(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013 년 4 월 18 일 (18.04.2013)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2013/055174 A2

(51) 국제특허분류:
H04J 11/00 (2006.01) *H04L 1/16* (2006.01)
H04B 7/26 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2012/008374

(22) 국제출원일: 2012 년 10 월 15 일 (15.10.2012)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
61/547,015 2011 년 10 월 13 일 (13.10.2011) US
61/551,899 2011 년 10 월 26 일 (26.10.2011) US
61/556,812 2011 년 11 월 7 일 (07.11.2011) US

(71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 150-721 서울 영등포구 여의도동 20, Seoul (KR).

(72) 발명자: 김학성 (KIM, Hakseong); 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 서한별 (SEO, Hanbyul); 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 138-861 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7 층 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

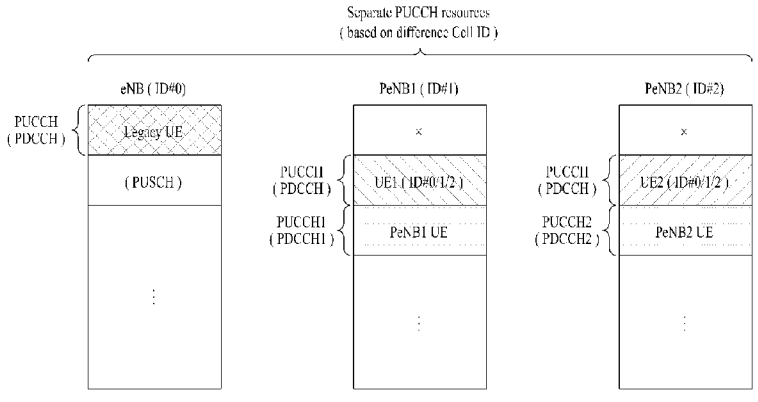
공개:

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

(54) Title: METHOD AND USER EQUIPMENT FOR TRANSMITTING UPLINK SIGNAL, AND METHOD AND EVOLVED NODE B FOR RECEIVING UPLINK SIGNAL

(54) 발명의 명칭 : 상향링크 신호 전송방법 및 사용자기기와, 상향링크 신호 수신방법 및 기지국

[Fig. 8]



(57) Abstract: A UE receives downlink control information from an eNB through a PDCCH (Physical Downlink Control Channel)including one or more CCEs (Control Channel Elements). The UE transmits ACK/NACK (ACKnowledgment/Negative ACK) information associated with the downlink control information to the eNB by using at least one of a first PUCCH resource, which corresponds to an index determined on the basis of first offset information and an index of a specific CCE in the PDCCH and is generated using first cell identification information, and a second PUCCH resource, which corresponds to an index determined on the basis of second offset information and the index of the specific CCE and is generated using second cell identification information.

(57) 요약서: UE 는 하나 이상의 CCE(Control Channel Element)를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 하향링크 제어 정보를 eNB 로부터

[다음 쪽 계속]

WO 2013/055174 A2

수신한다. 상기 UE 는 상기 하향링크 제어 정보 연관된 ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를, 제 1 오프셋 정보 및 상기 PDCCH 내 특정 CCE 의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제 1 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제 1 PUCCH 자원과 제 2 오프셋 정보 및 상기 특정 CCE 의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제 2 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제 2 PUCCH 자원 중 적어도 하나를 이용하여 상기 eNB 에 전송한다.

명세서

발명의 명칭: 상향링크 신호 전송방법 및 사용자기기와, 상향링크 신호 수신방법 및 기지국

기술분야

[1] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 상향링크 신호를 전송하는 방법 및 장치와 상향링크 신호를 수신하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[2] 기기간(Machine-to-Machine, M2M) 통신과, 높은 데이터 전송량을 요구하는 스마트폰, 태블릿 PC 등의 다양한 장치 및 기술이 출현 및 보급되고 있다. 이에 따라, 셀룰러 망에서 처리될 것이 요구되는 데이터 양이 매우 빠르게 증가하고 있다. 이와 같이 빠르게 증가하는 데이터 처리 요구량을 만족시키기 위해, 더 많은 주파수 대역을 효율적으로 사용하기 위한 반송파 집성(carrier aggregation) 기술, 인지무선(cognitive radio) 기술 등과, 한정된 주파수 내에서 전송되는 데이터 용량을 높이기 위한 다중 안테나 기술, 다중 기지국 협력 기술 등이 발전하고 있다. 또한, 사용자기기가 주변에서 엑세스할 수 있는 노드의 밀도가 높아지는 방향으로 통신 환경이 진화하고 있다. 포인트라 함은 하나 이상의 안테나를 구비하여 사용자기기와 무선 신호를 전송/수신할 수 있는 고정된 노드(node)를 말한다. 높은 밀도의 포인트를 구비한 통신 시스템은 포인트들 간의 협력에 의해 더 높은 성능의 통신 서비스를 사용자기기에게 제공할 수 있다.

[3] 복수의 포인트에서 동일한 시간-주파수 자원을 이용하여 사용자기기와 통신을 수행하는 이러한 다중 포인트 협력 통신 방식은 각 포인트가 독립적인 기지국으로 동작하여 상호 협력 없이 사용자기기와 통신을 수행하는 기존의(conventional) 통신 방식보다 데이터 처리량에 있어서 훨씬 우수한 성능을 갖는다.

[4] 다중 포인트 시스템은 각 포인트가, 기지국 혹은 엑세스 포인트, 안테나, 안테나 그룹, 무선 리모트 헤드(radio remote header, RRH), 무선 리모트 유닛(radio remote unit, RRU)로서 동작하는, 복수의 포인트를 사용하여 협력 통신을 수행한다. 안테나들이 기지국에 집중되어 위치해 있는 기존의 중앙 집중형 안테나 시스템과 달리, 다중 포인트 시스템에서 상기 복수의 포인트는 통상 일정 간격 이상으로 떨어져 위치한다. 상기 복수의 포인트는 각 포인트의 동작을 제어하거나, 각 포인트를 통해 송/수신될 데이터를 스케줄링하는 하나 이상의 기지국 혹은 기지국 컨트롤러(controller)에 의해 관리될 수 있다. 각 포인트는 해당 포인트를 관리하는 기지국 혹은 기지국 컨트롤러와 케이블 혹은 전용 회선(dedicated line)을 통해 연결된다.

[5] 이러한 다중 포인트 시스템은 분산된 포인트들이 동시에 서로 다른 스트림을 송/수신하여 단일 또는 다수의 사용자기기와 통신할 수 있다는 점에서 일종의 MIMO(multiple input multiple output) 시스템으로 볼 수 있다. 다만, 다중 포인트 시스템은 다양한 위치에 분산된 포인트들을 이용하여 신호를 전송하므로, 기존의 중앙 집중형 안테나 시스템에 구비된 안테나들에 비해, 각 안테나가 커버해야 하는 전송 영역이 축소된다. 따라서, 중앙 집중형 안테나 시스템에서 MIMO 기술을 구현하던 기존 시스템에 비해, 다중 포인트 시스템에서는 각 안테나가 신호를 전송하는 데 필요한 전송 전력이 감소될 수 있다. 또한, 안테나와 사용자기기 간의 전송 거리가 단축되므로 경로 손실이 감소되며, 데이터의 고속 전송이 가능하게 된다. 이에 따라, 셀룰러 시스템의 전송 용량 및 전력 효율이 높아질 수 있으며, 셀 내의 사용자기기의 위치에 상관없이 상대적으로 균일한 품질의 통신 성능이 만족될 수 있다. 또한, 다중 포인트 시스템에서는, 복수의 포인트들에 연결된 기지국(들) 혹은 기지국 컨트롤러(들)이 데이터 전송/수신에 협력하므로, 전송 과정에서 발생하는 신호 손실이 감소된다. 또한, 일정 거리 이상 떨어져 위치한 포인트들이 사용자기기와 협력 통신을 수행하는 경우, 안테나들 사이의 상관도(correlation) 및 간섭이 줄어들게 된다. 따라서, 다중 포인트 협력 통신 방식에 의하면, 높은 신호 대 잡음비(signal to interference-plus-noise ratio, SINR)이 얻어질 수 있다.

[6] 이와 같은 다중 포인트 시스템의 장점 때문에, 차세대 이동 통신 시스템에서 기지국 증설 비용과 백홀(backhaul) 망의 유지 비용을 줄이는 동시에, 서비스 커버리지의 확대와 채널용량 및 SINR의 향상을 위해, 다중 포인트 시스템이 기존의 중앙집중형 안테나 시스템과 병행 혹은 대체하여 셀룰러 통신의 새로운 기반으로 대두되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[7] 새로운 무선 통신 기술의 도입에 따라, 기지국이 소정 자원영역에서 서비스를 제공해야 하는 사용자기기들의 개수가 증가할 뿐만 아니라, 상기 기지국이 서비스를 제공하는 사용자기기들과 전송/수신하는 데이터와 제어정보의 양이 증가하고 있다. 기지국이 사용자기기(들)과의 통신에 이용가능한 무선 자원의 양은 유한하므로, 기지국이 유한한 무선 자원을 이용하여 상/하향링크 데이터 및/또는 상/하향링크 제어정보를 사용자기기(들)를 효율적으로 수신/전송하기 위한 새로운 방안이 요구된다.

[8] 특히, 다중 포인트 시스템에서는 사용자기기가 서로 다른 포인트에 동시에 혹은 선택적으로 상향링크 신호를 전송할 수 있으므로, 서로 다른 포인트로 전송되는 상향링크 신호들 사이에 간섭을 회피 혹은 최소화하기 위한 방안이 요구된다.

[9] 따라서, 본 발명은 상/하향링크 신호를 효율적으로 전송/수신하는 방법 및

장치를 제공한다.

[10] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

[11] 본 발명의 일 양상으로, 무선 통신 시스템에서 사용자기기가 상향링크 신호를 전송함에 있어서, 하나 이상의 CCE(Control Channel Element)를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 하향링크 제어 정보를 수신하며; 상기 하향링크 제어 정보와 연관된 ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를 전송하되, 상기 ACK/NACK 정보는, 제1 오프셋 정보 및 상기 PDCCH 내 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제1 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제1 PUCCH 자원과 제2 오프셋 정보 및 상기 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제2 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제2 PUCCH 자원 중 적어도 하나를 이용하여 전송되는, 상향링크 신호 전송 방법이 제공된다.

[12] 본 발명의 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 사용자기기가 상향링크 신호를 전송함에 있어서, 무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛; 및 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 하나 이상의 CCE(Control Channel Element)를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 하향링크 제어 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하며, 상기 하향링크 제어 정보와 연관된 ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하되, 상기 프로세서는 제1 오프셋 정보 및 상기 PDCCH 내 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제1 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제1 PUCCH 자원과 제2 오프셋 정보 및 상기 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제2 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제2 PUCCH 자원 중 적어도 하나를 이용하여 상기 ACK/NACK을 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하는, 사용자기기가 제공된다.

[13] 본 발명의 또 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 기지국이 상향링크 신호를 수신함에 있어서, 하나 이상의 CCE(Control Channel Element)를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 하향링크 제어 정보를 사용자기기에 전송하며; 상기 하향링크 제어 정보와 연관된 ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를 상기 사용자기기로부터 수신하되, 상기 ACK/NACK 정보는, 제1 오프셋 정보 및 상기 PDCCH 내 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제1 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제1 PUCCH 자원과 제2 오프셋 정보 및 상기 특정 CCE의

인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제2 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제2 PUCCH 자원 중 적어도 하나를 이용하여 수신되는, 상향링크 신호 수신 방법이 제공된다.

[14] 본 발명의 또 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 기지국이 상향링크 신호를 수신함에 있어서, 무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛; 및 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 하나 이상의 CCE(Control Channel Element)를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 하향링크 제어 정보를 사용자기기에 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하고, 상기 하향링크 제어 정보와 연관된 ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를 상기 사용자기기로부터 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하되, 상기 프로세서는 제1 오프셋 정보 및 상기 PDCCH 내 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제1 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제1 PUCCH 자원과 제2 오프셋 정보 및 상기 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제2 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제2 PUCCH 자원 중 적어도 하나를 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하는, 기지국이 제공된다.

[15] 본 발명의 각 양상에 있어서, 기지국으로부터 사용자기기에게 상기 제1 오프셋 정보 및 상기 제1 식별 정보와 상기 제2 오프셋 정보 및 상기 제2 식별 정보를 제공될 수 있다.

[16] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 상향링크 제어 정보는 제1 셀로부터 사용자기기에 전송될 수 있으며, 상기 사용자기기는 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제1 셀에서 상기 기지국에 전송하는 경우에는 상기 제1 PUCCH 자원을 이용하여 전송하고, 상기 제1 셀이 아닌 제2 셀에서 상기 기지국에 전송하는 경우에는 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 전송할 수 있다.

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

발명의 효과

[18] 본 발명에 의하면, 서로 다른 포인트를 향한 상향링크 전송을 위한 무선 자원들이 충돌한 위험을 방지할 수 있다.

[19] 또한, 본 발명에 의하면, 서로 다른 포인트를 향한 상향링크 전송에 동일 무선 자원이 사용되더라도 동일 무선 자원 상의 상향링크 신호들이 상호 간에 미치는 간섭을 제거 혹은 최소화할 수 있다.

[20] 또한, 본 발명에 의하면, 상/하향링크 자원 사용의 효율성이 높아진다.

[21] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는

기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[22] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.

[23] 도 1 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다.

[24] 도 2는 무선 통신 시스템에서 하향링크/상향링크(DL/UL) 슬롯 구조의 일례를 나타낸 것이다.

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

[26] 도 4는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 상향링크(uplink, UL) 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.

[27] 도 5는 하나의 셀(cell)에서 사용되는 PUCCH(Physical Uplink Control CHannel) 자원들의 논리적 배열을 예시한 것이다.

[28] 도 6은 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 동적(dynamic) PUCCH 자원을 결정하는 예를 나타낸 것이다.

[29] 도 7은 CoMP(Coordinated Multi-Point Transmission/Reception) 상황 하에서의 PUCCH 전송을 예시한 것이다.

[30] 도 8은 도 7의 사용자기기(user equipment, UE)들이 본 발명에 따라 PUCCH를 전송하는 일 예를 나타낸 것이다.

[31] 도 9는 다른 셀 식별자(identity, ID)를 사용하는 eNB와 RRH(Remote Radio Head)가 상향링크 DPS(Dynamic Point Selection)에 참여하는 예를 도시한 것이다.

[32] 도 10은 동일한 셀 ID를 사용하는 eNB와 RRH가 상향링크 JR(Joint Reception)에 참여하는 예를 도시한 것이다.

[33] 도 11 내지 도 16은 다른 셀 ID를 사용하는 수신 포인트(reception point, R)들을 위한 본 발명에 따른 PUCCH 자원 관리 방법들을 예시한 것이다.

[34] 도 17 내지 도 19는 eNB와 RRH들이 모두 동일한 셀 ID에 의해 운영되는 이종 네트워크(heterogeneous network, HetNet)의 CoMP 상황을 예시한 것이다.

[35] 도 20은 상향링크 CoMP에 참여하는 RP들이 동일한 셀 ID를 공유하는 경우, 기존의 PUCCH 자원 할당을 예시한 것이다.

[36] 도 21 내지 도 24는 도 17 내지 도 19의 CoMP 상황에 적용 가능한 PUCCH 자원 할당 방법들을 나타낸 것이다.

[37] 도 25는 RP들이 동일한 셀 ID를 사용하는 CoMP 상황 하에서 ePDCCH(enhanced PDCCH)에 대응한 PUCCH 전송을 예시한 것이다.

[38] 도 26은 도 25의 CoMP 상황을 위한 본 발명에 따른 PUCCH 자원 할당을 예시한 것이다.

[39] 도 27은 본 발명을 수행하는 전송장치(10) 및 수신장치(20)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[40] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.

[41] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

[42] 본 발명에 있어서, 사용자기기(user equipment, UE)는 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, 기지국(base station, BS)와 통신하여 사용자데이터 및/또는 각종 제어정보를 송수신하는 각종 기기들이 이에 속한다. UE는 단말(Terminal Equipment), MS(Mobile Station), MT(Mobile Terminal), UT(User Terminal), SS(Subscribe Station), 무선기기(wireless device), PDA(Personal Digital Assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등으로 불릴 수 있다. 또한, 본 발명에 있어서, BS는 일반적으로 UE 및/또는 다른 BS와 통신하는 고정국(fixed station)을 말하며, UE 및 타 BS와 통신하여 각종 데이터 및 제어정보를 교환한다. BS는 ABS(Advanced Base Station), NB(Node-B), eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 엑세스 포인트(Access Point), PS(Processing Server) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 이하의 본 발명에 관한 설명에서는, BS를 eNB로 통칭한다.

[43] 본 발명에서 포인트(point)라 함은 사용자기기와 통신하여 무선 신호를 전송/수신할 수 있는 고정된 노드(node)를 말한다. 다양한 형태의 eNB들이 그 명칭에 관계없이 포인트로서 이용될 수 있다. 예를 들어, BS, NB, eNB, 피코-셀 eNB(PeNB), 홈 eNB(HeNB), 릴레이, 리피터 등이 포인트가 될 수 있다. 또한, 포인트는 eNB가 아니어도 될 수 있다. 예를 들어, 무선 리모트 헤드(radio remote head, RRH), 무선 리모트 유닛(radio remote unit, RRU)가 될 수 있다. RRH, RRU 등은 일반적으로 eNB의 전력 레벨(power level) 보다 낮은 전력 레벨을 갖는다. RRH 혹은 RRU이하, RRH/RRU)는 일반적으로 광 케이블 등의 전용 회선(dedicated line)으로 eNB에 연결(connect)되어 있기 때문에, 일반적으로 무선 회선으로 연결된 eNB들에 의한 협력 통신에 비해, RRH/RRU와 eNB에 의한 협력 통신이 원활하게 수행될 수 있다. 일 포인트에는 최소 하나의 안테나가 설치된다. 상기 안테나는 물리 안테나를 의미할 수도 있으며, 안테나 포트, 가상

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

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

[45] 복수의 전송(Tx)/수신(Rx) 포인트를 통해 신호를 전송/수신하거나, 복수의 Tx/Rx 포인트들 중에서 선택된 적어도 하나의 포인트를 통해 신호를

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

[46] 한편, 본 발명에서 셀(cell)이라 함은 하나 이상의 포인트가 통신 서비스를 제공하는 일정 지리적 영역을 말한다. 따라서, 본 발명에서 특정 셀과 통신한다고 함은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 포인트와 통신하는 것을 의미할 수 있다. 또한, 특정 셀의 하향링크/상향링크 신호는 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 포인트로부터의/로의 하향링크/상향링크 신호를 의미한다. 이하, UE가 연결되어, 상기 UE에게 상/하향링크 신호를 전송/수신하도록 스케줄링하는 eNB 혹은 포인트를 특히 서빙 eNB(serving eNB) 혹은 서빙 포인트라고 칭한다. 서빙 셀은 상기 서빙 eNB 혹은 상기 서빙 포인트가 통신 서비스를 제공할 수 있는 커버리지에 해당할 수 있다.

[47] 특정 셀의 채널 상태/품질은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 포인트와 UE 사이에 형성된 채널 혹은 통신 링크의 채널 상태/품질을 의미한다. 3GPP LTE-A 기반의 시스템에서, UE는 특정 포인트로부터의 하향링크 채널 상태를 상기 특정 포인트의 안테나 포트(들)이 상기 특정 포인트에 할당된 채널 CSI-RS(Channel State Information Reference Signal) 자원 상에서 전송하는 CSI-RS(들)을 이용하여 측정할 수 있다. 일반적으로 인접한 포인트들은 서로 직교하는 CSI-RS 자원들 상에서 해당 CSI-RS 자원들을 전송한다. CSI-RS 자원들이 직교한다고 함은 CSI-RS를 나르는 심볼 및 부반송파를 특정하는 CSI-RS 자원 구성(resource configuration), 서브프레임 오프셋(offset) 및 전송 주기(transmission period) 등에 의해 CSI-RS가 할당된 서브프레임들을 특정하는

서브프레임 구성(subframe configuration), CSI-RS 시퀀스 중 최소 한가지가 서로 다름을 의미한다.

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

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

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

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

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

[53] 표 1

[Table 1]

DL-UL configuration	Downlink-to-Uplink Switch-point periodicity	Subframe number									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

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

[55] 표 2

[Table 2]

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

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

[57] 도 2를 참조하면, 슬롯은 시간 도메인(time domain)에서 복수의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼을 포함하고, 주파수 도메인에서 복수의 자원블록(resource block, RB)을 포함한다. OFDM 심볼은 일 심볼 구간을 의미하기도 한다. 도 2를 참조하면, 각 슬롯에서 전송되는 신호는 $N^{DL/UL}_{RB} * N^{RB}_{sc}$개의 부반송파(subcarrier)와 $N^{DL/UL}_{symb}$개의 OFDM 심볼로 구성되는 자원격자(resource grid)로 표현될 수 있다. 여기서, N^{DL}_{RB}은 하향링크 슬롯에서의 자원블록(resource block, RB)의 개수를 나타내고, N^{UL}_{RB}은 UL 슬롯에서의 RB의 개수를 나타낸다. N^{DL}_{RB}와 N^{UL}_{RB}은 DL 전송 대역폭과 UL 전송 대역폭에 각각 의존한다. N^{DL}_{symb}은 하향링크 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타내며, N^{UL}_{symb}은 UL 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타낸다. N^{RB}_{sc}는 하나의 RB를 구성하는 부반송파의 개수를 나타낸다.

[58] OFDM 심볼은 다중 접속 방식에 따라 OFDM 심볼, SC-FDM(Single Carrier Frequency Division Multiplexing) 심볼 등으로 불릴 수 있다. 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 채널 대역폭, CP(cyclic prefix)의 길이에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 정규(normal) CP의 경우에는 하나의 슬롯이

7개의 OFDM 심볼을 포함하나, 확장(extended) CP의 경우에는 하나의 슬롯이 6개의 OFDM 심볼을 포함한다. 도 2에서는 설명의 편의를 위하여 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼로 구성되는 서브프레임을 예시하였으나, 본 발명의 실시예들은 다른 개수의 OFDM 심볼을 갖는 서브프레임들에도 마찬가지의 방식으로 적용될 수 있다. 도 2를 참조하면, 각 OFDM 심볼은, 주파수 도메인에서, $N^{DL/UL}_{RB}*N^{RB}_{sc}$ 개의 부반송파를 포함한다. 부반송파의 유형은 데이터 전송을 위한 데이터 부반송파, 참조신호(reference signal)의 전송 위한 참조신호 부반송파, 가드 밴드(guard band) 및 직류(Direct Current, DC) 성분을 위한 널(null) 부반송파로 나뉠 수 있다. DC 성분을 위한 널 부반송파는 미사용인 채 남겨지는 부반송파로서, OFDM 신호 생성 과정 혹은 주파수 상향변환 과정에서 반송파 주파수(carrier frequency, f_0)로 맵핑(mapping)된다. 반송파 주파수는 중심 주파수(center frequency)라고도 한다.

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

[60] 일 서브프레임에서 N^{RB}_{sc}개의 연속하는 동일한 부반송파를 점유하면서, 상기 서브프레임의 2개의 슬롯 각각에 1개씩 위치하는 2개의 RB를 물리자원블록(physical resource block, PRB) 쌍(pair)이라고 한다. PRB 쌍을 구성하는 2개의 RB는 동일한 PRB 번호(혹은, PRB 인덱스(index)라고도 함)를 갖는다.

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

[62] 도 3을 참조하면, DL 서브프레임은 시간 도메인에서 제어 영역(control region)과 데이터 영역(data region)으로 구분된다. 도 3을 참조하면, 서브프레임의 첫 번째 슬롯에서 앞부분에 위치한 최대 3(혹은 4)개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역(control region)에 대응한다. 이하, DL 서브프레임에서 PDCCH 전송에 이용가능한 자원 영역(resource region)을 PDCCH 영역이라 칭한다. 제어 영역으로 사용되는 OFDM 심볼(들)이 아닌 남은 OFDM 심볼들은 PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel)가 할당되는 데이터 영역(data region)에 해당한다. 이하, DL 서브프레임에서 PDSCH 전송에 이용가능한 자원 영역을 PDSCH 영역이라 칭한다. 3GPP LTE에서 사용되는 DL 제어 채널의 예는 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical hybrid ARQ indicator Channel) 등을 포함한다.

PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내에서 제어 채널의 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 관한 정보를 나른다. PHICH는 UL 전송에 대한 응답으로 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request) ACK/NACK(acknowledgment/negative-acknowledgment) 신호를 나른다.

[63] PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 상향링크 제어 정보(downlink control information, DCI)라고 지칭한다. DCI는 UE 또는 UE 그룹을 위한 자원 할당 정보 및 다른 제어 정보를 포함한다. 예를 들어, DCI는 DL 공유 채널(downlink shared channel, DL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, UL 공유 채널(uplink shared channel, UL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, 페이징 채널(paging channel, PCH) 상의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상에서 전송되는 임의 접속 응답과 같은 상위 계층(upper layer) 제어 메시지의 자원 할당 정보, UE 그룹 내의 개별 UE들에 대한 전송 전력 제어 명령(Transmit Control Command Set), 전송 전력 제어(Transmit Power Control) 명령, VoIP(Voice over IP)의 활성화(activation) 지시 정보, DAI(Downlink Assignment Index) 등을 포함한다. DL 공유 채널(downlink shared channel, DL-SCH)의 전송 포맷(Transmit Format) 및 자원 할당 정보는 DL 스케줄링 정보 혹은 DL 그랜트(DL grant)라고도 불리며, UL 공유 채널(uplink shared channel, UL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보는 UL 스케줄링 정보 혹은 UL 그랜트(UL grant)라고도 불린다. 일 PDCCH가 나르는 DCI는 DCI 포맷에 따라서 그 크기와 용도가 다르며, 부호화율에 따라 그 크기가 달라질 수 있다. 현재 3GPP LTE 시스템에서는 상향링크용으로 포맷 0 및 4, 하향링크용으로 포맷 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 2B, 2C, 3, 3A 등의 다양한 포맷이 정의되어 있다. DCI 포맷 각각의 용도에 맞게, 호핑 플래그, RB 할당(RB allocation), MCS(modulation coding scheme), RV(redundancy version), NDI(new data indicator), TPC(transmit power control), 순환 천이 DMRS(cyclic shift demodulation reference signal), UL 인덱스, CQI(channel quality information) 요청, DL 할당 인덱스(DL assignment index), HARQ 프로세스 넘버, TPMI(transmitted precoding matrix indicator), PMI(precoding matrix indicator) 정보 등의 제어정보가 취사 선택된 조합이 하향링크 제어정보로서 UE에게 전송된다.

