

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호
WO 2013/027963 A2

(43) 국제공개일
2013년 2월 28일 (28.02.2013)

- (51) 국제특허분류:
H04J 11/00 (2006.01) H04L 1/16 (2006.01)
H04B 7/26 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/006493
- (22) 국제출원일: 2012년 8월 16일 (16.08.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/525,207 2011년 8월 19일 (19.08.2011) US
61/527,128 2011년 8월 25일 (25.08.2011) US
61/529,219 2011년 8월 30일 (30.08.2011) US
61/536,028 2011년 9월 18일 (18.09.2011) US
61/539,959 2011년 9월 27일 (27.09.2011) US
61/541,045 2011년 9월 29일 (29.09.2011) US
61/650,481 2012년 5월 23일 (23.05.2012) US

(71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 150-721 서울 영등포구 여의도동 20, Seoul (KR).

(72) 발명자: 김

(75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 김학성 (KIM, Hak-seong) [KR/KR]; 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 서한별 (SEO, Hanbyul) [KR/KR]; 431-080 경기도 안양시

동안구 호계 1동 533 번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 김기준 (KIM, Kijun) [KR/KR]; 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 박중현 (PARK, Jonghyun) [KR/KR]; 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 138-861 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, Seoul (KR).

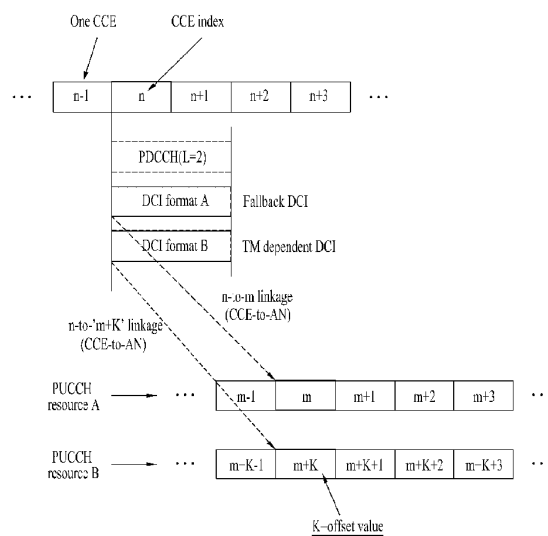
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING UPLINK CONTROL INFORMATION, USER EQUIPMENT, METHOD FOR RECEIVING UPLINK CONTROL INFORMATION, AND BASE STATION

(54) 발명의 명칭 : 상향링크 제어정보 전송방법 및 사용자기기, 상향링크 제어정보 수신방법 및 기지국



(57) Abstract: In the present invention, a physical uplink control channel (PUCCH) resource, which is used for transmitting acknowledgement/negative ACK (ACK/NACK) information related to downlink control information, is determined on the basis of $n^{(1)}_{PUCCH} = f(n_{CCE}, N^{(1)}_{PUCCH}, X)$, when the format of the downlink control information that is transmitted/received through a physical downlink control channel (PDCCH) is in accordance with a transmission mode of a user equipment, wherein $n^{(1)}_{PUCCH}$ is a PUCCH resource index, $N^{(1)}_{PUCCH}$ is a value which is received from the base station, n_{CCE} is a first control channel element (CCE) index in the PDCCH, X is a parameter which is not the n_{CCE} and the $N^{(1)}_{PUCCH}$, and wherein f is a function having the n_{CCE} , $N^{(1)}_{PUCCH}$, and the X as a factor.

(57) 요약서: 본 발명에서는, PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 전송/수신된 하향링크 제어 정보의 포맷이 사용자기기의 전송 모드에 따른 포맷인 경우, 상기 하향링크 제어 정보와 연관된 ACK/NACK(Acknowledgment/Negative ACK) 정보의 전송에 이용되는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원이 $n^{(1)}_{PUCCH} = f(n_{CCE}, N^{(1)}_{PUCCH}, X)$ 을 기반으로 결정된다. 여기서, $n^{(1)}_{PUCCH}$ 는 PUCCH 자원 인덱스이고, $N^{(1)}_{PUCCH}$ 상기 기지국으로부터 수신하는 값이고, n_{CCE} 는 상기 PDCCH 내 첫 번째 CCE(Control Channel Element) 인덱스이고, X는 상기 n_{CCE} 및 상기 $N^{(1)}_{PUCCH}$ 가 아닌 다른 파라미터이고, f는 상기

n_{CCE} , 상기 $N^{(1)}_{PUCCH}$ 및 상기 X를 인수로 갖는 함수이다.

WO 2013/027963 A2



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))

명세서

발명의 명칭: 상향링크 제어정보 전송방법 및 사용자기기와, 상향링크 제어정보 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 액세스할 수 있는 노드의 밀도가 높아지는 방향으로 통신 환경이 진화하고 있다. 노드라 함은 하나 이상의 안테나를 구비하여 사용자기기와 무선 신호를 전송/수신할 수 있는 고정된 지점(point)을 말한다. 높은 밀도의 노드를 구비한 통신 시스템은 노드들 간의 협력에 의해 더 높은 성능의 통신 서비스를 사용자기기에 제공할 수 있다.
- [3] 복수의 노드에서 동일한 시간-주파수 자원을 이용하여 사용자기기와 통신을 수행하는 이러한 다중 노드 협력 통신 방식은 각 노드가 독립적인 기지국으로 동작하여 상호 협력 없이 사용자기기와 통신을 수행하는 기존의 통신 방식보다 데이터 처리량에 있어서 훨씬 우수한 성능을 갖는다.
- [4] 다중 노드 시스템은 각 노드가, 기지국 혹은 액세스 포인트, 안테나, 안테나 그룹, 무선 리모트 헤드(radio remote header, RRH), 무선 리모트 유닛(radio remote unit, RRU)로서 동작하는, 복수의 노드를 사용하여 협력 통신을 수행한다. 안테나들이 기지국에 집중되어 위치해 있는 기존의 중앙 집중형 안테나 시스템과 달리, 다중 노드 시스템에서 상기 복수의 노드는 통상 일정 간격 이상으로 떨어져 위치한다. 상기 복수의 노드는 각 노드의 동작을 제어하거나, 각 노드를 통해 송/수신될 데이터를 스케줄링하는 하나 이상의 기지국 혹은 기지국 컨트롤러(controller)에 의해 관리될 수 있다. 각 노드는 해당 노드를 관리하는 기지국 혹은 기지국 컨트롤러와 케이블 혹은 전용 회선(dedicated line)을 통해 연결된다.
- [5] 이러한 다중 노드 시스템은 분산된 노드들이 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 노드 시스템은 다양한 위치에 분산된 노드들을 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 노드 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 노드 시스템에서는, 복수의 노드들에 연결된 기지국(들) 혹은 기지국 컨트롤러(들)이 데이터 전송/수신에 협력하므로, 전송 과정에서 발생하는 신호 손실이 감소된다. 또한, 일정 거리 이상 떨어져 위치한 노드들이 사용자기기와 협력 통신을 수행하는 경우, 안테나들 사이의 상관도(correlation) 및 간섭이 줄어들게 된다. 따라서, 다중 노드 협력 통신 방식에 의하면, 높은 신호 대 잡음비(signal to interference-plus-noise ratio, SINR)이 얻어질 수 있다.

- [6] 이와 같은 다중 노드 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 노드 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 사용자기기들로부터 수신해야 하는 상향링크 데이터와 상향링크 제어정보의 양이 증가하고 있다. 기지국이 사용자기기(들)과의 통신에 이용가능한 무선 자원의 양은 유한하므로, 기지국이 유한한 무선 자원을 이용하여 상향링크 데이터 및/또는 상향링크 제어정보를 사용자기기(들)를 효율적으로 수신하기 위한 새로운 방안이 요구된다.
- [8] 따라서, 본 발명은 상향링크 신호를 효율적으로 전송/수신하는 방법 및 장치를 제공한다.
- [9] 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

- [10] 본 발명의 일 양상으로, 무선 통신 시스템에서 사용자기기가 기지국으로 상향링크 신호를 전송함에 있어서, PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 상기 기지국으로부터 하향링크 제어 정보를 수신하고; 상기 하향링크 제어 정보와 연관된 ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를 상기 기지국으로 전송하되, 상기 하향링크 제어 정보의 포맷이 상기 사용자기기의 전송 모드에 따른 제1 포맷인 경우, "[수학식 1] $n^{(1)}_{PUCCH} = f(n_{CCE}, N^{(1)}_{PUCCH}, X)$ "을 기반으로 결정된 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 전송하고, 여기서, $n^{(1)}_{PUCCH}$ 는 PUCCH 자원 인덱스이고, $N^{(1)}_{PUCCH}$ 상기 기지국으로부터 수신하는 값이고, n_{CCE} 는 상기 PDCCH 내 첫 번째 CCE(Control Channel Element) 인덱스이고, X 는 상기 n_{CCE} 및 상기 $N^{(1)}_{PUCCH}$ 가 아닌 다른 파라미터이고, f 는 상기 n_{CCE} , 상기 $N^{(1)}_{PUCCH}$ 및 상기 X 를 인수로 갖는 함수인, 상향링크 신호 전송 방법 및 사용자기기가 제공된다.
- [11] 본 발명의 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 기지국이 사용자기기로부터 상향링크 신호를 수신함에 있어서, PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 상기 사용자기기에 하향링크 제어 정보를 전송하고; 상기 하향링크 제어 정보와 연관된 ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를 상기 사용자기기로부터 수신하되, 상기 하향링크 제어 정보의 포맷이 상기 사용자기기의 전송 모드에 따른 제1 포맷인 경우, "[수학식 1] $n^{(1)}_{PUCCH} = f(n_{CCE}, N^{(1)}_{PUCCH}, X)$ "을 기반으로 결정된 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 수신하고, 여기서, $n^{(1)}_{PUCCH}$ 는 PUCCH 자원 인덱스이고, $N^{(1)}_{PUCCH}$ 상기 기지국으로부터 수신하는 값이고, n_{CCE} 는 상기 PDCCH 내 첫 번째 CCE(Control Channel Element) 인덱스이고, X 는 상기 n_{CCE} 및 상기 $N^{(1)}_{PUCCH}$ 가 아닌 다른 파라미터이고, f 는 상기 n_{CCE} , 상기 $N^{(1)}_{PUCCH}$ 및 상기 X 를 인수로 갖는 함수인, 상향링크 신호 수신 방법 및 기지국이 제공된다.
- [12] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 기지국으로부터 상기 사용자기기에 상기 X 에 대응하는 값이 더 전송될 수 있다.
- [13] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 X 는 상기 제1 포맷을 위해 구성된 PUCCH 자원들 중 시작 PUCCH 자원의 인덱스에 대응할 수 있다.
- [14] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 기지국으로부터 상기 사용자기기에 상기 전송 모드를 지시하는 정보를 더 전송될 수 있다.
- [15] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 하향링크 제어 정보의 포맷이 상기 제1 포맷이 아닌 제2 포맷인 경우, "[수학식 2] $n^{(1)}_{PUCCH} = n_{CCE} + N^{(1)}_{PUCCH}$ "를 기반으로 결정된 PUCCH 자원 및 "[수학식 3] $n^{(1)}_{PUCCH} = n_{CCE} + 1 + N^{(1)}_{PUCCH}$ "을 기반으로 결정된 PUCCH 자원 중 적어도 하나를 이용하여 상기 ACK/NACK 정보가 상기 사용자기기로부터 상기 기지국에게 전송될 수 있다.
- [16] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 f 는 M (양의 정수)개의 CCE들을 M 보다 작은 N (양의 정수)개의 PUCCH 자원들에 맵핑하는 함수일 수 있다.
- [17] 본 발명의 또 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 사용자기기가 기지국으로

상향링크 신호를 전송함에 있어서, 상기 기지국으로부터 복수의 파라미터 세트들을 포함하는 상위 계층 신호를 수신하고; 상기 기지국으로부터 상기 복수의 파라미터 세트들 중 특정 파라미터 세트를 지시하는 정보를 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 통해 수신하며, 상기 특정 파라미터 세트 내 파라미터를 이용하여 생성된 상기 상향링크 신호를 상기 기지국에 전송하는, 상향링크 신호 전송 방법 및 사용자기기가 제공된다.

- [18] 본 발명의 또 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 기지국이 사용자기기로부터 상향링크 신호를 전송함에 있어서, 상기 사용자기기에 복수의 파라미터 세트들을 포함하는 상위 계층 신호를 전송하고; 상기 사용자기기에 상기 복수의 파라미터 세트들 중 특정 파라미터 세트를 지시하는 정보를 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 통해 전송하며, 상기 사용자기기로부터 상기 특정 파라미터 세트 내 파라미터를 이용하여 생성된 상기 상향링크 신호를 수신하는, 상향링크 신호 수신방법 및 기지국이 제공된다.
- [19] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 복수의 파라미터 세트들 각각은 기본 시퀀스 인덱스의 결정을 위한 셀 식별자, 순환 천이 호핑 패턴의 초기화를 위한 셀 식별자, PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원 인덱스 오프셋 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [20] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 특정 파라미터 세트를 지시하는 정보는 DCI 포맷에 추가된 n -비트(n 은 양의 정수)에 해당할 수 있다.
- [21] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 기지국으로부터 상기 복수의 파라미터 세트들에 대한 활성화 혹은 비활성화를 나타내는 정보가 상기 기지국으로부터 상기 사용자기기에 전송될 수 있다. 상기 복수의 파라미터 세트들에 대한 비활성화되면, 기정의된 파라미터 세트를 사용될 수 있다.
- [22] 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

- [23] 본 발명에 의하면, 하향링크 신호를 전송하는 셀과 상향링크 신호를 수신하는 셀이 다를 때 PUCCH 자원들이 충돌할 위험이 방지될 수 있다.
- [24] 본 발명에 의하면, 상/하향링크 자원 사용의 효율성이 높아진다.
- [25] 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

- [26] 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.

