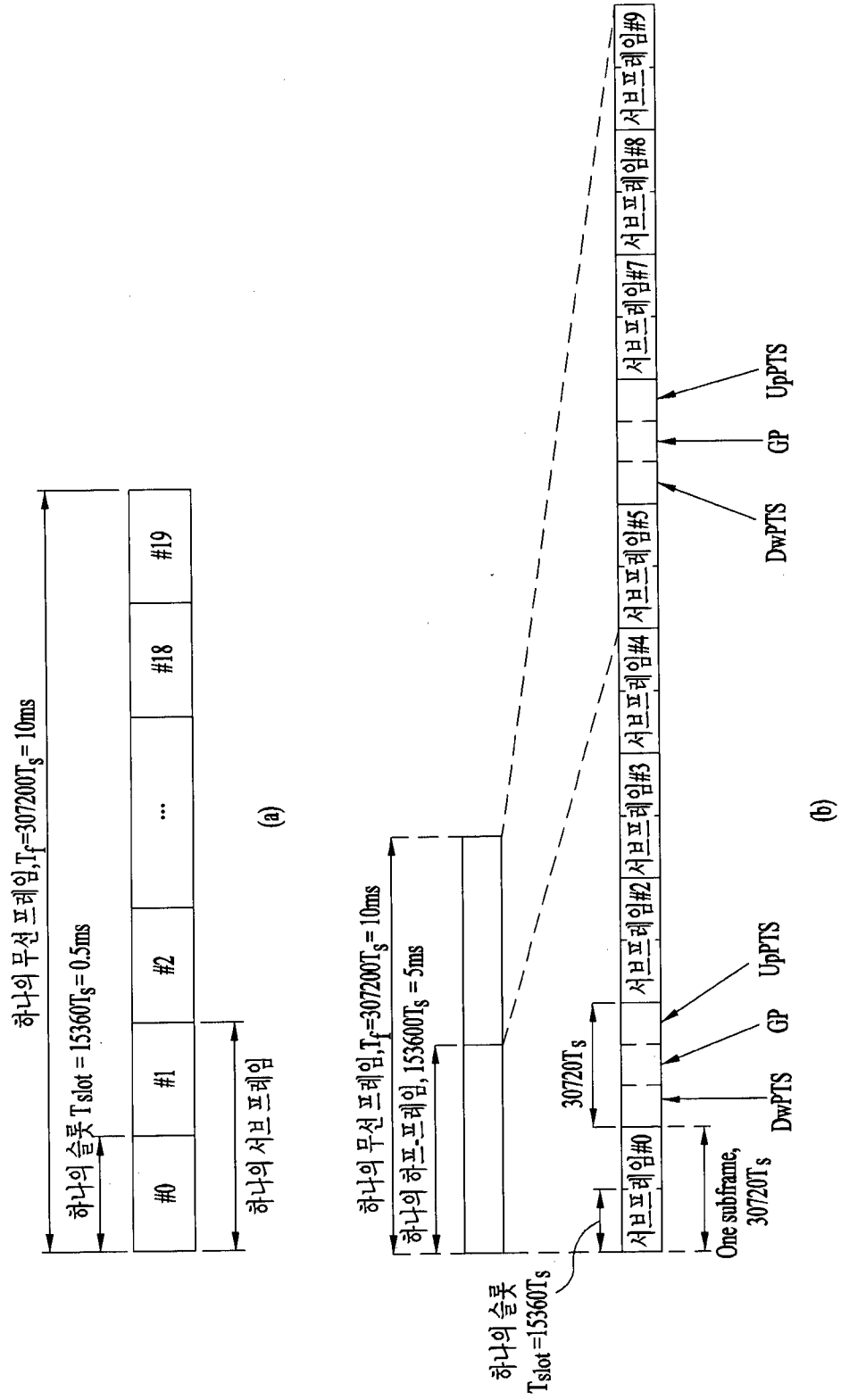


FIG. 3

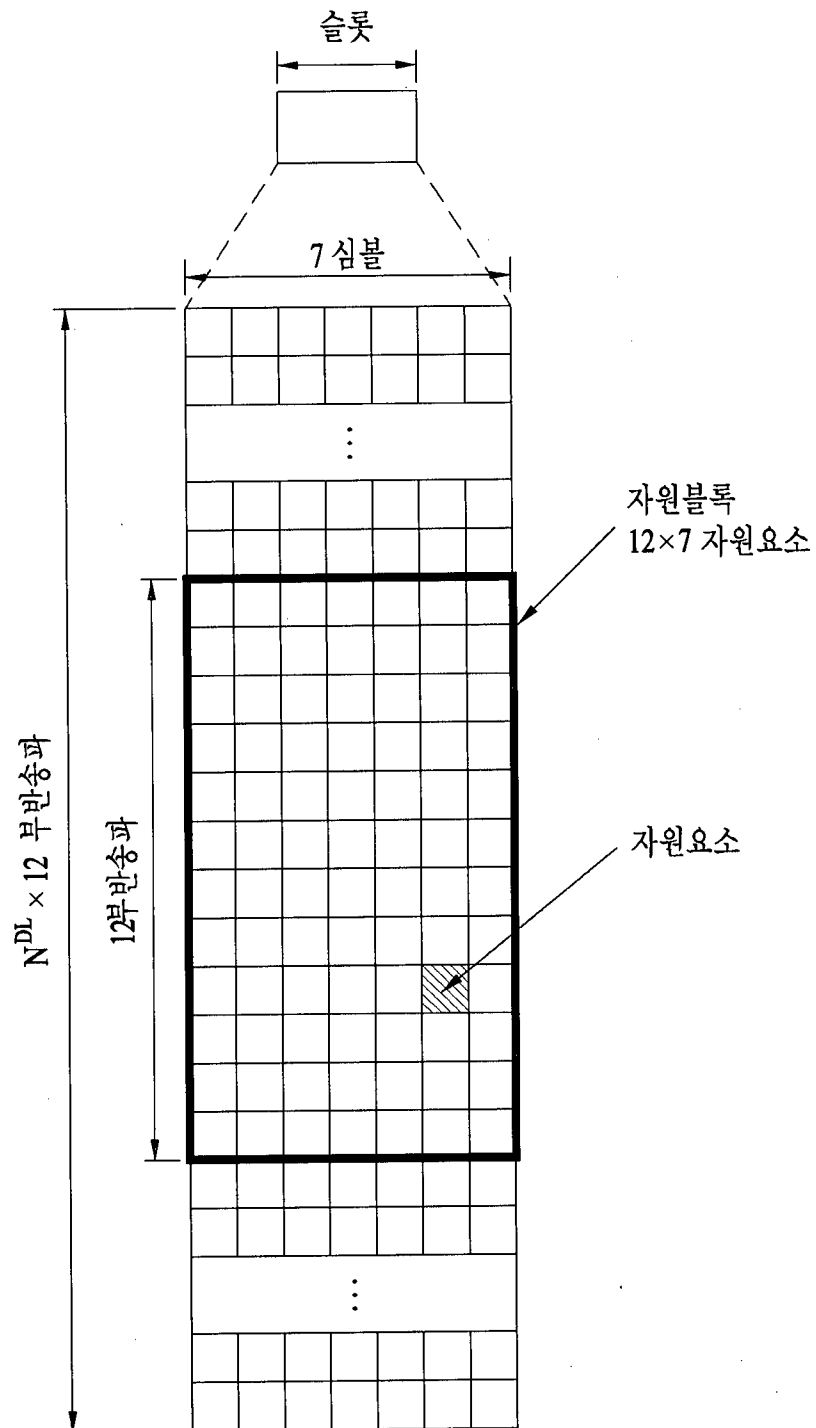


FIG. 4

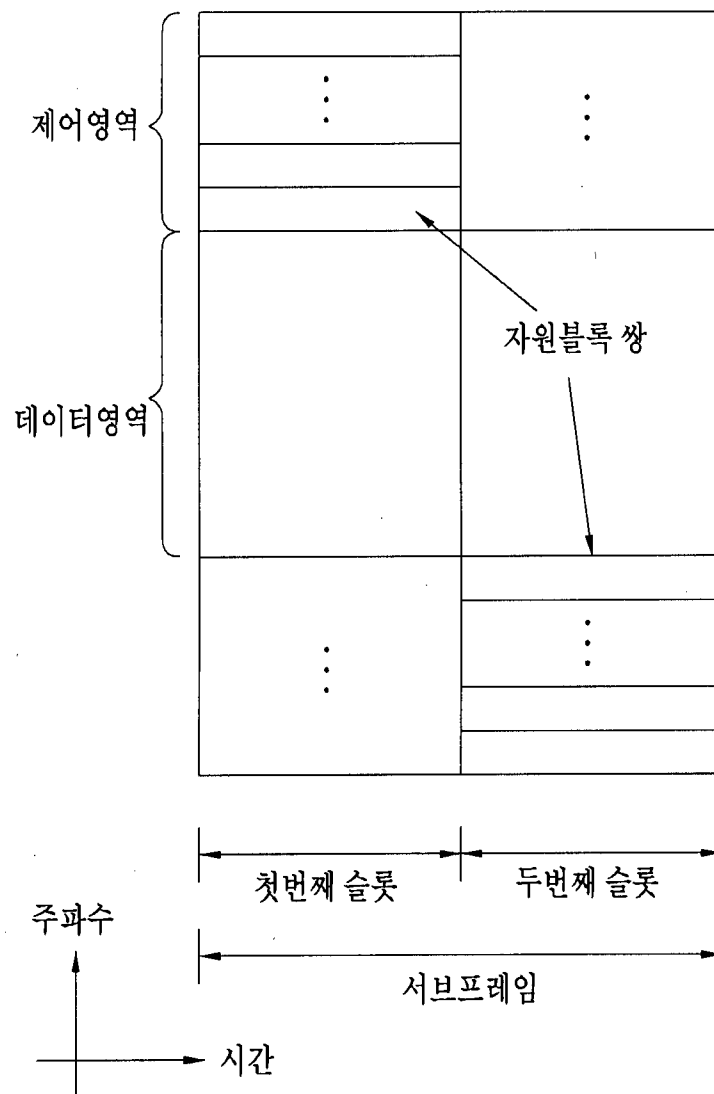