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

[65] PDCCH는 하나 또는 복수의 연속된 제어 채널 요소(control channel element, CCE)들의 집성(aggregation) 상에서 전송된다. CCE는 PDCCH에 무선 채널 상태에 기초한 부호화율(coding rate)를 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 유닛(unit)이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group, REG)에 대응한다. 예를 들어, 하나의 CCE는 9개의 REG에 대응되고 하나의 REG는 4개의 RE에 대응한다.

[66] eNB는 데이터 영역을 통해 UE 혹은 UE 그룹을 위한 데이터를 전송할 수 있다. 상기 데이터 영역을 통해 전송되는 데이터를 사용자데이터라 칭하기도 한다. 사용자데이터의 전송을 위해, 데이터 영역에는 PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel)가 할당될 수 있다. PCH(Paging channel) 및 DL-SCH(Downlink-shared channel)는 PDSCH를 통해 전송된다. UE는 PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 복호하여 PDSCH를 통해 전송되는 데이터를 읽을 수 있다. PDSCH의 데이터가 어떤 UE 혹은 UE 그룹에게 전송되는지, 상기 UE 혹은 UE 그룹이 어떻게 PDSCH 데이터를 수신하고 복호해야 하는지 등을 나타내는 정보가 PDCCH에 포함되어 전송된다. 예를 들어, 특정 PDCCH가 "A"라는 RNTI(Radio Network Temporary Identity)로 CRC(cyclic redundancy check) 마스킹(masking)되어 있고, "B"라는 무선자원(예, 주파수 위치) 및 "C"라는 전송형식정보(예, 전송 블록 사이즈, 변조 방식, 코딩 정보 등)를 이용해 전송되는 데이터에 관한 정보가 특정 DL 서브프레임을 통해 전송된다고 가정한다. UE는 자신이 가지고 있는 RNTI 정보를 이용하여 PDCCH를 모니터링하고, "A"라는 RNTI를 가지고 있는 UE는 PDCCH를 검출하고, 수신한 PDCCH의 정보를 통해 "B"와 "C"에 의해 지시되는 PDSCH를 수신한다.

[67] 도 4는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 상향링크(uplink, UL) 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.

[68] 도 4를 참조하면, UL 서브프레임은 주파수 도메인에서 제어 영역과 데이터 영역으로 구분될 수 있다. 하나 또는 여러 PUCCH(physical uplink control channel)가 상향링크 제어 정보(uplink control information, UCI)를 나르기 위해, 상기 제어 영역에 할당될 수 있다. 하나 또는 여러 PUSCH(physical uplink shared channel)가 사용자 데이터를 나르기 위해, UL 서브프레임의 데이터 영역에 할당될 수 있다. PUSCH는 상기 PUSCH를 통해 전송되는 사용자 데이터의 복조를 위한 참조신호(reference signal, RS)인 DMRS(DeModulation Reference Signal)과 함께 전송될 수 있다. UL 서브프레임 내 제어 영역과 데이터 영역은 PUCCH 영역과 PUSCH 영역으로 각각 불리기도 한다. 상기 데이터 영역에는 사운딩 참조신호(sounding reference signal, SRS)가 할당될 수도 있다. SRS는 시간 도메인에서는 UL 서브프레임의 가장 마지막에 위치하는 OFDM 심볼, 주파수 도메인에서는 상기 UL 서브프레임의 데이터 전송 대역, 즉, 데이터 영역 상에서 전송된다. 동일한 서브프레임의 마지막 OFDM 심볼에서 전송/수신되는 여러 UE들의 SRS들은 주파수 위치/시퀀스에 따라 구분이 가능하다.

[69] UE가 UL 전송에 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiplexing Access) 방식을 채택하는 경우, 단일 반송파 특성을 유지하기 위해, 3GPP LTE 릴리즈(release) 8 혹은 릴리즈 9 시스템에서는, 일 반송파 상에서는 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송할 수 없다. 3GPP LTE 릴리즈 10 시스템에서는, PUCCH와 PUSCH의 동시 전송 지원 여부가 상위 계층에서 지시될 수 있다.

[70] UL 서브프레임에서는 DC(Direct Current) 부반송파를 기준으로 거리가 먼

부반송파들이 제어 영역으로 활용된다. 다시 말해, UL 전송 대역폭의 양쪽 끝부분에 위치하는 부반송파들이 상향링크 제어정보의 전송에 할당된다. DC 부반송파는 신호 전송에 사용되지 않고 남겨지는 성분으로서, 주파수 상향변환 과정에서 반송파 주파수 f_0로 맵핑된다. 일 UE에 대한 PUCCH는 일 서브프레임에서, 일 반송파 주파수에서 동작하는 자원들에 속한 RB 쌍에 할당되며, 상기 RB 쌍에 속한 RB들은 두 개의 슬롯에서 각각 다른 부반송파를 점유한다. 이와 같이 할당되는 PUCCH를, PUCCH에 할당된 RB 쌍이 슬롯 경계에서 주파수 호핑된다고 표현한다. 다만, 주파수 호핑이 적용되지 않는 경우에는, RB 쌍이 동일한 부반송파를 점유한다.

[71] PUCCH는 다음의 제어 정보를 전송하는데 사용될 수 있다.

[72] - SR(Scheduling Request): 상향링크 UL-SCH 자원을 요청하는데 사용되는 정보이다. OOK(On-Off Keying) 방식을 이용하여 전송된다.

[73] - HARQ-ACK: PDCCH에 대한 응답 및/또는 PDSCH 상의 하향링크 데이터 패킷(예, 코드워드)에 대한 응답이다. PDCCH 혹은 PDSCH가 성공적으로 수신되었는지 여부를 나타낸다. 단일 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 HARQ-ACK 1비트가 전송되고, 두 개의 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 HARQ-ACK 2비트가 전송된다. HARQ-ACK 응답은 포지티브 ACK(간단히, ACK), 네거티브 ACK(이하, NACK), DTX(Discontinuous Transmission) 또는 NACK/DTX를 포함한다. 여기서, HARQ-ACK라는 표현은 HARQ ACK/NACK, ACK/NACK라는 표현과 혼용된다.

[74] - CSI(Channel State Information): 하향링크 채널에 대한 피드백 정보(feedback information)이다. MIMO(Multiple Input Multiple Output)-관련 피드백 정보는 RI(Rank Indicator) 및 PMI(Precoding Matrix Indicator)를 포함한다.

[75] UE가 서브프레임에서 전송할 수 있는 상향링크 제어정보(UCI)의 양은 제어 정보 전송에 가용한 SC-FDMA의 개수에 의존한다. UCI에 가용한 SC-FDMA는 서브프레임에서 참조 신호 전송을 위한 SC-FDMA 심볼을 제외하고 남은 SC-FDMA 심볼을 의미하고, SRS(Sounding Reference Signal)가 구성된 서브프레임의 경우에는 서브프레임의 마지막 SC-FDMA 심볼도 제외된다. 참조 신호는 PUCCH의 코히런트(coherent) 검출에 사용된다. PUCCH는 전송되는 정보에 따라 다양한 포맷을 지원한다.

[76] 표 3은 LTE/LTE-A 시스템에서 PUCCH 포맷과 UCI의 맵핑 관계를 나타낸다.

[77] 표 3

[Table 3]

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

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

[79] 모든 PUCCH 포맷은 심볼 번호 l 및 슬롯 번호 n_s에 의해 다음 수학식에 따라 변하는 셀-특정적 순환 천이, $n^{cell}_{cs}(n_s,l)$을 사용한다.

[80] 수학식 1

$$n_{\mathrm{cs}}^{\mathrm{cell}}(n_{\mathrm{s}},l)=\sum_{i=0}^{7}c(8N_{\mathrm{symb}}^{\mathrm{UL}}\cdot n_{\mathrm{s}}+8l+i)\cdot 2^{i}$$

[81] 여기서, 의사-임의 시퀀스 c(i)는 길이-31 골드(Gold) 시퀀스에 의해 정의될 수 있다. 길이 M_{PN}의 출력 시퀀스 c(n)(여기서, n=0,1,...,M_{PN}-1)은 다음 수학식에 의해 정의된다.

[82] 수학식 2

$$c(n) = \left(x_1(n+N_C) + x_2(n+N_C)\right) \bmod 2$$
$$x_1(n+31) = \left(x_1(n+3) + x_1(n)\right) \bmod 2$$
$$x_2(n+31) = \left(x_2(n+3) + x_2(n+2) + x_2(n+1) + x_2(n)\right) \bmod 2$$

[83] 여기서, N_C=1600이며, 첫 번째 m-시퀀스는 $x_1(0)=1$, $x_1(n)=0$, n=1,2,...,30으로 초기화된다. 두 번째 m-시퀀스의 초기화는 상기 시퀀스의 적용(application)에 의존하는 값을 갖는 다음 수학식에 의해 표시된다.

[84] 수학식 3

$$c_{\text{init}} = \sum_{i=0}^{30} x_2(i) \cdot 2^i$$

[85] 수학식 1의 경우, $n^{\text{cell}}_{cs}(n_s,l)$를 생성하는 의사-임의 시퀀스 생성기는 각 무선 프레임의 시작시에 $c_{init}=N^{\text{cell}}_{ID}$로 초기화된다. N^{cell}_{ID}는 해당 셀의 물리 계층 셀 식별자(physical layer cell identity)이다.

[86] PUCCH를 위해 사용되는 물리자원들은 상위 계층에 의해 주어지는 2개의 파라미터, $N^{(2)}_{RB}$ 및 $N^{(1)}_{cs}$에 의존한다. 변수 $N^{(2)}_{RB} \geq 0$은 각 슬롯에서 PUCCH 포맷 2/2a/2b 전송에 이용가능한 대역폭을 나타내며, N^{RB}_{sc}개의 정수배로 표현된다. 변수 $N^{(1)}_{cs}$는 포맷 1/1a/1b 및 2/2a/2b의 혼합을 위해 사용되는 자원블록에서 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위해 사용된 순환 천이(cyclic shift, CS)의 개수를 나타낸다. $N^{(1)}_{cs}$의 값은 {0, 1,..., 7}의 범위 내에서 Δ^{PUCCH}_{shift}의 정수배가 된다. Δ^{PUCCH}_{shift}는 상위 계층에 의해 제공된다. $N^{(1)}_{cs}=0$이면 혼합된 자원블록이 없게 되며, 각 슬롯에서 많아야 1개 자원블록이 포맷 1/1a/1b 및 2/2a/2b의 혼합을 지원한다. 안테나 포트 p에 의해 PUCCH 포맷 1/1a/1b, 2/2a/2b 및 3의 전송을 위해 사용되는 자원들은 음이 아닌 정수 인덱스인 $n^{(1,p)}_{PUCCH}$, $n^{(2,p)}_{PUCCH} < N^{(2)}_{RB}N^{RB}_{sc} + \text{ceil}(N^{(1)}_{cs}/8)\cdot(N^{RB}_{sc} - N^{(1)}_{cs} - 2)$ 및 $n^{(2,p)}_{PUCCH}$에 의해 각각 표현된다.

[87] UE는 상위 계층 신호에 의한 명시적(explicit) 방식 혹은 동적 제어 신호에 의한 암묵적(implicit) 방식에 의해 eNB로부터 UCI의 전송을 위한 PUCCH 자원을 할당 받는다.

[88] 구체적으로, PUCCH 포맷 별로 기정의된 특정 규칙에 따라, PUCCH 자원 인덱스로부터 해당 UCI에 적용될 직교시퀀스 및/또는 순환 천이가 결정되며 PUCCH가 맵핑될, 서브프레임 내 2개 자원블록들의 자원 인덱스들이 주어진다. 예를 들어, 슬롯 n_s에서 PUCCH의 전송을 위한 PRB가 다음과 같이 주어진다.

[89] 수학식 4

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

[90] 수학식 4에서, 변수 m은 PUCCH 포맷에 의존하며, PUCCH 포맷 1/1a/1b, PUCCH 포맷 2/2a/2b 및 PUCCH 포맷 3에 대해 수학식 5, 수학식 6, 수학식 7과 같이 각각 주어진다.

[91] 수학식 5

$$m = \begin{cases} N_{\mathrm{RB}}^{(2)} & \text{if } n_{\mathrm{PUCCH}}^{(1,\tilde{p})} < c \cdot N_{\mathrm{cs}}^{(1)} / \Delta_{\mathrm{shift}}^{\mathrm{PUCCH}} \\ \left\lfloor \frac{n_{\mathrm{PUCCH}}^{(1,\tilde{p})} - c \cdot N_{\mathrm{cs}}^{(1)} / \Delta_{\mathrm{shift}}^{\mathrm{PUCCH}}}{c \cdot N_{\mathrm{sc}}^{\mathrm{RB}} / \Delta_{\mathrm{shift}}^{\mathrm{PUCCH}}} \right\rfloor + N_{\mathrm{RB}}^{(2)} + \left\lceil \frac{N_{\mathrm{cs}}^{(1)}}{8} \right\rceil & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$c = \begin{cases} 3 & \text{normal cyclic prefix} \\ 2 & \text{extended cyclic prefix} \end{cases}$$

[92] 수학식 5에서, $n^{(1,p)}_{\mathrm{PUCCH}}$는 PUCCH 포맷 1/1a/1b을 위한 안테나 포트 p의 PUCCH 자원 인덱스로서, ACK/NACK PUCCH의 경우, 해당 PDSCH의 스케줄링 정보를 나르는 PDCCH의 첫 번째 CCE 인덱스에 의해 암묵적으로 정해지는 값이다.

[93] 수학식 6

$$m = \left\lfloor n_{\mathrm{PUCCH}}^{(2,\tilde{p})} / N_{\mathrm{sc}}^{\mathrm{RB}} \right\rfloor$$

[94] $n^{(2,p)}_{\mathrm{PUCCH}}$는 PUCCH 포맷 2/2a/2b을 위한 안테나 포트 p의 PUCCH 자원 인덱스로서, 상위 계층 시그널링에 의해 eNB로부터 UE에 전송되는 값이다.

[95] 수학식 7

$$m = \left\lfloor n_{\mathrm{PUCCH}}^{(3,\tilde{p})} / N_{\mathrm{SF},0}^{\mathrm{PUCCH}} \right\rfloor$$

[96] $n^{(3,p)}_{\mathrm{PUCCH}}$는 PUCCH 포맷 3을 위한 안테나 포트 p의 PUCCH 자원 인덱스로서, 상위 계층 시그널링에 의해 eNB로부터 UE에 전송되는 값이다. $N^{\mathrm{PUCCH}}_{\mathrm{SF},0}$는 서브프레임의 첫 번째 슬롯을 위한 확장인자(spreading factor)를 나타낸다. 일반 PUCCH 포맷 3를 사용하는 서브프레임 내 2개 슬롯 모두에 대해 $N^{\mathrm{PUCCH}}_{\mathrm{SF},0}$는 5이며, 축소된 PUCCH 포맷 3를 사용하는 서브프레임에서 첫 번째 슬롯 및 두 번째 슬롯에 대해 $N^{\mathrm{PUCCH}}_{\mathrm{SF},0}$는 각각 5와 4이다.

[97] 도 5는 하나의 셀(cell)에서 사용되는 PUCCH(Physical Uplink Control CHannel) 자원들의 논리적 배열을 예시한 것이다.

[98] 수학식 1 내지 수학식 3에서 설명한 바와 같이, PUCCH 자원들의 $n^{\mathrm{cell}}_{\mathrm{cs}}(n_s,l)$은 $N^{\mathrm{cell}}_{\mathrm{ID}}$에 따라 달라지므로, 셀의 PUCCH 자원들은 $N^{\mathrm{cell}}_{\mathrm{ID}}$를 기반으로 구성(configuration)된다고 할 수 있다. UE는 상기 셀의 하향링크 동기신호

PSS(Primary Synchronization Signal) 및 SSS(Secondary Synchronization Signal)를 기반으로 N^{cell}_{ID}를 획득하고, 상기 획득한 N^{cell}_{ID}를 기반으로 상기 셀에서의 PUCCH 전송, 즉, 상기 셀의 포인트로의 PUCCH 전송을 위한 PUCCH 자원들을 구성한다. 일 셀 N^{cell}_{ID}를 기반으로 구성되는 PUCCH 자원들은 CSI의 전송을 위한 PUCCH 자원들, SPS(semi-persistent scheduling) ACK/NACK 및 SR의 전송을 위한 PUCCH 자원들, 동적 ACK/NACK의 전송을 위한 PUCCH 자원들(즉, PDCCH와 링크되어 동적으로 할당되는 PUCCH 자원)을 포함한다. 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서, CSI, SPS ACK/NACK, SR 등의 전송을 위한 PUCCH 자원들은 상위 계층 신호에 의해 명시적으로 UE에게 준-정적으로 예약(reserve)된다. 이하, ACK/NACK 전송을 위해, PDCCH와 연관되어 동적으로 결정되는 PUCCH 자원을 특히 동적 PUCCH 자원 혹은 암묵적 PUCCH 자원이라 칭하고, 상위 계층 신호에 의해 명시적으로 구성(configure)되는 PUCCH 자원을 준-정적(semi-static) PUCCH 자원 혹은 명시적 PUCCH 자원이라 칭한다.

[99] 도 5를 참조하면, 하나의 N^{cell}_{ID}를 기반으로 한 PUCCH 자원들은, DC(Direct Current) 부반송파(즉, 주파수 상향변환 과정에서 f_0로 맵핑되는 부반송파)를 기준으로 거리가 먼 부반송파들로부터 DC 부반송파 방향으로, CSI PUCCH 자원들, SPS ACK/NACK 및 SR PUCCH 자원들, 동적 ACK/NACK PUCCH 자원들 순으로 배열된다. 다시 말해, 상위 계층 시그널링에 의해 준-정적(semi-static)으로 구성되는 PUCCH 자원들은 UL 전송 대역폭의 바깥쪽에 위치하고 동적으로 구성되는 ACK/NACK PUCCH 자원들은 상기 준-정적으로 구성되는 PUCCH 자원들보다 중심 주파수에 가까이 위치한다. 이때, 중심 주파수에 가까이 위치할수록 PUCCH 자원 인덱스가 커진다. 다시 말해, 중심 주파수에 가까운 PRB에 할당된 PUCCH 자원의 인덱스가 중심 주파수에 먼 PRB에 할당된 PUCCH 자원의 인덱스보다 크다. 동일한 PRB 내 복수의 PUCCH 자원들은 직교 시퀀스 및/또는 순환 천이를 기준으로 인덱싱된다.

[100] 각 UE에서 ACK/NACK 신호는 CG-CAZAC(Computer-Generated Constant Amplitude Zero Auto Correlation) 시퀀스의 서로 다른 순환 천이(주파수 도메인 코드)와 직교커버코드(시간 도메인 확산 코드)로 구성된 서로 다른 자원을 통해 전송된다. OC는 예를 들어 왈쉬(Walsh)/DFT(Discrete Fourier Transform) 직교 코드를 포함한다. 직교 시퀀스(예를 들어, [w0,w1,w2,w3])는 (FFT(Fast Fourier Transform) 변조 후에) 임의의 시간 도메인에서 또는 (FFT 변조 전에) 임의의 주파수 도메인에서 적용될 수 있다. CS(Cyclic Shift)의 개수가 6개이고 OC의 개수가 3개이면, 단일 안테나를 기준으로 총 18개의 UE가 동일한 PRB(Physical Resource Block) 안에서 다중화(multiplexing)될 수 있다. 다시 말해, ACK/NACK 신호의 전송에 이용되는 PUCCH 자원들은 OCC, CS(혹은 CCS(CAZAC CS)) 및 PRB에 의해 구분될 수 있으며, OCC, CS 및 PRB 중 어느 하나가 다르면 다른 PUCCH 자원이라고 볼 수 있다.

[101] 도 6은 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 동적(dynamic) PUCCH 자원을 결정하는

예를 나타낸 것이다.

[102] ACK/NACK을 위한 PUCCH 자원은 각 UE에 미리 할당되어 있지 않고, 복수의 PUCCH 자원을 셀 내의 복수의 UE들이 매 시점마다 나눠서 사용한다. 구체적으로, UE가 ACK/NACK을 전송하는 데 사용하는 PUCCH 자원은 해당 하향링크 데이터를 나르는 PDSCH에 대한 스케줄링 정보를 나르는 PDCCH를 기반으로 동적으로 결정된다. 각각의 DL 서브프레임에서 PDCCH가 전송될 수 있는 전체 영역은 복수의 CCE(Control Channel Element)로 구성되고, UE에게 전송되는 PDCCH는 CCE 집성 레벨(aggregation level)에 따라 하나 이상의 CCE로 구성된다. 예를 들어, 집성 레벨이 2이면, PDCCH는 2개 CCE로써 구성된다. UE는 자신이 수신한 PDCCH를 구성하는 CCE들 중 특정 CCE(예를 들어, 첫 번째 CCE)에 링크된 PUCCH 자원을 통해 ACK/NACK을 전송한다.

[103] 도 6는 참조하면, 각각의 PUCCH 자원 인덱스(PUCCH resource index)는 ACK/NACK을 위한 동적 PUCCH 자원에 대응된다. eNB는 채널 상황에 따라, UE에 구성된 전송 모드에 따른 DCI 혹은 폴백 DCI(fallback DCI)를 PDCCH 상에서 상기 UE에게 전송한다. 폴백 DCI이라 함은 채널 상태가 좋지 않아 해당 전송 모드에 따른 통신이 수행되기 어려운 경우에 대비하여, 상기 해당 전송 모드보다 통신 효율이 떨어지는 다른 전송 모드(이하, 폴백 모드)에 따른 통신에 사용될 DCI를 의미한다. 이하, 전송 모드에 따른 DCI를 TM 종속적 DCI(TM dependent DCI)이라 칭하고, 폴백 모드를 위한 DCI를 폴백 DCI라 칭한다. 또한, TM 종속적 DCI의 전송을 위해 정의된 DCI 포맷을 TM 종속적 DCI 포맷이라 칭하고, 폴백 DCI의 전송을 위해 정의된 DCI 포맷을 폴백 DCI 포맷이라 칭한다. UE는 폴백 DCI를 검출하는 경우 폴백 모드로 전환하여 동작할 수 있다. 또는, RRC(Radio Resource Control) 재구성(RRC reconfiguration)을 수행해야 하는 경우, UE는 상기 RRC 재구성을 수행하는 동안 발생하는 모호성(ambiguity) 문제를 없애기 위해 폴백 모드로 전환하여 동작할 수 있다.

[104] 도 6을 참조하면, eNB는 n 및 n+1번 CCE 상에서 집성 레벨 2(L=2)의 PDCCH를 통해 PDSCH에 대한 스케줄링 정보를 UE에게 전송할 수 있다. 상기 UE는 상위 계층 시그널링을 통해 특정 전송 모드로 구성된다. 따라서, 상기 UE에게 전송될 수 있는 DCI 포맷은 폴백 DCI 포맷(도 6의 DCI 포맷 A)와 상기 UE에게 구성된 전송 모드에 따른 TM 종속적 DCI(도 6의 DCI 포맷 B)로 제한된다. 상기 UE는 공통 탐색 공간 및/또는 UE 특정적 탐색 공간에서 DCI 포맷 A와 DCI 포맷 B에 따라 집성 레벨에 따른 PDCCH 후보(들)의 복호를 시도하고, 이에 따라 검출된 DCI 포맷을 이용하여 PDSCH를 복조(demodulation)하고 이에 대한 ACK/NACK을 상기 DCI 포맷이 검출된 PDCCH의 CCE에 링크된 PUCCH 자원을 이용하여 eNB에 전송한다. 이때, DCI 포맷 A와 DCI 포맷 B는 동일 CCE 자원들 상에서 전송되므로, 동일한 PUCCH 자원 m에 링크된다. 따라서, UE는 DCI 포맷 A의 DCI를 검출한 경우와 DCI 포맷 B의 DCI을 검출한 경우 모두에서, 해당 DCI와 연관된 ACK/NACK을 PUCCH 자원 m을 이용하여 eNB에 전송하고, 상기

eNB는 DCI 포맷 A의 DCI를 전송한 경우와 DCI 포맷 B의 DCI 전송한 경우 모두의 경우에서, 상기 UE로부터의 해당 DCI와 연관된 ACK/NACK을 PUCCH 자원 m을 이용하여 수신한다.

[105] 구체적으로, 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 2개 안테나 포트(p_0 및 p_1)에 의한 전송을 위한 PUCCH 자원 인덱스는 다음과 같이 정해진다.

[106] 수학식 8

$$n_{PUCCH}^{(1,p=p_0)} = n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$$

[107] 수학식 9

$$n_{PUCCH}^{(1,p=p_1)} = n_{CCE} + 1 + N_{PUCCH}^{(1)}$$

[108] 여기서, $n^{(1,p=p0)}{}_{PUCCH}$는 안테나 포트 p_0가 사용할 PUCCH 자원의 인덱스(즉, 번호)를 나타내고, $n^{(1,p=p1)}{}_{PUCCH}$는 안테나 포트 p_1이 사용할 PUCCH 자원 인덱스를 나타내며, $N^{(1)}{}_{PUCCH}$는 상위 계층으로부터 전달받는 시그널링 값을 나타낸다. $N^{(1)}{}_{PUCCH}$는 셀의 PUCCH 자원들 중에서 동적 PUCCH 자원이 시작되는 위치에 대응한다. n_{CCE}는 PDCCH 전송에 사용된 CCE 인덱스들 중에서 가장 작은 값에 해당한다. 예를 들어, CCE 집성 레벨이 2 이상인 경우에는 PDCCH 전송을 위해 집성된 복수의 CCE들의 인덱스들 중 첫 번째 CCE 인덱스가 ACK/NACK PUCCH 자원의 결정에 사용된다. 즉, PDCCH 혹은 상기 PDCCH에 따른 PDSCH에 대한 ACK/NACK의 전송에 사용되는 PUCCH 자원은 PDCCH의 CCE와 연관되어 결정되며, 이를 동적 CCE-to-AN 링키지라 한다.