- [27] 도 1 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프레임(radio frame) 구조의 일 예를 나타낸 것이다.
- [28] 도 2는 무선 통신 시스템에서 하향링크(downlink, DL)/상향링크(Uplink, UL) 슬롯(slot) 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [29] 도 3은 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(Long Term Evolution)/LTE-A(Advanced) 시스템에서 사용되는 하향링크(downlink, DL) 서브프레임(subframe) 구조를 예시한 것이다.
- [30] 도 4는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 상향링크(uplink, UL) 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [31] 도 5는 하나의 셀(cell)에서 사용되는 PUCCH(Physical Uplink Control CHannel) 자원들의 논리적 배열을 예시한 것이다.
- [32] 도 6은 3GPP LTE-(A) 시스템에서 동적(dynamic) PUCCH 자원을 결정하는 예를 나타낸 것이다.
- [33] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 동적(dynamic) PUCCH 자원을 결정하는 예를 나타낸 것이다.
- [34] 도 8은 본 발명이 적용될 수 있는 CoMP(Coordinated Multi-Point transmission/reception)의 일 예를 나타낸 것이다.
- [35] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 구성된 새로운 PUCCH 자원들 중에서 일 PUCCH 자원을 결정하는 예를 나타낸 것이다.
- [36] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따라 동적(dynamic) PUCCH 자원을 결정하는 다른 예를 나타낸 것이다.
- [37] 도 11은 본 발명이 적용될 수 있는 CoMP의 다른 예를 나타낸 것이다.
- [38] 도 12는 본 발명을 수행하는 전송장치(10) 및 수신장치(20)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [39] 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.
- [40] 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.

- [41] 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), 액세스 포인트(Access Point), PS(Processing Server) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 이하의 본 발명에 관한 설명에서는, BS를 eNB로 통칭한다.
- [42] 본 발명에서 노드(node)라 함은 사용자기기와 통신하여 무선 신호를 전송/수신할 수 있는 고정된 지점(point)을 말한다. 다양한 형태의 eNB들이 그 명칭에 관계없이 노드로서 이용될 수 있다. 예를 들어, BS, NB, eNB, 피코-셀 eNB(PeNB), 홈 eNB(HeNB), 릴레이, 리피터 등이 노드가 될 수 있다. 또한, 노드는 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 연결되어 있기 때문에, 일반적으로 무선 회선으로 연결된 eNB들에 의한 협력 통신에 비해, RRH/RRU와 eNB에 의한 협력 통신이 원활하게 수행될 수 있다. 일 노드에는 최소 하나의 안테나가 설치된다. 상기 안테나는 물리 안테나를 의미할 수도 있으며, 안테나 포트, 가상 안테나, 또는 안테나 그룹을 의미할 수도 있다. 노드는 포인트(point)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 노드 시스템)과 달리, 다중 노드 시스템에서 복수의 노드는 통상 일정 간격 이상으로 떨어져 위치한다. 상기 복수의 노드는 각 노드의 동작을 제어하거나, 각 노드를 통해 송/수신될 데이터를 스케줄링(scheduling)하는 하나 이상의 eNB 혹은 eNB 컨트롤러에 의해 관리될 수 있다. 각 노드는 해당 노드를 관리하는 eNB 혹은 eNB 컨트롤러와 케이블(cable) 혹은 전용 회선(dedicated line)을 통해 연결될 수 있다. 다중 노드 시스템에서, 복수의 노드들간의/로부터의 통한 신호 전송/수신에는 동일한 셀 식별자(identifier, ID)가 이용될 수도 있고 서로 다른 셀 ID가 이용될 수도 있다. 복수의 노드들이 동일한 셀 ID를 갖는 경우, 상기 복수의 노드 각각은 하나의 셀의 일부 안테나 집단처럼 동작한다. 다중 노드 시스템에서 노드들이 서로 다른 셀 ID를 갖는다면, 이러한 다중 노드 시스템은 다중 셀(예를 들어, 매크로-셀/매크로-셀/피코-셀) 시스템이라고 볼 수

있다. 복수의 노드들 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.

- [43] 이하에서 설명될 본 발명의 다중 노드 시스템에서, 복수의 노드와 연결된 하나 이상의 eNB 혹은 eNB 컨트롤러가 상기 복수의 노드 중 일부 또는 전부를 통해 UE에 동시에 신호를 전송 혹은 수신하도록 상기 복수의 노드를 제어할 수 있다. 각 노드의 실제, 각 노드의 구현 형태 등에 따라 다중 노드 시스템들 사이에는 차이점이 존재하지만, 복수의 노드가 함께 소정 시간-주파수 자원 상에서 UE에 통신 서비스를 제공하는 데 참여한다는 점에서, 이들 다중 노드 시스템들은 단일 노드 시스템(예를 들어, CAS, 종래의 MIMO 시스템, 종래의 중계 시스템, 종래의 리피터 시스템 등)과 다르다. 따라서, 복수의 노드들 중 일부 또는 전부를 사용하여 데이터 협력 전송을 수행하는 방법에 관한 본 발명의 실시예들은 다양한 종류의 다중 노드 시스템에 적용될 수 있다. 예를 들어, 노드는 통상 타 노드와 일정 간격 이상으로 떨어져 위치한 안테나 그룹을 일컫지만, 후술하는 본 발명의 실시예들은 노드가 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 노드와 V-pol 안테나로 구성된 노드를 제어한다고 보고 본 발명의 실시예들이 적용될 수 있다.

- [44] 복수의 전송(Tx)/수신(Rx) 노드를 통해 신호를 전송/수신하거나, 복수의 전송/수신 노드들 중에서 선택된 적어도 하나의 노드를 통해 신호를 전송/수신하거나, 하향링크 신호를 전송하는 노드와 상향링크 신호를 수신하는 노드를 다르게 할 수 있는 통신 기법을 다중-eNB MIMO 또는 CoMP(Coordinated Multi-Point TX/RX)라 한다. 이러한 노드 간 협력 통신 중 협력 전송 기법은 크게 JP(joint processing)과 스케줄링 협력(scheduling coordination)으로 구분될 수 있다. 전자는 JT(joint transmission)과 DPS(dynamic point selection)으로 나뉘고 후자는 CS(coordinated scheduling)과 CB(coordinated beamforming)으로 나뉠 수 있다. DPS는 DCS(dynamic cell selection)으로 불리기도 한다. 다른 협력 통신 기법에 비해, 노드 간 협력 통신 기법들 중 JP가 수행될 때, 보다 더 다양한 통신환경이 형성될 수 있다. JP 중 JT는 복수의 노드들이 동일한 스트림을 UE로 전송하는 통신 기법을 말한다. 상기 UE는 상기 복수의 노드들로부터 수신한 신호들을 합성하여 상기 스트림을 복원한다. JT의 경우, 동일한 스트림이 복수의 노드들에 의해 전송되므로 전송 다이버시티(diversity)에 의해 신호 전송의 신뢰도가 향상될 수 있다. JP 중 DPS는 복수의 노드들 중 특정 규칙에 따라 선택된 일 노드를 통해 신호가 전송/수신되는 통신 기법을 말한다. DPS의 경우, 통상적으로 UE와 노드 사이의 채널 상태가 좋은 노드가 통신 노드로서 선택되게 될 것이므로, 신호 전송의 신뢰도가 향상될 수 있다.

- [45] 한편, 본 발명에서 셀(cell)이라 함은 하나 이상의 노드가 통신 서비스를 제공하는 일정 지리적 영역을 말한다. 따라서, 본 발명에서 특정 셀과 통신한다고 함은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 노드와 통신하는 것을 의미할 수 있다. 또한, 특정 셀의 하향링크/상향링크 신호는 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 노드로부터의/로의 하향링크/상향링크 신호를 의미한다. 또한, 특정 셀의 채널 상태/품질은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 노드와 UE 사이에 형성된 채널 혹은 통신 링크의 채널 상태/품을을 의미한다. 3GPP LTE-A 기반의 시스템에서, UE는 특정 노드로부터의 하향링크 채널 상태를 상기 특정 노드의 안테나 포트(들)이 상기 특정 노드에 할당된 채널 CSI-RS(Channel State Information Reference Signal) 자원 상에서 전송하는 CSI-RS(들)을 이용하여 측정할 수 있다. 일반적으로 인접한 노드들은 서로 직교하는 CSI-RS 자원들 상에서 해당 CSI-RS 자원들을 전송한다. CSI-RS 자원들이 직교한다고 함은 CSI-RS를 나르는 심볼 및 부반송파를 특징하는 CSI-RS 자원 구성(resource configuration), 서브프레임 오프셋(offset) 및 전송 주기(transmission period) 등에 의해 CSI-RS가 할당된 서브프레임들을 특징하는 서브프레임 구성(subframe configuration), CSI-RS 시퀀스 중 최소 한가지가 서로 다름을 의미한다.
- [46] 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(ACKnowledgement/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 액세스 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 혹은 자원요소(Resource Element, RE)를 각각 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH RE 또는 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH 자원이라고 칭한다. 이하에서 사용자기가 PUCCH/PUSCH/PRACH를 전송한다는 표현은, 각각, PUSCH/PUCCH/PRACH 상에서 혹은 통해서 상향링크 제어정보/상향링크 데이터/랜덤 액세스 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.
- [47] 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.

[48] 도 1을 참조하면, 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 무선프레임은 $10\text{ms}(307200T_s)$ 의 길이를 가지며, 10개의 균등한 크기의 서브프레임(subframe, SF)으로 구성된다. 일 무선프레임 내 10개의 서브프레임에는 각각 번호가 부여될 수 있다. 여기에서, T_s 는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s=1/(2048*15\text{kHz})$ 로 표시된다. 각각의 서브프레임은 1ms 의 길이를 가지며 2개의 슬롯으로 구성된다. 일 무선프레임 내에서 20개의 슬롯들은 0부터 19까지 순차적으로 넘버링될 수 있다. 각각의 슬롯은 0.5ms 의 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.

[49] 무선 프레임은 듀플렉스(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.

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

[51] 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

- [52] 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.

- [53] 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	$24144 \cdot T_s$			-	-	-

- [54] 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.

- [55] 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 $N_{RB}^{DL/UL} \cdot N_{sc}^{RB}$ 개의 부반송파(subcarrier)와 $N_{symb}^{DL/UL}$ 개의 OFDM 심볼로 구성되는 자원격자(resource grid)로 표현될 수 있다. 여기서, N_{RB}^{DL} 은 하향링크 슬롯에서의 자원블록(resource block, RB)의 개수를 나타내고, N_{RB}^{UL} 은 UL 슬롯에서의 RB의 개수를 나타낸다. N_{RB}^{DL} 와 N_{RB}^{UL} 은 DL 전송 대역폭과 UL 전송 대역폭에 각각

의존한다. $N_{\text{symb}}^{\text{DL}}$ 은 하향링크 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타내며, $N_{\text{symb}}^{\text{UL}}$ 은 UL 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타낸다. $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ 은 하나의 RB를 구성하는 부반송파의 개수를 나타낸다.

- [56] 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 마찬가지로 적용될 수 있다. 도 2를 참조하면, 각 OFDM 심볼은, 주파수 도메인에서, $N_{\text{RB}}^{\text{DL/UL}} * N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ 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.
- [57] 일 RB는 시간 도메인에서 $N_{\text{symb}}^{\text{DL/UL}}$ 개(예를 들어, 7개)의 연속하는 OFDM 심볼로서 정의되며, 주파수 도메인에서 $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ 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 $N_{\text{symb}}^{\text{DL/UL}} * N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ 개의 자원요소로 구성된다. 자원격자 내 각 자원요소는 일 슬롯 내 인덱스 쌍($k, 1$)에 의해 고유하게 정의될 수 있다. k 는 주파수 도메인에서 0부터 $N_{\text{RB}}^{\text{DL/UL}} * N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - 1$ 까지 부여되는 인덱스이며, 1 은 시간 도메인에서 0부터 $N_{\text{symb}}^{\text{DL/UL}} - 1$ 까지 부여되는 인덱스이다.
- [58] 일 서브프레임에서 $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ 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.
- [59] 도 3은 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 하향링크(downlink, DL) 서브프레임 구조를 예시한 것이다.
- [60] 도 3을 참조하면, DL 서브프레임은 시간 도메인에서 제어영역(control region)과 데이터영역(data region)으로 구분된다. 도 3을 참조하면, 서브프레임의 첫 번째 슬롯에서 앞부분에 위치한 최대 3(혹은 4)개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어영역(control region)에 대응한다. 이하, DL 서브프레임에서 PDCCH

전송에 이용가능한 자원 영역(resource region)을 PDCCH 영역이라 칭한다. 제어영역으로 사용되는 OFDM 심볼(들)이 아닌 남은 OFDM 심볼들은 PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel)가 할당되는 데이터영역(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.

- [61] 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 임의의 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 취사선택된 조합이 하향링크 제어정보로서 UE에게 전송된다. 표 3은 DCI 포맷의 예를 나타낸다.

- [62] 표 3

[Table 3]

DCI format	Description
0	Resource grants for the PUSCH transmissions (uplink)
1	Resource assignments for single codeword PDSCH transmissions
1A	Compact signaling of resource assignments for single codeword PDSCH
1B	Compact resource assignments for PDSCH using rank-1 closed loop precoding
1C	Very compact resource assignments for PDSCH (e.g. paging/broadcast system information)
1D	Compact resource assignments for PDSCH using multi-user MIMO
2	Resource assignments for PDSCH for closed-loop MIMO operation
2A	Resource assignments for PDSCH for open-loop MIMO operation
2B	Resource assignments for PDSCH using up to 2 antenna ports with UE-specific reference signals
2C	Resource assignment for PDSCH using up to 8 antenna ports with UE-specific reference signals
3/3A	Power control commands for PUCCH and PUSCH with 2-bit/1-bit power adjustments
4	Scheduling of PUSCH in one UL Component Carrier with multi-antenna port transmission mode

[63] 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.