FIG. 5

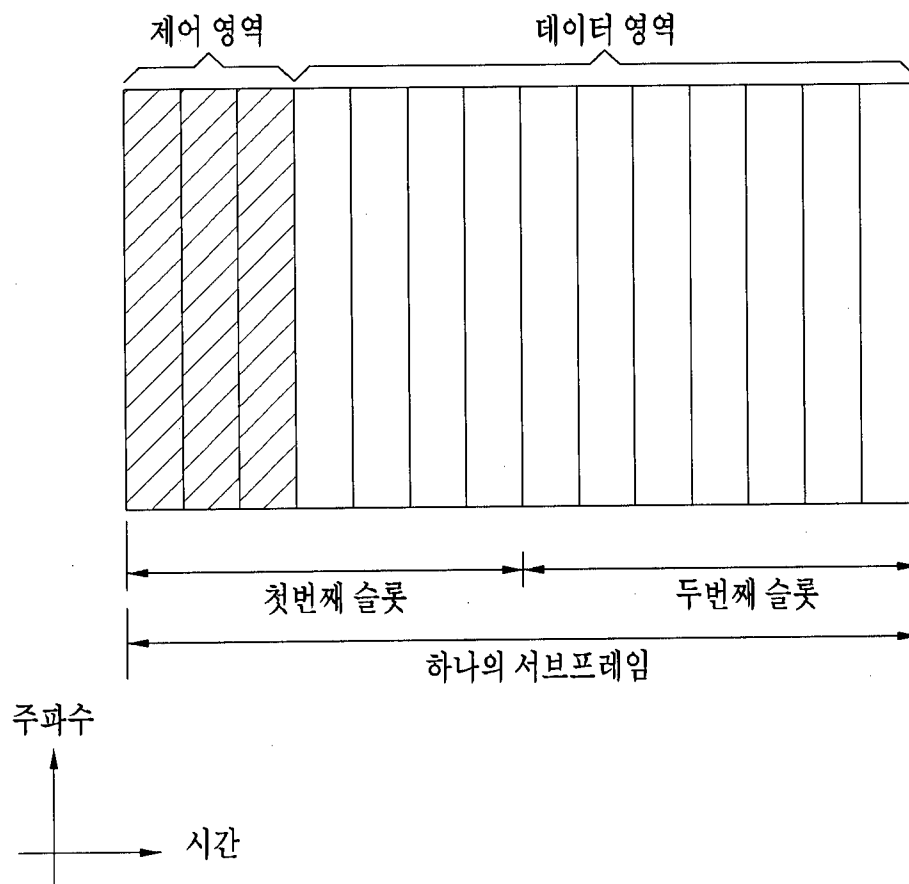
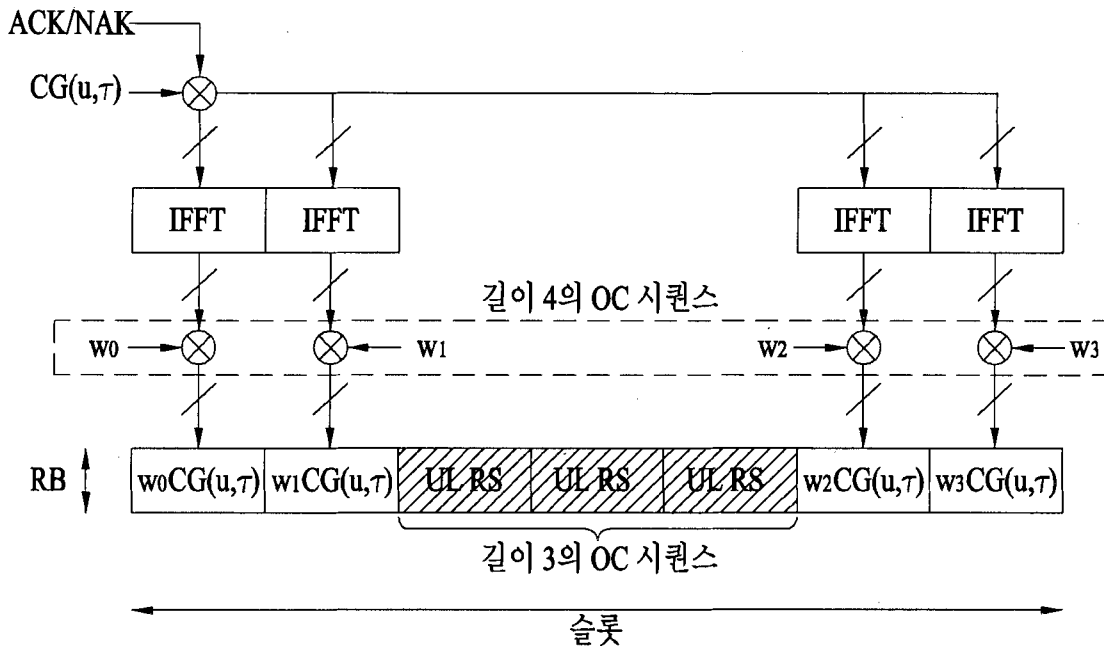
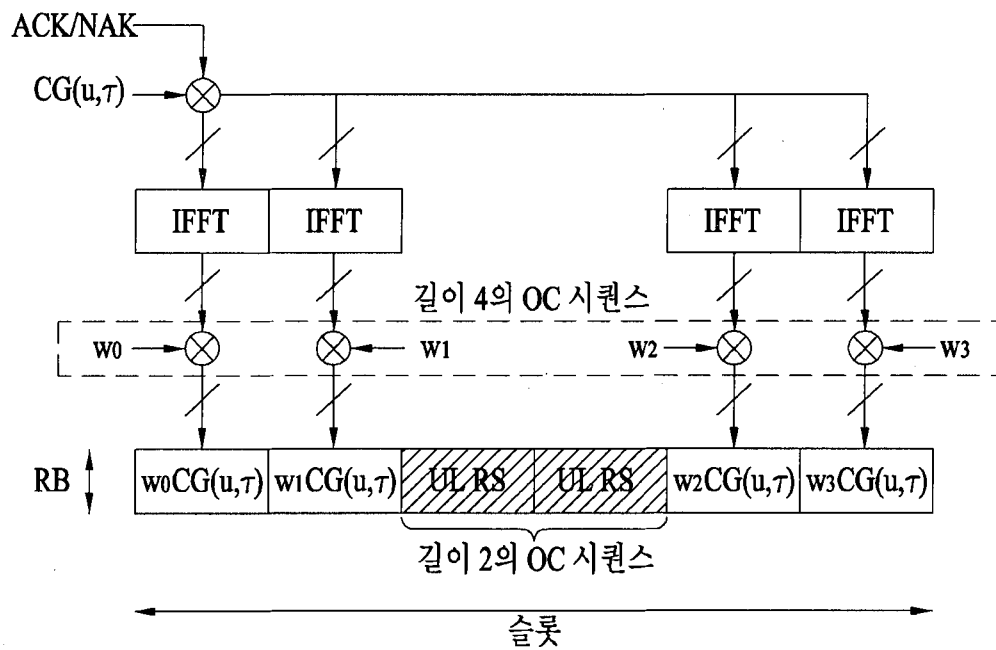