[109] 현재까지의 3GPP LTE/LTE-A 시스템에 의하면, 특정 셀(cell)에서 서비스되는 모든 UE들은 동일한 $N^{(1)}{}_{PUCCH}$를 나타내는 정보를 준-정적(semi-static)으로 상기 셀의 eNB로부터 수신한다. 다시 말해, 기존의 3GP LTE/LTE-A 시스템에 따르면, 특정 셀에 위치한 UE들이 $N^{(1)}{}_{PUCCH}$ 이후의 동적 PUCCH 자원들을 공유하며, 상기 동적 PUCCH 자원 인덱스들 각각은 상기 특정 셀에 공통적으로 적용되는 CCE 인덱스들과 각각 링크된다. UE가 하향링크 신호를 수신한 셀과 상기 UE가 상향링크 신호를 전송한 셀이 동일한 경우에는 셀 특정적으로 제공되는 $N^{(1)}{}_{PUCCH}$ 만으로도 상기 UE가 동적 PUCCH 자원의 인덱스를 아무 문제없이 결정할 수 있다.

[110] 그러나, UE가 하향링크 신호를 수신하는 셀(이하, DL 셀)과 상기 UE가 상향링크 신호를 전송하는 셀(이하, UL 셀)이 달라질 수 있는 CoMP 시스템에서는, 동일한 DL 셀로부터 하향링크 신호를 수신한 UE들이 동적 PUCCH 자원들을 공유할 경우, 서로 다른 UE들이 동일한 PUCCH 자원을 사용할 위험, 동일 PUCCH 자원 상에서 전송되는 서로 다른 UE들의 상향링크 신호들이 상호 간섭을 미쳐 전송 성능을 떨어뜨릴 위험 등이 존재하게 된다. 이하, 도 7을 참조하여, CoMP 상황 하에서 발생할 수 있는 문제점을 조금 더 구체적으로

설명한다.

[111] 도 7은 CoMP 상황 하에서의 PUCCH 전송을 예시한 것이다. 특히, 도 7은 동일한 eNB로부터 PDCCH를 수신한 UE들이 서로 eNB를 향해 상기 PDCCH와 연관된 PUCCH를 전송하는 예를 나타낸다.

[112] 도 7에서, PeNB는 피코 셀의 eNB를 나타낸다. PeNB는 마이크로 eNB의 일종이다. 마이크로 eNB는 매크로 eNB의 소형 버전으로 매크로 eNB의 기능을 대부분 수행하면서 독립적으로 작동할 수 있으며, 매크로 eNB에 비하여 좁은 커버리지 및 낮은 전송 전력을 가지고 보다 적은 개수의 UE를 수용한다. HeNB는 매크로 eNB가 커버하는 영역 내에 설치(overlay)되거나 매크로 eNB가 커버하지 못하는 음영 지역에 설치될 수 있는(non-overlay) 유형의 eNB이다. 일반적으로 마이크로 eNB는 이동통신망 사업자(operator)가 소유한 eNB와 비교하여 무선 전송 출력이 낮다. 따라서, 마이크로 eNB가 제공하는 서비스 영역(coverage)은 eNB가 제공하는 서비스 영역에 비하여 작은 것이 일반적이다. 예를 들어, 피코(pico) eNB, 펨토(femto) eNB, 중계기(relay) 등이 마이크로 eNB가 될 수 있다. 마이크로 eNB에 의해 통신 서비스가 제공되는 지리적 영역은 마이크로 eNB의 종류에 따라 마이크로 셀(cell), 피코 셀(pico cell), 펨토 셀(femto cell) 등으로 불릴 수 있다. 동일한 RAT(Radio Access Technology)를 사용하더라도 매크로 eNB와 마이크로 eNB가 공존하는 네트워크를 가리켜 이종 네트워크(heterogeneous network, HetNet)라 칭하며, 매크로 eNB들로만 이루어진 네트워크 혹은 마이크로 eNB들로만 이루어진 네트워크를 동종 네트워크(homogeneous network)라 칭한다.

[113] 이하, eNB를 서빙 포인트로서 갖는 UE를 eNB UE라 칭하고, PeNB를 서빙 포인트로서 갖는 UE를 PeNB UE라고 칭한다. 또한, CoMP를 지원하는 혹은 CoMP를 수행하도록 구성된 UE를 CoMP UE라고 칭하고, CoMP를 지원하지 않는 혹은 CoMP를 수행하도록 구성되지 않은 UE를 레거시 UE라고 칭한다. UE가 eNB UE이면서 CoMP UE이기도 한 경우, 상기 UE를 eNB CoMP UE라고 칭한다. 한편, eNB가 전송하는 PDCCH를 eNB PDCCH라고 칭하고, PeNB가 전송하는 PDCCH를 PeNB PDCCH라고 칭한다.

[114] 도 7을 참조하면, CoMP를 지원하지 않는 UE인 레거시 UE를 위한 PUCCH 자원과 CoMP를 지원하는 UE인 eNB CoMP UE1 및 eNB CoMP UE2를 위한 PUCCH 자원은 eNB PDCCH 내 CCE(이하, eNB CCE)를 기반으로 결정된다. eNB CoMP UE1 및 eNB CoMP UE2가 낮은 전송 전력으로 PUCCH 전송을 수행할 경우, 상기 PUCCH 전송이 이웃 셀 혹은 포인트에 미치는 간섭을 줄일 수 있다. 따라서, eNB CoMP UE1 및 eNB CoMP UE2에 의한 PUCCH 전송은 상기 eNB PDCCH를 전송한 eNB가 아닌 각각의 PeNB를 향해 수행될 수 있다. 이 경우, eNB CoMP UE1 및 eNB CoMP UE2가 PUCCH 전송을 위해 어떤 PUCCH 자원을 사용해야 할 것인지가 문제된다. 기존 동적 CCE-to-AN 링키지에 따르면, eNB CoMP UE는 eNB PDCCH와 링크된 PUCCH 자원을 사용하여 PeNB로 자신의

ACK/NACK 신호를 전송해야 한다. eNB CoMP UE의 PUCCH 자원은 eNB PDCCH의 CCE를 기반으로 결정되지만, PeNB UE의 PUCCH 자원은 PeNB PDCCH의 CCE를 기반으로 결정되므로, 상기 eNB CoMP UE가 사용하는 PUCCH 자원이 PeNB UE가 PeNB로 전송하는 PUCCH 자원과 충돌할 수 있다.

[115] 즉, UE에 하향링크 신호를 전송하는 Tx 포인트(TP)와 상기 UE가 전송한 상향링크 신호를 수신하는 Rx 포인트(RP)가 다른 경우, DL 셀에서 수신한 PDCCH의 CCE에 링크된 PUCCH 자원의 인덱스가 UL 셀에서는 다른 PUCCH 자원을 위해 사용될 수 있으며, DL 셀에서 수신한 PDCCH의 CCE에 링크된 PUCCH 자원 UL 셀에서는 다른 PDCCH의 CCE에 링크될 수도 있다. 또한, 셀마다 독립적으로 준-정적 PUCCH 자원들이 예약되므로, DL 셀의 동적 PUCCH 자원의 시작 위치와 UL 셀의 동적 PUCCH 자원의 시작 위치가 다를 수 있고, 이 경우에는 하나의 $N^{(1)}_{PUCCH}$ 만으로는 특정 CCE에 링크된 PUCCH 자원이 결정될 수 없게 된다.

[116] 도 8은 도 7의 UE들이 본 발명에 따라 PUCCH를 전송하는 일 예를 나타낸 것이다. 도 8에서, "PUCCH (PDCCH)"는 PDCCH CCE-to-PUCCH ACK/NACK 링키지를 나타낸다.

[117] 전술한 문제를 해결하기 위하여, 본 발명은 eNB를 서빙 포인트로 갖는 eNB UE에 의한 상기 eNB로의 PUCCH 전송을 위한 PUCCH 자원과 상기 eNB에 의한 다른 포인트로의 PUCCH 전송을 위한 PUCCH 자원을 서로 다른 PUCCH 자원 영역에 예약할 것을 제안한다. 즉, eNB의 레거시 UE 혹은 eNB로 PUCCH를 전송하는 CoMP UE를 위해 확보(secure)되는 PUCCH 자원 영역과는 별개의(separate) PUCCH 자원 영역이 PeNB로의 PUCCH 전송을 위해 확보된다. PeNB 입장에서는 PeNB를 서빙 포인트로 갖는 PeNB UE가 상기 PeNB로 전송하는 PUCCH를 위한 PUCCH 자원과 eNB CoMP UE가 상기 PeNB를 향해 전송하는 PUCCH를 위한 PUCCH 자원이, 도 8에 도시된 바와 같이, 서로 다른 PUCCH 자원 영역에 예약될 수 있다. 도 7의 eNB CoMP UE1 및 eNB CoMP UE2는 eNB PDCCH의 CCE에 링크될 PUCCH 자원의 구성(혹은 생성)을 위하여 eNB 셀 ID#0(또는 ID#1 또는 ID#2)를 사용할 수 있다.

[118] 본 발명은 CoMP UE가 PeNB가 eNB와 다른 셀 ID를 갖는 CoMP 상황에 있을 때뿐만 아니라, PeNB가 자신의 셀 ID가 없는 CoMP 상황 하에서도 적용될 수 있다. PUCCH 자원은 공간적으로(spatially) 재사용될 수 있다는 점에서, 도 8에 도시된 바와 같이, CoMP UE인 UE1과 UE2는 eNB 셀 ID뿐만 PeNB 셀 ID(혹은 가상 셀 ID)를 PUCCH 자원 생성에 사용할 수 있다. 본 발명에서, CoMP UE는 PUCCH 전송을 위한 셀 ID(들)에 관한 정보를 사전에 통보 받는다.

[119] 도 8에서, "(PUSCH)"로 표시된 영역(region)은, PeNB가 자신의 PUSCH 전송을 위해 동일한 자원(예, 동일한 PRB)를 사용하기로 되어 있다고 하더라도, eNB에 스케줄링된 PUSCH 전송을 위해 사용될 수 있는 영역을 의미한다. "(PUSCH)" 영역을 재사용하기 위하여, eNB는 상기 PUSCH 전송을, 예를 들어, 낮은 전송

전력을 갖도록, 주의하여 제어함으로써, 상기 PUSCH 전송이 PeNB로의 PUCCH 전송에 간섭을 미칠 수 없도록 하는 것이 좋다.

[120] 참고로, RRC 신호에 의해 준-정적으로 구성되는 PUCCH 포맷 2/3의 PUCCH 자원들은, 셀들(혹은 eNB 및 PeNB)이 PUCCH 포맷 2/3 자원들을 협력하여 예약함으로써, CoMP UE 및 PeNB UE에 의해 공유될 수 있다.

[121] PDCCH에 링크된 기존의 PUCCH 자원은 DL 셀과 UL 셀이 동일한 레거시 UE를 위해 사용되고, 상기 PDCCH에 링크된 새로운 PUCCH 자원은 DL 셀과 UL 셀이 다른 CoMP UE를 위해 사용될 수 있다. eNB에 의해 할당되는 PUCCH 자원과 PeNB에 의해 할당되는 PUCCH 자원 사이의 충돌을 회피하도록, 상기 eNB에 의해 스케줄링되는 CoMP UE를 위한 PUCCH 자원은 상기 PeNB에 의해 스케줄링되는 PeNB UE를 위한 PUCCH 자원과는 별개로 예약된다.

[122] 앞서 설명한 바와 같이, CoMP에 참여하는 포인트들은 서로 다른 N^{cell}_{ID}를 가질 수도 있고 동일한 N^{cell}_{ID}를 가질 수도 있으며, 본 발명은 서로 다른 N^{cell}_{ID}를 갖는 포인트들로의 상향링크 CoMP와 동일한 N^{cell}_{ID}를 갖는 상향링크 CoMP에 모두 적용될 수 있다.

[123] 이하, UE가 전송한 신호를 다수의 수신장치가 동시에(JR의 경우) 또는 상기 다수의 수신장치 중 일부가 선택적으로(상향링크 DPS의 경우) 수신하는 상향링크 CoMP 상황 하에서, 상향링크 제어 자원을 할당하는 본 발명을 조금 더 구체적으로 설명한다. 특히, eNB와 다수의 RRH로 구성된 HetNet 상황 하에서, 셀 ID를 갖는 RRH가 상향링크 CoMP에 참여하는 경우와 셀 ID를 갖지 않는 RRH가 상향링크 CoMP에 참여하는 경우를 구분하여 구체적인 PUCCH 자원 할당 방법에 대해서 설명한다.

[124] <다른 셀 ID>

[125] 도 9는 다른 셀 ID를 사용하는 eNB와 RRH가 상향링크 DPS에 참여하는 예를 도시한 것이다. 도 10은 동일한 셀 ID를 사용하는 eNB와 RRH가 상향링크 JR에 참여하는 예를 도시한 것이다.

[126] 도 9 및 도 10에서, "PUCCH_eNB"는 UE가 eNB를 향해 전송하는 PUCCH를 나타내고, "PUCCH_RRHx(x=1,2)"는 RRHx(x=1,2)를 향해 전송하는 PUCCH를 나타낸다. 또한, "동적 PUCCH_eNB"는 eNB PDCCH의 CCE 인덱스(이하, eNB CCE 인덱스)에 기반하여 할당 혹은 결정되는 PUCCH 자원을 나타내고, "동적 PUCCH_RRHx(x=1,2)"는 RRHx(x=1,2)가 전송하는 PDCCH(이하, RRH PDCCH)의 CCE 인덱스(이하, RRH CCE 인덱스)에 기반하여 할당 혹은 결정되는 PUCCH 자원을 나타낸다.

[127] 도 9 및 도 10에서, 하향링크 PDSCH 전송은 CoMP에 의해 수행될 수도 있고 비-CoMP(non-CoMP)에 의해 수행될 수도 있다. 즉, 일 전송장치만이 UE를 위한 하향링크 전송에 참여하는 비-CoMP 상황뿐만 아니라, 상향링크 다수의 전송장치가 동시에(JT의 경우) 혹은 상기 다수의 전송장치 중 일부가 선택적으로(하향링크 DPS의 경우) 하향링크 전송에 참여하는 하향링크 CoMP

상황에서도, 본 발명에 따라 상향링크 CoMP를 위한 PUCCH 자원이 할당될 수 있다. 이하에서는 하향링크 CoMP의 경우, CoMP 서빙 셀이 존재하여, 상기 CoMP 서빙 셀로부터 PDCCH가 전송된다고 가정하여 본 발명의 실시예들이 설명된다. 한편, PDSCH는 다수의 포인트(eNB 혹은 RRH)로부터 전송될 수 있다고 가정된다. UE 입장에서는 다수의 포인트로부터 PDSCH를 수신할 가능성이 존재하고, 상기 UE는 상기 PDSCH에 ACK/NACK을 전송할 것이 요구된다. 이에 따라, DL 셀과 UL 셀이 다른 셀 ID 조합을 가질 수 있다.

[128] 도 9를 참조하면, UE가 접속한 네트워크는 상향링크 DPS를 수행하도록 상기 UE를 구성의 구성을 제어할 수 있다. 상기 네트워크는 UE의 PUCCH를 수신할 RP를 선택하여 이를 UE에게 알릴 수 있다. 상기 UE는 상기 네트워트의 결정에 기반한 동적 RP 선택에 따라 PUCCH_eNB, PUCCH_RRH1 및 PUCCH_RRH2 중 하나를 해당 RP에 전송할 수 있다.

[129] 도 10을 참조하면, UE가 접속한 네트워크는 상기 UE가 JR을 수행하도록 상기 UE의 구성을 제어할 수 있다. 상기 UE는 PUCCH_eNB, PUCCH_RRH1 및 PUCCH_RRH2를 전송할 수 있으며, eNB, RRH1 및 RRH2 각각은 상기 UE가 전송한 PUCCH들 중에서 자신을 목표로 하는 PUCCH를 검출할 수 있다.

[130] 도 9 및 도 10에서, 상기 네트워크는 상기 UE와 통신하는 eNB 및 RRH들에 대한 개별 셀 ID들을 상기 eNB 및 RRH들 중 적어도 하나(예, eNB)를 통해 상기 UE에게 제공할 수 있다.

[131] eNB로부터 PDCCH와 함께 PDSCH를 수신하면, UE1은 이에 대응하여 ACK/NACK을 PUCCH를 통해 전송한다. 이때, 본 발명에 의하면, 타겟 RP가 eNB인 경우와 RRH인 경우에 대해 PUCCH 자원이 도 11 내지 도 16에 도시된 바와 같이 다르게 운영된다.

[132] 도 11 내지 도 16은 다른 셀 ID를 사용하는 RP들을 위한 본 발명에 따른 PUCCH 자원 관리 방법들을 예시한 것이다. 특히, 도 11 및 도 12는 CS/CB/DPS에 유리한 실시예들을 각각 도시한 것이며, 도 13 및 도 14는 JR에 유리한 실시예들을 각각 도시한 것이다. 도 15 및 도 16은 도 14의 실시예에 대한 구현예들을 도시한 것이다.

[133] RP가 eNB인 경우, 도 9 또는 도 10을 참조하면, eNB CCE 인덱스와 링크된 PUCCH 자원이 그대로 CoMP UE인 UE1를 위해 사용되면, 상기 UE1이 사용하는 PUCCH 자원이 매크로 UE인 UE2가 PUCCH 자원과 충돌하는 것을 피할 수 있다. UE1에 의한 PUCCH 전송에 사용되는 PUCCH 자원과 UE2에 의한 PUCCH 전송에 사용되는 PUCCH 자원이 동일한 셀 ID를 기반으로 생성되고, eNB에 의해 상기 UE1 및 상기 UE2에 각각 할당되기 때문이다. 예를 들어, UE1의 PUCCH 전송과 UE2의 PUCCH 전송이 동일한 서브프레임에서 일어나도록 eNB PDCCH들을 전송하는 eNB는, 상기 UE1을 위한 eNB PDCCH와 상기 UE2를 위한 eNB PDCCH가 서로 다른 첫 번째 CCE를 갖도록 구성함으로써, UE1의 PUCCH 자원과 UE2의 PUCCH 자원이 충돌하는 것을 방지할 수 있다.

[134] 하지만, RP가 RRH1 또는 RRH2인 경우, RRH1 및 RRH2는 각각 서로 다른 셀 ID를 기반으로 eNB와는 독립적으로 PUCCH 자원을 관리한다. 따라서, RRH의 셀 ID(이하, RRH 셀 ID)를 기반으로 RRH UE를 위해 생성된 PUCCH 자원들 중 eNB CCE에 링크된 PUCCH 자원이 UE2의 RRH1 또는 RRH2를 향한 ACK/NACK 전송에 이용된다면, UE1이 사용하는 상기 PUCCH 자원과 RRH UE이 사용하는 PUCCH 자원(이하, RRH PUCCH 자원)과의 충돌이 유발될 수 있다. 이와 달리, UE1이 eNB의 셀 ID(이하, eNB 셀 ID)를 기반으로 PUCCH 전송을 수행한다면, 분산화(randomization) 효과 때문에 UE1의 PUCCH 자원과 RRH의 PUCCH 자원 간의 충돌이 어느 정도 예방될 수 있다. 다만, 이 경우, RRH1 또는 RRH2는 eNB 셀 ID와 다른 셀 ID를 기반으로 PUCCH를 수신하므로 UE1이 전송한 PUCCH를 수신하는 것이 근본적으로 불가능하거나, RRH1 또는 RRH2가 eNB 셀 ID를 기반으로 PUCCH 복호(decoding) 혹은 복조(demodulation)를 부가적으로 수행하여야 하기 때문에 RRH1/RRH2의 복잡도가 증가한다.

[135] 따라서, 본 발명은 eNB로부터 하향링크 신호를 수신한 UE가 RRH를 향해 PUCCH 전송을 수행하도록 설정되었다면, 상기 UE의 RRH로의 PUCCH 전송에 이용가능한 PUCCH 자원들은 RRH 셀 ID 기반으로 생성되며, 상기 PUCCH 자원들이 점유하는 PUCCH 자원 영역이 RRH CCE들에 링크된 PUCCH 자원 영역(이하, 기존 동적 PUCCH 자원 영역)으로서 구성되는 것이 아니라, RRH의 기존 동적 PUCCH 자원 영역이 아닌 다른 PUCCH 자원 영역(이하, 새로운 동적 PUCCH 자원 영역)으로서 사전에 지정되는 것을 제안한다. 다시 말해, 본 발명은 셀 특정적으로 구성되는 기존 동적 PUCCH 자원들의 모음과는 별도로 UE 특정적 혹은 UE 그룹 특정적 혹은 전송 모드 특정적으로 추가적인 동적 PUCCH 자원들의 모음을 구성할 것을 제안한다. 예를 들어, eNB는 셀 특정적으로 제공되는 PUCCH 자원 오프셋 값(예를 들어, $N^{(1)}_{PUCCH}$)과는 별도로 UE 특정적 혹은 UE 그룹 특정적 혹은 전송 모드 특정적 PUCCH 자원 오프셋 값을 UE에게 전송함으로써 상기 추가적인 동적 PUCCH 자원들을 구성할 수 있다. 상기 기존 동적 PUCCH 자원 영역과 본 발명에 따른 새로운 동적 PUCCH 자원 영역은 서로 전혀 겹치지 않도록 구성될 수도 있고, 자원의 효율적 사용을 위해 일부 겹치도록 구성될 수도 있다. 본 발명에 따른 새로운 동적 PUCCH 자원 영역은 다른 상향링크 Tx 파라미터들(예, 전력 오프셋, PUCCH/PUSCH를 위한 RS 시퀀스)과 연관될 수 있다.

[136] 도 11 내지 도 16에서 "Dynamic PUCCH_eNB (eNB Cell ID or virtual Cell ID)", "Dynamic PUCCH_eNB (eNB CCE linkage)", "Dynamic PUCCH_RRH1 (RRH1 CCE linkage)" 및 "Dynamic PUCCH_RRH2 (RRH2 CCE linkage)"로 표시된 영역들이 기존 동적 PUCCH 자원 영역에 해당하며, "Dynamic PUCCH_RRH1 (virtual Cell ID)", "Dynamic PUCCH_RRH2 (virtual Cell ID)", "Dynamic PUCCH_eNB (virtual Cell ID)", "Dynamic PUCCH_JR" 및 "UL CoMP PUCCH"로 표시된 영역들이 본 발명에 따른 새로운 RRH PUCCH 자원 영역에 해당한다.

또한, 도 11 내지 도 16에서, "PUCCH offset1"이 기존의 셀 특정적 PUCCH 자원 오프셋 값(예를 들어, $N^{(1)}_{PUCCH}$)에 해당하고, "PUCCH offset2"가 UE 특정적 혹은 UE 그룹 특정적 혹은 전송 모드 특정적 PUCCH 자원 오프셋 값에 해당한다.

[137] 또한, 본 발명은 UE가 RRH로의 PUCCH 전송에 실제로 사용하는 PUCCH 자원은 eNB CCE 인덱스에 링크되어 동적으로 할당되는 것을 제안한다. 다시 말해, 본 발명에 의하면, eNB CCE가 eNB가 관리하는 PUCCH 자원 혹은 RRH의 기존 동적 PUCCH 자원 영역 내 PUCCH 자원에 링크되는 것이 아니라, RRH가 관리하는 특정 PUCCH 자원 영역(즉, 새로운 동적 PUCCH 자원 영역) 내 PUCCH 자원에 링크된다. 즉, eNB CCE 인덱스는 기존 동적 PUCCH 자원 영역 내 PUCCH 자원 인덱스가 아닌, RRH가 관리하는 새로운 동적 PUCCH 자원 영역 내 PUCCH 자원 인덱스에 링크된다.

[138] RRH1 또는 RRH2의 관점에서 보면, RRH1를 위한 새로운 동적 PUCCH 자원 영역과 RRH2를 위한 새로운 동적 PUCCH 자원 영역은 각각 eNB CCE들과 일대일(1-to-1)로 맵핑된다. 그러나, eNB CCE들의 관점에서 보면, eNB CCE들이 복수의 RP들의 PUCCH 자원 영역들에 각각 맵핑되므로, eNB CCE들이 PUCCH 자원들에 1대N(1-to-N)으로 맵핑된다고 볼 수 있다.

[139] RRH1을 위해 예약되는 새로운 동적 PUCCH 자원과 RRH2를 위해 예약되는 새로운 동적 PUCCH 자원은 서로 다른 셀 ID를 기반으로 구성되므로, 도 11 내지 도 13, 도 16에 도시된 바와 같이, 동일한 영역에 형성될 수 있다. 그러나, 도 14 및 도 15에 도시된 바와 같이, RRH 사이의 간섭을 최소화하기 위하여, 새로운 동적 PUCCH 자원 영역이 RRH마다 독립적으로 각각 설정되는 것도 가능하다. 새로운 동적 PUCCH 자원 영역은 상위 계층 시그널링(예, RRC에 의한 시그널링) 혹은 물리 계층 시그널링(예, SIB(System Information Block)에 의한 시그널링)에 의해서 지정될 수 있다.

[140] 도 11 및 도 12에서 eNB CCE는 경우에 따라서는 eNB 셀 ID 혹은 가상 셀 ID를 의미한다. 가상 셀 ID는 물리 셀 ID(예, N^{cell}_{ID})를 대체 혹은 물리 셀 ID와는 별도로 특정 포인트에 할당되는 셀 식별자로서, 물리 셀 ID와 함께 혹은 대신하여 해당 셀에 대한 PUCCH 자원들을 구성하는 데 사용될 수 있다. eNB의 관점에서, CCE는 경우에 따라서 eNB 셀 ID 기반의 PUCCH 자원에 링크되기도 하고 가상 셀 ID 기반의 PUCCH 자원에 링크되기도 한다. 도 11 및 도 12의 실시예는 eNB가 모든 RRH를 커버하고 PDCCH가 eNB로부터만 전송된다고 가정할 때 비-CoMP 모드에서는 각 셀이 자신의 셀 ID 기반의 CCE에 링크된 PUCCH 자원을 사용하는 반면에, CoMP 모드에서는 별도의 셀 ID 기반의 CCE에 링크된 PUCCH 자원을 사용한다. 이러한 방식은 특히 CS/CB/DPS에 유리하다. 참고로, 도 11은 eNB 셀 ID에 링크된 동적 PUCCH_eNB 자원과 가상 셀 ID에 링크되는 동적 PUCCH_eNB 자원이 동일한 PUCCH 자원 오프셋을 가지도록 설계된 경우를 예시한다.