[64] 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. 3GPP LTE 시스템의 경우, 각각의 UE를 위해 PDCCH가 위치할 수 있는 CCE 세트를 정의하였다. UE가 자신의 PDCCH를 발견할 수 있는 CCE 세트를 PDCCH 탐색 공간, 간단히 탐색 공간(Search Space, SS)라고 지칭한다. 탐색 공간 내에서 PDCCH가 전송될 수 있는 개별 자원을 PDCCH

후보(candidate)라고 지칭한다. UE가 모니터링(monitring)할 PDCCH 후보들의 모음은 탐색 공간으로 정의된다. 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 각각의 DCI 포맷을 위한 탐색 공간은 다른 크기를 가질 수 있으며, 전용(dedicated) 탐색 공간과 공통(common) 탐색 공간이 정의되어 있다. 전용 탐색 공간은 UE-특정(specific) 탐색 공간이며, 각각의 개별 UE를 위해 구성(configuration)된다. 공통 탐색 공간은 복수의 UE들을 위해 구성된다. 표 4는 탐색 공간들을 정의하는 집성 레벨들을 예시한 것이다.

[65] 표 4

[Table 4]

Search Space			Number of PDCCH candidates $M^{(L)}$
Type	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

[66] 하나의 PDCCH 후보는 CCE 집성 레벨(aggregation level)에 따라 1, 2, 4 또는 8개의 CCE에 대응한다. eNB는 탐색 공간 내의 임의의 PDCCH 후보 상에서 실제 PDCCH (DCI)를 전송하고, UE는 PDCCH (DCI)를 찾기 위해 탐색 공간을 모니터링한다. 여기서, 모니터링이라 함은 모든 모니터링되는 DCI 포맷들에 따라 해당 탐색 공간 내의 각 PDCCH의 복호(decoding)를 시도(attempt)하는 것을 의미한다. UE는 상기 복수의 PDCCH를 모니터링하여, 자신의 PDCCH를 검출할 수 있다. 기본적으로 UE는 자신의 PDCCH가 전송되는 위치를 모르기 때문에, 매 서브프레임마다 해당 DCI 포맷의 모든 PDCCH를 자신의 식별자를 가진 PDCCH를 검출할 때까지 PDCCH의 복호를 시도하는데, 이러한 과정을 블라인드 검출(blind detection)(블라인드 복호(blind decoding, BD))이라고 한다.

[67] 한편, 블라인드 복호의 오버헤드를 감소시키기 위하여, PDCCH를 이용하여 전송되는 제어 정보의 종류보다 DCI 포맷의 개수가 더 작게 정의된다. DCI 포맷은 복수의 서로 다른 정보 필드를 포함한다. DCI 포맷에 따라 정보 필드의 종류, 정보 필드의 개수, 각 정보 필드의 비트 수 등이 달라진다. 또한, DCI 포맷에 따라 DCI 포맷에 정합되는 제어 정보의 사이즈가 달라진다. 임의의 DCI 포맷은 두 종류 이상의 제어 정보 전송에 사용될 수 있다.

[68] 표 5는 DCI 포맷 0이 전송하는 제어 정보의 예를 나타낸다. 아래에서 각 정보 필드의 비트 크기는 예시일 뿐, 필드의 비트 크기를 제한하는 것은 아니다.

[69] 표 5

[Table 5]

	Information Field	bit(s)
(1)	Flag for format 0/format 1A differentiation	1
(2)	Hopping flag	1
(3)	Resource block assignment and hopping resource allocation	$\text{ceil}\{\log_2(N_{\text{RB}}^{\text{UL}}(N_{\text{RB}}^{\text{UL}}+1)/2)\}$
(4)	Modulation and coding scheme and redundancy version	5
(5)	New data indicator	1
(6)	TPC command for scheduled PUSCH	2
(7)	Cyclic shift for DMRS	3
(8)	UL index (TDD)	2
(9)	CQI request	1

[70] 플래그 필드는 포맷 0과 포맷 1A의 구별을 위한 정보 필드이다. 즉, DCI 포맷 0과 DCI 포맷 1A는 동일한 페이로드 사이즈를 가지며 플래그 필드에 의해 구분된다. 자원블록 할당 및 호핑 자원 할당 필드는 호핑 PUSCH 또는 논-호핑(non-hopping) PUSCH에 따라 필드의 비트 크기가 달라질 수 있다. 논-호핑 PUSCH를 위한 자원블록 할당 및 호핑 자원 할당 필드는 $\text{ceil}\{\log_2(N_{\text{RB}}^{\text{UL}}(N_{\text{RB}}^{\text{UL}}+1)/2)\}$ 비트를 상향링크 서브프레임 내 첫 번째 슬롯의 자원 할당에 제공한다. 여기서, $N_{\text{RB}}^{\text{UL}}$ 은 상향링크 슬롯에 포함되는 자원블록의 수로, 셀에서 구성되는 상향링크 전송 대역폭에 종속한다. 따라서, DCI 포맷 0의 페이로드 사이즈는 상향링크 대역폭에 따라 달라질 수 있다. DCI 포맷 1A는 PDSCH 할당을 위한 정보 필드를 포함하고 DCI 포맷 1A의 페이로드 사이즈도 하향링크 대역폭에 따라 달라질 수 있다. DCI 포맷 1A는 DCI 포맷 0에 대해 기준 정보 비트 사이즈를 제공한다. 따라서, DCI 포맷 0의 정보 비트들의 수가 DCI 포맷 1A의 정보 비트들의 수보다 적은 경우, DCI 포맷 0의 페이로드 사이즈가 DCI 포맷 1A의 페이로드 사이즈와 동일해질 때까지 DCI 포맷 0에 '0'이 부가된다. 부가된 '0'은 DCI 포맷의 패딩 필드(padding field)에 채워진다.

[71] 한편, 블라인드 복호 시도에 따른 연산 부하를 일정 수준 이하로 유지하기 위해, 모든 DCI 포맷이 동시에 탐색되지는 않는다. 예를 들어, UE는 전송 모드 1부터 9 중 하나에 따라 PDCCH를 통해 시그널링된 PDSCH 데이터 전송을 수신하도록, 상위 계층 시그널링에 의해 준-정적으로(semi-statically) 구성된다. 표 6은 다중-안테나 기술을 구성하기 위한 전송 모드 및 해당 전송 모드에서 UE가 블라인드 복호를 수행하는 DCI 포맷을 예시한 것이다.

WO 2013/027963

PCT/KR2012/006493

[72] 표 6

[Table 6]

Transmission mode	DCI format	Search Space	Transmission scheme of PDSCH corresponding to PDCCH
Mode 1	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Single-antenna port, port 0
	DCI format 1	UE specific by C-RNTI	Single-antenna port, port 0
Mode 2	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Transmit diversity
	DCI format 1	UE specific by C-RNTI	Transmit diversity
Mode 3	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Transmit diversity
	DCI format 2A	UE specific by C-RNTI	Large delay CDD or Transmit diversity
Mode 4	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Transmit diversity
	DCI format 2	UE specific by C-RNTI	Closed-loop spatial multiplexing or Transmit diversity
Mode 5	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Transmit diversity
	DCI format 1D	UE specific by C-RNTI	Multi-user MIMO
Mode 6	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Transmit diversity
	DCI format 1B	UE specific by C-RNTI	Closed-loop spatial multiplexing using a single transmission layer

Mode 7	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	If the number of PBCH antenna ports is one, Single antenna port, port 0 is used, otherwise Transmit diversity
	DCI format 1	UE specific by C-RNTI	Single-antenna port, port 5
Mode 8	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	If the number of PBCH antenna ports is one, Single antenna port, port 0 is used, otherwise Transmit diversity
	DCI format 2B	UE specific by C-RNTI	Dual layer transmission, port 7 and 8 or single-antenna port, port 7 or 8
Mode 9	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Non-MBSFN subframe: If the number of PBCH antenna ports is one, Single-antenna port, port 0 is used, otherwise If the number of PBCH antenna ports is one, Single antenna port, port 0 is used, otherwise Transmit diversity MBSFN subframe: Single-antenna port, port 7
	DCI format 2C	UE specific by C-RNTI	Up to 8 layer transmission, ports 7-14

[73] 특히, 표 6은 C-RNTI(Cell RNTI(Radio Network Temporary Identifier))에 의해 구성된 PDCCH 및 PDSCH의 관계를 나타내며, 상위 계층에 의해 C-RNTI에 스크램블링된 CRC로 PDCCH를 복호하도록 구성된 UE는 상기 PDCCH를 복호하고 표 6에 정의된 각 조합에 따라 해당 PDSCH를 복호한다. 예를 들어, UE가 상위 계층 시그널링에 의해 전송 모드 1으로 구성되면, 상기 DCI 포맷 1A 및 1으로 PDCCH를 각각 복호하여, DCI 포맷 1A의 DCI와 DCI 포맷 1의 DCI 중 하나를 획득한다.

[74] PDCCH의 전송/수신을 조금 더 구체적으로 설명하면, eNB는 DCI 포맷에 따라 제어 정보를 생성한다. eNB는 UE로 보내려는 제어 정보에 따라 복수의 DCI 포맷(DCI format 1, 2, ..., N) 중 하나의 DCI 포맷을 선택할 수 있다. 각각의 DCI 포맷에 따라 생성된 제어 정보에 오류 검출(error detection)을 위한 CRC(Cyclic

Redundancy Check)를 부착한다. CRC에는 PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 식별자(예, RNTI(Radio Network Temporary Identifier))가 마스킹 된다. 다른 말로, PDCCH는 식별자(예, RNTI)로 CRC 스크램블 된다. C-RNTI가 사용되면 PDCCH는 해당하는 특정 UE를 위한 제어 정보를 나르고, 그 외 다른 RNTI(예를 들어, P-RNTI(Paging RNTI), SI-RNTI(System Information RNTI), RA-RNTI(Random Access RNTI))가 사용되면 PDCCH는 셀 내 모든 UE가 수신하는 공통 제어 정보를 나른다. eNB는 CRC가 부가된 제어 정보에 채널 코딩을 수행하여 부호화된 데이터(coded data)를 생성한다. DCI 포맷에 할당된 CCE 집성 레벨(aggregation level)에 따른 레이트 매칭(rate matching)을 수행하고, 부호화된 데이터를 변조하여 변조 심볼들을 생성한다. 하나의 PDCCH를 구성하는 변조 심볼들은 CCE 집성 레벨이 1, 2, 4, 8 중 하나일 수 있다. 변조 심볼들은 물리적인 자원요소(RE)에 맵핑(CCE to RE mapping)에 맵핑된다. UE는 PDCCH를 검출하기 위해, 물리적인 자원요소를 CCE로 디맵핑(CCE to RE demapping)한다. UE는 자신이 어떤 CCE 집성 레벨로 PDCCH를 수신해야 하는지 모르므로 각각의 CCE 집성 레벨에 대해서 복조(Demodulation)한다. UE는 복조된 데이터에 레이트 디매칭(rate dematching)을 수행한다. UE는 자신이 어떤 DCI 포맷(또는 DCI 페이로드 사이즈)을 가진 제어 정보를 수신해야 하는지 모르기 때문에, 상기 UE가 구성된 전송 모드에 대한 각각의 DCI 포맷(또는 DCI 페이로드 사이즈)에 대해서 레이트 디매칭을 수행한다. 레이트 디매칭된 데이터에 코드 레이트에 따라 채널 복호를 수행하고, CRC를 체크하여 오류 발생 여부를 검출한다. 오류가 발생하지 않으면, UE는 자신의 PDCCH를 검출한 것으로 판단할 수 있다. 만일, 오류가 발생하면, UE는 다른 CCE 집성 레벨이나, 다른 DCI 포맷(또는 DCI 페이로드 사이즈)에 대해서 계속해서 블라인드 복호를 수행한다. 자신의 PDCCH를 검출한 UE는 복호된 데이터로부터 CRC를 제거하고 제어 정보를 획득한다.

- [75] eNB는 데이터영역을 통해 UE 혹은 UE 그룹을 위한 데이터를 전송할 수 있다. 상기 데이터영역을 통해 전송되는 데이터를 사용자데이터라 칭하기도 한다. 사용자데이터의 전송을 위해, 데이터영역에는 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.

- [76] 도 4는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 상향링크(uplink, UL) 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [77] 도 4를 참조하면, UL 서브프레임은 주파수 도메인에서 제어영역과 데이터영역으로 구분될 수 있다. 하나 또는 여러 PUCCH(physical uplink control channel)가 상향링크 제어 정보(uplink control information, UCI)를 나르기 위해, 상기 제어영역에 할당될 수 있다. 하나 또는 여러 PUSCH(physical uplink shared channel)가 사용자 데이터를 나르기 위해, UL 서브프레임의 데이터영역에 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 제어영역과 데이터영역은 PUCCH 영역과 PUSCH 영역으로 각각 불리기도 한다. 상기 데이터영역에는 사운드링 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, 데이터영역 상에서 전송된다. 동일한 서브프레임의 마지막 OFDM 심볼에서 전송/수신되는 여러 UE들의 SRS들은 주파수 위치/시퀀스에 따라 구분이 가능하다.
- [78] PUSCH 전송 혹은 PUCCH 전송과 연관된, DMRS 혹은 SRS는 소정 규칙에 따른 기본 시퀀스의 순환 천이에 의해 정의된다. 예를 들어, 참조신호(RS) 시퀀스 $r_{u,v}^{(\omega)}$ (n)는 $e^{j\alpha n} r_{u,v}(n)$ ($0 \leq n \leq M_{sc}^{RS}$)인 것으로 정의될 수 있다. 여기서, $M_{sc}^{RS} = m N_{sc}^{RB}$ 은 RS 시퀀스의 길이이고, $1 \leq m \leq N_{max, UL, RB}$ 이다. N_{sc}^{RB} 의 정수배로 표현되는 $N_{max, UL, RB}$ 는 가장 큰 상향링크 대역폭 구성을 의미한다. 복수의 RS 시퀀스들이 다른 순환 천이 값(α)들을 통해 하나의 기본 시퀀스로부터 정의될 수 있다. DMRS 및 SRS를 복수의 기본 시퀀스들이 정의된다. 예를 들어, 기본 시퀀스들은 루트(root) Zadoff-Chu 시퀀스를 이용하여 정의될 수 있다. 기본 시퀀스들 $r_{u,v}(n)$ 은 그룹으로 나누어진다. 각 그룹 기본 시퀀스 그룹은 하나 이상의 기본 시퀀스를 포함한다. 예를 들어, 각 기본 시퀀스 그룹은 각 길이가 $M_{sc}^{RS} = m N_{sc}^{RB}$ ($1 \leq m \leq 5$)인 하나의 기본 시퀀스($v=0$) 및 각 길이가 $M_{sc}^{RS} = m N_{sc}^{RB}$ ($6 \leq m \leq N_{sc}^{RB}$)인 두 개의 기본 시퀀스들을 포함할 수 있다. $r_{u,v}(n)$ 에서 $u \in \{0, 1, \dots, 29\}$ 는 그룹 번호(즉, 그룹 인덱스)이고, v 는 해당 그룹 내 기본 시퀀스 번호(즉, 기본 시퀀스 인덱스)를 나타내며, 각 기본 시퀀스 그룹 번호 및 해당 그룹 내 기본 시퀀스 번호는 시간에 따라 변화할 수 있다. 슬롯 n_s 내 시퀀스 그룹 번호 u 는 그룹 호핑 패턴 및 시퀀스 천이 패턴에 의해 정의된다. 서로 다른 복수 개의 호핑 패턴들 및 서로 다른 복수 개의 시퀀스 천이 패턴들이 있다. PUCCH와 PUSCH는 동일한 호핑 패턴을 갖지만, 다른 시퀀스 천이 패턴들 가질 수 있다. 그룹 호핑 패턴은 셀 ID(N_{cell_ID})를 이용한 의사-임의(pseudo-random) 시퀀스 생성기를 이용하여 셀 특징적으로 주어질 수