FIG. 6



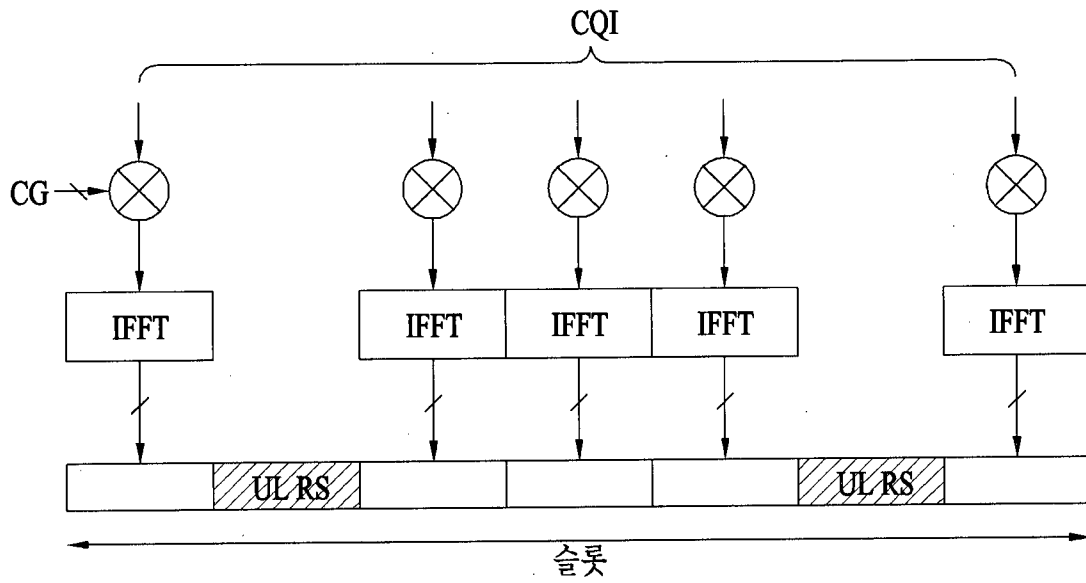
PUCCH 포맷 1a 및 1b 구조 (일반 CP 케이스)

FIG. 7



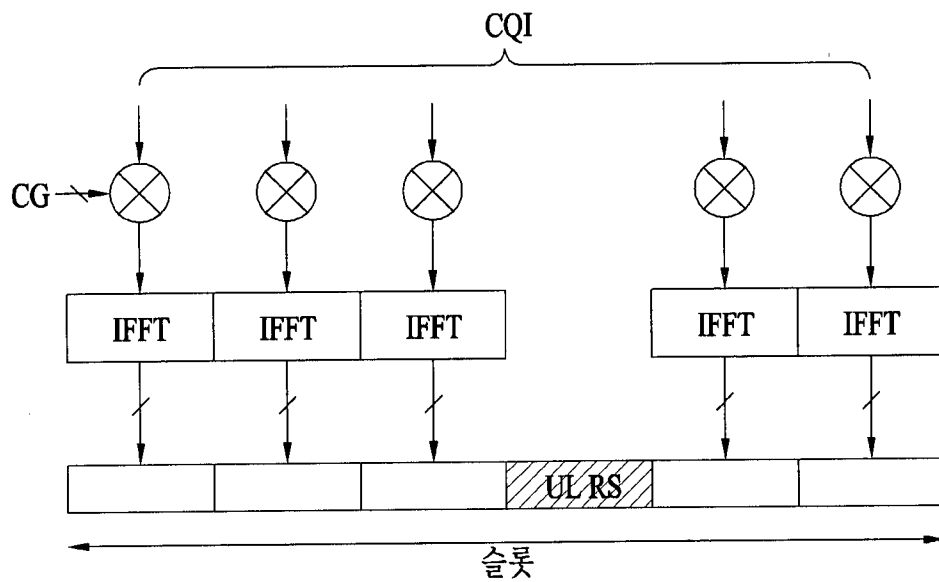
PUCCH 포맷 1a 및 1b 구조 (확장 CP 케이스)

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		
$\delta_{\text{offset}}^{\text{PUCCH}} = 1$	$\delta_{\text{offset}}^{\text{PUCCH}} = 0$	$n_{\text{CS}} = 0$	$\bar{n}_{\text{OC}} = 0$	$\bar{n}_{\text{OC}} = 1$	$\bar{n}_{\text{OC}} = 2$	$n_{\text{OC}} = 0$	$n_{\text{OC}} = 1$	$n_{\text{OC}} = 2$
2	1	$n' = 0$	$n' = 0$		12	$n' = 0$		12
3	2	1	1	6		1	6	
4	3			7	13			13
5	4	2	2			2	7	
6	5			8	14			14
7	6	3	3			3	8	
8	7			9	15			15
9	8	4	4			4	9	
10	9			10	16			16
11	10	5	5			5	10	
0	11			11	17		11	

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

$\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}} \in \{1, 2, 3\}$ 표준 순환 전치의 경우
 $\{1, 2, 3\}$ 확장 순환 전치의 경우

n_{OC} ACK/NACK를 위한 직교 시퀀스 인덱스
 $\bar{n}_{\text{OC}}$ 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						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						