[141] 도 13 및 도 14의 경우는 특히 JR을 고려해서 PUCCH 자원을 운영하는

실시예를 나타낸 것이다. 특히 CoMP JR 모드에서 eNB는 기존의 PUCCH 자원 오프셋(이하, PUCCH 자원 오프셋1) 대신에 별도의 PUCCH 자원 오프셋(이하, PUCCH 자원 오프셋2)을 사용한다. CoMP JR 모드를 위한 별도의 PUCCH 자원들은 가상 셀 ID에 의해 간단하게 예약될 수 있으며, PUCCH 자원 오프셋2는 eNB에 의한 RRC 시그널링 또는 SIB 정보에 포함되어 UE에게 전달될 수 있다. 참고로, 본 발명에서의 신호 전달 방식은 물리 계층 시그널링, MAC(Medium Access Control) 계층 시그널링, RRC 계층 시그널링 등에 의해 다양하게 구현될 수 있다. 한편, RRH들도 각각의 PUCCH 자원 오프셋2를 수신하여, CoMP JR 모드에서 각자 할당된 PUCCH 자원을 사용하면 된다.

[142] 도 13은 RRH들에 대해 PUCCH 자원 오프셋2가 동일하게 설정된 경우를 예시한 것이고, 도 14는 RRH들에 대해 PUCCH 자원 오프셋2가 각자 다르게 설정된 경우를 예시한 것이다. CoMP JR 모드를 위한 PUCCH 자원 오프셋은 UE 특정적 시그널링에 의해서 구현 가능하다.

[143] JR의 경우, 다수의 포인트가 동시에 수신에 참여하기 때문에, 특정 셀 ID 기반으로 한 PUCCH 자원을 사용해서 PUCCH를 전송하면 모든 RP가 동일한 PUCCH 자원을 비워두어야 한다. 도 15를 참조하면, UE가 새로운 동적 PUCCH 자원 영역 내 PUCCH 자원들 중에서 eNB CCE 1에 링크된 PUCCH 자원을 이용하여 ACK/NACK을 JR에 의해 전송하는 경우, RRH1 및 RRH2는 상기 ACK/NACK을 수신해야 하므로, 상기 eNB가 상기 ACK/NACK을 수신하는 데 사용하는 상기 PUCCH 자원과 동일한 PUCCH 자원을 비워두어야 한다. 다시 말해, JR에 참여하는 RP들 중 일 RP를 위한 PUCCH 자원이 결정되면 나머지 RP들은 상기 PUCCH 자원을 다른 UCI 전송에 사용하지 못한다. 이 점을 고려하여, 도 16에 도시된 바와 같이, JR을 위한 동적 PUCCH 영역은 상기 JR에 참여하는 RP들에 대해 동일하게 구성될 수 있다.

[144] <동일한 셀 ID>

[145] 도 17 내지 도 19는 eNB와 RRH들이 모두 동일한 셀 ID에 의해 운영되는 HetNet, CoMP 상황을 예시한 것이고, 도 20은 상향링크 CoMP에 참여하는 RP들이 동일한 셀 ID를 공유하는 경우, 기존의 PUCCH 자원 할당을 예시한 것이다.

[146] CoMP UE인 UE1은 eNB로부터 수신한 PDCCH와 연관된 ACK/NACK을 도 17 및 도 18에 도시된 바와 같이 동적으로 선택되는 RP를 향해 전송하도록 구성되거나 혹은 도 19에 도시된 바와 같이 복수의 RP들에 동시에 전송하도록 구성될 수 있다. 이 경우, 도 20을 참조하면, UE1은 eNB, RRH1 및 RRH2 중 어떠한 포인트를 향해 ACK/NACK을 전송하는지에 무관하게 동일한 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK을 전송한다. RP의 관점에서, eNB, RRH1과 RRH2가 사용하는 CCE 인덱스들은 PUCCH 자원 오프셋1을 시작 PUCCH 자원으로 갖는 PUCCH 자원 영역 내 PUCCH 자원들에 상호 동일한 방식으로 일대일로 맵핑된다. 즉, 도 17 내지 도 19의 상황 하에서, 기존 PUCCH 자원 할당

방법에 따르면, eNB, RRH1 및 RRH2가 모두 하나의 PUCCH 자원을 사용하게 된다. 이 경우, eNB가 UE2의 PDCCH CCE 인덱스와 UE1의 PDCCH CCE 인덱스가 중복되지 않도록 CCE 인덱스들을 할당해야 하는 스케줄링 제약이 존재한다. 다만, UE1-to-RRH1의 PUCCH 자원과 UE2-to-eNB PUCCH 자원이 서로 중복되더라도, 예를 들어, UE1-to-RRH1 링크와 UE2-to-eNB 링크가 멀리 떨어져 있어 간섭 정도가 미약하다면, 하나의 PUCCH 자원이 동일한 셀 ID를 사용하는 RP들에 의해 형성된 셀 내에서 재사용될 수는 있다. 그러나, 이 경우에도 eNB가 동일한 CCE 인덱스를 여러 UE들에 할당하려면 상기 여러 UE들 각각과 상기 eNB 사이에 형성된 상향링크들이 미치는 간섭 정도가 미약해야 한다는 스케줄링 제약이 존재한다.

[147] 도 21 내지 도 24는 도 17 내지 도 19의 CoMP 상황에 적용 가능한 PUCCH 자원 할당 방법들을 나타낸 것이다. 특히, 도 21 및 도 22는 통합된 준-정적 PUCCH 자원 영역을 일반 UE 및 특별 UE(예, CoMP UE)를 위해 배치하는 실시예들을 나타낸다. 도 23 및 도 24는 연속하는 별개의 준-정적 PUCCH 자원 영역을 일반 UE 및 특별 UE(예, CoMP UE)를 위해 배치하는 실시예들을 나타낸다. 도 23 및 도 24는 일반 UE를 위한 준-정적 PUCCH_C 자원 영역이 CoMP UE를 위한 준-정적 PUCCH_N 자원 영역이 상향링크 밴드의 가장자리에 배치된 경우를 예시한다. 도 21 및 도 23의 실시예들은 CoMP 동작 중, 예를 들어, CS/CB/DPS에 적용될 수 있으며, 도 22 및 도 24의 실시예들은 CoMP 동작 중, 예를 들어, JR에 적용될 수 있다.

[148] CoMP UE(예, UE1)의 입장에서는 eNB CCE 인덱스가 기존의 동적 PUCCH 자원 영역에 링크될 뿐만 아니라, 경우(예, CoMP 동작이 수행되는 경우)에 따라서는 별도로 예약된 PUCCH 자원 영역에도 링크된다고 볼 수 있다. 물론 어느 시점에서는 두 PUCCH 자원 영역 중 하나의 PUCCH 자원 영역에 있는 특정 PUCCH 자원이 지정되어야 할 것이다. 다만, PUCCH를 동시에 서로 다른 포인트를 향해서 전송해야 한다면 두 PUCCH 자원 영역이 모두 사용될 수도 있다.

[149] 예를 들면, UE1이 일반(normal) 모드로 동작하는 경우에는, 도 21 내지 도 24를 참조하면, 동적 PUCCH_C 영역의 자원이 이용되고 특별(special) 모드(예, CoMP)로 동작하는 경우에는 동적 PUCCH_N 영역의 자원이 이용된다. 이 때, 일반 UE(예, UE2)는 레거시 UE와 동일하게 동적 PUCCH_C 영역의 자원을 이용하기 때문에 UE1과의 자원 충돌은 발생하지 않는다.

[150] 도 21 내지 도 24에서, 특별한 의도로 예약된 PUCCH 자원(예, 동적 PUCCH_N 자원)은 PUCCH 자원 오프셋2와 같은 상위 계층 신호를 이용하여 예약된 특정 자원블록을 의미할 수 있으나, PUCCH 자원 오프셋2는 논리적 인덱스를 의미하기 때문에, 실제로 예약되는 PUCCH 자원은 기존의 PUCCH 자원과 자연스럽게 섞여서 상향링크 밴드 상에 배치될 수 있다.

[151] 도 21 내지 도 24에서, PUCCH 자원 오프셋1은 SIB 시그널링으로부터 얻어질

수 있으며, 마찬가지로 PUCCH 자원 오프셋2도 SIB 시그널링으로부터 얻어질 수 있다. 그러나, SIB 시그널링 오버헤드 및 포맷 변경 등의 문제로 인하여, PUCCH 자원 오프셋2가 RRC 시그널링을 통해서 개별 RRH를 위해 시그널링되는 것도 가능하다.

[152] 특정 UE 혹은 UE 그룹을 위한 CoMP에 참여하는 포인트들의 모음을 CoMP 세트라고 칭하면, 도 21 내지 도 24에서, 동일한 CoMP 세트에 포함된 RRH들은 동일한 PUCCH 자원 오프셋2를 갖는다. PUCCH 자원 오프셋1은 eNB 및 RRH들이 공유하는 자원이며, UE는 SIB으로부터 PUCCH 자원 오프셋1을 알 수 있다.

[153] 도 17 내지 도 19의 CoMP 상황 하에서는 RRH의 개수에 따라 eNB가 전송해야 하는 DCI의 양이 늘어나게 된다. 그러나, PDCCH가 전송될 수 있는 제어 영역의 크기는 종전과 동일하므로, PDCCH 전송이 시스템 성능의 보틀넥(bottleneck)으로 작용하게 된다. 따라서, PDCCH 전송이 시스템 성능을 제약하는 것을 방지하기 위하여, DL 서브프레임의 PDSCH 영역을 이용하여 PDCCH 전송을 수행하려는 논의가 있다. PDCCH 영역에서 전송되는 기존의 PDCCH는 주파수 도메인에서 넓은 주파수 대역에 걸쳐 있는 자원들을 이용하여 전송됨에 반하여, PDSCH 영역에서 전송되는 PDCCH는 통상 좁은 주파수 대역만을 이용하여 전송된다. 이하, DL 서브프레임의 선두 OFDM 심볼(들)에만 위치할 수 있는 기존의 PDCCH와의 구분을 위하여, DL 서브프레임의 PDSCH 영역에서 전송되는 PDCCH를 ePDCCH(enhanced PDCCH)라고 칭한다.

[154] 도 25는 RP들이 동일한 셀 ID를 사용하는 CoMP 상황 하에서 ePDCCH에 대응한 PUCCH 전송을 예시한 것이다.

[155] eNB와 RRH는 PDCCH뿐만 아니라 ePDCCH를 활용할 수 있다. 예를 들어, 도 25를 참조하면, CoMP UE인 UE1 또는 UE2는 ePDCCH를 통해 DCI를 수신할 수 있다. 즉, CoMP UE는 eNB가 전송하는 ePDCCH(이하, eNB ePDCCH)에 의해 스케줄링될 수 있다.

[156] 도 26은 도 25의 CoMP 상황을 위한 본 발명에 따른 PUCCH 자원 할당을 예시한 것이다. 도 26에서 "PUCCH (PDCCH)"는 PDCCH CCE-to-PUCCH ACK/NACK 링키지를 나타내며, "PUCCH (ePDCCH)"는 ePDCCH CCE-to-PUCCH ACK/NACK 링키지를 나타낸다.

[157] 도 26을 참조하면, eNB ePDCCH 내 CCE 인덱스(이하, ePDCCH CCE 인덱스)는 특별히 주어지는 셀 ID(예, 가상 셀 ID)를 기반으로 생성된 PUCCH 자원 인덱스에 링크될 수 있다. 각 PeNB는 셀들 사이의 간섭 분산화(randomization)를 위하여 자기 자신의 가상 셀 ID를 사용하는 것이 바람직하다. CoMP UE의 PUCCH와 PeNB UE의 PUCCH가 충돌하는 것을 회피하기 위하여, 각 PeNB PUCCH 자원을 사용하는 것이 좋다. 한편, eNB 레거시 UE는 ePDCCH를 갖는 CoMP UE를 위한 PUCCH와 별개로 예약되는, eNB PDCCH와 연관된 기존의 PUCCH 자원 영역을 사용할 것이다.

[158] 도 8에서 설명한 바와 마찬가지로, RRC 신호에 의해 준-정적으로 구성되는 PUCCH 포맷 2/3의 PUCCH 자원들은, 셀들(혹은 eNB 및 PeNB)이 PUCCH 포맷 2/3 자원들을 협력하여 예약함으로써, CoMP UE 및 PeNB UE에 의해 공유될 수 있다. 또한, 도 8에서 언급된 바와 같이, PDCCH에 링크된 기존의 PUCCH 자원은 DL 셀과 UL 셀이 동일한 레거시 UE를 위해 사용되고, 상기 PDCCH에 링크된 새로운 PUCCH 자원은 DL 셀과 UL 셀이 다른 CoMP UE를 위해 사용된다. eNB에 의해 할당되는 PUCCH 자원과 PeNB에 의해 할당되는 PUCCH 자원 사이의 충돌을 회피하도록, 상기 eNB에 의해 스케줄링되는 CoMP UE를 위한 PUCCH 자원은 상기 PeNB에 의해 스케줄링되는 PeNB UE를 위한 PUCCH 자원과는 별개로 예약된다.

[159] 상향링크 DPS는 상향링크 전송의 타겟 RP를 수시로 변경하는 동작을 수반한다. 만약, 타겟 RP가 기존 셀 ID와 다른 셀 ID를 갖는 경우, 변경되는 타겟 셀에 맞는 PUCCH 및 PUSCH 전송이 이루어져야 한다. PUCCH 전송은 셀 ID와 연계하여 자원할당이 수행되므로, 전술한 바와 같이, UE는 어떤 포인트로 PUCCH를 전송하느냐에 따라서 PUCCH 자원을 다르게 생성해야 할 필요가 있다. 따라서, UE는 PUCCH를 전송할 타겟 RP의 셀 ID에 따라 PUCCH 자원을 생성하도록 구성되어야 한다. 한편, 타겟 RP에 따라 경로 손실(path loss)이 달라지므로, 타겟 RP에 따라서 전력 제어 오프셋이 다르게 설정되는 것이 좋다. 따라서, 본 발명은 RP별로 UL 전력을 제어할 것을 제안한다. UE가 동적으로 선택할 수 있는 포인트들의 모음을 DPS 세트라고 하면, 예를 들어, UE는 DPS 세트에 포함된 셀 ID별로 PUCCH/PUSCH/SRS 전력 제어 오프셋을 알고 있어야 하며, UE는 매 상향링크 전송 순간마다 어느 셀의 어느 채널을 위한 전력 제어 오프셋인지를 결정하여, 해당 셀로의 상향링크 전송에 결정된 전력 제어 오프셋을 적용할 수 있다. eNB는 복수의 전력 제어 오프셋들을 사전에 구성하여 UE에 시그널링하고, 상기 복수의 전력 제어 오프셋들 중에서 동적으로 혹은 명시적으로 지시함으로써 UE로 하여금 해당 전력 제어 오프셋을 적용하여 상향링크 전송을 수행하도록 할 수 있다. 혹은, 상기 복수의 전력 제어 오프셋들 중에서 일 전력 제어 오프셋을 일정 조건에 따라 UE가 알아서 선택하여 상향링크 전송에 적용하는 것도 가능하다. UE는 이러한 동작을 CoMP 전송 모드를 위한 DCI를 검출하면 CoMP용으로 예약된 PUCCH 자원에 적용하도록 구성될 수 있다. 즉, CoMP 전송 모드를 위한 DCI를 검출한 UE는 CCE 전술한 본 발명의 실시예들에서 새로운 동적 PUCCH 자원 영역에서 상기 DCI를 나르는 PDCCH의 CCE에 링크된 PUCCH 자원을 사용하여 PUCCH 전송을 수행할 수 있다. CoMP용으로 예약된 PUCCH 자원은 한 셀의 입장에서는 기존의 동적 PUCCH 자원에 대한 PUCCH 자원 오프셋인 PUCCH 자원 오프셋1에 의해서 예약될 수 있으며, 앞서 설명된 바와 같이, UL DPS가 수행될 경우에는 다수의 타겟 RP별로 PUCCH 자원 오프셋2가 구성될 수 있다.

[160] 한편, eNB와 동일한 셀 ID를 갖는 RRH를 포함하는 DPS 세트가 구성될 수

있다. DPS 세트 내 모든 RP들이 동일한 셀 ID를 갖는 경우, PUCCH가 서로 다른 RP를 향해 전송된다고 하더라도, 상기 DPS 세트 내 모든 RP들이 동일한 PUCCH 자원들은 공유할 수 있다. 다만, RP에 따라 UE와의 거리가 달라짐에 따라 UL 전송 전력 레벨이 달라짐을 고려하여 비슷한 UL 전송 전력을 사용하는 PUCCH 자원들을 모아 RP별로 할당되는 것도 가능하다. 이 경우, RP별 PUCCH 자원 영역은 PUCCH 자원 오프셋에 의해 구분될 수 있다. CIF와 같은 기존 DCI 필드가 재사용되거나 혹은 새로운 DCI 포맷이 정의되고 상기 새로운 DCI 포맷 내 지시 필드를 구성하여 어떤 RP가 타겟 포인트인지가 UE에게 지시될 수 있다. 혹은 DCI 포맷에 의존해서 PUCCH 자원이 결정될 수도 있다. 예를 들어, RP별로 DCI 포맷이 정의되거나 혹은 모든 RP들에 대해 동일한 길이의 DCI 포맷이 사용되지만 이를 실제로 복호하면 타겟 RP가 무엇인지를 지시하는 지시 필드가 존재하여, 이에 따라 PUCCH 자원 영역이 결정되는 것이 가능하다.

[161] 3GPP LTE 시스템에서 UE는 전송 모드에 따라서 최대 2개까지 DCI 포맷을 블라인드 복호하도록 구성된다. 이 경우, 상기 UE는 기본적으로 폴백 DCI 포맷(예, DCI 포맷 1A)와 전송 모드(transmission mode, TM) 종속적 DCI 포맷에 대해서 블라인드 복호를 수행할 것이다. 본 발명은 CoMP와 같은 특수 목적을 달성하기 위해 지정된 DCI 포맷 또는 그 외의 새롭게 도입된 DCI 포맷이 검출되면 UE가 사전에 지정된 동작을 수행하도록 한다. UE가 어느 수신 포인트를 향해서 UL 전송을 수행할 것인가, 어느 셀을 타겟으로 삼고 UL 전송을 수행할 것인가, 어떤 셀 ID를 사용하여 UL 전송을 수행할 것인가 등과 같은 UL Tx 파라미터(들)이 사전에 지정될 수 있다. 또한, UE가 PUSCH DMRS(DeModulation Reference Signal)는 어느 것을 사용할 것인가 등과 같은 PUSCH 전송 파라미터(들)의 선택, SRS는 어느 시퀀스 or RB를 사용하여 전송할 것인가와 같은 SRS 전송 파라미터(들)의 선택, PUCCH는 어떤 자원(CS/OCC, RB, 호핑, 셀 ID)를 사용할 것인가와 같은 PUCCH 전송 파라미터(들)의 선택 등이 사전에 지정될 수 있다. 파라미터 세트는 사전에 지정되고, UE는 DCI 포맷에 따라서 상기 지정된 파라미터 세트를 사용되도록 구성될 수 있다. 여기서, eNB는 상위 계층(예, RRC) 시그널링에 의해서 사전에 다수 개의 파라미터 세트들을 UE에게 지정해 주고, 상기 UE로 하여금 상기 다수 개의 파라미터 세트들 중 하나 또는 일부를 선택하여 UL 전송에 사용하도록 할 수 있다. 상위 계층 시그널링에 의해 여러 개의 파라미터 세트들이 구성되면, UE는 특정 DCI가 검출되면 상기 특정 DCI에 링크된 파라미터 세트를 사용하도록 구성될 수 있다. 만약 복수의 파라미터 세트들에 대한 DCI 포맷이 하나이면, UE는 상기 DCI 포맷에 포함된 부가적인 정보를 이용하여, 상기 복수의 파라미터 세트들 중 하나를 선택하도록 구성될 수 있다. 즉, DCI 포맷에 따라서 해당 DCI 포맷을 위해 예약된 파라미터 세트들이 결정되고, 그 중에 실제 전송에 사용되는 파라미터 세트는 PDCCH를 통해서 전송되는 DCI에 의해 동적으로 UE에게 지시될 수 있다. 예약된 파라미터 세트들 중 실제 UL 전송에 적용될 파라미터 세트를 지시하는 정보는 반송파

집성을 위해서 도입된 CIF를 재사용하여 eNB로부터 UE에게 전송될 수 있다. 반송파 집성에서 CIF는 해당 DCI가 어떤 CC를 위한 스케줄링 정보를 나르는지를 지시하는 데 사용된다. CIF가 CC를 지시하는 용도로 사용되는 대신 파라미터 세트를 지시하는 용도로 사용될 수 있다. CIF가 CC가 아닌 파라미터 세트를 지시하는 용도로 사용되는 경우, CIF는 일종의 활성화 신호로 활용될 수 있다. 예를 들어, CoMP를 위한 DCI 포맷을 DCI 포맷 X라고 하면, CoMP가 구성된 경우 DCI 포맷 X와 연관된 PUCCH 자원들이 사전에 예약되고 DCI 포맷 X와 관련된 파라미터들도 사전에 구성될 것이다. 그러나, 이러한 DCI 포맷 X와 관련된 PUCCH 자원들 및 파라미터들은 실제로는 사용되지 않은 채 예약만 되어 있다가, UE에 의해 DCI 포맷 X이 검출되면 예약된 PUCCH 자원 및 파라미터가 사용된다. 즉, DCI 포맷 X와 더불어 CIF와 같은 DCI의 추가 필드에 의해 예약된 PUCCH 자원 혹은 파라미터가 활성화된다고 볼 수 있다. CIF 대신 어떤 서브프레임인지에 따라 암묵적으로 PUCCH 자원 영역이 결정될 수도 있다. 예를 들어, CoMP를 위한 PUCCH 자원들이 많이 예약된 서브프레임이 주기적으로 구성되는 경우, eNB가 CoMP가 많이 예약된 서브프레임의 시작 위치 및 구성 주기를 UE에게 알려주면, UE는 해당 주기의 서브프레임에서는 CoMP용 PUCCH 자원을 사용하고 다른 서브프레임에서는 기존 PUCCH 자원을 사용할 수 있다.

[162] 한편, DCI와는 별도의 지시 신호가 예약된 자원들 혹은 파라미터들 중 어느 것이 사용될 것인지를 지시하는 데 사용될 수도 있다. 예를 들어, eNB는 DCI 포맷 X를 전송함으로써 사전에 예약된 자원들과 파라미터들이 사용됨을 UE에게 암시하고, 그 중에 어느 자원 및 파라미터를 사용해야 하는지는 별도의 지시 신호를 통해서 상기 UE에게 알려줄 수 있다. UE는 DCI 포맷 X를 검출하면 사전에 예약된 자원들과 파라미터들이 사용될 수 있음을 알 수 있으며, 상기 지시 신호를 기반으로 상기 사전에 예약된 자원들과 파라미터들 중 어느 것을 사용하여 UL 전송을 수행해야 하는지를 알 수 있다.

[163] 전술한 본 발명의 실시예들에 있어서, CoMP UE가 eNB로부터 PDCCH 및 상기 PDCCH와 연관된 PDSCH를 수신하고 상기 eNB를 향해 상기 PDSCH에 대한 PUCCH를 전송하는 경우, 상기 CoMP UE는 기존 동적 PUCCH 자원 영역 내 PUCCH 자원들 중에서 상기 PDSCH에 대한 DL 그랜트를 나르는 PDCCH CCE에 링크된 PUCCH 자원을 사용하여 상기 PUCCH를 전송할 수 있다. 즉, TP와 동일한 RP를 향해 PUCCH를 전송하는 CoMP UE는 기존의 PUCCH 자원을 이용하여 상기 PUCCH를 전송할 수 있다. 상기 CoMP UE는, 예를 들어, 상기 PDCCH의 첫 번째 CCE 인덱스를 수학식 8 또는 수학식 9의 n_{CCE}에 설정하고, PUCCH 자원 오프셋1을 수학식 8 또는 수학식 9의 $N^{(1)}_{PUCCH}$으로 설정하여 PUCCH 자원을 결정할 수 있다. 반면, PDCCH를 전송한 포인트와 다른 포인트를 향해 PUCCH를 전송하는 경우, CoMP UE는 상기 다른 포인트를 위해 사전에 예약된 PUCCH 자원을 사용하여 PUCCH를 전송하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 상기 CoMP UE는 상기 PDCCH의 첫 번째 CCE 인덱스를 수학식 8 또는

수학식 9의 n_{CCE}에 설정하고, PUCCH 자원 오프셋2를 수학식 8 또는 수학식 9의 $N^{(1)}_{PUCCH}$으로 설정하여 PUCCH 자원을 결정할 수 있다. 여기서는 비록 PUCCH 자원을 예로 하였으나, 본 예는 다른 채널의 전송 파라미터 및 자원에도 마찬가지 방식으로 적용될 수 있다. 예를 들어, 기존 DMRS 시퀀스와는 다른 새로운 DMRS 시퀀스가 구성될 수 있고, 상기 기존 DMRS 시퀀스와 상기 새로운 PUSCH DMRS 시퀀스 중 어느 DMRS 시퀀스가 PUSCH에 사용될 것인지가 DCI 포맷 X에 포함되거나 DCI 포맷 X와 별도로 전송되는 지시 신호에 의해 결정될 수 있다. 특히, 상기 새로이 구성된 DMRS 시퀀스는 DL 전송 포인트(즉, DL 셀)와 다른 인덱스(예를 들어, 다른 물리 셀 ID 혹은 다른 가상 셀 ID)를 갖는 UL RP(즉, UL 셀)에 주로 사용될 수 있다. 반대로, 상기 새로이 구성된 DMRS가 DL 전송 포인트의 셀에서 사용되고 상기 기존 DMRS 시퀀스가 상기 DL 셀과는 다른 셀인 UL 셀에서 사용되는 것도 가능하다.