있다. 그룹 호핑 패턴을 위한 의사-임의 시퀀스는 각 무선 프레임의 시작시에 특정 초기값(예, $c_{\text{init}} = \text{floor}(N^{\text{cell}}_{\text{ID}}/30)$)으로 초기화된다. PUCCH에 대한 시퀀스 천이 패턴 $f^{\text{PUCCH}}_{\text{ss}}$ 은 셀 ID를 기반으로 주어질 수 있으며(예, $f^{\text{PUCCH}}_{\text{ss}} = N^{\text{cell}}_{\text{ID}} \bmod 30$), PUSCH에 대한 시퀀스 천이 패턴 $f^{\text{PUSCH}}_{\text{ss}}$ 은 상위 계층에 의해 구성되는 값(Δ_{ss})을 이용하여 주어질 수 있다(예, $f^{\text{PUSCH}}_{\text{ss}} = (f^{\text{PUCCH}}_{\text{ss}} + \Delta_{\text{ss}}) \bmod 30$), 여기서, $\Delta_{\text{ss}} \in \{0, 1, \dots, 29\}$).

[79] 예를 들어, 레이어 $\lambda \in \{0, 1, \dots, v-1\}$ 와 연관된 PUSCH DMRS 시퀀스 $r^{(\lambda)}_{\text{PUSCH}}(m \cdot M^{\text{RS}}_{\text{sc}} + n)$ 은 $w^{(\lambda)}(m) \cdot r^{(\alpha_{\lambda})}_{u,v}(n)$ 인 것으로 정의될 수 있다. 여기서, $m=0, 1$ 이고, $n=0, \dots, M^{\text{RS}}_{\text{sc}}-1$ 이며, $M^{\text{RS}}_{\text{sc}} = M^{\text{PUSCH}}_{\text{sc}}$ 이다. $M^{\text{PUSCH}}_{\text{sc}}$ 는 상향링크 전송을 위해 스케줄링된 대역폭으로서, 부반송파의 개수를 의미한다. 직교 시퀀스 $w^{(\lambda)}(m)$ 는 해당 PUSCH 전송과 연관된 전송블록을 위한 가장 최근의 상향링크-관련 DCI 내 순환 천이 필드를 사용하여 다음 표 7에 의해 주어질 수 있다. 슬롯 n_s 에서의 순환 천이 α_{λ} 는 $2\pi n_{\text{cs},\lambda}/12$ 로서 주어질 수 있다. 여기서, $n_{\text{cs},\lambda} = (n^{(1)}_{\text{DMRS}} + n^{(2)}_{\text{DMRS},\lambda} + n_{\text{PN}}(n_s)) \bmod 12$ 이며, $n_{\text{PN}}(n_s)$ 는 의사-임의 시퀀스 $c(i)$ 를 이용해서 주어질 수 있다. $c(i)$ 는 셀 특정한 수일 수 있으며, 의사-임의 시퀀스 생성기는 각 무선 프레임의 시작시에 특정 초기값(셀-특정한 수일 수 있음)으로 초기화된다. 예를 들어, $c(i)$ 는 $c_{\text{init}} = \text{floor}(N^{\text{cell}}_{\text{ID}}/30) \cdot 2^5 + f^{\text{PUSCH}}_{\text{ss}}$ 로 초기화될 수 있다. $n^{(1)}_{\text{DMRS}}$ 는 상위 계층 시그널링에 의해 주어지는 순환천이(cyclicShift) 파라미터에 따라 다음 표 8에 의해 주어질 수 있고, $n^{(2)}_{\text{DMRS},\lambda}$ 는 해당 PUSCH 전송과 연관된 전송블록을 위한 가장 최근의 상향링크-관련 DCI 내 DMRS 필드용 순환 천이에 의해 다음 표 7에 따라 주어질 수 있다.

[80] 표 7은 상향링크-관련 DCI 포맷 내 순환 천이 필드의 $n^{(2)}_{\text{DMRS},\lambda}$ 및 $[w^{(\lambda)}(0) \ w^{(\lambda)}(1)]$ 로의 매핑을 예시한 것이다.

[81] 표 7

[Table 7]

Cyclic Shift Field in uplink-related DCI format [3]	$n^{(2)}_{\text{DMRS},\lambda}$				$[w^{(\lambda)}(0) \ w^{(\lambda)}(1)]$			
	$\lambda = 0$	$\lambda = 1$	$\lambda = 2$	$\lambda = 3$	$\lambda = 0$	$\lambda = 1$	$\lambda = 2$	$\lambda = 3$
000	0	6	3	9	[1 1]	[1 1]	[1 -1]	[1 -1]
001	6	0	9	3	[1 -1]	[1 -1]	[1 1]	[1 1]
010	3	9	6	0	[1 -1]	[1 -1]	[1 1]	[1 1]
011	4	10	7	1	[1 1]	[1 1]	[1 1]	[1 1]
100	2	8	5	11	[1 1]	[1 1]	[1 1]	[1 1]
101	8	2	11	5	[1 -1]	[1 -1]	[1 -1]	[1 -1]
110	10	4	1	7	[1 -1]	[1 -1]	[1 -1]	[1 -1]
111	9	3	0	6	[1 1]	[1 1]	[1 -1]	[1 -1]

[82] 표 8은 상위 계층 시그널링에 의한 순환천이(cyclicShift)의 $n^{(1)}_{\text{DMRS}}$ 들로의 매핑을 예시한 것이다.

[83] 표 8

[Table 8]

<i>cyclicShift</i>	$n_{\text{DMRS}}^{(1)}$
0	0
1	2
2	3
3	4
4	6
5	8
6	9
7	10

- [84] 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.
- [85] UL 서브프레임에서는 DC(Direct Current) 부반송파를 기준으로 거리가 먼 부반송파들이 제어영역으로 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_0 로 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.
- [86] PUCCH는 다음의 제어 정보를 전송하는데 사용될 수 있다.
- [87] - SR(Scheduling Request): 상향링크 UL-SCH 자원을 요청하는데 사용되는 정보이다. OOK(On-Off Keying) 방식을 이용하여 전송된다.
- [88] - HARQ-ACK: PDCCH에 대한 응답 및/또는 PDSCH 상의 하향링크 데이터를 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-ACK은 HARQ ACK/NACK, ACK/NACK과 혼용된다.
- [89] - 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.

- [90] 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.

- [91] 표 9는 LTE/LTE-A 시스템에서 PUCCH 포맷과 UCI의 맵핑 관계를 나타낸다.

- [92] 표 9

[Table 9]

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 or SR + ACK/NACK	One codeword
1b	QPSK	2	ACK/NACK or SR + 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 or SR + ACK/NACK or CQI/PMI/RI + ACK/NACK	

- [93] 표 9를 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.

- [94] UE는 상위 계층 신호에 의한 명시적(explicit) 방식 혹은 동적 제어 신호에 의한 암묵적(implicit) 방식에 의해 eNB로부터 UCI의 전송을 위한 PUCCH 자원을 할당받는다. PUCCH를 위해 사용되는 물리자원들은 상위 계층에 의해 주어지는 2개의 파라미터, $N_{RB}^{(2)}$ 및 $N_{cs}^{(1)}$ 에 의존한다. 변수 $N_{RB}^{(2)} \geq 0$ 은 각 슬롯에서 PUCCH 포맷 2/2a/2b 전송에 이용가능한 대역폭을 나타내며, $N_{RB}^{(2)}$ 개의 정수배로 표현된다. 변수 $N_{cs}^{(1)}$ 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. $N_{cs}^{(1)}$ 의 값은 $\{0, 1, \dots, 7\}$ 의 범위 내에서 Δ_{shift}^{PUCCH} 의 정수배가 된다. Δ_{shift}^{PUCCH} 는 상위 계층에 의해 제공된다. $N_{cs}^{(1)}=0$ 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 $n_{PUCCH}^{(1,p)}$, $n_{PUCCH}^{(2,p)} < N_{RB}^{(2)} N_{sc}^{RB} + \text{ceil}(N_{cs}^{(1)}/8) \cdot (N_{RB}^{(2)} - N_{cs}^{(1)} - 2)$ 및 $n_{PUCCH}^{(2,p)}$ 에 의해 각각 표현된다.
- [95] 구체적으로, PUCCH 포맷별로 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_s 에서 PUCCH의 전송을 위한 PRB가 다음과 같이 주어진다.

- [96] 수학적식 1

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

- [97] 수학적식 1에서, 변수 m은 PUCCH 포맷에 의존하며, PUCCH 포맷 1/1a/1b, PUCCH 포맷 2/2a/2b 및 PUCCH 포맷 3에 수학적식 2, 수학적식 3, 수학적식 4와 같이 각각 주어진다.

- [98] 수학적식 2

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

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

- [99] 수학적식 2에서, $n_{PUCCH}^{(1,p)}$ 는 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위한 안테나 포트 p의 PUCCH 자원 인덱스로서, ACK/NACK PUCCH의 경우, 해당 PDSCH의 스케줄링 정보를 나르는 PDCCH의 첫번째 CCE 인덱스에 의해 암묵적으로 정해지는 값이다.

[100] 수학적 식 3

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

[101] $n_{\text{PUCCH}}^{(2,p)}$ 는 PUCCH 포맷 2/2a/2b을 위한 안테나 포트 p의 PUCCH 자원 인덱스로서, 상위 레이어 시그널링에 의해 eNB로부터 UE에 전송되는 값이다.

[102] 수학적 식 4

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

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

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

[105] PUCCH 자원들은 셀 ID를 기반으로 구성(configuration)된다. UE는 상기 UE가 접속한 셀의 셀 ID를 획득하고, 상기 셀 ID를 기반으로 상기 셀에서의 PUCCH 전송, 즉, 상기 셀의 노드로의 PUCCH 전송을 위한 PUCCH 자원들을 구성한다. 일 셀 ID를 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 링킹(linking)되어 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 예약된다. 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. 또한, CSI의 전송을 위한 PUCCH 자원을 CSI PUCCH 자원 혹은 CSI 자원이라 칭하고, SPS ACK/NACK의 전송을 위한 PUCCH 자원을 SPS ACK/NACK PUCCH 자원 혹은 SPS ACK/NACK 자원이라 칭하며, SR의 전송을 위한 PUCCH 자원을 SR PUCCH 자원 혹은 SR 자원이라 칭하고, PDCCH와 연관된 ACK/NACK의 전송을 위한 PUCCH 자원을 ACK/NACK PUCCH 자원 혹은 ACK/NACK 자원이라 칭한다.

[106] 도 5를 참조하면, 하나의 셀 ID를 기반으로 한 PUCCH 자원들은, DC(Direct Current) 부반송파(즉, 주파수 상향변환 과정에서 f_0 로 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 위치할 수록 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.

[107] 수학식 2를 참조하면, 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 전송되는 전체 영역은 복수의 CCE(Control Channel Element)로 구성되고, UE에게 전송되는 PDCCH는 하나 이상의 CCE로 구성된다. UE는 자신이 수신한 PDCCH를 구성하는 CCE들 중 특정 CCE(예를 들어, 첫 번째 CCE)에 링크된 PUCCH 자원을 통해 ACK/NACK을 전송한다.

[108] 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, $[w_0, w_1, w_2, w_3]$)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.

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

[110] 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 혹은(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. 표 6을 참조하면, 예를 들어, DCI 포맷 1A가 폴백 DCI 포맷에 해당한다고 할 수 있다. UE는 폴백 DCI를 검출하는 경우 폴백 모드로 전환하여 동작할 수 있다. 또는, RRC 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.

- [111] 도 6을 참조하면, eNB는 n 및 $n+1$ 번 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 m 에 링크된다. 따라서, UE는 DCI 포맷 A의 DCI를 검출한 경우와 DCI 포맷 B의 DCI를 검출한 경우 모두에서, 해당 DCI와 연관된 ACK/NACK을 PUCCH 자원 m 을 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 m 을 이용하여 수신한다.

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

- [113] 수학적식 5

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

- [114] 수학적식 6

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

- [115] 여기서, $n_{PUCCH}^{(1, p=p_0)}$ 는 안테나 포트 p_0 가 사용할 PUCCH 자원의 인덱스(즉, 번호)를 나타내고, $n_{PUCCH}^{(1, p=p_1)}$ 는 안테나 포트 p_1 이 사용할 PUCCH 자원 인덱스를 나타내며, $N_{PUCCH}^{(1)}$ 는 상위 계층으로부터 전달받는 시그널링 값을 나타낸다. $N_{PUCCH}^{(1)}$ 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 DL CCE와 연관되어 결정되며, 이를 동적 CCE-to-AN 링크지라 한다.