FIG. 12

□ 슬롯 n_s 에서 PUCCH의 전송에 사용되는 PRB들

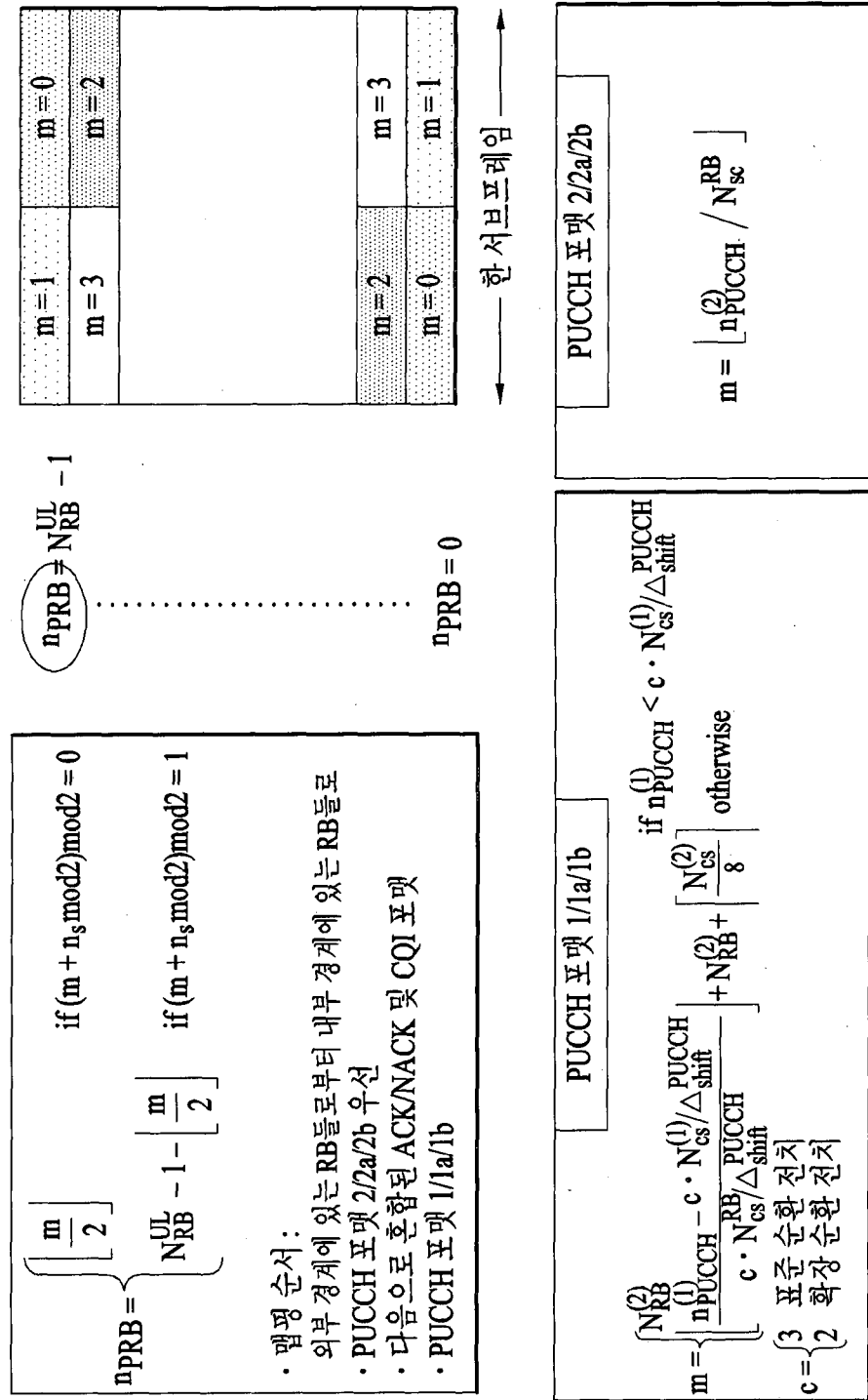
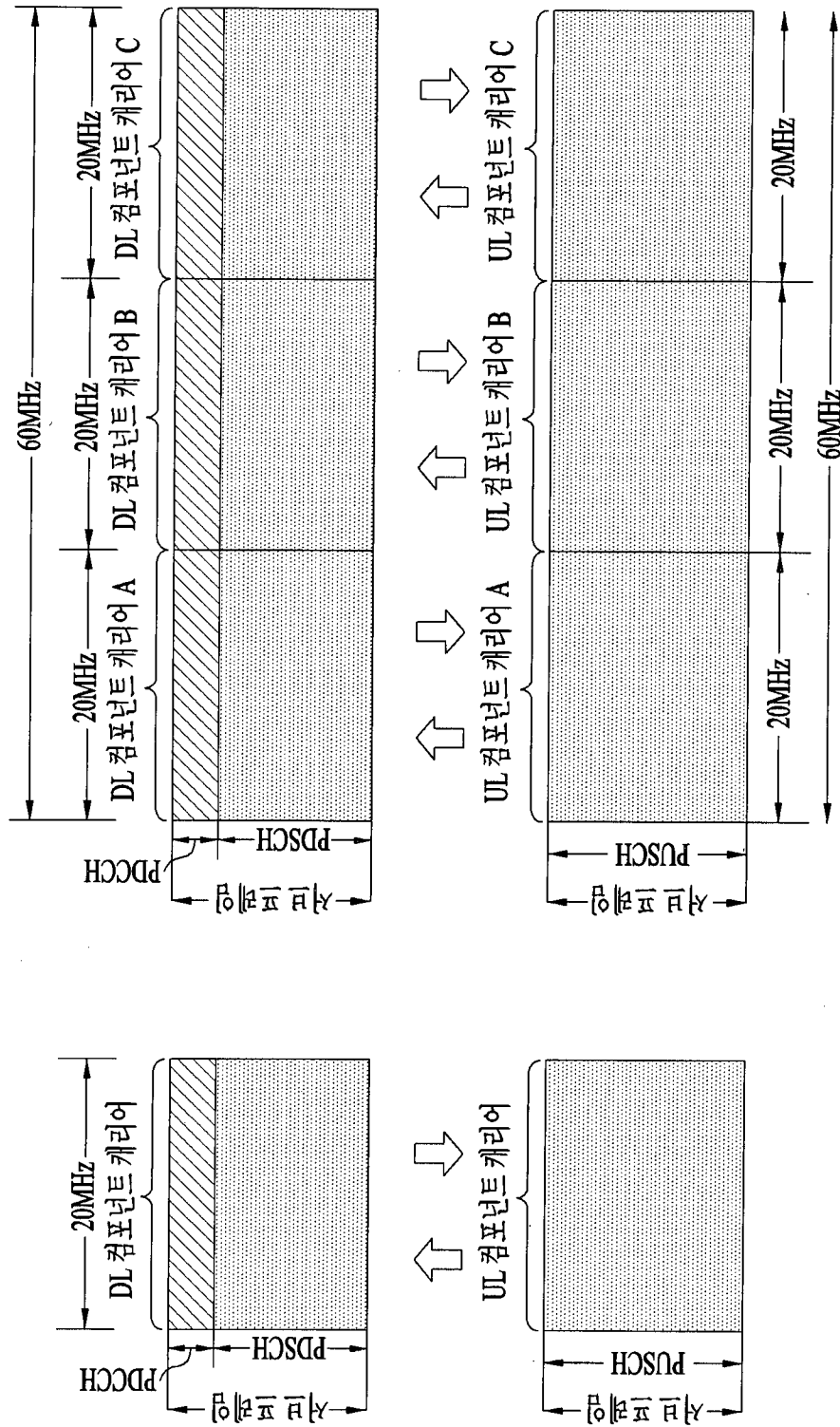