[164] 사전에 예약된 파라미터 세트들 간의 동적 전환/지시 모드 혹은 사전에 예약된 PUCCH 자원 영역들 간의 동적 전환/지시 모드 자체가 상위 계층(예, RRC) 시그널링에 의해 지시되는 것도 가능하다. 예를 들어, 상기 상위 계층 시그널링에 의해 동적 전환/지시 모드가 비활성화된다면, 특정 전송 모드에(예, CoMP 모드)에 대한 파라미터 세트와 PUCCH 자원 영역이 준-정적으로 구성될 수 있고 UE는 상기 파리미터 세트 및/또는 PUCCH 자원 영역을 이용하여 상향링크 전송을 수행할 수 있다. 한편, UE는 하나의 파라미터 세트만이 UE 특정적으로 구성된 경우에는 준-정적 모드인 것으로 간주하여 해당 파라미터 세트를 적용하여 상향링크 전송을 수행하도록 구성되고, 복수의 RRC 파라미터 세트들이 UE 특정적으로 구성된 경우에는 상기 복수의 파라미터 세트들 간의 동적 전환을 수행해야 하는 것으로 간주하여 동작하도록 구성될 수도 있다.

[165] DL 셀과 UL 셀이 다른 경우, 타겟 UL 셀이 CIF를 이용하여 지정될 수 있다. 이러한 상황은 특히 이종 네트워크(heterogeneous network, HetNet)와 같이 서로 다른 크기의 셀이 공존할 경우 발생할 수 있다. 예를 들어, DL 셀 1에서 PDSCH1을 UE에게 전송하고, 상기 UE가 상기 PDSCH1에 대한 PUCCH를 UL 셀 2로 전송하는 경우(이 경우 PUSCH도 UL 셀 2로 전송되는 것이 일반적임), eNB는 상기 UE에게 UL 셀 2가 UL 전송의 타겟 RP어야 한다. 상기 eNB는 DCI 포맷 내 CIF 값을 이용하여 타겟 UL 셀을 상기 UE에게 지시해 줄 수 있다. DCI 포맷에 CIF 대신 이러한 지시 기능을 수행하는 별도의 시그널링 비트가 추가되는 것도 가능하다.

[166] 전술한 실시예들은 CoMP 모드용 DCI 포맷뿐만 아니라, 다른 전송 모드의 DCI 포맷에도 적용될 수 있다. 예를 들어, 폴백 DCI 포맷에 대해서는 기존 규칙에 따라 PUCCH 자원이 예약되고, 전송 모드에 따른 DCI 포맷에 대해서는 본 발명에 따라 별도로 동적 PUCCH 자원들이 구성될 수 있다. UE는 폴백 DCI 포맷을 검출하면 기존 규칙에 따라 동적 PUCCH 자원을 결정하고 해당 전송 모드에 따른 TM 종속적 DCI 포맷을 검출하면 상기 별도로 구성된 PUCCH

자원들 중에서 동적 PUCCH 자원을 결정할 수 있다. 다시 말해, 본 발명의 실시예들은 CoMP 모드용 DCI 포맷뿐만 아니라 일반적인 TM 종속적 DCI 포맷으로 확장되어 적용될 수 있다.

[167] 도 27은 본 발명을 수행하는 전송장치(10) 및 수신장치(20)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.

[168] 전송장치(10) 및 수신장치(20)는 정보 및/또는 데이터, 신호, 메시지 등을 나르는 무선 신호를 전송 또는 수신할 수 있는 RF(Radio Frequency) 유닛(13, 23)과, 무선통신 시스템 내 통신과 관련된 각종 정보를 저장하는 메모리(12, 22), 상기 RF 유닛(13, 23) 및 메모리(12, 22)등의 구성요소와 동작적으로 연결되어, 상기 구성요소를 제어하여 해당 장치가 전술한 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나를 수행하도록 메모리(12, 22) 및/또는 RF 유닛(13,23)을 제어하도록 구성된 프로세서(11, 21)를 각각 포함한다.

[169] 메모리(12, 22)는 프로세서(11, 21)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 입/출력되는 정보를 임시 저장할 수 있다. 메모리(12, 22)가 버퍼로서 활용될 수 있다.

[170] 프로세서(11, 21)는 통상적으로 전송장치 또는 수신장치 내 각종 모듈의 전반적인 동작을 제어한다. 특히, 프로세서(11, 21)는 본 발명을 수행하기 위한 각종 제어 기능을 수행할 수 있다. 프로세서(11, 21)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 불릴 수 있다. 프로세서(11, 21)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 프로세서(400a, 400b)에 구비될 수 있다. 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(11, 21) 내에 구비되거나 메모리(12, 22)에 저장되어 프로세서(11, 21)에 의해 구동될 수 있다.

[171] 전송장치(10)의 프로세서(11)는 상기 프로세서(11) 또는 상기 프로세서(11)와 연결된 스케줄러로부터 스케줄링되어 외부로 전송될 신호 및/또는 데이터에 대하여 소정의 부호화(coding) 및 변조(modulation)를 수행한 후 RF 유닛(13)에 전송한다. 예를 들어, 프로세서(11)는 전송하고자 하는 데이터 열을 역다중화 및 채널 부호화, 스크램블링, 변조과정 등을 거쳐 K개의 레이어로 변환한다. 부호화된 데이터 열은 코드워드로 지칭되기도 하며, MAC 계층이 제공하는 데이터 블록인 전송 블록과 등가이다. 일 전송블록(transport block, TB)은 일 코드워드로 부호화되며, 각 코드워드는 하나 이상의 레이어의 형태로

수신장치에 전송되게 된다. 주파수 상향 변환을 위해 RF 유닛(13)은 오실레이터(oscillator)를 포함할 수 있다. RF 유닛(13)은 N_t개(N_t는 1보다 이상의 양의 정수)의 전송 안테나를 포함할 수 있다.

[172] 수신장치(20)의 신호 처리 과정은 전송장치(10)의 신호 처리 과정의 역으로 구성된다. 프로세서(21)의 제어 하에, 수신장치(20)의 RF 유닛(23)은 전송장치(10)에 의해 전송된 무선 신호를 수신한다. 상기 RF 유닛(23)은 N_r개의 수신 안테나를 포함할 수 있으며, 상기 RF 유닛(23)은 수신 안테나를 통해 수신된 신호 각각을 주파수 하향 변환하여(frequency down-convert) 기저대역 신호로 복원한다. RF 유닛(23)은 주파수 하향 변환을 위해 오실레이터를 포함할 수 있다. 상기 프로세서(21)는 수신 안테나를 통하여 수신된 무선 신호에 대한 복호(decoding) 및 복조(demodulation)를 수행하여, 전송장치(10)가 본래 전송하고자 했던 데이터를 복원할 수 있다.

[173] RF 유닛(13, 23)은 하나 이상의 안테나를 구비한다. 안테나는, 프로세서(11, 21)의 제어 하에 본 발명의 일 실시예에 따라, RF 유닛(13, 23)에 의해 처리된 신호를 외부로 전송하거나, 외부로부터 무선 신호를 수신하여 RF 유닛(13, 23)으로 전달하는 기능을 수행한다. 안테나는 안테나 포트로 불리기도 한다. 각 안테나는 하나의 물리 안테나에 해당하거나 하나보다 많은 물리 안테나 요소(element)의 조합에 의해 구성될 수 있다. 각 안테나로부터 전송된 신호는 수신장치(20)에 의해 더 이상 분해될 수 없다. 해당 안테나에 대응하여 전송된 참조신호(reference signal, RS)는 수신장치(20)의 관점에서 본 안테나를 정의하며, 채널이 일 물리 안테나로부터의 단일(single) 무선 채널인지 혹은 상기 안테나를 포함하는 복수의 물리 안테나 요소(element)들로부터의 합성(composite) 채널인지에 관계없이, 상기 수신장치(20)로 하여금 상기 안테나에 대한 채널 추정을 가능하게 한다. 즉, 안테나는 상기 안테나 상의 심볼을 전달하는 채널이 상기 동일 안테나 상의 다른 심볼이 전달되는 상기 채널로부터 도출될 수 있도록 정의된다. 복수의 안테나를 이용하여 데이터를 송수신하는 다중 입출력(Multi-Input Multi-Output, MIMO) 기능을 지원하는 RF 유닛의 경우에는 2개 이상의 안테나와 연결될 수 있다.

[174] 본 발명의 실시예들에 있어서, UE는 상향링크에서는 전송장치(10)로 동작하고, 하향링크에서는 수신장치(20)로 동작한다. 본 발명의 실시예들에 있어서, eNB는 상향링크에서는 수신장치(20)로 동작하고, 하향링크에서는 전송장치(10)로 동작한다. 이하, UE에 구비된 프로세서, RF 유닛 및 메모리를 UE 프로세서, UE RF 유닛 및 UE 메모리라 각각 칭하고, eNB에 구비된 프로세서, RF 유닛 및 메모리를 eNB 프로세서, eNB RF 유닛 및 eNB 메모리라 각각 칭한다.

[175] 본 발명의 실시예들에 따라, eNB 프로세서는 PDCCH 및/또는 PDSCH를 생성하고, 상기 생성된 PDCCH 및/또는 PDSCH를 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어하며, UE 프로세서는 PDCCH 및/또는 PDSCH를 수신하도록 UE RF 유닛을 제어한다. 본 발명의 실시예들에 따라, UE 프로세서는 PUCCH, PUSCH, PUCCH

DMRS, PUSCH DMRS 및/또는 SRS를 생성하고, 상기 생성된 PUCCH, PUSCH, PUCCH DMRS, PUSCH DMRS 및/또는 SRS를 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어하며, eNB 프로세서는 PUCCH, PUSCH, PUCCH DMRS, PUSCH DMRS 및/또는 SRS를 수신하도록 eNB RF 유닛을 제어한다. 본 발명에서, 각 수신/전송 포인트는 적어도 RF 유닛을 구비할 수 있다. CoMP가 구성된 경우, DL 전송 포인트와 UL 수신 포인트가 다를 수 있지만, CoMP에 참여하는 포인트들은 하나의 eNB 프로세서에 의해 제어되거나 혹은 서로 협력하는 eNB 프로세서들에 의해 제어될 것이므로, 이하에서는 CoMP에 참여하는 포인트들 중 적어도 하나가 DL 신호를 UE에게 전송하고 상기 CoMP에 참여하는 포인트들 중 적어도 하나가 UL 신호를 상기 UE로부터 수신한 경우, 동일한 eNB가 상기 DL 신호를 전송하고 상기 UL 신호를 수신한다고 표현하여 본 발명의 실시예들을 설명한다. 예를 들어, 하향링크 신호를 전송하는 eNB와 상향링크 신호를 수신하는 eNB가 다른 경우에도 이하의 설명에서는 동일한 eNB가 본 발명에 따른 하향링크 신호를 전송 및 상향링크 신호를 수신한다는 식으로 본 발명의 실시예들을 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시예들은 DL 신호를 전송하는 eNB와 UL 신호를 수신하는 eNB가 다른 경우에도 적용될 수 있다.

[176] 본 발명에 따른 eNB 프로세서는 RP별로 복수의 PUCCH 자원 영역을 구성한다. 예를 들어, eNB 프로세서는 하향링크 신호를 전송한 포인트와 동일한 포인트를 향해 전송되는 ACK/NACK을 위한 PUCCH 자원과 하향링크 신호를 전송한 포인트가 아닌 다른 포인트를 향해 전송되는 ACK/NACK을 위한 PUCCH 자원을 별개로 구성된 동적 PUCCH 자원 영역들에 할당한다. 상기 eNB 프로세서는 하향링크 신호를 전송한 포인트(이하, 포인트 1)과 동일 포인트를 향해 전송되는 ACK/NACK을 위한 PUCCH 자원을 상기 동일 포인트의 N^{cell}_{ID}(이하, 셀 ID#1)을 이용하여 생성할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 하향링크 신호를 전송한 포인트와 다른 포인트(이하, 포인트 2)를 향해 전송되는 ACK/NACK을 위한 PUCCH 자원을 상기 포인트 2에 할당된 가상 셀 ID(이하, 셀 ID#2)를 이용하여 생성할 수 있다. 상기 포인트 2가 상기 셀 ID#1과는 N^{cell}_{ID}를 갖는 경우, 상기 eNB 프로세서는 상기 포인트 2의 N^{cell}_{ID}를 셀 ID#2로서 사용할 수도 있다. 상기 eNB프로세서가 관리하는 전체 PUCCH 자원들 내에서 상기 포인트 1을 향해 혹은 상기 포인트 1의 셀(이하, 셀 1)에서 전송되는 ACK/NACK 위한 PUCCH 자원 영역(이하, PUCCH 자원 영역 1)의 위치를 나타내는 정보인 PUCCH 자원 오프셋1과, 상기 포인트 2를 향해 혹은 상기 포인트 2의 셀(이하, 셀 2)에서 전송되는 PUCCH 자원 영역(이하, PUCCH 자원 영역 2)의 위치를 나타내는 정보인 PUCCH 자원 오프셋2를 UE에게 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 PUCCH 자원 오프셋1은 상기 PUCCH 자원 영역 1의 시작 PUCCH 자원 인덱스에 해당할 수 있고, 상기 PUCCH 자원 오프셋2는 상기 PUCCH 자원 영역 2의 시작 PUCCH 자원 인덱스에 해당할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 PUCCH 자원 오프셋1, 셀 ID#1, PUCCH 자원 오프셋 2 및 셀 ID#2에 관한 정보를

UE에게 전송하도록 상기 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. UE RF 유닛은 PUCCH 자원 오프셋1, 셀 ID#1, PUCCH 자원 오프셋 2 및 셀 ID#2에 관한 정보를 UE에게 수신하여, UE 프로세서에 전달한다.

[177] 상기 eNB 프로세서는 PUCCH 자원 오프셋1, 셀 ID#1, PUCCH 자원 오프셋 2 및 셀 ID#2에 관한 정보를 기반으로 UE에게 전송할 PDCCH를 CCE(들)에 할당한다. 상기 eNB 프로세서는 하나 이상의 CCE를 이용하여 PDCCH를 구성하고, 상기 PDCCH를 통해 DCI를 UE에게 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어한다. 상기 DCI가 DL 그랜트인 경우, 상기 eNB 프로세서는 상기 DL 그랜트에 따라 PDSCH를 통해 DL 데이터를 상기 UE에게 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다.

[178] UE 프로세서는 자신의 PDCCH를 통해 상기 DCI를 수신하도록 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 DCI가 DL 그랜트인 경우, 상기 UE 프로세서는 상기 DL 그랜트에 따라 PDSCH를 통해 DL 데이터를 수신하도록 상기 UL RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 상기 PDCCH에 대응한 ACK/NACK 신호를 생성하고, 상기 ACK/NACK 신호를 CoMP 세트에 포함된 포인트들 중 적어도 하나에 전송하도록 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. UE/eNB가 DPS 모드로 동작하는 경우, eNB 프로세서는 CoMP 세트 내 포인트들 중에서 일 포인트를 동적으로 선택하고, 상기 선택된 포인트를 지시하는 정보를 상기 UE에게 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 전송 모드 정보, PUCCH 자원 오프셋들 중 하나를 지시하는 정보, PUCCH 자원 생성에 사용될 수 있는 셀 ID들 중 하나를 지시하는 정보, 전송 파라미터 세트들 중 일 파라미트를 지시하는 정보 등이 상기 선택된 포인트를 지시하는 정보로서 활용될 수 있다.

[179] UE 프로세서는 상기 선택된 포인트를 향해 PUCCH를 통해 ACK/NACK을 전송하도록 UE RF 유닛을 제어한다. UE/eNB가 JR 모드로 동작하는 경우, UE 프로세서는 CoMP 세트 내 모든 포인트들을 향해 PUCCH를 통해 ACK/NACK을 전송하도록 UE RF 유닛을 제어한다. 상기 UE 프로세서는 상기 PDCCH 자체의 복호에 실패한 경우에는 DTX를, 상기 PDSCH의 복호에 성공한 경우에는 ACK을, 상기 PDSCH의 복호에 실패한 경우에는 NACK을 나타내도록 상기 ACK/NACK을 생성할 수 있다.

[180] 상기 UE 프로세서는 포인트 1을 향해 전송되는 ACK/NACK을 위한 PUCCH 자원 1의 인덱스를 PUCCH 자원 오프셋1 및 상기 PDCCH의 특정 CCE(예, 첫 번째 CCE) 인덱스를 기반으로 결정할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 상기 PUCCH 자원 1을 이용하여 상기 ACK/NACK을 전송하도록 상기 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 상기 PUCCH 자원 1을 셀 ID#1을 이용하여 생성할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 포인트 2을 향해 전송되는 ACK/NACK을 위한 PUCCH 자원 2의 인덱스를 PUCCH 자원 오프셋2 및 상기 특정 CCE 인덱스를 기반으로 결정할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 상기 PUCCH 자원 2를 이용하여 상기 ACK/NACK을 전송하도록 상기 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 상기 PUCCH 자원 2를 셀 ID#2를 이용하여 생성할 수 있다.

[181] eNB 프로세서는 상기 PUCCH 자원 오프셋 1 및 상기 특정 CCE 인덱스, 상기 셀 ID#1을 기반으로 상기 ACK/NACK을 셀 1에서 수신하도록 eNB RF 유닛을 제어한다. 상기 eNB 프로세서는 상기 PUCCH 자원 오프셋 1 및 상기 특정 CCE 인덱스를 기반으로, 상기 PUCCH 자원 영역 1에 포함된 셀 ID#1 기반의 복수의 PUCCH 자원들 중 상기 PUCCH 자원 1을 이용하여 상기 ACK/NACK을 검출할 수 있다. eNB 프로세서는 상기 PUCCH 자원 오프셋 2 및 상기 특정 CCE 인덱스, 상기 셀 ID#2를 기반으로 상기 ACK/NACK을 셀 2에서 수신하도록 eNB RF 유닛을 제어한다. 상기 eNB 프로세서는 상기 PUCCH 자원 오프셋 2 및 상기 특정 CCE 인덱스를 기반으로, 상기 PUCCH 자원 영역 2에 포함된 셀 ID#2 기반의 복수의 PUCCH 자원들 중 상기 PUCCH 자원 2를 이용하여 상기 ACK/NACK을 검출할 수 있다.

[182] 상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

산업상 이용가능성

[183] 본 발명의 실시예들은 무선 통신 시스템에서, 기지국, 릴레이 또는 사용자기기, 기타 다른 장비에 사용될 수 있다.

청구범위

[청구항 1] 무선 통신 시스템에서 사용자기기가 상향링크 신호를 전송함에 있어서,
하나 이상의 CCE(Control Channel Element)를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 하향링크 제어 정보를 수신하며;
상기 하향링크 제어 정보와 연관된 ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를 전송하되,
상기 ACK/NACK 정보는, 제1 오프셋 정보 및 상기 PDCCH 내 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제1 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제1 PUCCH 자원과 제2 오프셋 정보 및 상기 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제2 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제2 PUCCH 자원 중 적어도 하나를 이용하여 전송되는,
상향링크 신호 전송 방법.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
기지국으로부터 상기 제1 오프셋 정보 및 상기 제1 식별 정보와 상기 제2 오프셋 정보 및 상기 제2 식별 정보를 더 수신하는,
상향링크 신호 전송 방법.

[청구항 3] 제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 상향링크 제어 정보는 제1 셀로부터 수신되며,
상기 ACK/NACK 정보는 상기 제1 셀에 전송되는 경우에는 상기 제1 PUCCH 자원을 이용하여 전송되고, 상기 제1 셀이 아닌 제2 셀에 전송되는 경우에는 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 전송되는,
상향링크 신호 전송 방법.

[청구항 4] 무선 통신 시스템에서 사용자기기가 상향링크 신호를 전송함에 있어서,
무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛; 및
상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되,
상기 프로세서는 하나 이상의 CCE(Control Channel Element)를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 하향링크 제어 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하며, 상기 하향링크 제어 정보와 연관된 ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하되,
상기 프로세서는 제1 오프셋 정보 및 상기 PDCCH 내 특정 CCE의

인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제1 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제1 PUCCH 자원과 제2 오프셋 정보 및 상기 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제2 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제2 PUCCH 자원 중 적어도 하나를 이용하여 상기 ACK/NACK을 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하는,

사용자기기.

[청구항 5] 제4항에 있어서,

상기 RF 유닛은 기지국으로부터 상기 제1 오프셋 정보 및 상기 제1 식별 정보와 상기 제2 오프셋 정보 및 상기 제2 식별 정보를 더 수신하는,

사용자기기.

[청구항 6] 제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 상향링크 제어 정보는 제1 셀로부터 수신되며,

상기 프로세서는 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제1 셀에 전송되는 경우에는 상기 제1 PUCCH 자원을 이용하여 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하고, 상기 제1 셀이 아닌 제2 셀에 전송되는 경우에는 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하는,

사용자기기.

[청구항 7] 무선 통신 시스템에서 기지국이 상향링크 신호를 수신함에 있어서,

하나 이상의 CCE(Control Channel Element)를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 하향링크 제어 정보를 사용자기기에 전송하며;

상기 하향링크 제어 정보와 연관된 ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를 상기 사용자기기로부터 수신하되,

상기 ACK/NACK 정보는, 제1 오프셋 정보 및 상기 PDCCH 내 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제1 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제1 PUCCH 자원과 제2 오프셋 정보 및 상기 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제2 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제2 PUCCH 자원 중 적어도 하나를 이용하여 수신되는,

상향링크 신호 수신 방법.

[청구항 8] 제7항에 있어서,

상기 제1 오프셋 정보 및 상기 제1 식별 정보와 상기 제2 오프셋 정보 및 상기 제2 식별 정보를 더 전송하는,

상향링크 신호 수신 방법.

[청구항 9] 제7항 또는 제8항에 있어서,
상기 상향링크 제어 정보는 제1 셀에서 상기 사용자기기에 전송되며,
상기 ACK/NACK 정보는 상기 제1 셀에서 수신되는 경우에는 상기 제1 PUCCH 자원을 이용하여 수신되고, 상기 제1 셀이 아닌 제2 셀에서 수신되는 경우에는 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 수신되는,
상향링크 신호 수신 방법.

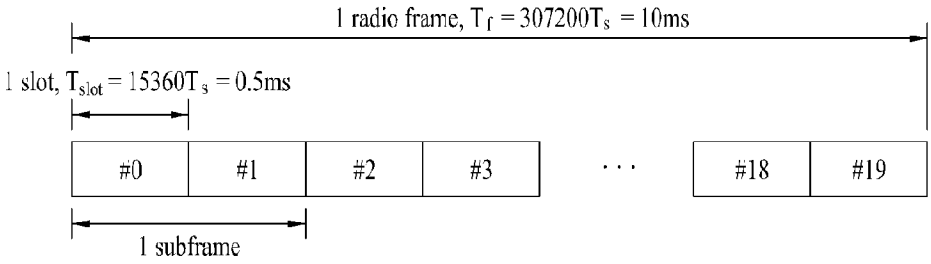
[청구항 10] 무선 통신 시스템에서 기지국이 상향링크 신호를 수신함에 있어서,
무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛; 및
상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되,
상기 프로세서는 하나 이상의 CCE(Control Channel Element)를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 하향링크 제어 정보를 사용자기기에 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하고, 상기 하향링크 제어 정보와 연관된 ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를 상기 사용자기기로부터 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하되,
상기 프로세서는 제1 오프셋 정보 및 상기 PDCCH 내 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제1 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제1 PUCCH 자원과 제2 오프셋 정보 및 상기 특정 CCE의 인덱스를 기반으로 결정되는 인덱스에 대응하고 제2 셀 식별 정보를 이용하여 생성된 제2 PUCCH 자원 중 적어도 하나를 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하는,
기지국.

[청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 RF 유닛은 상기 제1 오프셋 정보 및 상기 제1 식별 정보와 상기 제2 오프셋 정보 및 상기 제2 식별 정보를 더 수신하는,
기지국.

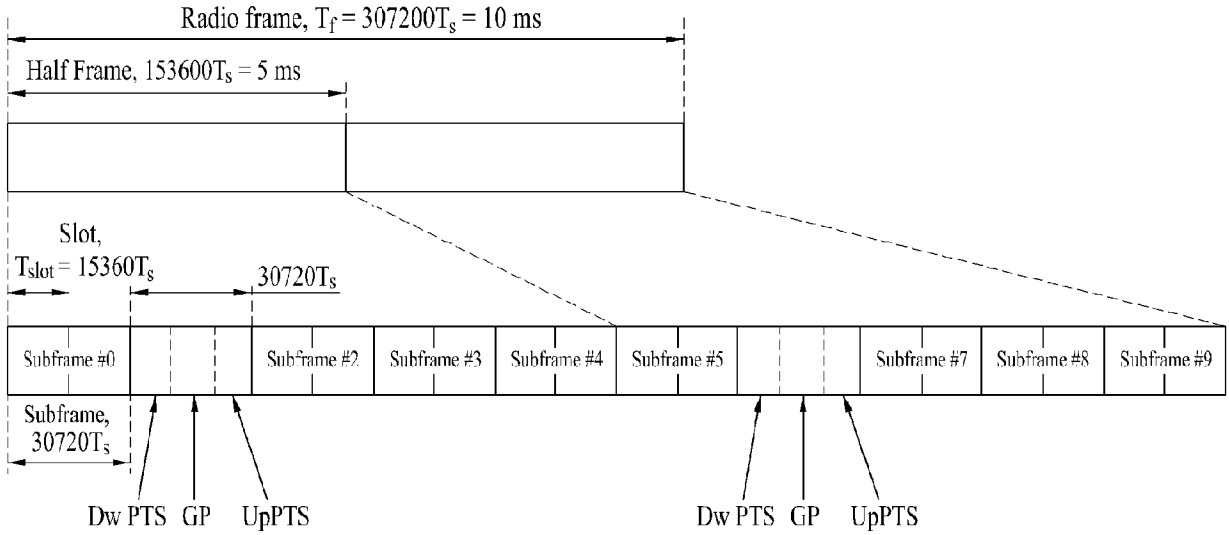
[청구항 12] 제10항 또는 제11항에 있어서,
상기 상향링크 제어 정보는 제1 셀에서 상기 사용자기기에 전송되며,
상기 프로세서는 상기 제1 셀에서는 상기 제1 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하고, 상기 제1 셀이 아닌 제2 셀에서는 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 수신하도록 상기 RF

유닛을 제어하는,
기지국.