- [116] 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 3GPP LTE/LTE-A 시스템에 따르면, 특정 셀에 위치한 UE들이 $N^{(1)}_{PUCCH}$ 이후의 동적 PUCCH 자원들을 공유하며, 상기 동적 PUCCH 자원들 각각은 상기 특정 셀에 공통적으로 적용되는 CCE 인덱스들과 각각 링크된다. UE가 하향링크 신호를 수신한 셀과 상기 UE가 상향링크 신호를 전송한 셀이 동일한 경우에는 셀 특징적으로 제공되는 $N^{(1)}_{PUCCH}$ 만으로도 상기 UE가 동적 PUCCH 자원을 아무 문제없이 결정할 수 있다. 그러나, UE에게 하향링크 신호를 전송한 셀(하향링크 셀)과 상기 UE가 상향링크 신호를 전송하는 셀(상향링크 셀)이 달라질 수 있는 CoMP의 경우, 셀 별로 구성되는 PUCCH 자원들이 달라질 수 있다. 이하, 하향링크 셀의 해당 노드를 전송 포인트라 칭하고, 상향링크 셀의 해당 노드를 수신 포인트라 칭한다. 전송 포인트와 수신 포인트가 다른 경우, 하향링크 셀에서 수신한 PDCCH의 CCE에 링크된 PUCCH 자원의 인덱스가 상향링크 셀에서는 다른 인덱스일 수 있으며, 상기 PUCCH 자원이 상기 상향링크 셀의 다른 PDCCH의 CCE에 링크될 수도 있다. 또한, 셀마다 독립적으로 준-정적 PUCCH 자원들이 예약되므로, 하향링크 셀의 동적 PUCCH 자원의 시작 위치와 상향링크 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. 따라서, 본 발명은 하향링크 셀과 상향링크 셀이 달라질 수 있는 CoMP 상황 하에서 PUCCH 자원을 효율적으로 운용하는 방안을 제공한다.

- [117] 본 발명은 기존 동적 PUCCH 자원들과는 별도로 추가적인 동적 PUCCH 자원들을 구성할 것을 제안한다. 다시 말해, 본 발명은 셀 특징적으로 구성되는 기존 동적 PUCCH 자원들의 모음과는 별도로 UE 특정적 혹은 UE 그룹 특정적 혹은 전송 모드 특징적으로 추가적인 동적 PUCCH 자원들의 모음을 구성할 것을 제안한다. 예를 들어, eNB는 셀 특징적으로 제공되는 PUCCH 자원 인덱스 오프셋 값(예를 들어, $N^{(1)}_{PUCCH}$)과는 별도로 UE 특정적 혹은 UE 그룹 특정적 혹은 전송 모드 특정적 PUCCH 자원 인덱스 오프셋 값을 UE에게 전송함으로써 상기 추가적인 동적 PUCCH 자원들은 구성할 수 있다.

- [118] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 동적(dynamic) PUCCH 자원을 결정하는 예를 나타낸 것이고, 도 8은 본 발명이 적용될 수 있는 CoMP의 일 예를 나타낸 것이다.

- [119] 예를 들어, eNB는 셀 1을 위해 셀 특징적으로 제공되는 PUCCH 자원 인덱스

오프셋 값(예를 들어, $N^{(0)}_{\text{PUCCH}}$)과는 별도로 UE 특정적 혹은 UE 그룹 특정적 혹은 전송 모드 특정적 PUCCH 자원 인덱스 오프셋 값(K)을 UE에게 전송함으로써 상기 추가적인 동적 PUCCH 자원들은 구성할 수 있다.

- [120] eNB가 전송한 상위 계층 신호에 의해, CoMP를 수행하도록 구성된 UE는 해당 탐색 공간에서 TM 종속적 DCI 포맷과 풀백 DCI 포맷 각각에 따라 DCI의 복호를 시도한다. 도 7 및 도 8에서, TM 종속적 DCI 포맷인 DCI 포맷 B는 CoMP를 위해 정의된 DCI 포맷에 해당한다. 상기 UE는 TM 종속적 DCI(DCI 포맷 B) 혹은 풀백 DCI(DCI 포맷 A)를 나르는 PDCCH의 CCE 인덱스(예를 들어, CCE n)에 링크된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 TM 종속적 DCI에 대한 ACK/NACK 혹은 상기 TM 종속적 DCI에 따른 PDSCH에 대한 ACK/NACK을 상기 eNB에 전송한다. 이때, 본 발명에 의하면, 상기 UE가 CoMP에 대응하는 TM 종속적 DCI를 검출한 경우에는, 기존 동적 PUCCH 자원들과는 별도로 구성된 동적 PUCCH 자원들 중에서 상기 TM 종속적 DCI를 나르는 PDCCH의 CCE 인덱스 n 에 링크된 PUCCH 자원을 결정한다. 예를 들어, 도 7을 참조하면, 상기 UE가 TM 종속적 DCI를 검출한 경우에는 CoMP를 위해 별도로 구성된 PUCCH 자원들의 모임인 PUCCH 자원 B 중 상기 CCE 인덱스 n 에 링크된 PUCCH 자원 ' $m+K$ '를 이용하여 해당 ACK/NACK을 상기 eNB로 전송한다. 반면, 상기 UE가 풀백 모드로 전환하여야 하는 경우에는, 기존 동적 PUCCH 자원들의 모임인 PUCCH 자원 A 중에서 풀백 DCI를 나르는 PDCCH의 CCE 인덱스 n 에 링크된 PUCCH 자원을 결정한다. 예를 들어, 상기 UE가 PUCCH 자원 B 중 상기 CCE 인덱스 n 에 링크된 PUCCH 자원 m 을 이용하여 해당 ACK/NACK을 상기 eNB로 전송한다. 다시 말해, UE는 eNB로부터 복수의 PUCCH 자원 인덱스 오프셋 값을 수신하고, 풀백 DCI를 검출하느냐 아니면 TM 종속적 DCI를 검출하느냐에 따라 서로 다른 오프셋 값을 적용하여 PUCCH 자원을 결정할 수 있다. 도 7를 참조하면, 풀백 모드로 동작하는 UE는 PUCCH 자원 인덱스 오프셋을 $N^{(0)}_{\text{PUCCH}}$ 로 구성하여 동적 PUCCH 자원을 결정하고, CoMP 모드로 동작하는 UE는 PUCCH 자원 인덱스 오프셋을 ' $N^{(0)}_{\text{PUCCH}} + K$ '로 구성하여 동적 PUCCH 자원을 결정한다.

- [121] 도 7에서는 해당 셀의 PUCCH 자원들 중에서 기존 동적 PUCCH 자원의 시작 위치를 나타내는 $N^{(0)}_{\text{PUCCH}}$ 을 기준으로 한 상대적인 위치를 나타내는 값이 본 발명에 따라 별도로 구성된 동적 PUCCH 자원의 시작 위치를 나타내는 오프셋 값으로서 사용되는 경우가 예시되었다. 그러나, $N^{(0)}_{\text{PUCCH}}$ 을 기준으로 한 상대적인 값이 아니라 절대적인 시작 위치를 나타내는 값이 본 발명에 따라 별도로 구성된 동적 PUCCH 자원의 시작 위치를 나타내는 오프셋 값으로서 사용될 수도 있다.

- [122] 도 8을 참조하면, UE는 PDCCH를 수신한 셀 1과 동일한 셀 1을 향해 전송한 본 발명의 실시예에 따라 결정되는 PUCCH 자원을 이용하여 상기 PDCCH와 연관된 상UCI를 전송할 수 있다.

- [123] 전송한 본 발명의 실시예는 PDSCH 전송을 위한 DCI 포맷, 즉, DL 그랜트용 DCI 포맷 뿐만 아니라, UL 그랜트용 DCI 포맷에도 적용될 수 있다. 도 8을

참조하면, 본 발명의 UE는 DL 그랜트용 DCI 포맷에 대한 ACK/NACK 정보를 전송한 본 발명의 실시예에 따라 결정된 PUCCH 자원을 이용하여 셀 1에 전송할 수 있다. 다만, 상기 UE는 DL 그랜트용 DCI 포맷에 따른 PUSCH는 셀 1과는 다른 셀인 셀 2를 향해 전송할 수 있다.

- [124] PUCCH 자원 인덱스 이외에도 PUCCH/PUSCH DMRS(DeModulation Reference Signal) 시퀀스, 전력 제어 설정(power control setting), PUCCH 페이로드 시퀀스, 호핑 패턴 등의 ACK/NACK 전송 관련 파라미터도 검출된 DCI 포맷에 따라 변화할 수 있다. 다시 말해, eNB는 PUCCH/PUSCH DMRS(DeModulation Reference Signal) 시퀀스, 전력 제어 설정(power control setting), PUCCH 페이로드 시퀀스, 호핑 패턴 등의 ACK/NACK 전송 관련 파라미터 역시, 폴백 DCI 포맷을 위한 파라미터와 별도로 TM 종속적 DCI 포맷용 파라미터를 구성하여 UE에게 전송할 수 있다. UE는 폴백 DCI 포맷을 검출하면 폴백 DCI용 파라미터를 적용하여 PUCCH를 전송하고, TM 종속적 DCI 포맷을 검출하면 TM 종속적 DCI용 파라미터를 적용하여 PUCCH를 전송할 수 있다. 예를 들어, eNB는 DMRS 시퀀스, 전력 제어 파라미터 등을 폴백 PUSCH 전송을 위한 DCI 포맷(예를 들어, DCI 포맷 0)과 (MIMO 전송을 위한) TM 종속적 PUSCH 전송을 위한 DCI 포맷(예를 들어, DCI 포맷 4) 각각에 대해 따로 구성하고, 이를 UE에 시그널링할 수 있다. UE는 미리 구성된 DMRS 시퀀스들, 전력 제어 파라미터들 등 중 검출된 DCI 포맷에 대응하는 DMRS 시퀀스, 전력 제어 파라미터 등을 적용하여 PUSCH 전송을 수행할 수 있다.

- [125] 본 발명의 실시예는 반송파 집성에도 적용될 수 있다. 반송파 집성(carrier aggregation, CA)(또는, bandwidth aggregation)이라 함은 하나의 반송파에서 동작하는 주파수 대역보다 넓은 주파수 대역을 사용하기 위하여 복수의 상/하향링크 주파수 블록들을 모아 더 큰 상/하향링크 대역폭을 사용하는 기술을 말한다. 일반적인 무선 통신 시스템은 하나의 하향링크(downlink, DL) 대역과 이에 대응하는 하나의 상향링크(uplink, UL) 대역을 통해 데이터 송/수신을 수행(주파수분할듀플렉스(frequency division duplex, FDD) 모드)의 경우)하거나, 소정 무선 프레임(Radio Frame)을 시간 도메인(time domain)에서 상향링크 시간 유닛과 하향링크 시간 유닛으로 구분하고, 상/하향링크 시간 유닛을 통해 데이터 송/수신을 수행(시분할듀플렉스(time division duplex, TDD) 모드)의 경우)한다. eNB와 UE는 소정 시간 유닛, 예를 들어, 서브프레임(subframe, SF) 단위로 스케줄링된 데이터 및/또는 제어 정보를 송수신한다. 이와 같이 하나의 DL 대역과 이에 대응하는 하나의 UL 대역이 통신에 사용되는 단일 반송파 기술과 달리, 반송파 집성이라 함은 보다 넓은 주파수 대역을 사용하기 위하여 복수의 상/하향링크 주파수 블록들을 모아 더 큰 상/하향링크 대역폭을 사용하는 기술이다. 반송파 집성 기술은 복수의 반송파 주파수들을 사용하여 DL 및/또는 UL 통신을 수행한다는 점에서, 복수의 직교하는 부반송파들로 분할된 기본 주파수 대역을 하나의 반송파 주파수에 실어 DL 혹은 UL 통신을 수행하는

OFDM 기술과 구분된다. 집성되는 복수의 반송파들 각각은 콤포넌트 반송파(component carrier, CC)라 칭해진다. 각각의 CC들은 주파수 도메인에서 서로 인접하거나 비-인접할 수 있으며, 각 CC의 대역폭은 독립적으로 정해질 수 있다. UL CC의 개수와 DL CC의 개수가 다른 비대칭적 반송파 집성도 가능하다. 여기서, UL CC와 DL CC는 각각 UL 자원들(UL resources)과 DL 자원들(DL resources)이라고 불리기도 한다.