FIG. 13



(a) 단일 CC

(b) 복수 CC

FIG. 14

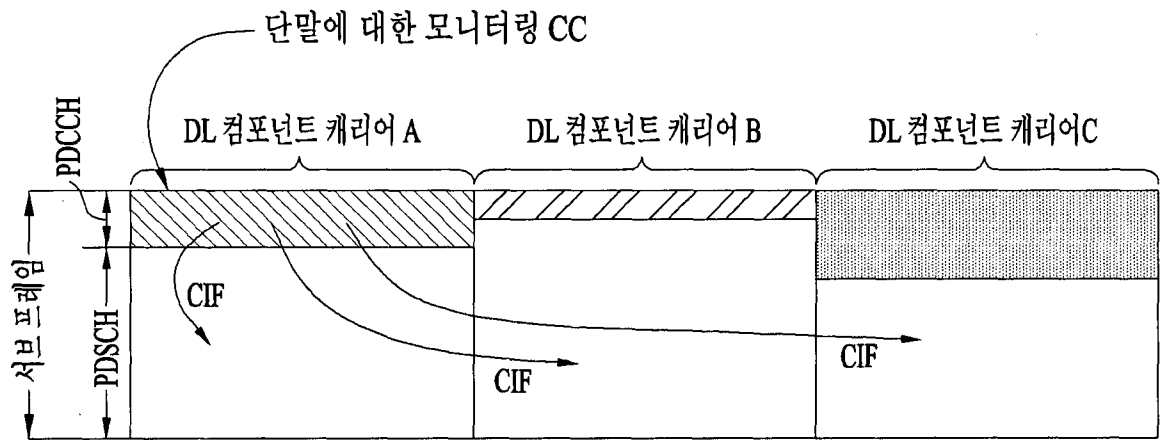


FIG. 15

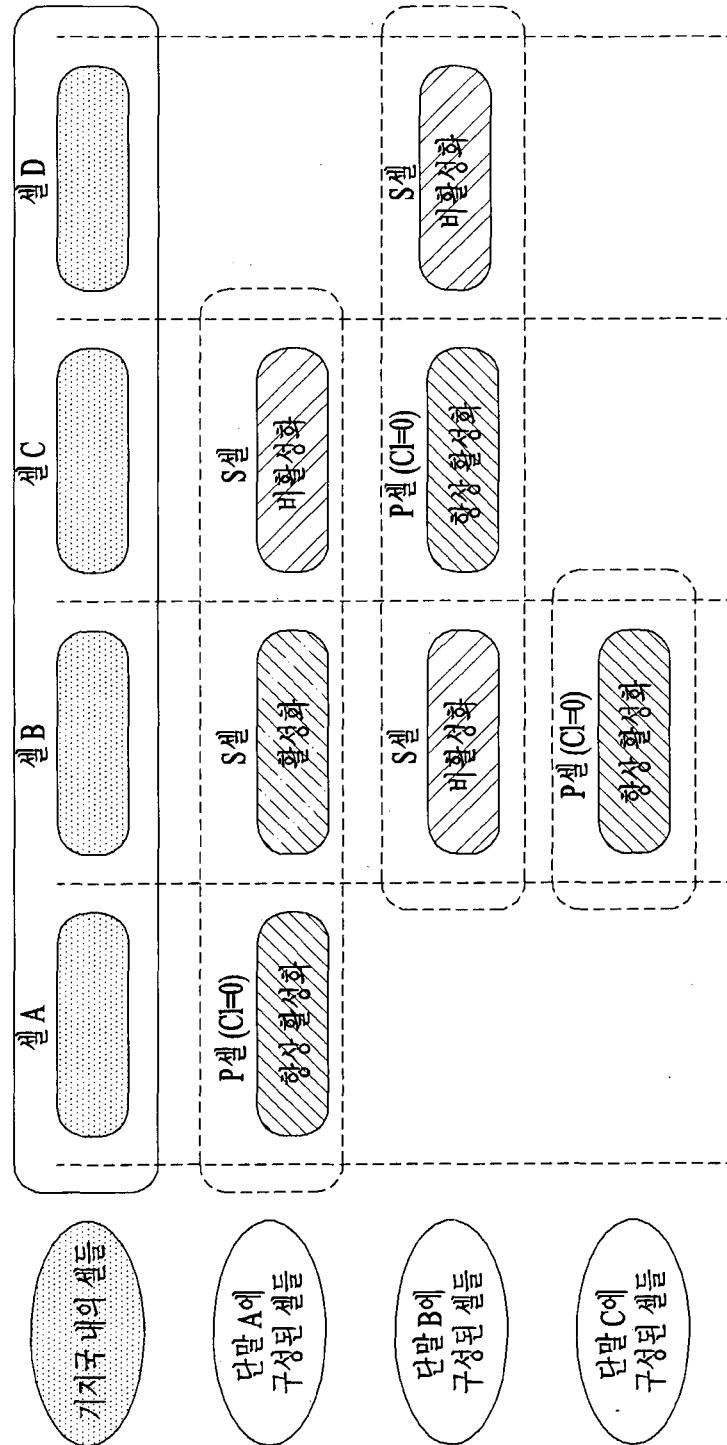


FIG. 16