[Fig. 1]

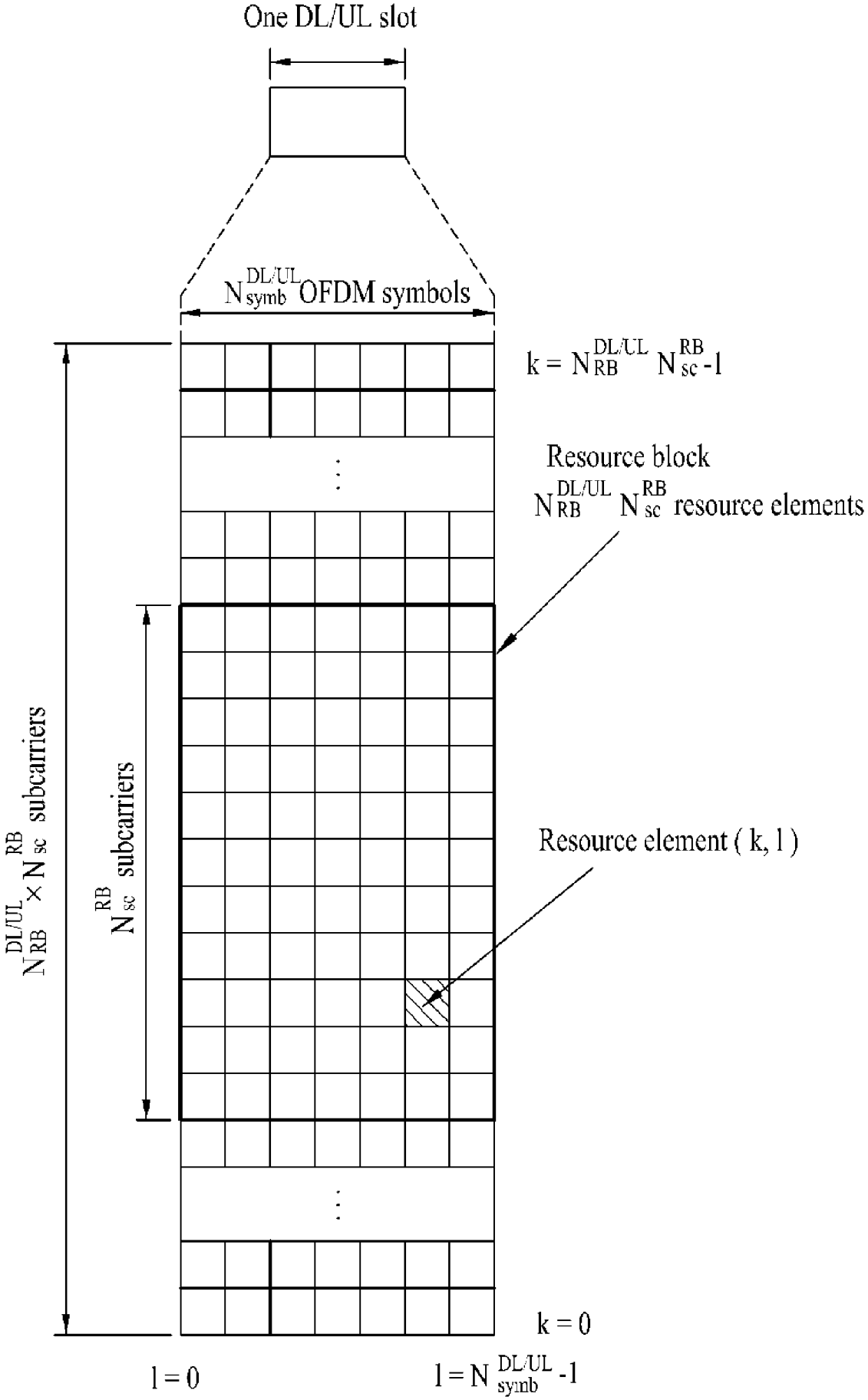

1 radio frame, $T_f = 307200T_s = 10ms$
1 slot, $T_{slot} = 15360T_s = 0.5ms$
#0
#1
#2
#3
· · ·
#18
#19
1 subframe

(a)

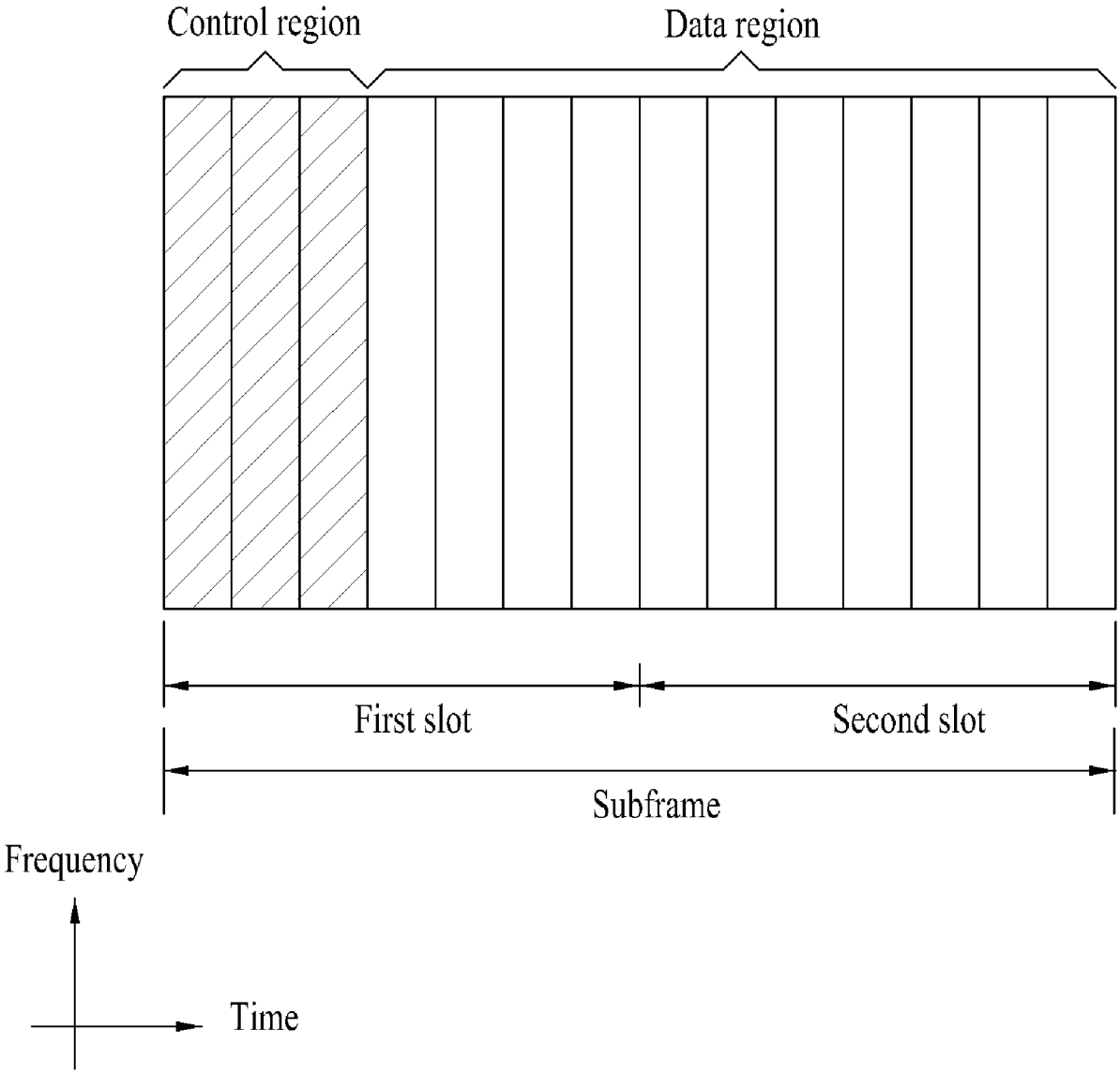

Radio frame, $T_f = 307200T_s = 10$ ms
Half Frame, $153600T_s = 5$ ms
Slot,
$T_{slot} = 15360T_s$
$30720T_s$
Subframe #0
Subframe #2
Subframe #3
Subframe #4
Subframe #5
Subframe #7
Subframe #8
Subframe #9
Subframe,
$30720T_s$
Dw PTS
GP
UpPTS
Dw PTS
GP
UpPTS

(b)

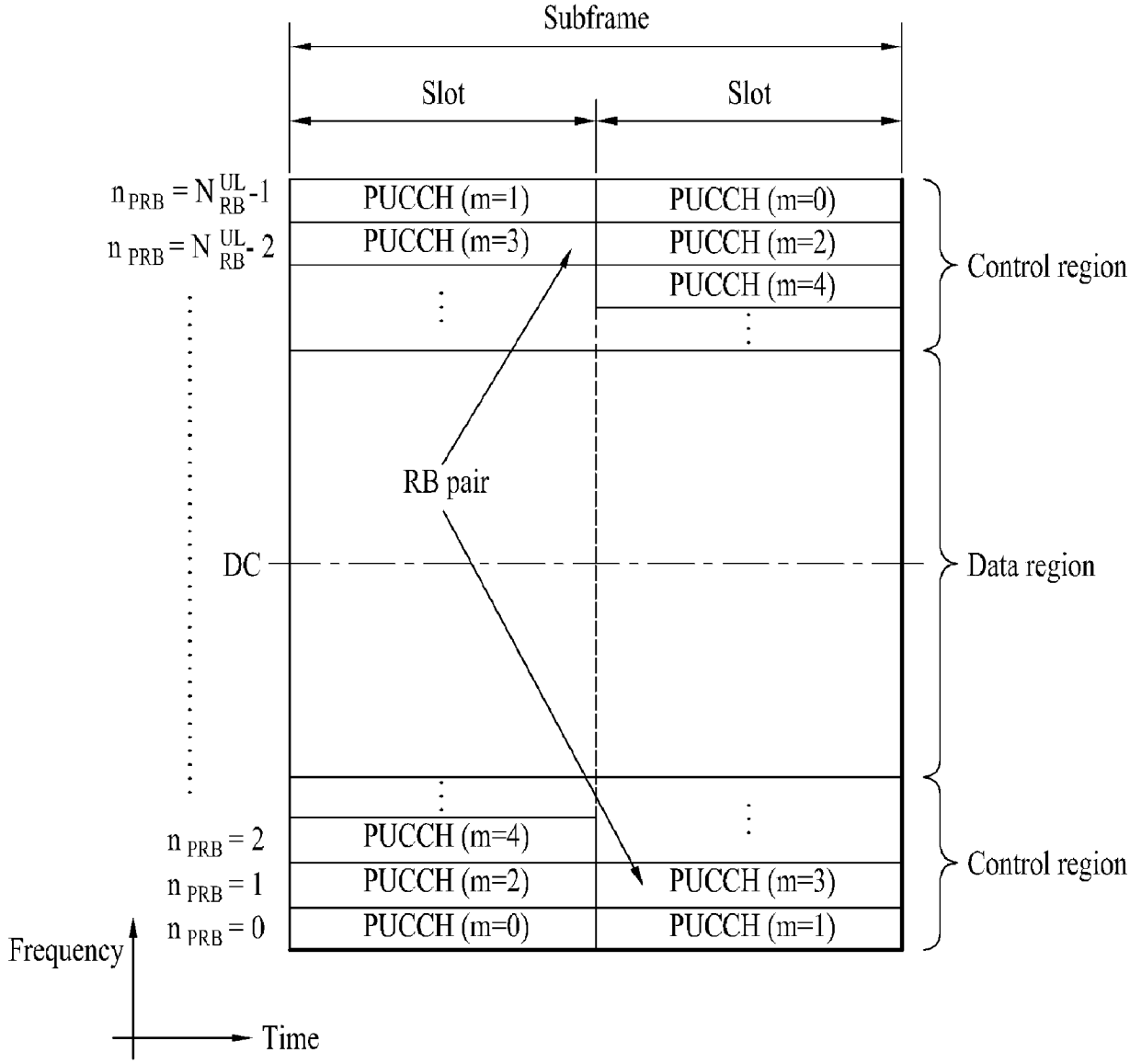
[Fig. 2]


One DL/UL slot
$N_{symb}^{DL/UL}$ OFDM symbols
$k = N_{RB}^{DL/UL} N_{sc}^{RB} - 1$
Resource block
$N_{RB}^{DL/UL} N_{sc}^{RB}$ resource elements
Resource element (k, l)
$N_{RB}^{DL/UL} \times N_{sc}^{RB}$ subcarriers
N_{sc}^{RB} subcarriers
k = 0
l = 0
$l = N_{symb}^{DL/UL} - 1$

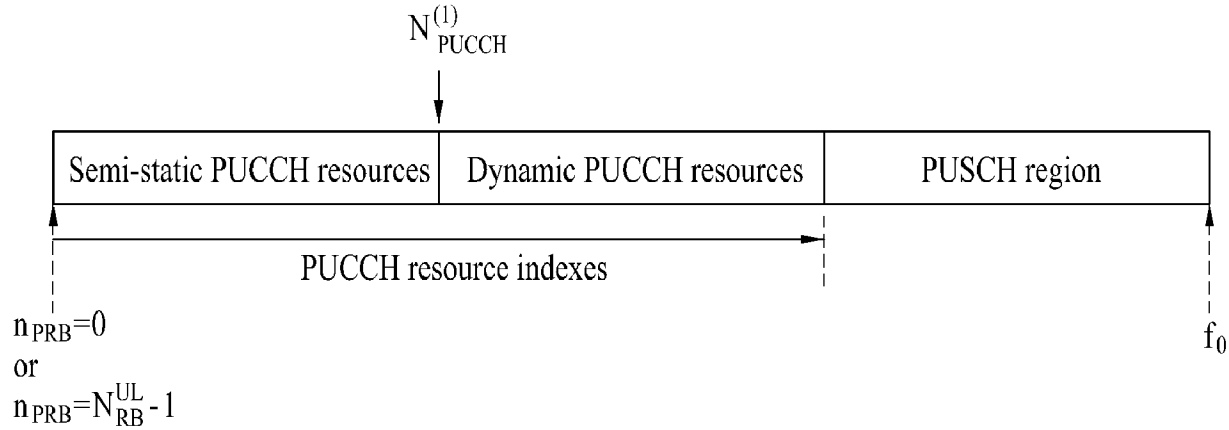
[Fig. 3]


Control region
Data region
First slot
Second slot
Subframe
Frequency
Time

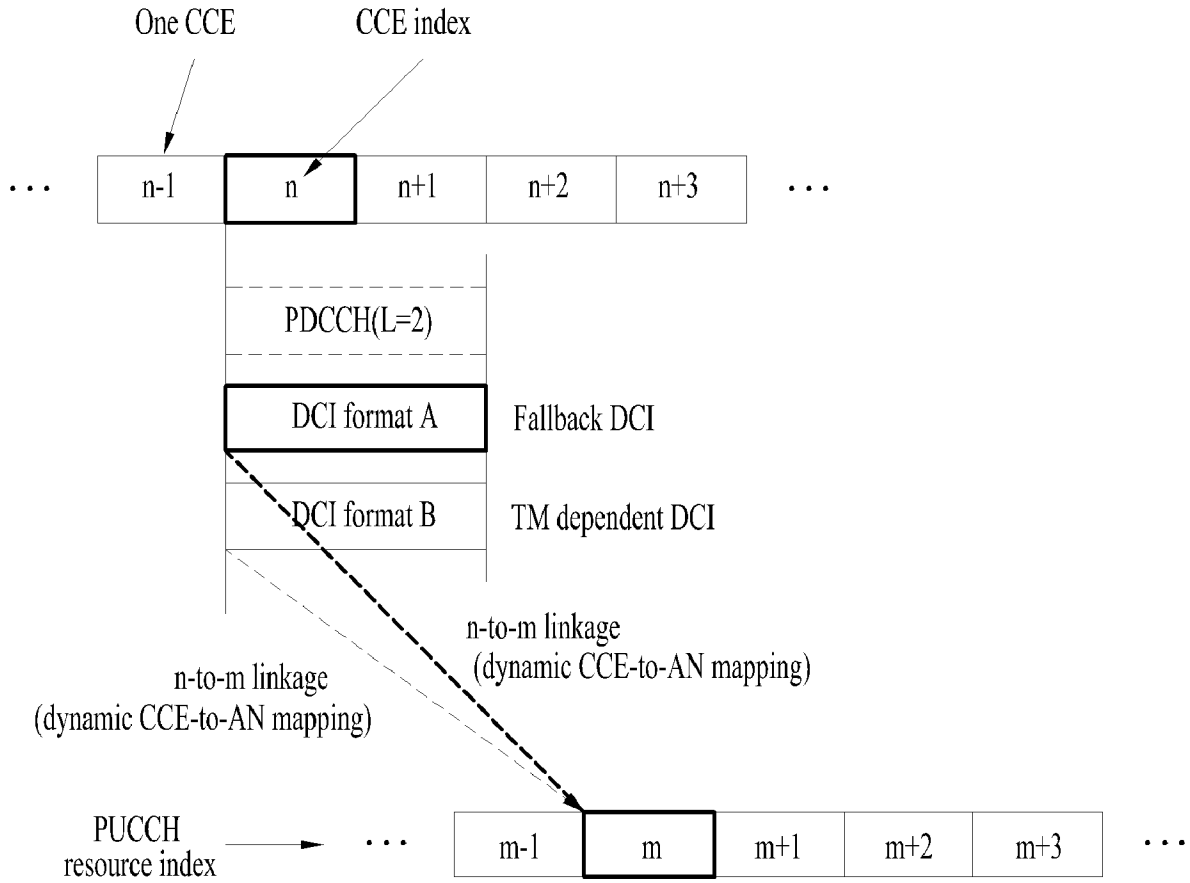
[Fig. 4]


Subframe
Slot
Slot
$n_{PRB} = N_{RB}^{UL} - 1$
$n_{PRB} = N_{RB}^{UL} - 2$
PUCCH (m=1)
PUCCH (m=0)
PUCCH (m=3)
PUCCH (m=2)
PUCCH (m=4)
Control region
RB pair
DC
Data region
$n_{PRB} = 2$
$n_{PRB} = 1$
$n_{PRB} = 0$
PUCCH (m=4)
PUCCH (m=2)
PUCCH (m=0)
PUCCH (m=3)
PUCCH (m=1)
Control region
Frequency
Time

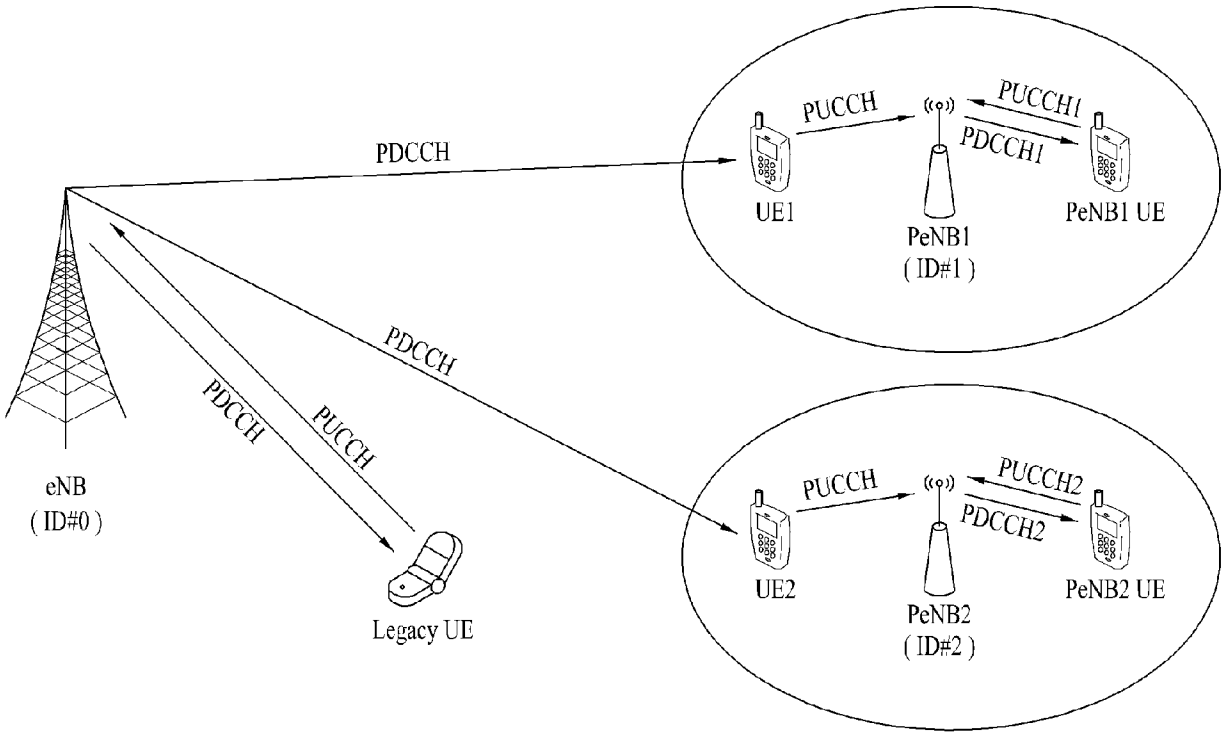
[Fig. 5]


$N_{PUCCH}^{(1)}$
Semi-static PUCCH resources
Dynamic PUCCH resources
PUSCH region
PUCCH resource indexes
$n_{PRB}=0$
or
$n_{PRB}=N_{RB}^{UL}-1$
f_0

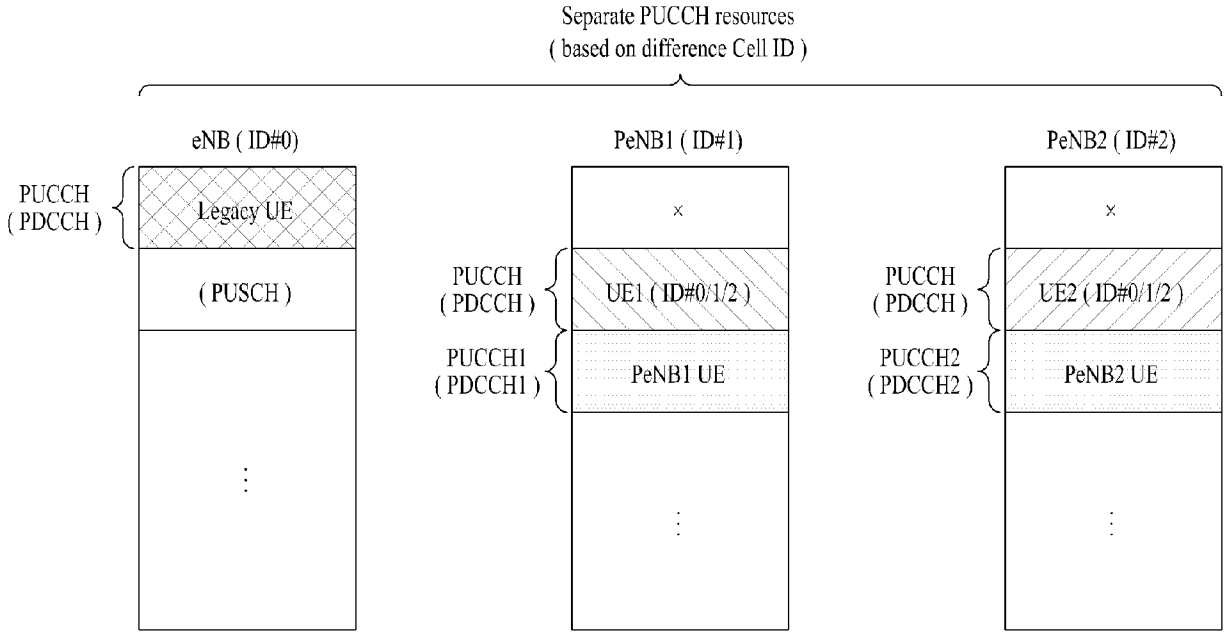
[Fig. 6]


One CCE
CCE index
n-1
n
n+1
n+2
n+3
PDCCH(L=2)
DCI format A
Fallback DCI
DCI format B
TM dependent DCI
n-to-m linkage
(dynamic CCE-to-AN mapping)
n-to-m linkage
(dynamic CCE-to-AN mapping)
PUCCH
resource index
m-1
m
m+1
m+2
m+3

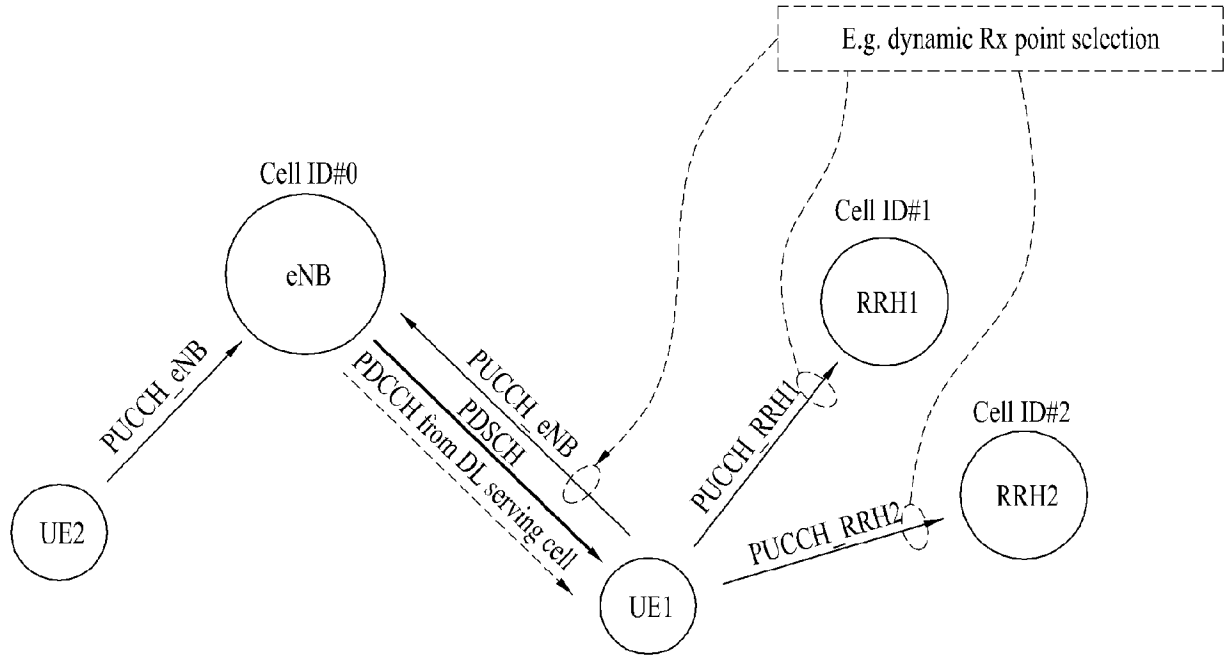
[Fig. 7]