- [126] 3GPP LTE-A 시스템은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(Cell)의 개념을 사용한다. 셀(Cell)이라 함은 하향링크 자원(DL resources)과 상향링크 자원(UL resources)의 조합, 즉, DL CC와 UL CC의 조합으로 정의된다. 셀(Cell)은 DL 자원 단독, 또는 DL 자원과 UL 자원의 조합으로 구성될 수 있다. 반송파 집성이 지원되는 경우, DL 자원(또는, DL CC)의 반송파 주파수(carrier frequency)와 UL 자원(또는, UL CC)의 반송파 주파수(carrier frequency) 사이의 링크지(linkage)는 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. 예를 들어, 시스템 정보 블록 타입2(System Information Block Type2, SIB2) 링크지(linkage)에 의해서 DL 자원과 UL 자원의 조합이 지시될 수 있다. FDD의 경우, UL 동작 대역과 DL 동작 대역이 서로 다르므로, 서로 다른 반송파 주파수가 링크되어 하나의 셀(Cell)을 이루며, SIB2 링크지는 UE가 접속한 DL CC의 주파수와는 다른 주파수를 UL CC의 주파수로서 지시하게 된다. 다시 말해, FDD의 경우, 일 셀(Cell)을 구성하는 DL CC 및 상기 DL CC와 링크된 UL CC는 서로 다른 주파수에서 동작한다. TDD의 경우, UL 동작 대역과 DL 동작 대역이 서로 같으므로, 하나의 반송파 주파수가 하나의 셀(Cell)을 이루며, SIB2 링크지는 UE가 접속한 DL CC의 주파수와 동일한 주파수를 해당 UL CC의 주파수로서 지시하게 된다. 다시 말해, TDD의 경우, 일 셀(Cell)을 구성하는 DL CC 및 상기 DL CC와 링크된 UL CC는 동일한 주파수에서 동작한다. 여기서, 반송파 주파수라 함은 각 셀(Cell) 혹은 CC의 중심 주파수(center frequency)를 의미한다. 주 주파수(Primary frequency) 상에서 동작하는 셀(Cell)을 주 셀(Primary Cell, PCell) 혹은 PCC로 지칭하고, 보조 주파수(Secondary frequency)(또는 SCC) 상에서 동작하는 셀을 보조 셀(Secondary Cell, SCell) 혹은 SCC로 지칭할 수 있다. PCell이라 함은 UE가 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재-설정(connection re-establishment) 과정을 시작하는 데 사용하는 셀(Cell)을 의미한다. PCell은 핸드오버 과정에서 지시된 셀(Cell)을 지칭할 수도 있다. 다른 예로, PCell은 UE가 DL 동기 시그널(synchronization signal, SS)을 수신하여 초기 동기를 맞춘 DL CC 및 상기 DL CC와 링크된 UL CC를 의미하기도 한다. 하향링크에서 PCell에 대응하는 반송파는 하향링크 주 CC(DL PCC)라고 하며, 상향링크에서 PCell에 대응하는 반송파는 UL 주 CC(DL PCC)라고 한다. SCell이라 함은 RRC(Radio Resource Control) 연결 설정이 이루어진 이후에 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있는 셀(Cell)을 의미한다. UE의 성능(capabilities)에 따라, SCell이 PCell과 함께 상기 UE를 위한 서빙 셀(Cell)의

모음(set)를 형성할 수 있다. 서빙(serving) 셀(Cell)은 서빙 CC로 불릴 수 있다. 하향링크에서 SCell에 대응하는 반송파는 DL 보조 CC(DL SCC)라 하며, 상향링크에서 상기 SCell에 대응하는 반송파는 UL 보조 CC(UL SCC)라 한다. RRC_CONNECTED 상태에 있지만 반송파 집성이 구성되지 않았거나 반송파 집성을 지원하지 않는 UE의 경우, PCell로만 구성된 서빙 셀(Cell)이 단 하나 존재한다. 반면, RRC_CONNECTED 상태에 있고 반송파 집성이 구성된 UE의 경우, 하나 이상의 서빙 셀(Cell)이 존재할 수 있고, 전체 서빙 셀(Cell)에는 하나의 PCell과 하나 이상의 SCell이 포함될 수 있다. 반송파 집성을 위해, 네트워크는 초기 보안 활성화(initial security activation) 과정이 개시된 이후, 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 PCell에 하나 이상의 SCell을 부가하여 반송파 집성이 지원되는 UE를 구성할 수 있다. 그러나, UE가 반송파 집성을 지원하지 않더라도, 네트워크는 SCell을 부가하지 않고, PCell만을 상기 UE를 위해 구성할 수도 있다.

[127] 참고로, 반송파 집성에서 사용되는 셀(Cell)이라는 용어는 일 eNB 혹은 일 안테나 그룹에 의해 통신 서비스가 제공되는 일정 지리적 영역을 지칭하는 셀(cell)이라는 용어와 구분된다. 통신 서비스의 범위(coverage)를 지칭하는 특정 셀(cell)의 하향링크 신호는 상기 특정 셀(cell)의 eNB 또는 안테나 그룹이 UE에게 전송하는 신호를 의미하며 상기 특정 셀의(cell)의 상향링크 신호는 UE가 상기 특정 셀(cell)의 eNB 혹은 안테나 그룹에게 전송하는 신호를 의미한다. 이에 반해, 반송파 집성의 셀(Cell)의 하향링크/상향링크 신호는 해당 셀(Cell)을 구성하는 자원들을 이용하여 전송/수신되는 무선 신호를 의미한다. 일정 지리적 영역을 지칭하는 셀(cell)과 반송파 집성의 셀(Cell)을 구분하기 위하여, 이하에서는 반송파 집성의 셀(Cell)을 CC로 칭하고, 지리적 영역의 셀(cell)을 그냥 셀(cell)이라 칭하여, 본 발명의 실시예들을 설명한다.

[128] 단일 반송파를 이용한 통신의 경우, 단 하나의 서빙 CC만이 존재하므로, UL/DL 그랜트를 나르는 PDCCH와 해당 PUSCH/PDSCH는 동일한 CC에서 전송된다. 다시 말해, 단일 반송파 상황 하의 FDD의 경우, 특정 DL CC에서 전송될 PDSCH에 대한 DL 그랜트를 위한 PDCCH는 상기 특정 CC에서 전송되며, 특정 UL CC에서 전송될 PUSCH에 대한 UL 그랜트를 위한 PDCCH는 상기 특정 UL CC와 링크된 DL CC에서 전송된다. 이에 반해, 다중 반송파 시스템에서는, 복수의 서빙 CC들이 구성될 수 있으므로, 채널상황이 좋은 서빙 CC에서 UL/DL 그랜트가 전송되는 것이 허용될 수 있다. 이와 같이, 스케줄링 정보인 UL/DL 그랜트를 나르는 CC와 UL/DL 그랜트에 대응하는 UL/DL 전송이 수행되는 CC가 다른 경우, 이를 크로스-반송파 스케줄링(cross-carrier scheduling, CCS)이라 한다. 이하, UL/DL 그랜트를 나르는 PDCCH가 전송되는 CC를 스케줄링 CC라고 칭하고, 상기 UL/DL 그랜트에 따른 PUSCH/PDSCH가 전송되는 CC를 피스케줄링 CC라고 칭한다. 어떤 CC가 자신의 스케줄링 정보를 나르는 PDCCH의 전송에 사용되는 경우, 상기 어떤 CC는 스케줄링 CC이자 피스케줄링 CC가 된다. 3GPP LTE-A 시스템에서는 데이터 전송률 개선 및 안정적인 제어

시그널링을 위하여 복수 CC의 집성 및 이를 기반으로 한 CCS 동작이 지원될 수 있다. PCC는 자기 자신 및 SCC에 대한 스케줄링 정보를 나눌 수 있으며, SCC는 자기 자신 및 다른 SCC에 대한 스케줄링 정보를 나눌 수 있다. 다만, SCC가 PCC에 대한 스케줄링 정보를 나르는 것은 원칙적으로 허용되지 않는다. 복수의 PDCCH가 스케줄링 CC를 통해 전송될 수 있으나, 상기 복수의 PDCCH들과 연관된 PUCCH 전송은 PCC 상에서만 수행된다. 따라서, 상기 PCC에는 상기 PCC와 연관된 PUCCH 자원과 SCC와 연관된 PUCCH 자원이 예약된다.

[129] PCC 상에서만 PUCCH 전송이 허용되는 경우, CCS와 비-CCS 모두 PCC 상에서만 UCI가 전송될 수 있으므로, PCC 상에는 PCC와 연관된 PUCCH 자원들과 SCC와 연관된 PUCCH 자원들이 예약된다. 예를 들어, CCS의 경우, PCC를 다른 SCC(들)의 스케줄링 CC라고 가정하면, 상기 PCC에는 상기 PCC를 통해 전송된 PDCCH에 따라 상기 PCC를 통해 전송되는 PDSCH(들)을 위한 PUCCH 자원(들)과 상기 PCC를 통해 전송된 PDCCH에 따라 SCC(들)을 통해 PDSCH(들)을 위한 PUCCH 자원(들)이 상기 PDCCH들의 CCE 인덱스들에 의해 암묵적으로 예약된다. 해당 CC의 스케줄링 정보가 상기 해당 CC를 통해서만 전송되는 비-CCS의 경우, PCC를 통해 전송되는 PDCCH(들)과 연관된 PUCCH 자원(들)은 상기 PDCCH(들)의 CCE 인덱스(들)에 의해 암묵적으로 예약되고, SCC를 통해 전송되는 PDCCH(들)과 연관된 PUCCH 자원(들)은 eNB부터의 명시적 시그널링에 의해 예약된다. 예를 들어, eNB는 상위 계층 시그널링을 통해 SCC를 위한 PUCCH 자원 인덱스들을 UE에게 준-정적으로 제공하고, UE가 실제 ACK/NACK 전송에 사용할 PUCCH 자원 인덱스를 DCI 포맷 내 소정 필드를 이용하여 동적으로 지시할 수 있다. 예를 들어, DCI 포맷 내 TPC 필드가 명시적으로 구성된 소정 개수의 PUCCH 자원들 중 하나를 지시하는 ARI(ACK/NACK Resource Indicator)로서 사용될 수 있다.

[130] CCS의 반송파 집성과 비-CCS(non-CCS)의 반송파 집성 모두에서 CoMP 동작이 수행될 수 있다. 본 발명에서는, 반송파 집성과 CoMP가 함께 구성되는 경우, PCC에 PCC 및 SCC를 위해 예약되는 기존 PUCCH 자원과 별도로, CoMP를 위한 PUCCH 자원을 명시적 혹은 암묵적으로 더 예약할 것을 제안한다. 반송파 집성된 복수의 CC들에서 CoMP가 수행되는 경우에는 CC별로 CoMP를 위한 PUCCH 자원 영역(PUCCH resource region)(PUCCH 자원 세트(PUCCH resource set) 혹은 PUCCH 자원 그룹(PUCCH resource group)이라고도 함)이 별도로 운용될 수 있도록, eNB는 CC별 CoMP PUCCH 자원 위치 정보(예를 들어, PUCCH 자원 시작 위치를 나타내는 정보)를 UE에게 전송할 수 있다. 예를 들어, N개의 CC들에 CoMP가 적용되는 경우, eNB는 N개의 PUCCH 자원 인덱스 오프셋 값을 UE에게 시그널링할 수 있다. UE는 폴백 DCI 포맷을 검출하는 경우에는 기존 PUCCH 자원들 중에서 PUCCH 자원을 결정하고, TM 종속적 DCI를 검출하는 경우에서 상기 CC별 CoMP PUCCH 자원 위치 정보를 토대로 해당 CC를 위해 별도로 예약된 새로운 PUCCH 자원들 중에서 상기 해당 CC와

연관된 UCI 전송에 사용할 PUCCH 자원을 결정할 수 있다.

- [131] 폴백 DCI 포맷을 DCI 포맷 1A라 하고, TM 종속적 DCI 포맷을 DCI 포맷 X라고 하고, PCC에서 검출된 DCI 포맷을 PCC DCI 포맷이라 하고, SCC에서 검출된 DCI 포맷을 DCI 포맷을 SCC DCI 포맷이라 칭하면, CCS의 반송파 집성의 경우, 다음과 같이 PCC에 PUCCH 자원이 예약/결정될 수 있다. 이때, PCC PUCCH 자원은 PCC 상의 PUCCH 자원을 의미한다.
- [132] ● PCC DCI 포맷 1A -> 기존 PCC PUCCH 자원: CCE 링크지
- [133] ● PCC DCI 포맷 X -> 새로운 PCC PUCCH 자원: 오프셋 시그널링 및 CCE 링크지
- [134] ● SCC DCI 포맷 1A -> 기존 PCC PUCCH 자원: CCE 링크지
- [135] ● SCC DCI 포맷 X -> 새로운 PCC PUCCH 자원: 오프셋 시그널링 및 CCE 링크지
- [136] 참고로, PUSCH와 PUCCH의 동시 전송이 허용되지 않고, PUSCH의 전송시점과 PUCCH의 전송시점이 충돌하는(즉, PUSCH 전송과 PUCCH 전송이 동시에 구성된) 경우, UCI는 PUSCH에 피기백(piggyback)되어 전송될 수도 있다. 다시 말해, PUSCH와 PUCCH의 동시 전송이 허용되지 않도록 구성된 UE에서, PUSCH의 전송시점과 PUCCH의 전송시점이 충돌하는 경우, 상기 UE는 PUCCH 전송을 드랍(drop)하고 상향링크 데이터와 UCI를 PUSCH에 다중화하여 전송한다.
- [137] 비-SCC의 반송파 집성의 경우, SCC를 위한 PUCCH 자원이 상위 계층(예, RRC) 시그널링에 의해 명시적으로 구성될 수 있다. 다만, CCS에서와 같이 CoMP용 PUCCH 자원 영역만이 PUCCH 자원 인덱스 오프셋을 이용하여 시그널링되고, 실제 개별 PUCCH 자원은 동적으로 할당되는 것도 가능하다. 즉, PCC의 동적 PUCCH 자원 영역과 별도로 SCC를 위한 CoMP용 동적 PUCCH 자원이 PCC에 확보되어 운용될 수 있다. SCC를 통한 PDCCH와 상기 SCC의 CoMP를 위해 PCC 상에 예약된 PUCCH 자원과의 개별 맵핑은 상기 PDCCH가 나르는 CoMP 종속적 DCI 포맷의 CCE 인덱스를 기반으로 이루어질 수 있다.
- [138] PUCCH 포맷 3의 경우, CoMP 모드로 동작하는 CoMP UE와 CoMP 모드가 아닌 다른 전송 모드로 동작하는 일반(normal) UE에 대한 PUCCH 자원 할당이 전술한 본 발명의 실시예에 따라 이루어질 수 있지만, PUCCH 포맷 3를 위해 사전에 예약된 PUCCH 자원 세트를 분할하여 이루어질 수도 있다. 예를 들어, 일반 UE는 사전에 예약된 PUCCH 자원 세트 내 PUCCH 자원들 중 하나의 PUCCH 자원을 선택하여 PUCCH 포맷 3 전송을 수행하는 반면에, CoMP UE는 상기 PUCCH 자원 세트 내 PUCCH 자원들 중에서 일반 UE가 사용하지 않는 PUCCH 자원들 중 하나 이상을 지정하여 사용할 수 있다. 만약, RRC 시그널링에 의해 4개의 PUCCH 자원들이 PUCCH 포맷 3를 위해 예약된 경우, 상기 4개의 PUCCH 자원들 중 2개의 PUCCH 자원들은 기존 PUCCH 전송을 위한 PUCCH 자원들로 사용되고, 나머지 2개는 새로운 전송(예, CoMP)를 위한 PUCCH 자원으로 사용될

수 있다. 또는, 다른 예로, 4개의 PUCCH 자원들로 구성된 PUCCH 자원 세트가 다수 개 구성되고, 특정 세트는 기존 전송을 위한 PUCCH 자원들로 사용되고 그 외 다른 자원 세트는 새롭게 정의된 전송을 위한 PUCCH 자원들로 사용되는 것도 가능하다. 이 때, 복수의 PUCCH 자원 세트들 각각의 구별 또는 실제로 사용될 PUCCH 자원 세트로의 링크지는 DCI 포맷, CCE 인덱스, 안테나 포트, 집성 레벨, RRC 시그널링 등에 따라서 암묵적 혹은 명시적으로 결정될 수 있다. 현재 ARI는 2-비트(즉, 4개 상태)로 구성되어 4개의 PUCCH 자원들 중 하나를 지시할 수 있는데, ARI가 DCI 포맷에 따라 일반 PUCCH 자원 지시 용도 혹은 새로운 PUCCH 자원 지시 용도로 사용될 수 있다. 예를 들어, eNB로부터 일반 전송 모드를 위한 {A, B, C, D}의 PUCCH 자원 세트 1과 CoMP 모드를 위한 {A', B', C', D'}의 PUCCH 자원 세트 2를 구성받은 UE는, 일반 전송 모드의 DCI 포맷을 검출한 경우에는 상기 일반 전송 모드의 DCI 포맷 내 2-비트 ARI가 PUCCH 자원 세트 1 중 하나를 지시하는 것으로 판단하여 ARI에 따라 A, B, C 및 D 중 하나를 선택하여 PUCCH 포맷 3를 전송하고, CoMP 모드의 DCI 포맷을 검출한 경우에는 상기 CoMP 모드의 DCI 포맷 내 ARI가 PUCCH 자원 세트 2 중 하나를 지시하는 것으로 판단하여 ARI에 따라 A', B', C' 및 D' 중 하나를 선택하여 PUCCH 포맷 3를 전송할 수 있다. 한편, ARI의 4개 상태 00, 01, 10, 11 중 2개 상태(예를 들어, 00, 01)가 일반 PUCCH 자원 지시 용도로 사용되고 나머지 2개 상태(예를 들어, 10, 11)가 새로운 PUCCH 자원 지시 용도로 사용되는 것으로 정의될 수도 있다.