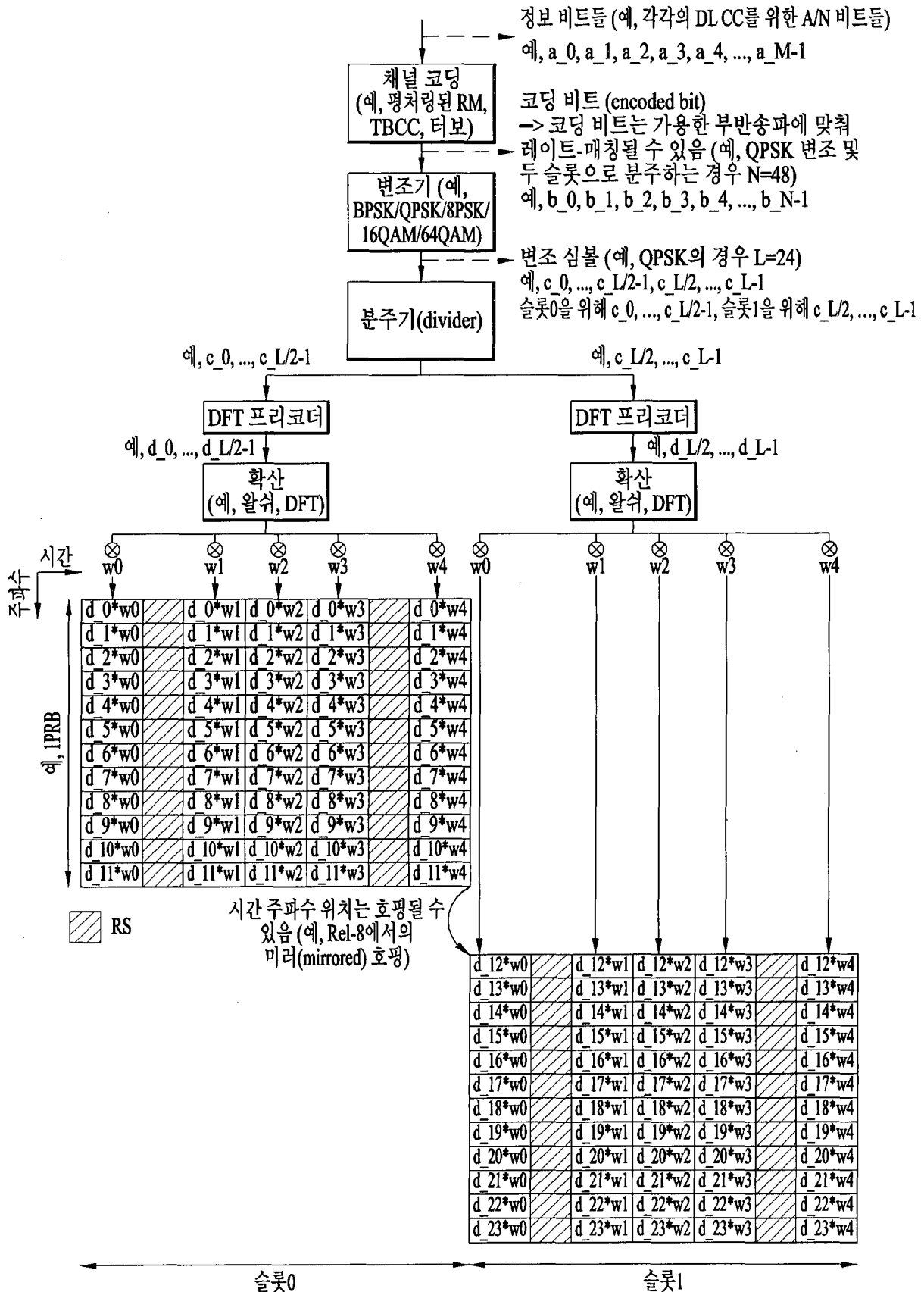


FIG. 17

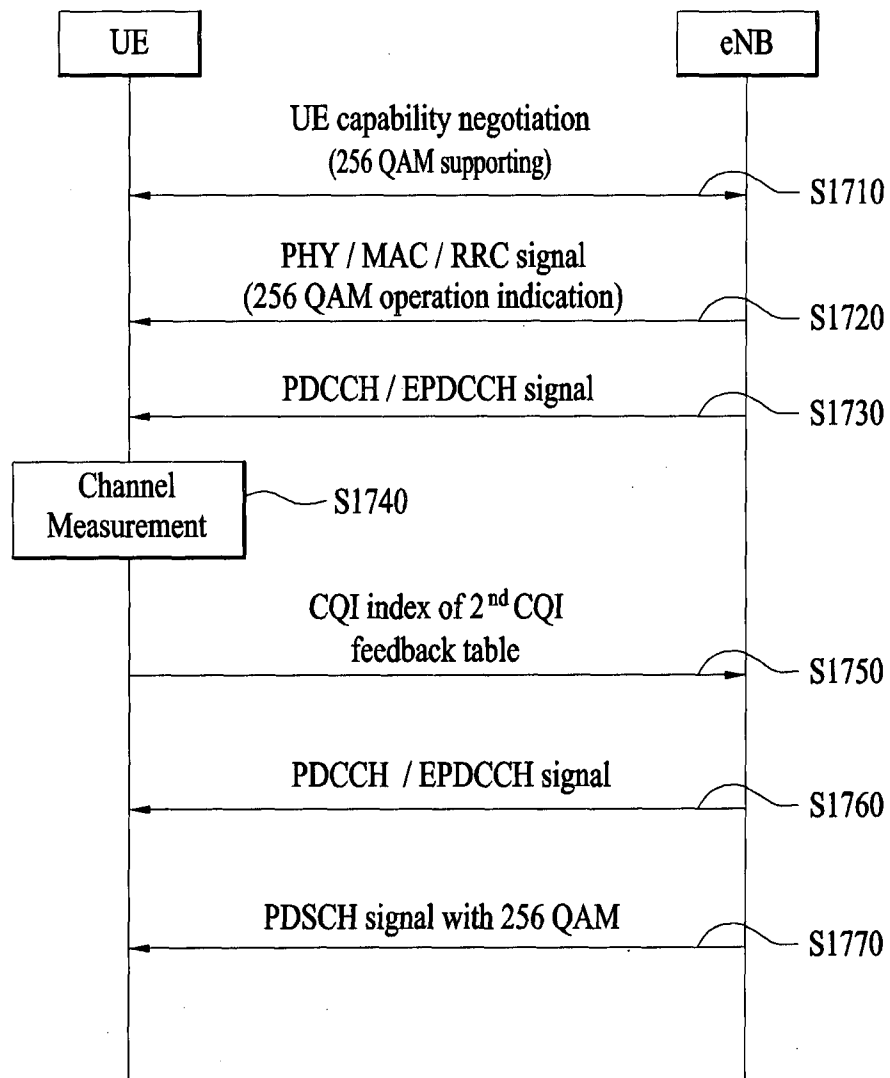


FIG. 18

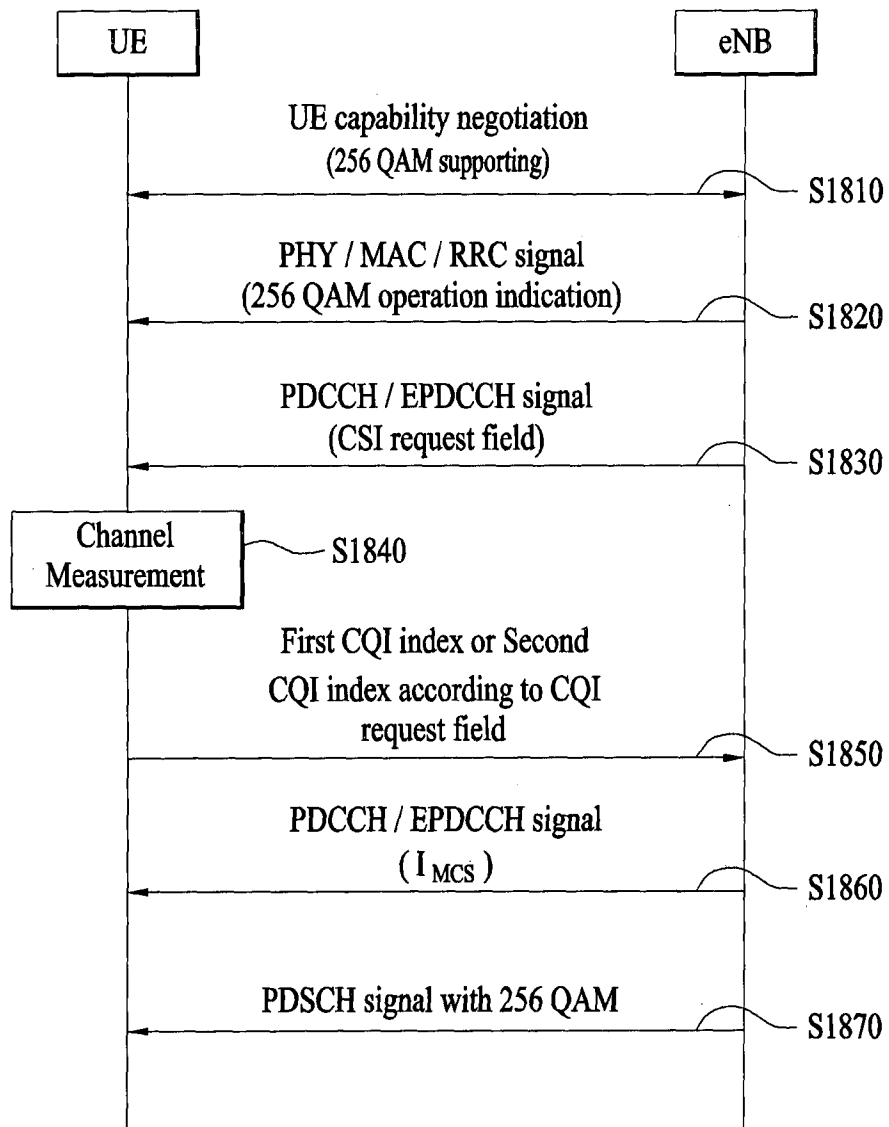