PDCCH
PUCCH
PUCCH1
PDCCH1
UE1
PeNB1
(ID#1)
PeNB1 UE
PDCCH
PDCCH
PUCCH
eNB
(ID#0)
Legacy UE
PUCCH
PUCCH2
PDCCH2
UE2
PeNB2
(ID#2)
PeNB2 UE

[Fig. 8]

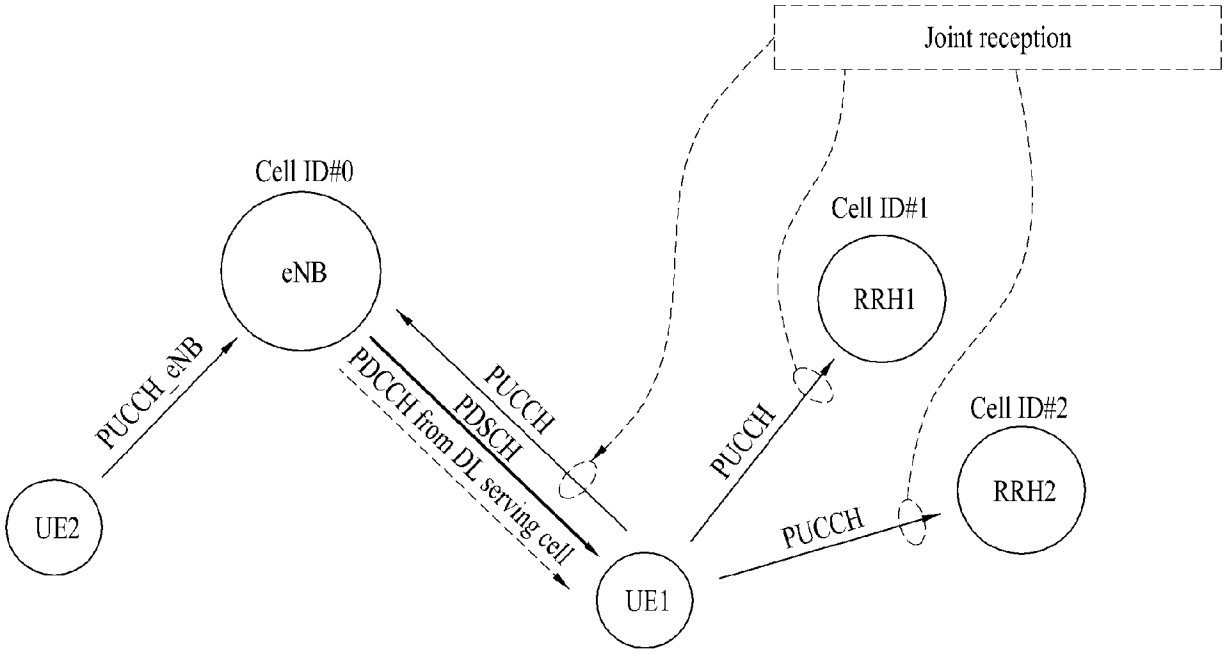


[Fig. 9]

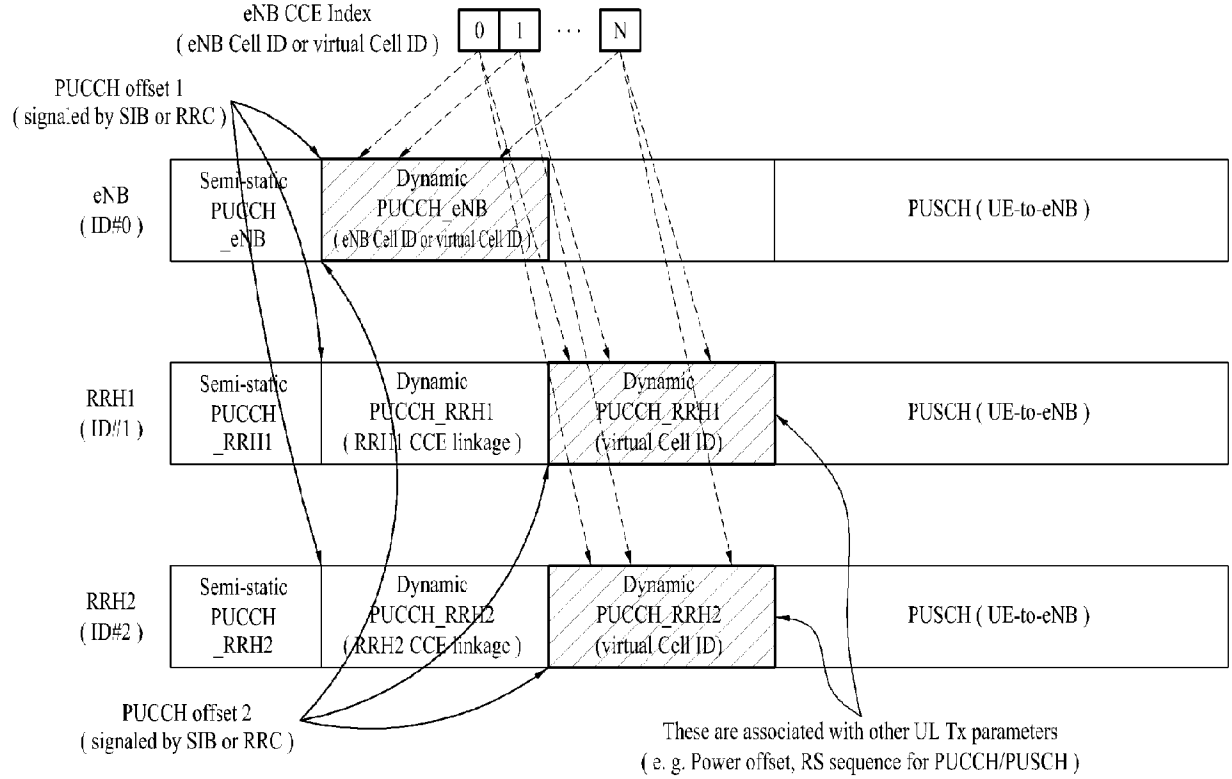


Individual Cell IDs for eNB, RRHs
(Network-decision based Rx point selection)

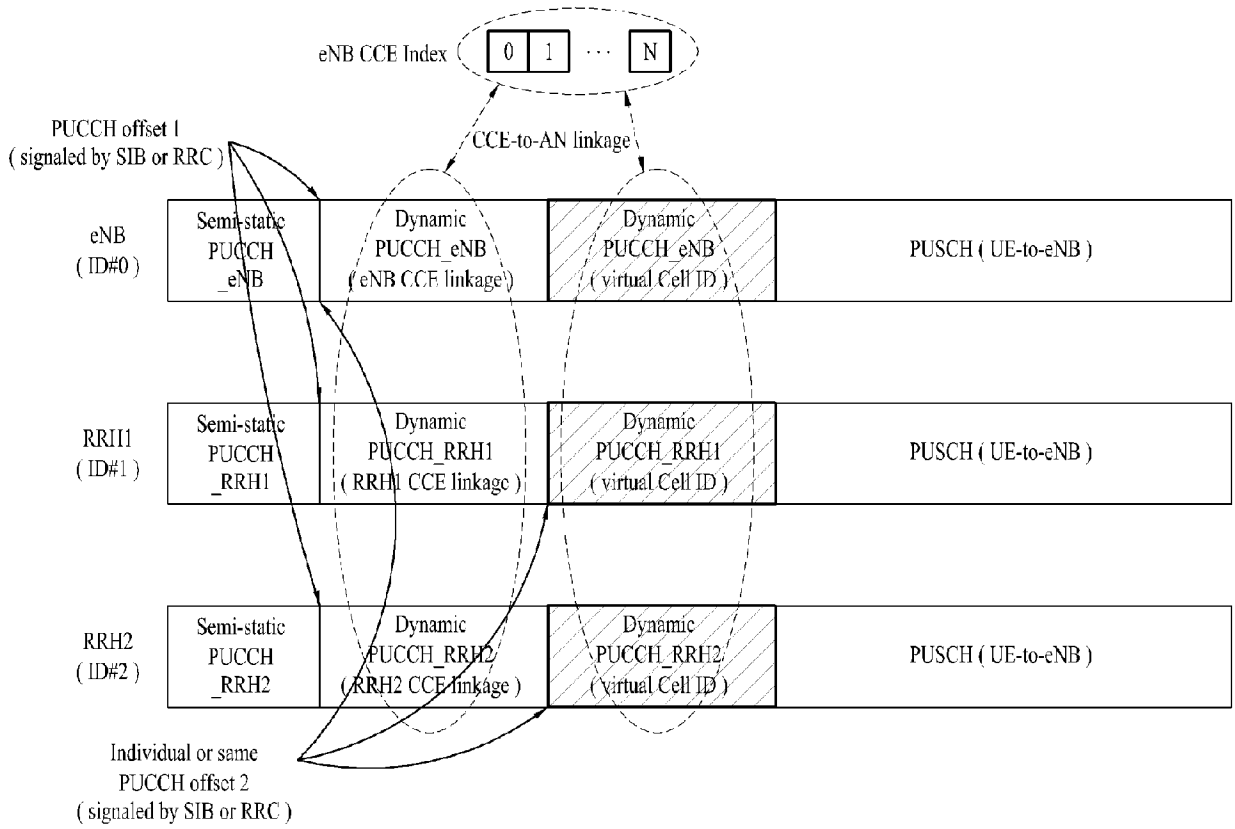
[Fig. 10]


Joint reception
Cell ID#0
eNB
Cell ID#1
RRH1
Cell ID#2
RRH2
PUCCH_eNB
PDCCH from DL serving cell
PDSCH
PUCCH
PUCCH
PUCCH
UE2
UE1

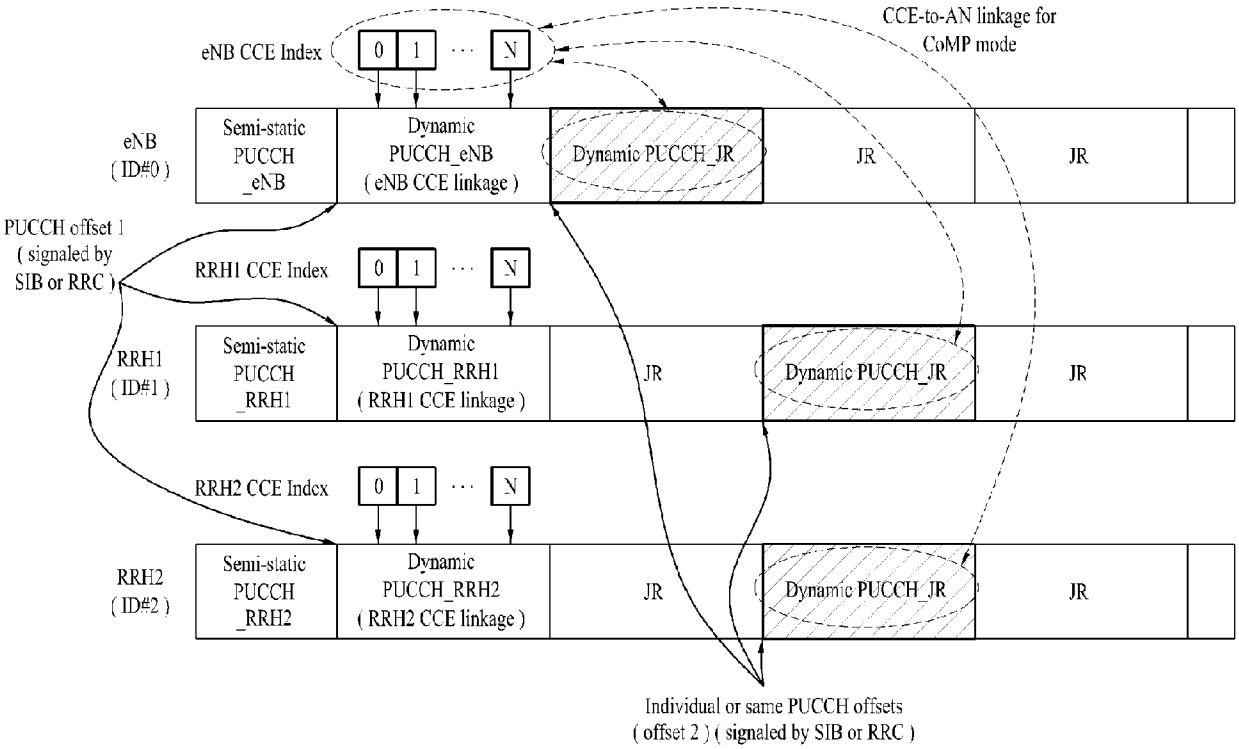
[Fig. 11]


eNB CCE Index
(eNB Cell ID or virtual Cell ID)
0
1
N
PUCCH offset 1
(signaled by SIB or RRC)
eNB
(ID#0)
Semi-static PUCCH _eNB
Dynamic PUCCH_eNB
(eNB Cell ID or virtual Cell ID)
PUSCH (UE-to-eNB)
RRH1
(ID#1)
Semi-static PUCCH _RRH1
Dynamic PUCCH_RRH1
(RRH1 CCE linkage)
Dynamic PUCCH_RRH1
(virtual Cell ID)
PUSCH (UE-to-eNB)
RRH2
(ID#2)
Semi-static PUCCH _RRH2
Dynamic PUCCH_RRH2
(RRH2 CCE linkage)
Dynamic PUCCH_RRH2
(virtual Cell ID)
PUSCH (UE-to-eNB)
PUCCH offset 2
(signaled by SIB or RRC)
These are associated with other UL Tx parameters
(e. g. Power offset, RS sequence for PUCCH/PUSCH)

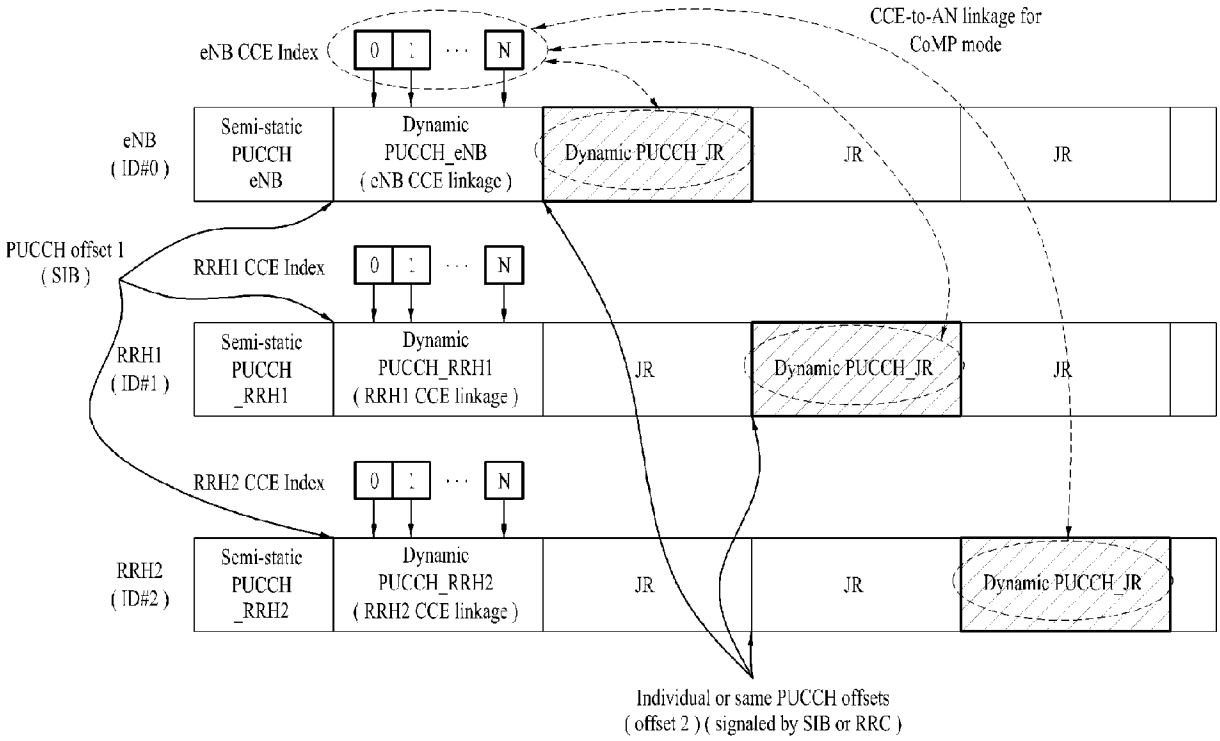
[Fig. 12]


eNB CCE Index
0
1
N
CCE-to-AN linkage
PUCCH offset 1
(signaled by SIB or RRC)
eNB
(ID#0)
Semi-static PUCCH _eNB
Dynamic PUCCH_eNB (eNB CCE linkage)
Dynamic PUCCH_eNB (virtual Cell ID)
PUSCH (UE-to-eNB)
RRH1
(ID#1)
Semi-static PUCCH _RRH1
Dynamic PUCCH_RRH1 (RRH1 CCE linkage)
Dynamic PUCCH_RRH1 (virtual Cell ID)
PUSCH (UE-to-eNB)
RRH2
(ID#2)
Semi-static PUCCH _RRH2
Dynamic PUCCH_RRH2 (RRH2 CCE linkage)
Dynamic PUCCH_RRH2 (virtual Cell ID)
PUSCH (UE-to-eNB)
Individual or same PUCCH offset 2
(signaled by SIB or RRC)

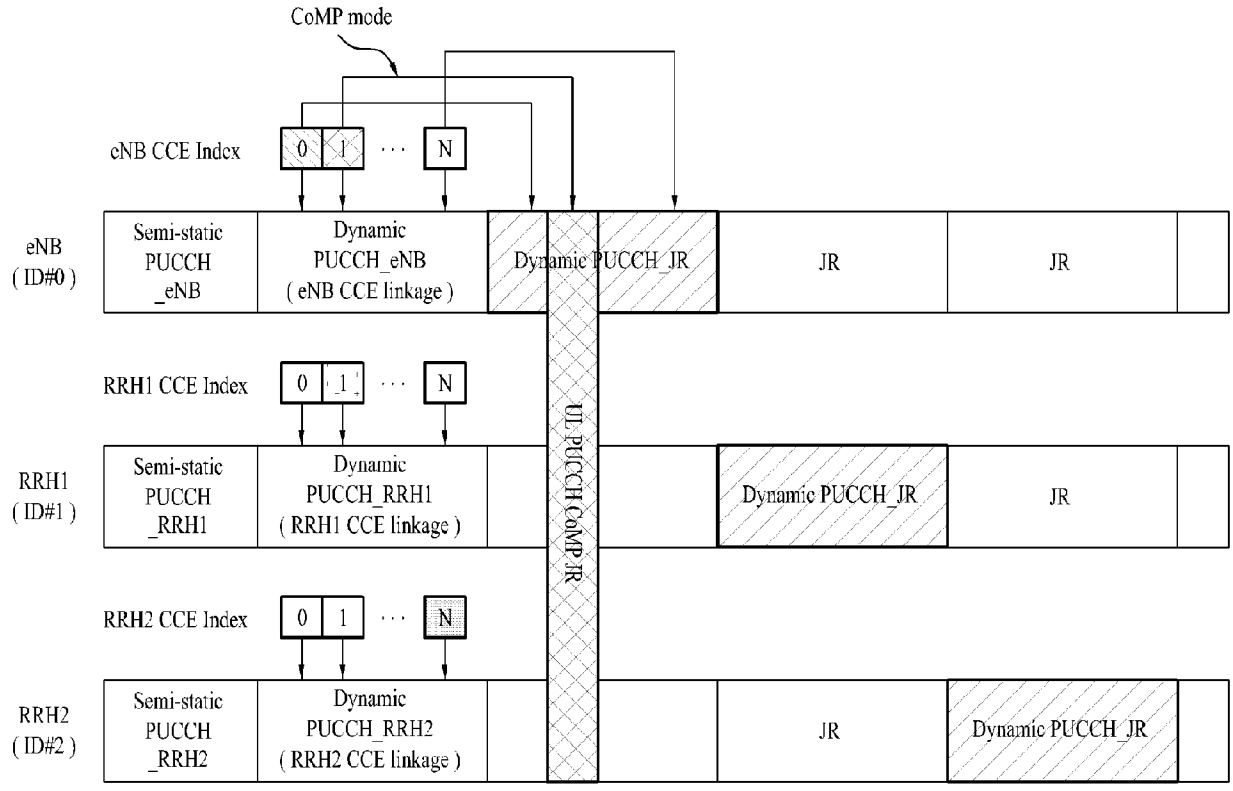
[Fig. 13]


CCE-to-AN linkage for CoMP mode
eNB CCE Index
0
1
N
eNB
(ID#0)
Semi-static PUCCH _eNB
Dynamic PUCCH_eNB (eNB CCE linkage)
Dynamic PUCCH_JR
JR
JR
PUCCH offset 1
(signaled by SIB or RRC)
RRH1 CCE Index
RRH1
(ID#1)
Semi-static PUCCH _RRH1
Dynamic PUCCH_RRH1 (RRH1 CCE linkage)
JR
Dynamic PUCCH_JR
JR
RRH2 CCE Index
RRH2
(ID#2)
Semi-static PUCCH _RRH2
Dynamic PUCCH_RRH2 (RRH2 CCE linkage)
JR
Dynamic PUCCH_JR
JR
Individual or same PUCCH offsets
(offset 2) (signaled by SIB or RRC)

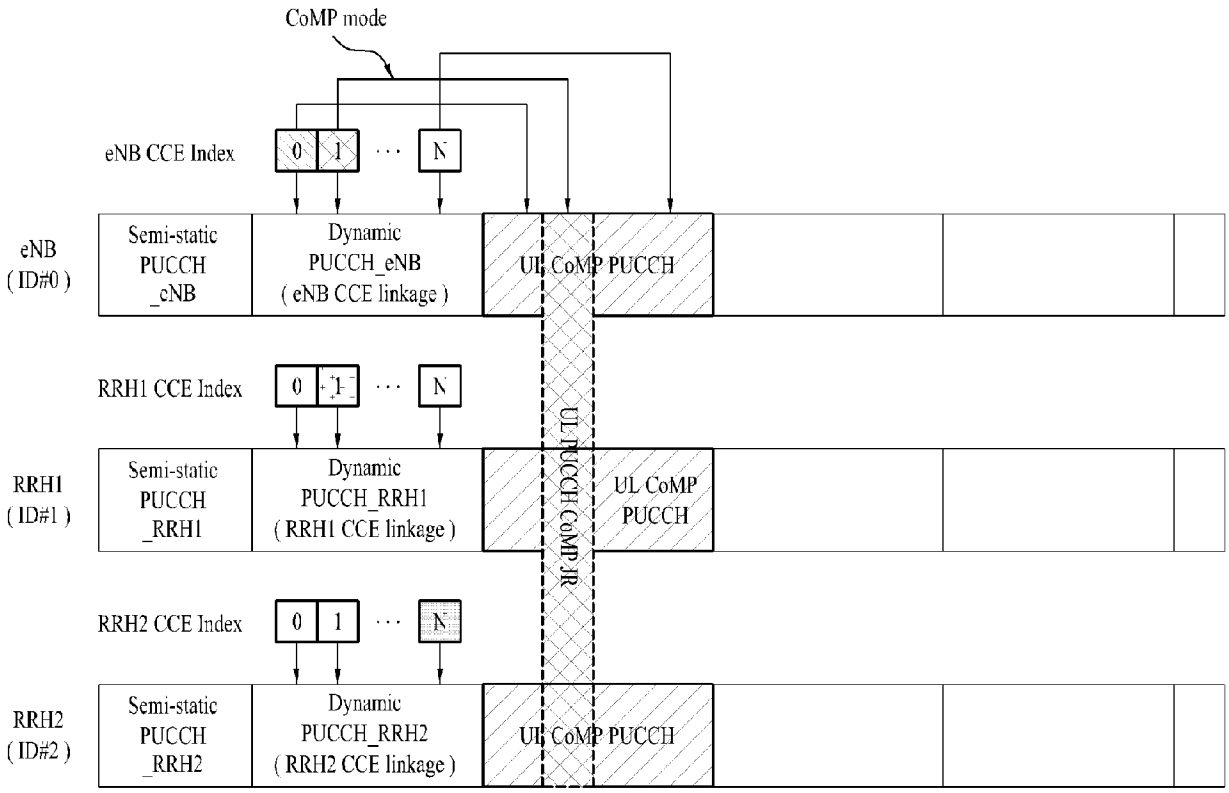
[Fig. 14]


CCE-to-AN linkage for CoMP mode
eNB CCE Index
0
1
N
eNB (ID#0)
Semi-static PUCCH eNB
Dynamic PUCCH_eNB (eNB CCE linkage)
Dynamic PUCCH_JR
JR
JR
PUCCH offset 1 (SIB)
RRH1 CCE Index
RRH1 (ID#1)
Semi-static PUCCH _RRH1
Dynamic PUCCH_RRH1 (RRH1 CCE linkage)
JR
Dynamic PUCCH_JR
JR
RRH2 CCE Index
RRH2 (ID#2)
Semi-static PUCCH _RRH2
Dynamic PUCCH_RRH2 (RRH2 CCE linkage)
JR
JR
Dynamic PUCCH_JR
Individual or same PUCCH offsets (offset 2) (signaled by SIB or RRC)