[139] UE가 CoMP 모드로 구성된 경우, 상기 UE는 CoMP 모드 구성 시그널링을 기반으로 PUCCH 자원을 전환(switch) 혹은 선택(select)한다. 즉, CoMP 모드로 구성된 UE는 CoMP용 DCI 포맷을 검출한 경우에는 CoMP용으로 예약된 PUCCH 자원을 사용하고, CoMP 모드가 아닌 전송 모드로 구성된 UE 혹은 CoMP 모드로 구성되더라도 폴백 DCI 포맷을 검출한 UE는 기존의 동적 PUCCH 자원을 사용하도록 동작될 수 있다.

[140] 특정 전송 모드(예를 들어, CoMP 모드)를 위해 새로이 구성된 PUCCH 자원은 다른 수신 포인트(RX Point, RP)를 대상으로 한 것일 수 있으므로, 상기 수신 포인트와 연관된 파라미터들(예를 들어, 해당 수신 포인트를 지칭하는 가상 셀 ID, 스캐램블링 ID, $\Delta_{\text{PUCCH shift}}^{\text{PUCCH}}$, $\delta_{\text{PUCCH offset}}^{\text{PUCCH}}$, β_{PUCCH} , $N_{\text{PUCCH}}^{(1)}$ 등) 중 전부 혹은 일부가 해당 상태에 사전에 연동될 수 있다. 여기서, 가상 셀 ID는 물리 셀 ID(예, $N_{\text{cell ID}}$)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. $\Delta_{\text{PUCCH shift}}^{\text{PUCCH}}$ 는 PUCCH에 적용되는 순환 천이 사이의 간격에 해당하는 값으로서, 상위 계층에 의해 제공되는 값이다. $\delta_{\text{PUCCH offset}}^{\text{PUCCH}}$ 는 본 발명에 따라 별도로 구성되는 PUCCH 자원들의 시작 위치를 지시하는 오프셋 값에 해당하고, β_{PUCCH} 는 PUCCH에 대한 진폭(amplitude) 스케일링(scaling) 값으로서 PUCCH를 통해 전송될 복소 심볼(complex-valued symbol)들은 전송 전력 P_{PUCCH} 에 부합하도록 β_{PUCCH} 에 곱해진다. 예를 들어, 상위 계층(예, RRC) 시그널링에 의해

특정 파라미터(들)이 해당 상태에 연동되어 있는 경우, UE는 해당 상태가 ARI에 의해 지시되면 사전에 연동되어 있는 상기 특정 파라미터(들)을 적용하여 PUCCH 전송을 수행하도록 동작할 수 있다.

- [141] 본 발명의 일 실시예는 새로운 PUCCH 자원들의 모음에 해당하는 새로운 PUCCH 자원 영역 내에서 동적 PUCCH 자원을 결정하는 새로운 방식을 제공한다. 다시 말해, 기존의 동적 ACK/NACK 링크지 규칙인 수학식 5 및 수학식 6 대신에 새로운 PUCCH 자원들 중에서 일 PUCCH 자원을 결정하도록 하는 새로운 링크지 규칙이 본 발명의 일 실시예에 의해 제공된다. TM 종속적 DCI를 검출한 UE는 다음의 수학식 7 혹은 수학식 8에 따라 결정된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 TM 종속적 DCI와 연관된 UCI를 eNB에 전송하도록 구성될 수 있고, 상기 TM 종속적 DCI를 상기 UE에 전송한 eNB는 수학식 7 혹은 수학식 8에 따라 결정된 상기 PUCCH 자원 상에서 상기 UCI를 수신할 것을 예상할 수 있다.

- [142] 수학식 7

$$n_{PUCCH}^{(1)} = f(n_{CCE}, N_{PUCCH}^{(1)}, X)$$

- [143] 수학식 8

$$n_{PUCCH}^{(1)} = f(n_{CCE}, X)$$

- [144] 수학식 7과 수학식 8은 n_{CCE} 및 $N_{PUCCH}^{(1)}$ 만을 인수로 갖는 수학식 5 및 수학식 5와 달리, n_{CCE} 및 $N_{PUCCH}^{(1)}$ 외에도 다른 파라미터 X 를 인수(argument)로 갖는 함수 $f(n_{CCE}, N_{PUCCH}^{(1)}, X)$ 에 따라 PUCCH 자원 인덱스를 결정한다. 여기서, X 는 n_{CCE} 및 $N_{PUCCH}^{(1)}$ 가 아닌 다른 파라미터들(other parameters)(예를 들어, RRC-구성된 자원 지시자, RB 인덱스 관련 파라미터, 가상 셀 ID, 스크램블링 ID, $\Delta_{PUCCH_shift}^{PUCCH}$, $\delta_{PUCCH_offset}^{PUCCH}$, β_{PUCCH} 등) 중 적어도 하나 혹은 상기 다른 파라미터들 중 적어도 하나의 조합일 수 있다. 다양한 연산자 혹은 함수가 f 로서 활용될 수 있다. 예를 들어, 모듈로(modulo) 연산자, N-to-1 맵핑 연산자, 단위(identity) 연산자, 선형(linear) 변환자, 평행이동자(translator), 아핀(affine) 변환자(transformer) 등과 같은 연산자들 중 적어도 하나 또는 상기 연산자들 중 일부의 조합이 f 로서 사용될 수 있다.

- [145] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 구성된 새로운 PUCCH 자원들 중에서 일 PUCCH 자원을 결정하는 예를 나타낸 것이다.

- [146] 수학식 7 및 수학식 8에서 f 는 새로운 PUCCH 자원 영역이 압축된 형태로 구성될 수 있도록 정의된 연산자일 수 있다. 다시 말해, f 는 M 개의 CCE들을 N 개($N < M$)의 PUCCH 자원들에 맵핑하도록 구성된 연산자일 수 있다. 여기서, M 과 N 은 양의 정수이다. 예를 들어, 모듈로 연산자가 다음과 같이 f 로서 활용되어, TM 종속적 DCI의 CCE를 새로운 PUCCH 자원 영역 내 일 PUCCH 자원으로 맵핑하는 데 사용될 수 있다.

[147] 수학식 9

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

[148] 수학식 10

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

[149] 수학식 9 및 수학식 10은 수학식 6 혹은 수학식 7의 특별한 형태이다. CCE 인덱스와 PUCCH 자원 인덱스를 연결하는 기존 수학식 5 및 수학식 6는, 예를 들어, 도 9(a)와 같이 M개의 CCE들을 M개의 PUCCH 자원들에 일대일로 매핑한다면, 수학식 9 및 수학식 10은, 예를 들어, 도 9(b)와 같이 M개의 CCE들을 M보다 작은 N개(도 9(b)의 경우, N=3)의 PUCCH 자원들에 매핑함으로써, 동적 PUCCH 자원이 과도하게 예약되는 것을 방지하는 한편, 복수의 PUCCH 자원 영역을 구성할 수 있다. 상기 복수의 PUCCH 자원 영역들 각각은 특정 UE 혹은 특정 UE-그룹 혹은 특정 TM에 할당될 수 있다.

[150] 새로운 전송 모드(예를 들어, CoMP 모드)로 구성된 UE는 수학식 7 혹은 수학식 8에 따라 PUCCH 자원을 결정하고, 기존 전송 모드로 구성된 UE는 수학식 5 및/또는 수학식 6에 따라 PUCCH 자원을 결정하도록 동작할 수 있다. 혹은, 풀백 모드가 아닌 전송 모드로 구성된 UE는 수학식 7 혹은 수학식 8에 따라 PUCCH 자원을 결정하고, 풀백 모드로 구성된 UE는 수학식 5 및/또는 수학식 6에 따라 PUCCH 자원을 결정하도록 동작할 수 있다.

[151] <CCE 인덱스에 따른 (기존 혹은 새로운) PUCCH 자원 선택>

[152] 한편, 동적 PUCCH 자원들이 용도에 따라서 사전에 여러 자원 영역들로 구분되어, DCI 포맷 또는 전송 모드, 또는 상위 계층 시그널링에 따라서 상기 자원 영역들 중 일 자원 영역이 선택되어 사용될 수 있다. 예를 들어, eNB는 두 종류의 PUCCH 자원 영역들(예, PUCCH 자원 영역 1 및 PUCCH 자원 영역 2)을 구성하여 UE에 사전에 시그널링하고, 상기 PUCCH 자원 영역 1 및 PUCCH 자원 영역 2 중 해당 PUCCH 전송 시점에 UE가 사용할 PUCCH 자원을 DL 그랜트를 위한 DCI 포맷의 CCE 인덱스를 이용하여 암묵적으로 상기 UE에게 시그널링할 수 있다. 즉, UE는 PUCCH 자원 영역 1 및 PUCCH 자원 영역 2를 준-정적으로 할당받고, 특정 PUCCH 전송 시점에 사용할 PUCCH 자원은 상기 특정 PUCCH 전송 시점과 연관된 PDCCH의 CCE 인덱스에 따라서 상기 PUCCH 자원 영역 1 혹은 상기 PUCCH 자원 영역 2에서 결정할 수 있다. 예를 들어, 홀수 CCE 인덱스는 PUCCH 자원 1에 연결되고 짝수 CCE 인덱스는 PUCCH 자원 2로 연결되는 것으로 사전에 정의되면, UE는 DL 그랜트를 복호하고 얻어진 CCE 인덱스의 홀수/짝수 여부에 따라서 PUCCH 자원 영역 1 및 PUCCH 자원 영역 2 중 어떤 PUCCH 자원 영역에서 PUCCH 자원을 선택할 것인지를 결정할 수 있다. 해당 PUCCH 자원 영역 내 어떤 개별 PUCCH 자원이 사용될 것인지 역시 CCE 인덱스에 의해 암묵적/동적으로 결정될 수 있다. CoMP와 관련된 PUCCH 자원이

PUCCH 자원 2에 할당된다고 가정하면, eNB는 CoMP UE의 DL 그랜트를 짝수 인덱스의 CCE에 맵핑함으로써 CoMP UE와 일반 UE가 동일한 PUCCH 자원을 이용하여 ACK/NACK을 전송하는 것을 방지할 수 있다. 다른 예로, CCE 인덱스 1~50은 PUCCH 자원 영역 1에 순서대로 링크되고, CCE 인덱스 51~100은 PUCCH 자원 영역 2에 링크되는 것도 가능하다. CoMP와 관련된 PUCCH 자원이 PUCCH 자원 영역 2에 할당된다고 가정하면, eNB는 CoMP UE의 DL 그랜트를 CCE 인덱스 51~100를 갖는 CCE들 중에서 하나 이상의 CCE에 맵핑함으로써 CoMP UE와 일반 UE가 동일한 PUCCH 자원을 이용하여 ACK/NACK을 전송하는 것을 방지할 수 있다. UE는 CCE 인덱스 51~100 중 어느 한 값을 n_{CCE} 로서 검출하면 PUCCH 자원 영역 2에서 PUCCH 자원을 선택하고 CCE 인덱스 1~50 중 어느 한 값을 n_{CCE} 로서 검출하면 PUCCH 자원 영역 1에서 PUCCH 자원을 선택하도록 구성될 수 있다.

[153] <집성 레벨 혹은 탐색 공간에 따른 (기존 혹은 새로운) PUCCH 자원 선택>

[154] CCE 집성 레벨에 따라서 PUCCH 자원 영역이 선택될 수도 있다. 즉, 특정 집성 레벨과 특정 CCE 인덱스가 연계되어 PUCCH 자원 영역이 결정될 수 있다. 예를 들어, eNB가 높은 집성 레벨(예, 집성 레벨 4 또는 8)에 해당하는 CCE들의 집성 상에서 DCI를 전송한다는 것은 하향링크 채널 상태가 좋지 않다는 것을 의미하므로, 높은 집성 레벨에서는 UE가 풀백 모드로 동작할 가능성이 높다. 따라서, 높은 집성 레벨(예를 들어, 집성 레벨 4 또는 8)에서는 기존 PUCCH 자원 링크지 규칙에 따라 기존 PUCCH 자원 영역에서 PUCCH 자원을 선택하고 낮은 집성 레벨(예를 들어, 집성 레벨 1 또는 2)에서는 본 발명에 따라 새로 도입된 PUCCH 자원 링크지 규칙에 따라 새로운 PUCCH 자원 영역에서 PUCCH 자원을 선택하도록 eNB 및 UE가 구성될 수 있다. 또 다른 예로, 높은 집성 레벨 4 혹은 8만을 사용하는 공통 탐색 공간(common search space, CSS) 내 PDCCH의 CCE는 기존 PUCCH 자원 영역 내 PUCCH 자원과 연결되고, 높은 집성 레벨 4 혹은 8만을 사용하는 CSS를 제외한 UE-특정 탐색 공간(UE-specific search space, USS) 내 PDCCH의 CCE는 새로운 PUCCH 자원 영역 내 PUCCH 자원과 연결되는 것으로 정의될 수도 있다. 또는, DCI 포맷의 특정 필드의 값에 의존해서 PUCCH 자원 영역 및 해당 PUCCH 자원 인덱스가 얻어질 수도 있다.