FIG. 19

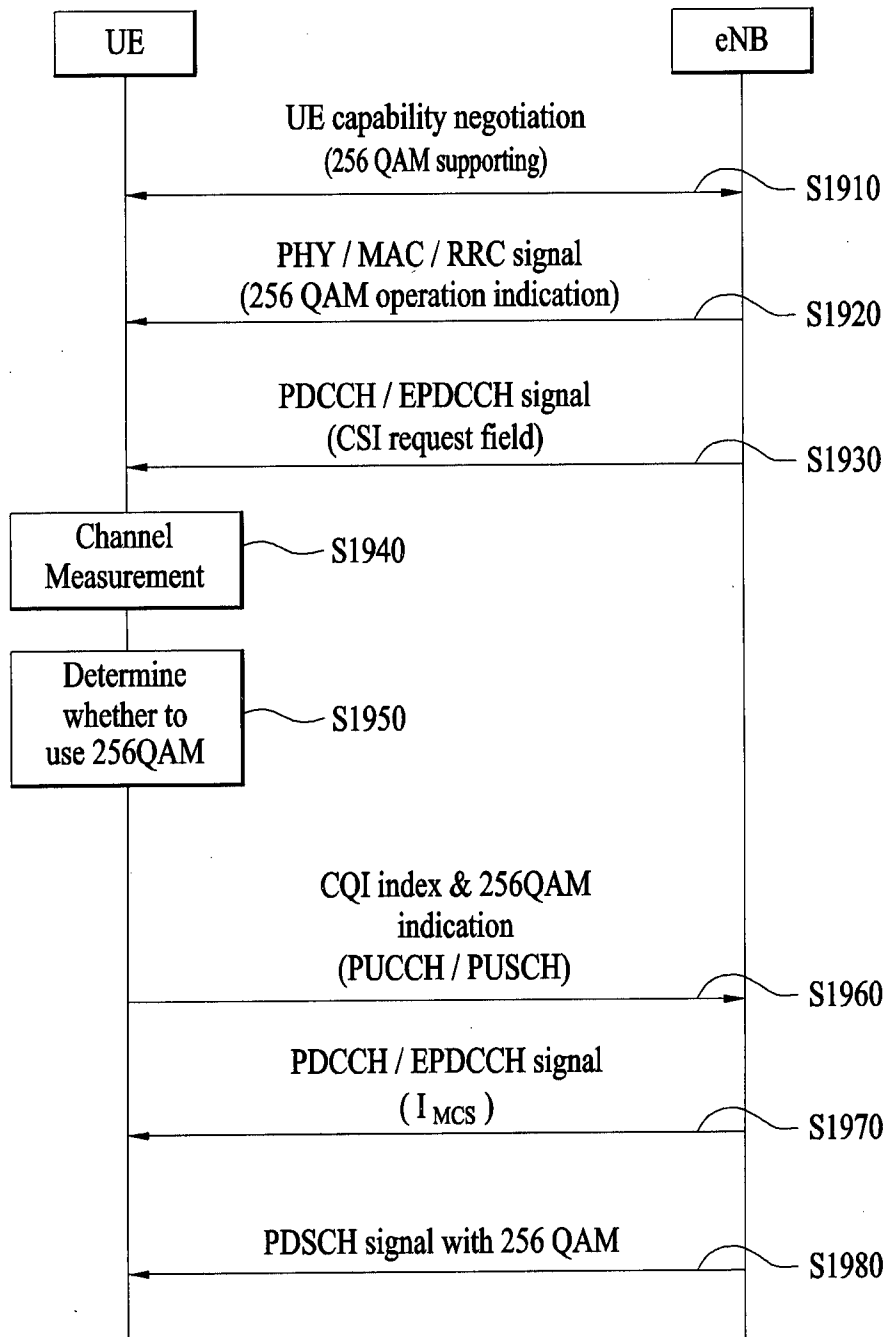


FIG. 20

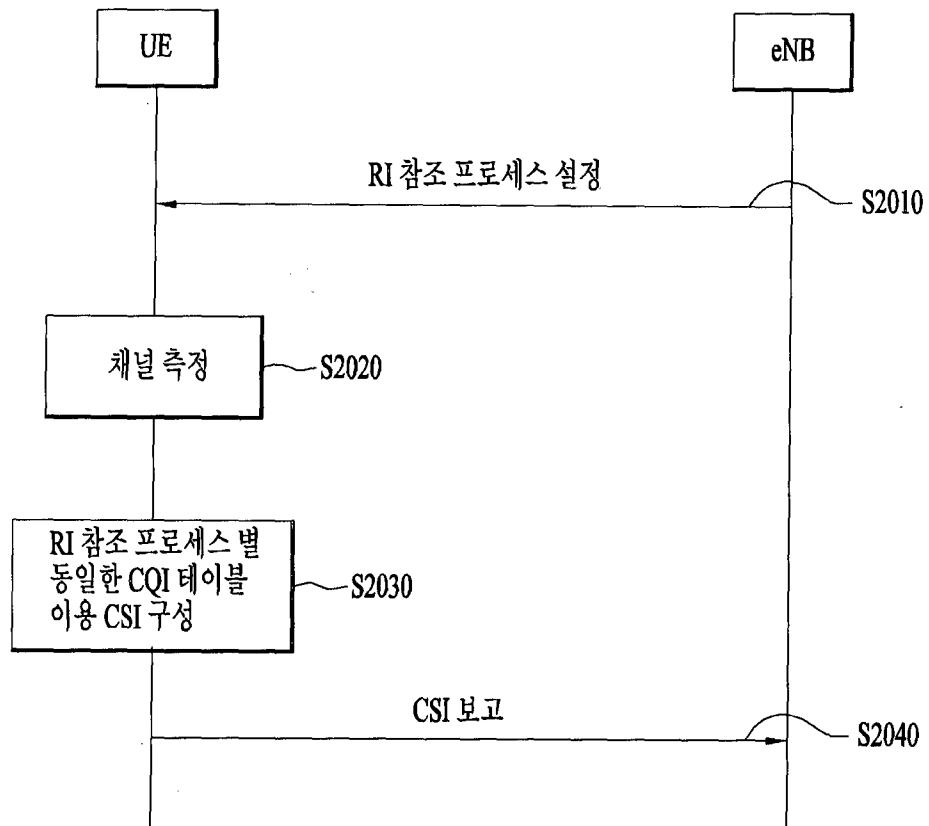
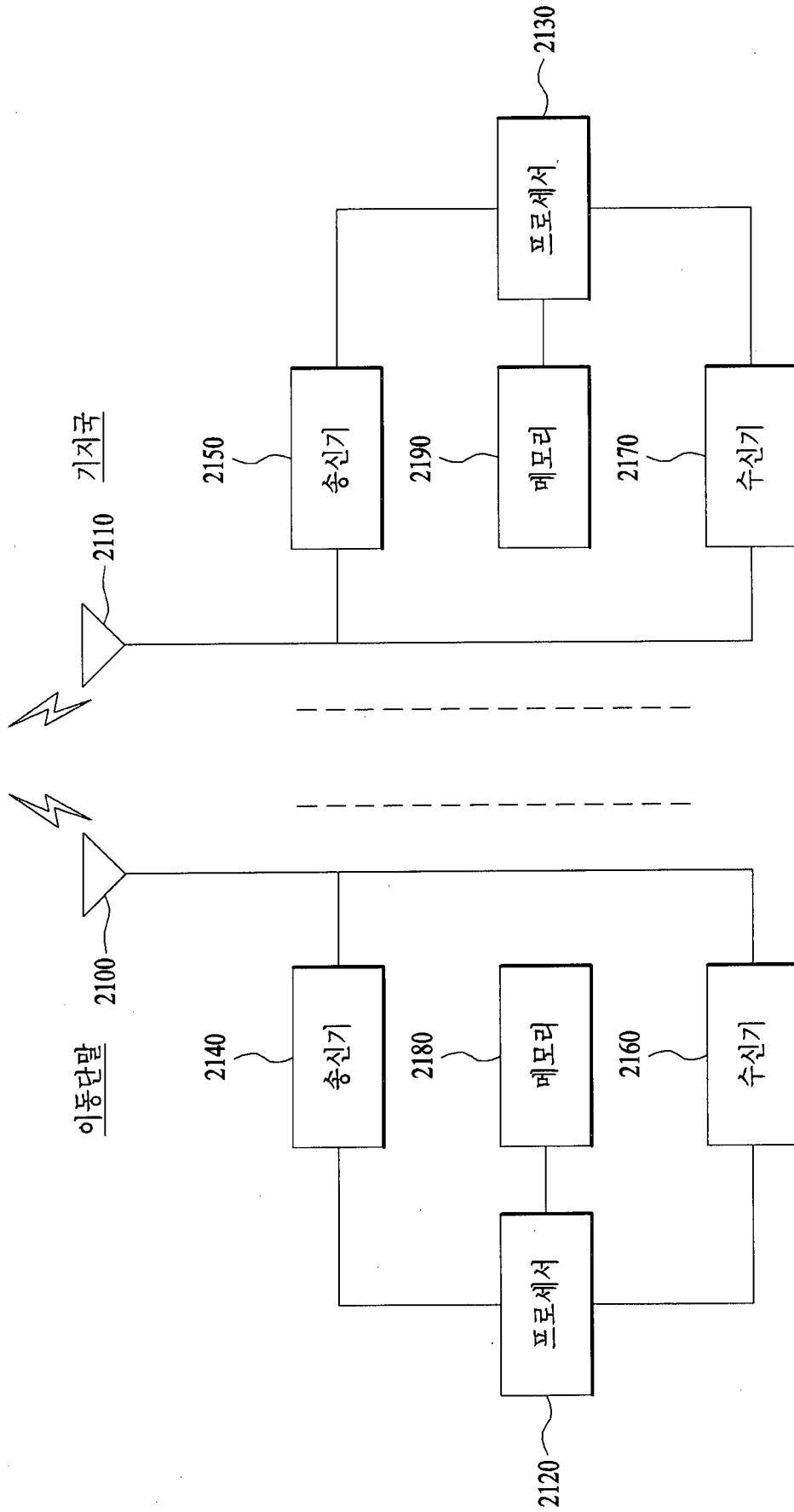