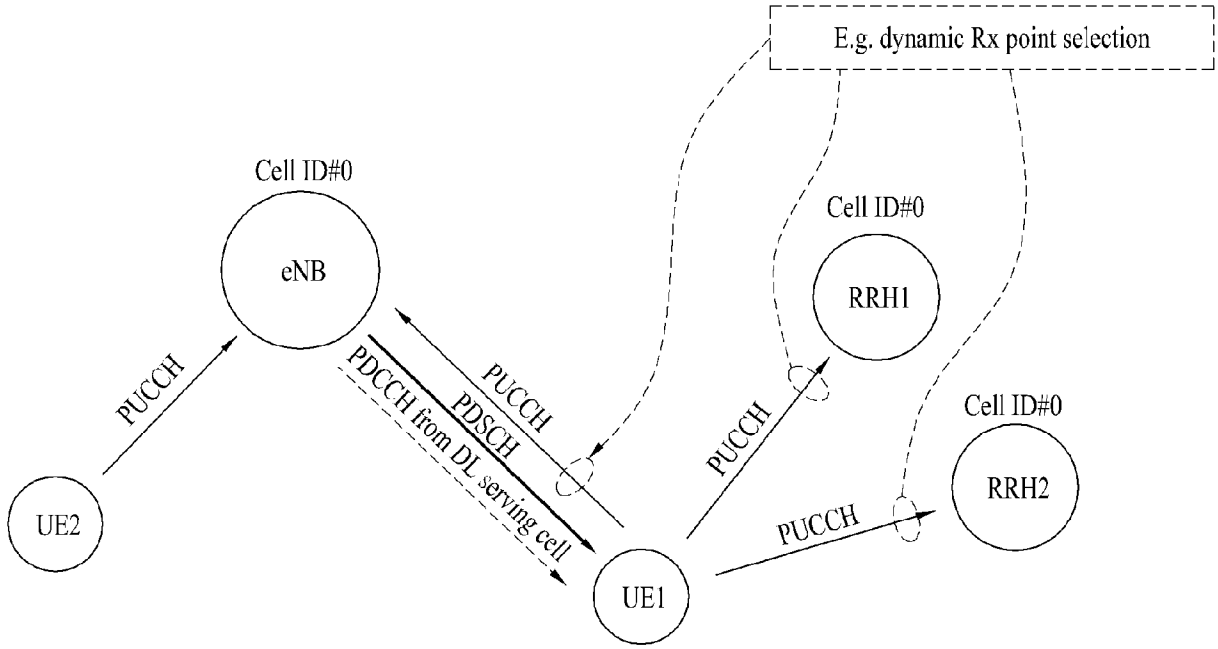
[Fig. 15]


CoMP mode
eNB CCE Index
0
1
N
eNB (ID#0)
Semi-static PUCCH _eNB
Dynamic PUCCH_eNB (eNB CCE linkage)
Dynamic PUCCH_JR
JR
JR
RRH1 CCE Index
RRH1 (ID#1)
Semi-static PUCCH _RRH1
Dynamic PUCCH_RRH1 (RRH1 CCE linkage)
UL PUCCH CoMP JR
Dynamic PUCCH_JR
JR
RRH2 CCE Index
RRH2 (ID#2)
Semi-static PUCCH _RRH2
Dynamic PUCCH_RRH2 (RRH2 CCE linkage)
JR
Dynamic PUCCH_JR

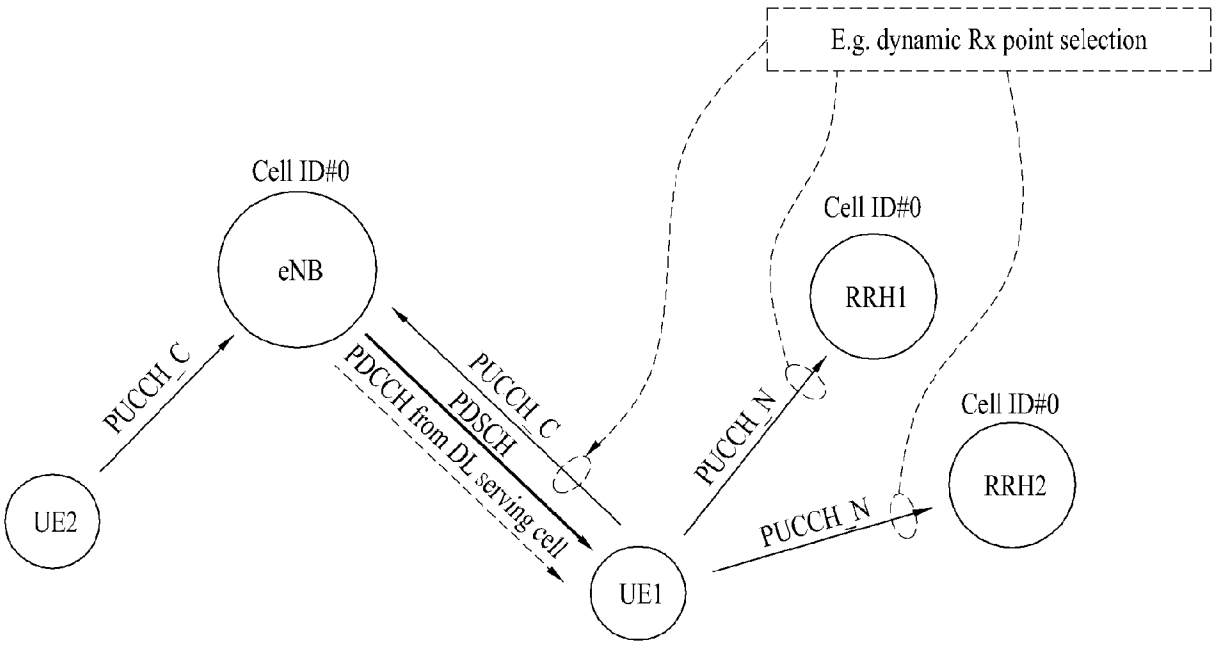
[Fig. 16]


CoMP mode
eNB CCE Index
0
1
N
eNB
(ID#0)
Semi-static
PUCCH
_eNB
Dynamic
PUCCH_eNB
(eNB CCE linkage)
UL CoMP PUCCH
RRH1 CCE Index
RRH1
(ID#1)
Semi-static
PUCCH
_RRH1
Dynamic
PUCCH_RRH1
(RRH1 CCE linkage)
UL CoMP
PUCCH
UL PUCCH CoMP JR
RRH2 CCE Index
RRH2
(ID#2)
Semi-static
PUCCH
_RRH2
Dynamic
PUCCH_RRH2
(RRH2 CCE linkage)
UL CoMP PUCCH

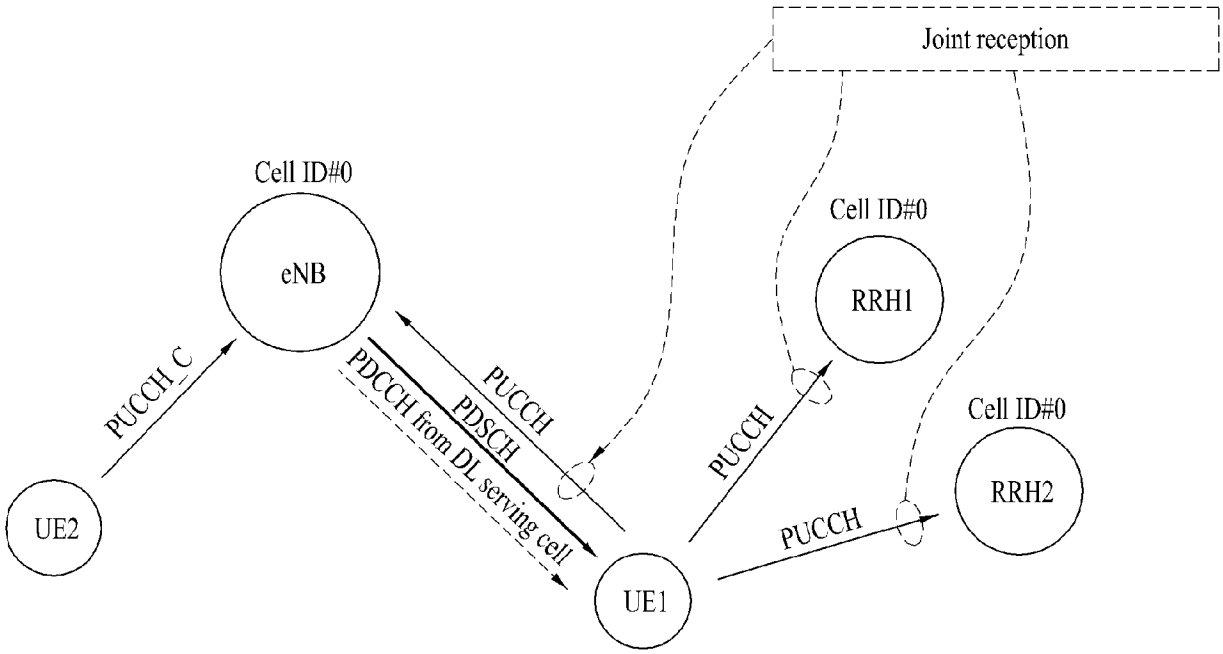
[Fig. 17]


E.g. dynamic Rx point selection
Cell ID#0
eNB
Cell ID#0
RRH1
Cell ID#0
RRH2
PUCCH
PDSCH
PDCCH from DL serving cell
PUCCH
PUCCH
PUCCH
UE2
UE1

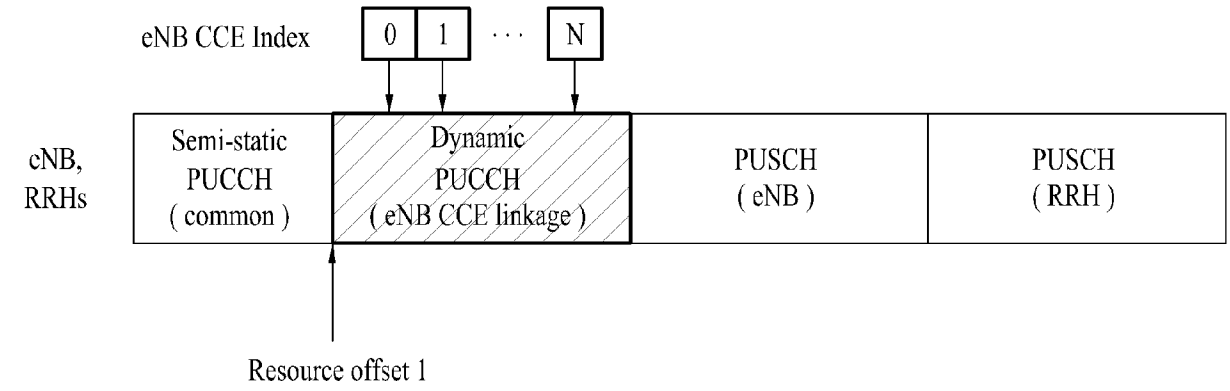
[Fig. 18]



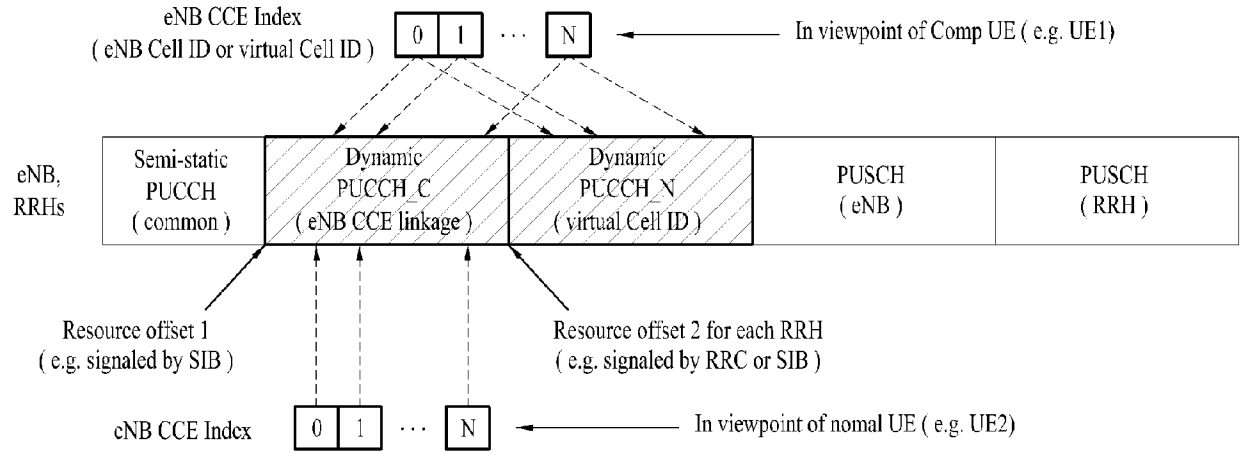
[Fig. 19]



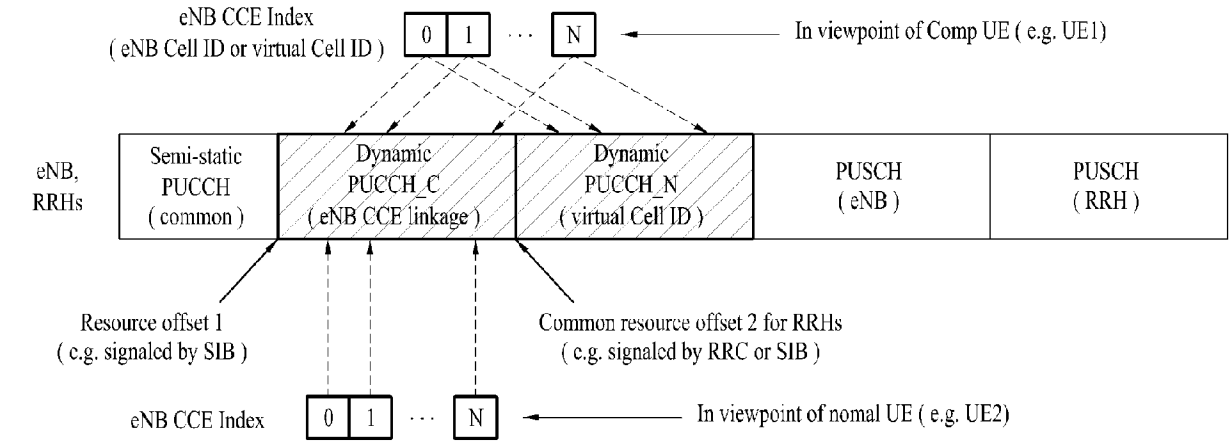
[Fig. 20]



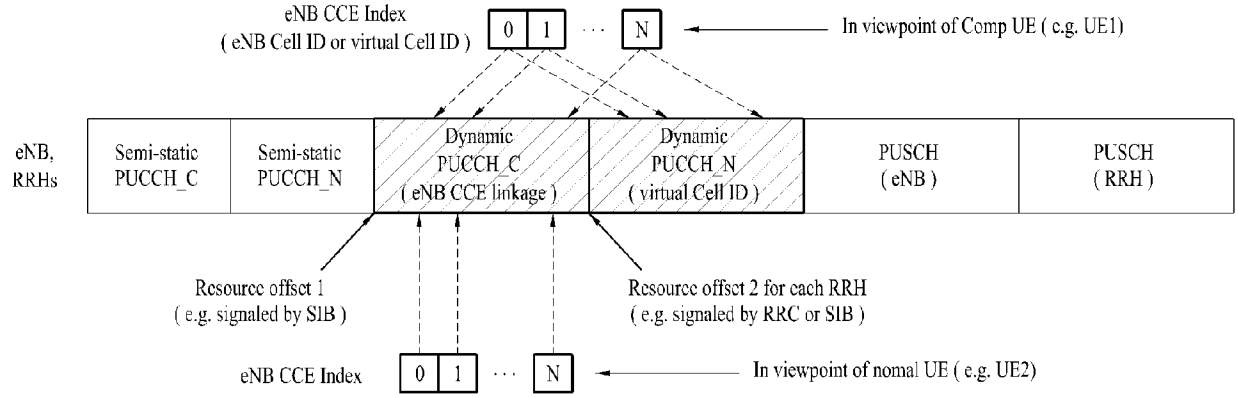
[Fig. 21]



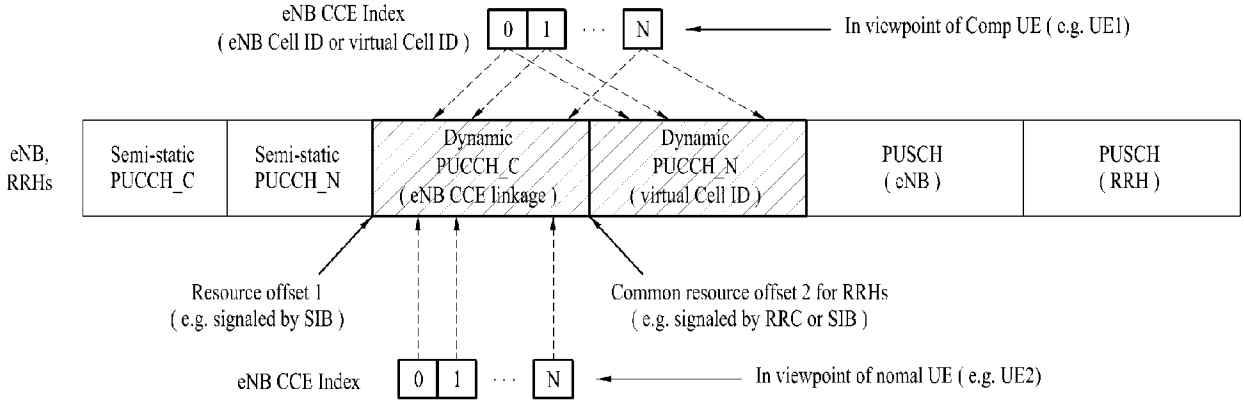
[Fig. 22]



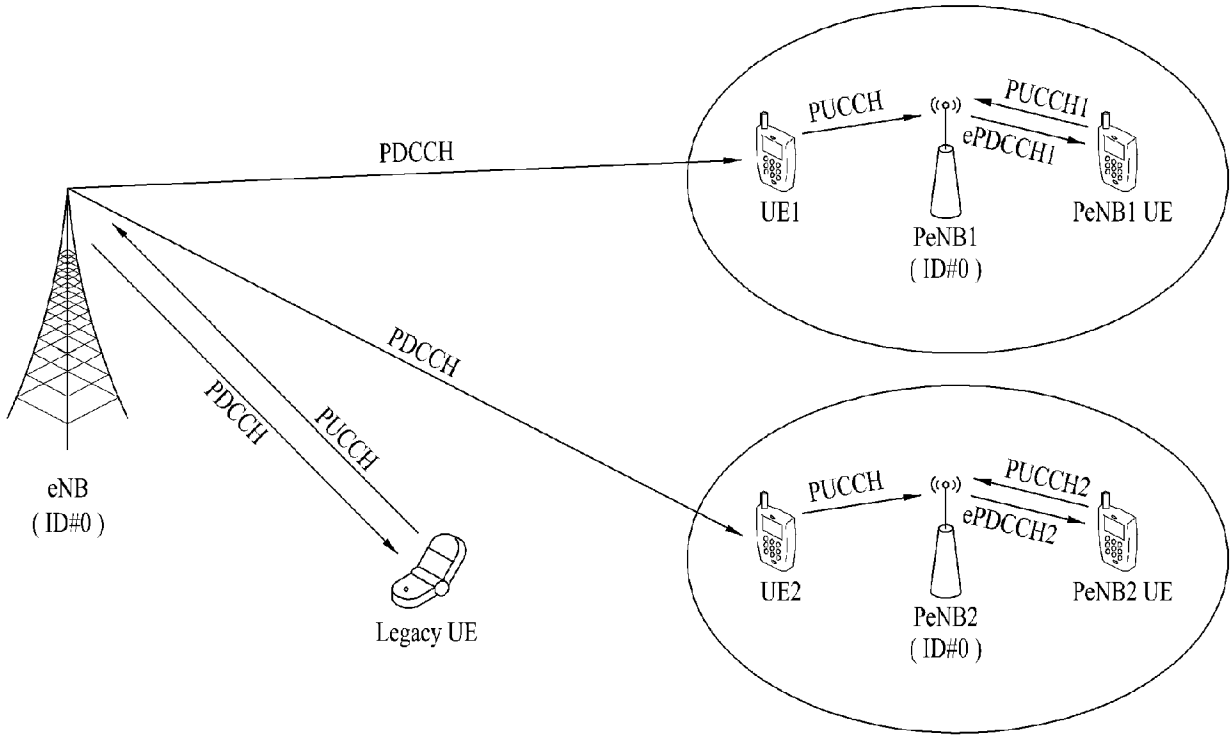
[Fig. 23]



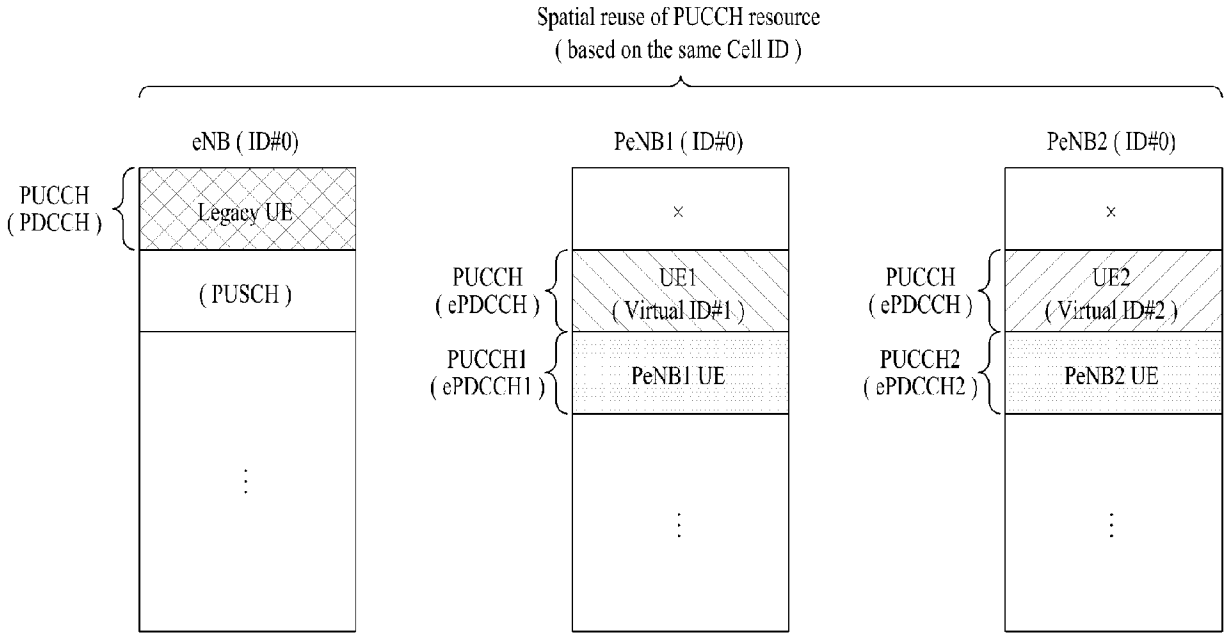
[Fig. 24]



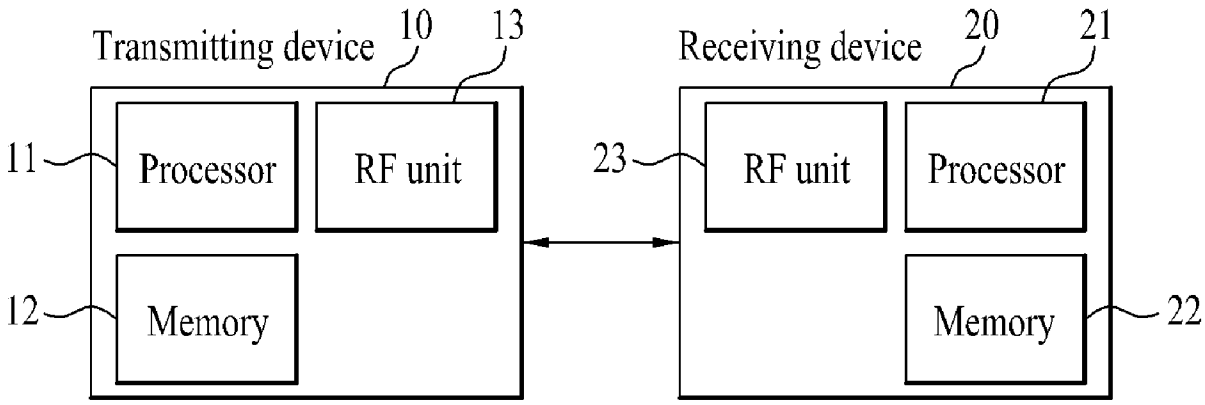
[Fig. 25]


PDCCH
PUCCH
PUCCH1
ePDCCH1
UE1
PeNB1
(ID#0)
PeNB1 UE
PDCCH
PDCCH
PUCCH
eNB
(ID#0)
Legacy UE
PUCCH
PUCCH2
ePDCCH2
UE2
PeNB2
(ID#0)
PeNB2 UE

[Fig. 26]


Spatial reuse of PUCCH resource
(based on the same Cell ID)
eNB (ID#0)
PeNB1 (ID#0)
PeNB2 (ID#0)
PUCCH
(PDCCH)
Legacy UE
(PUSCH)
×
PUCCH
(ePDCCH)
UE1
(Virtual ID#1)
PUCCH1
(ePDCCH1)
PeNB1 UE
×
PUCCH
(ePDCCH)
UE2
(Virtual ID#2)
PUCCH2
(ePDCCH2)
PeNB2 UE

[Fig. 27]


Transmitting device
10
13
11
Processor
RF unit
12
Memory
Receiving device
20
21
23
RF unit
Processor
Memory
22