FIG. 21



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/003044**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H04L 1/00(2006.01)i, H04L 27/34(2006.01)i***

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L 1/00; H04W 72/04; H04W 72/06; H04L 27/34

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: 256 QAM, rank indicator reference process, CSI process, CQI table

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2014-0086174 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 27 March 2014 See paragraphs [0004]-[0144]; and figure 5.	1-8
Y	HUAWEI, HISILICON, "Further discussions on CQI/MCS table design for 256QAM", R1-141120, 3GPP TSG RAN WG1 #76bis, Shenzhen, China, [Retrieved on 22 March 2014]. Retrived from the Internet: (URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76b/Docs/) See pages 2-6.	1-8
A	HITACHI LTD., "Discussion on Mechanism to Support 256QAM in TM 10", R1-141393, 3GPP TSG RAN WG1 #76bis, Shenzhen, China, [Retrieved on 22 March 2014]. Retrived from the Internet: (URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76b/Docs/) See pages 1-3.	1-8
A	LG ELECTRONICS, "Further details on 256QAM operation", R1-141338, 3GPP TSG RAN WG1 #76bis, Shenzhen, China, [Retrieved on 22 March 2014]. Retrived from the Internet: (URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76b/Docs/) See pages 1-6.	1-8
A	US 2013-0322376 A1 (INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS, INC.) 05 December 2013 See paragraphs [0248]-[0311]; and figures 4-6.	1-8



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

16 JUNE 2015 (16.06.2015)

Date of mailing of the international search report

17 JUNE 2015 (17.06.2015)

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/KR2015/003044

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2014-0086174 A1	27/03/2014	AU 2013-324548 A1	15/01/2015
		EP 2733983 A2	21/05/2014
		EP 2733983 A3	18/06/2014
		WO 2014-051378 A1	03/04/2014
US 2013-0322376 A1	05/12/2013	EP 2856661 A2	08/04/2015
		WO 2013-184613 A2	12/12/2013
		WO 2013-184613 A3	13/03/2014

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H04L 1/00(2006.01)i, H04L 27/34(2006.01)i																				
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H04L 1/00; H04W 72/04; H04W 72/06; H04L 27/34 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: 256 QAM, 랭크 지시자 참조 프로세스, CSI 프로세스, CQI 테이블																				
C. 관련 문헌 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">카테고리*</th> <th style="width: 70%;">인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th style="width: 20%;">관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Y</td> <td>US 2014-0086174 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2014.03.27 단락 [0004]-[0144]; 및 도면 5 참조.</td> <td style="text-align: center;">1-8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Y</td> <td>HUAWEI, HISILICON, "Further discussions on CQI/MCS table design for 256QAM", R1-141120, 3GPP TSG RAN WG1 #76bis, Shenzhen, China, [Retrieved on 2014.03.22].Retrieved from the Internet: (URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76b/Docs/) 페이지 2-6 참조.</td> <td style="text-align: center;">1-8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>HITACHI LTD., "Discussion on Mechanism to Support 256QAM in TM 10", R1-141393, 3GPP TSG RAN WG1 #76bis, Shenzhen, China, [Retrieved on 2014.03.22].Retrieved from the Internet: (URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76b/Docs/) 페이지 1-3 참조.</td> <td style="text-align: center;">1-8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>LG ELECTRONICS, "Further details on 256QAM operation", R1-141338, 3GPP TSG RAN WG1 #76bis, Shenzhen, China, [Retrieved on 2014.03.22].Retrieved from the Internet: (URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76b/Docs/) 페이지 1-6 참조.</td> <td style="text-align: center;">1-8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>US 2013-0322376 A1 (INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS, INC.) 2013.12.05 단락 [0248]-[0311]; 및 도면 4-6 참조.</td> <td style="text-align: center;">1-8</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	Y	US 2014-0086174 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2014.03.27 단락 [0004]-[0144]; 및 도면 5 참조.	1-8	Y	HUAWEI, HISILICON, "Further discussions on CQI/MCS table design for 256QAM", R1-141120, 3GPP TSG RAN WG1 #76bis, Shenzhen, China, [Retrieved on 2014.03.22].Retrieved from the Internet: (URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76b/Docs/) 페이지 2-6 참조.	1-8	A	HITACHI LTD., "Discussion on Mechanism to Support 256QAM in TM 10", R1-141393, 3GPP TSG RAN WG1 #76bis, Shenzhen, China, [Retrieved on 2014.03.22].Retrieved from the Internet: (URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76b/Docs/) 페이지 1-3 참조.	1-8	A	LG ELECTRONICS, "Further details on 256QAM operation", R1-141338, 3GPP TSG RAN WG1 #76bis, Shenzhen, China, [Retrieved on 2014.03.22].Retrieved from the Internet: (URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76b/Docs/) 페이지 1-6 참조.	1-8	A	US 2013-0322376 A1 (INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS, INC.) 2013.12.05 단락 [0248]-[0311]; 및 도면 4-6 참조.	1-8
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																		
Y	US 2014-0086174 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2014.03.27 단락 [0004]-[0144]; 및 도면 5 참조.	1-8																		
Y	HUAWEI, HISILICON, "Further discussions on CQI/MCS table design for 256QAM", R1-141120, 3GPP TSG RAN WG1 #76bis, Shenzhen, China, [Retrieved on 2014.03.22].Retrieved from the Internet: (URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76b/Docs/) 페이지 2-6 참조.	1-8																		
A	HITACHI LTD., "Discussion on Mechanism to Support 256QAM in TM 10", R1-141393, 3GPP TSG RAN WG1 #76bis, Shenzhen, China, [Retrieved on 2014.03.22].Retrieved from the Internet: (URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76b/Docs/) 페이지 1-3 참조.	1-8																		
A	LG ELECTRONICS, "Further details on 256QAM operation", R1-141338, 3GPP TSG RAN WG1 #76bis, Shenzhen, China, [Retrieved on 2014.03.22].Retrieved from the Internet: (URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76b/Docs/) 페이지 1-6 참조.	1-8																		
A	US 2013-0322376 A1 (INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS, INC.) 2013.12.05 단락 [0248]-[0311]; 및 도면 4-6 참조.	1-8																		
☐ 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 신구성 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 2015년 06월 16일 (16.06.2015)	국제조사보고서 발송일 2015년 06월 17일 (17.06.2015)																			
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140	심사관 김도원 전화번호 +82-42-481-5560 																			

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2015/003044

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2014-0086174 A1	2014/03/27	AU 2013-324548 A1 EP 2733983 A2 EP 2733983 A3 WO 2014-051378 A1	2015/01/15 2014/05/21 2014/06/18 2014/04/03
US 2013-0322376 A1	2013/12/05	EP 2856661 A2 WO 2013-184613 A2 WO 2013-184613 A3	2015/04/08 2013/12/12 2014/03/13