[155] 집성 레벨에 따른 탐색 공간의 중복으로 인하여, UE가 eNB가 전송한 집성 레벨이 아닌 다른 집성 레벨로 DCI가 전송되었다고 인식하는 상황이 발생할 수 있다. 예를 들어, 집성 레벨 1 혹은 2의 PDCCH는 새로운 PUCCH 자원에 링크되고 집성 레벨 4 혹은 8은 기존 PUCCH 자원에 링크된다고 가정하면, eNB가 집성 레벨 4로 DCI를 전송했음에도 불구하고, UE가 집성 레벨 2에서 DCI의 복호에 성공하는 경우가 발생할 수 있다. 이 경우, eNB는 기존 PUCCH 자원을 이용하여 UCI를 수신할 것을 기대하게 되는데, UE는 새로운 PUCCH 자원을 이용하여 UCI를 전송하므로, eNB가 UCI를 유효하게 수신할 수 없게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 기존 PUCCH 자원 영역에 링크될

PDCCH의 탐색 공간과 새로운 PUCCH 자원 영역에 링크될 PDCCH의 탐색 공간이 다르게 구성될 수 있다. 예를 들어, DCI를 나르는 PDCCH가 CSS에 위치할 때에는 기존의 PUCCH 링크지 규칙에 따르도록 하고 DCI를 나르는 PDCCH가 USS에 위치할 때에는 본 발명에 따라 새로이 도입된 PUCCH 링크지 규칙에 따르도록 eNB 및 UE를 구성할 수 있다. 다시 말해, CSS 내 DCI에 대해서는 폴백 동작을 위해 기존의 물리 셀 ID(physical cell ID, PCI) 관련 파라미터(들) 및 셀 특정적 PUCCH 자원 인덱스 오프셋 $N_{PUCCH}^{(0)}$ 등이 항상 적용되도록 eNB 및 UE가 구성될 수 있다. 또 다른 방법으로, UE가 어떤 집성 레벨에서 PDCCH의 복호에 성공하더라도 상기 UE로 하여금 그 외 가능한 나머지 집성 레벨(들)에 대해서도 모두 복호를 시도함으로써 정확한 집성 레벨을 확정하도록 하는 것도 가능하다. UE가 여러 집성 레벨에서 PDCCH의 복호에 성공하는 경우, 상기 UE는 높은 집성 레벨의 PDCCH를 통해 수신한 DCI를 유효한 DCI로서 확정할 수 있다. eNB가 낮은 집성 레벨로 PDCCH를 전송했는데 UE가 높은 집성 레벨로 PDCCH의 복호에 성공하는 경우는 없기 때문이다. 위 두 가지 방법 모두 UE로 하여금 정확한 집성 레벨을 확인할 수 있도록 함으로써 PUCCH 자원들의 충돌 혹은 CCE들의 충돌 문제를 해결하는 데 도움이 될 수 있다.

[156] 또는, 특정 안테나 포트, 레이어, 반송파에 따라서 명시적 혹은 암묵적으로 다른 PUCCH 자원에 연결되는 것도 가능하다.

[157] <상향링크에서 단일 DCI 포맷만으로 동작하는 경우>

[158] 상향링크 전송(예를 들어, PUSCH를 통한 신호 전송)의 경우, DCI 포맷 0만이 상기 상향링크 전송의 스케줄링에 이용되는 경우가 있을 수 있다. 이 경우, DCI 포맷 0가 UL CoMP, DL 셀과 다른 UL 셀로의 UL 전송과 같은 동작에 이용된다. DCI 포맷 0만이 PUSCH 전송에 이용되는 경우에는 전술한 본 발명에 따른 DCI 포맷에 기반한 기존 PUCCH 자원 혹은 새로운 PUCCH 자원 결정이 적용될 수 없다. 따라서, 이 경우에는 UE는 기존 PUCCH 자원을 사용할 것인지 아니면 새로운 PUCCH 자원을 사용할 것인지를 결정하기 위하여, DCI 포맷 0가 정상 동작에 관한 것인지 아니면 특별(special) 동작(예, 폴백 동작)에 관한 것인지를 알아낼 것이 요구된다. 이는 eNB가 UE가 알려줄 수 있다. 예를 들어, eNB는 UE가 정상 동작을 수행해야 하는 경우에는 DCI 포맷 0를 탐색 공간 A(예를 들어, USS) 혹은 CCE 인덱스 A 범위(range)에 위치시키거나 혹은 특정 집성 레벨(예, 집성 레벨 1 또는 2)만을 사용함으로써 상기 UE에게 해당 DCI 포맷 0가 정상 동작에 관한 것임을 알리고, UE가 특별 동작을 수행해야 하는 경우에는 DCI 포맷 0를 탐색 공간 B(예를 들어, CSS) 혹은 CCE 인덱스 B 범위에 위치시키거나 혹은 특정 집성 레벨(예, 집성 레벨 4 또는 8)만을 사용함으로써 상기 UE에게 해당 DCI 포맷 0가 특별 동작에 관한 것임을 알릴 수 있다.

[159] <상향링크에서 복수의 DCI 포맷으로 동작하는 경우>

[160] 한편, DCI 포맷 0이 폴백 DCI를 위한 DCI 포맷으로, DCI 포맷 4가 TM 종속적

DCI를 위한 DCI 포맷으로 사용되는 경우, UE는 DCI 포맷 0이 검출되면 PUCCH 자원 영역 1을 DCI 포맷 4가 검출되면 PUCCH 자원 영역 2를 사용하도록 구현될 수 있다.

- [161] DCI 포맷 4가 항상 USS에 위치한다면, DCI 포맷 0가 USS에 위치할 때 적용되는 모든 기술이 DCI 포맷 4에도 유사하게 혹은 동일하게 적용될 수 있다. 예를 들어, USS 내 DCI 포맷 0 및 DCI 포맷 4는 특정 필드 혹은 플래그를 제외하고는 동일하게 구성되어, CoMP와 관련된 동작을 이용한 PUSCH 전송을 스케줄링할 수 있다. eNB는 CoMP를 위해 사전에 RRC 파라미터들(예, 기본 시퀀스 인덱스(base sequence index, BSI) 결정을 위한 가상 셀 ID(예, $VCID^{BSI}$), 순환 천이 호핑(cyclic shift hopping, CSH) 패턴 초기화를 위한 또 다른 독립적인 가상 셀 ID(예, $VCID^{CSH}$ 등)의 세트를 다수 구성하고, UE로 하여금 상기 RRC 파라미터 세트들 중 특정 세트를 동적으로 선택하도록 할 수 있다. 이때, eNB는 DCI 포맷 0 및/또는 DCI 포맷 4에 n-비트(예, $n=1$)를 추가하여 UE에게 사전에 구성된 RRC 파라미터 세트들 중 특정 RRC 파라미터 세트를 사용하여 PUSCH DMRS 시퀀스를 생성하고 상기 PUSCH DMRS 시퀀스와 함께 PUSCH 전송을 수행하도록 상기 UE에게 동적으로 지시할 수 있다. 혹은, eNB는 다양한 명시적 방식(예를 들어, CIF(Carrier Indicator Field), CSI 요청 필드, 주파수 호핑 필드, RA(Resource Allocation) 필드, 순환 천이(CS)/직교 시퀀스(OCC) 필드 등을 이용한)에 의해 상기 RRC 파라미터 세트들 중 특정 RRC 파라미터 세트를 사용하여 PUSCH DMRS 시퀀스를 생성하고 상기 PUSCH DMRS 시퀀스와 함께 PUSCH 전송을 수행하도록 상기 UE에게 지시함으로써, 상기 RRC 파라미터 세트들 간의 동적 전환을 지시할 수 있다. 예를 들어, CoMP 모드에서 CSS 내 DCI에 대해서는 폴백 동작을 위해 기존의 물리 셀 ID(physical cell ID, PCI) 관련 파라미터(들) 및 셀 특정적 PUCCH 자원 인덱스 오프셋 $N_{PUCCH}^{(1)}$ 등이 항상 적용되도록 eNB 및 UE가 구성될 수 있다.
- [162] 한편, RRC 파라미터 세트들 간의 동적 전환/지시될 수 있는 모드 자체가 상위 계층(예, RRC) 시그널링에 의해 활성화 또는 비활성화되는 것도 가능하다. 예를 들어, 상기 상위 계층 시그널링에 의해 동적 전환/지시 모드가 비활성화된다면, 상기 RRC 파라미터 세트들 중 특정 RRC 파라미터 세트가 준-정적으로 구성될 수 있다. 즉, 상위 계층 시그널링에 의해 동적 전환/지시 모드가 비활성화되는 경우, DCI에 전송한 n-비트가 추가되지 않거나, 추가되더라도 무의미한 필드로 취급될 수 있다. 즉, RRC 파라미터 세트들 중 특정 RRC 파라미터 세트를 지시하는 n-비트는 동적 전환/지시 모드가 활성화될 때에 한해 유의미하게 취급될 수 있다.
- [163] 상위 계층 시그널링에 의해 동적 전환/지시 모드가 비활성화되면, CoMP 모드에 대해서도 사전에 정해진 규칙에 따라 특정 RRC 파라미터들(예, 기본 시퀀스 인덱스(base sequence index, BSI) 결정을 위한 가상 셀 ID(예, $VCID^{BSI}$), 순환 천이 호핑(cyclic shift hopping, CSH) 패턴 초기화를 위한 또 다른 독립적인

가상 셀 ID(예, $VCID^{CSH}$ 등)의 세트가 준-정적으로 구성될 수 있다. PUCCH의 경우는 특정 RRC 파라미터 세트 내에, PUCCH 시퀀스 생성을 위한 가상 셀 ID 뿐만 아니라 이와 연관된 파라미터(들)(예, Δ_{PUCCH}^{shift} , δ_{PUCCH}^{offset} , β_{PUCCH} , $N^{(1)}_{PUCCH}$ 등)이 포함될 수 있다. SRS 관련 파라미터 역시 특정 RRC 파라미터 세트 내에 포함될 수 있다. 예를 들어, SRS 시퀀스 생성을 위한 가상 셀 ID 뿐만 아니라 이와 연관된 파라미터들이 특정 RRC 파라미터 세트에 포함될 수 있다.

[164] 한편, PUSCH, PUCCH 혹은 SRS(이하, PUSCH/PUCCH/SRS)에 대하여, 복수의 RRC 파라미터 세트들 하나의 RRC 파라미터 세트만이 UE 특징적으로 구성된 경우, UE는 준-정적 모드인 것으로 간주하여 해당 RRC 파라미터 세트를 적용하여 PUSCH/PUCCH/SRS 전송을 수행하도록 구성될 수 있다.

PUSCH/PUCCH/SRS에 대하여, 복수의 RRC 파라미터 세트들이 UE 특징적으로 구성된 경우, UE는 상기 복수의 RRC 파라미터 세트들 간의 동적 전환을 수행해야 하는 것으로 간주하여 동작하도록 구성될 수 있다.

[165] <DL CoMP + UL CoMP 연관성 부여>

[166] CoMP 시나리오에서, 본 발명에 따른 PUCCH 자원 영역 1과 PUCCH 자원 영역 2는 서로 다른 셀 혹은 수신 포인트를 대상으로 구성된다. 상기 PUCCH 자원 영역 1과 PUCCH 자원 영역 2는 서로 다른 셀 ID를 기반으로 구성될 수도 있고 동일한 셀 ID 기반으로 구성되되 서로 다른 PUCCH 자원들을 포함하도록 구성될 수도 있다.

[167] 상기 PUCCH 자원 영역 1과 상기 PUCCH 자원 영역 2는 서로 다른 PUCCH 자원 인덱스 오프셋에 의해 물리적으로 충돌하는 자원이 발생하는 것이 방지될 수 있다. 전술한 본 발명의 실시예들 중 CoMP 모드가 구성되거나 지시될 경우, CoMP용 PUCCH 자원을 사용하도록 하자는 실시예는 PUCCH 전송에 CoMP를 적용할 수도 있다. 이하, CoMP 적용되는 PUCCH 전송을 PUCCH CoMP라고 칭한다. 특히, DL CoMP 동작과 맞물려 PUCCH CoMP가 자연스럽게 동작될 수 있도록 하기 위하여, 본 발명은 기존 CCE-to-AN 링크지에 의해 상호 링크되어 있는 CCE와 PUCCH 자원을 이용한 PUCCH 전송에는 CoMP를 적용하지 않되, DL CoMP를 위해 예약된 동적 PUCCH 자원을 사용한 PUCCH 전송에만 CoMP를 적용하는 실시예를 제안한다. 물론 PUCCH CoMP는 DL CoMP와는 독립적으로 동작할 수도 있지만 eNB로부터의 시그널링에 의해 DL CoMP와 연계되어 PUCCH CoMP가 활성화될 수도 있다. DL CoMP와 UL CoMP는 eNB로부터의 시그널링에 의해 다양한 조합으로 구성될 수도 있다. 예를 들어, 다음과 같은 조합이 가능하다.

[168] 1. DL CoMP (PDSCH) + UL CoMP (모든(all) PUCCH)

[169] 2. DL CoMP (PDSCH) + UL CoMP (오직(only) CoMP PUCCH)

[170] 3. DL CoMP (PDSCH) + UL CoMP (모든 PUCCH + PUSCH)

[171] 4. DL CoMP (PDSCH) + UL CoMP (오직 CoMP PUCCH + PUSCH)

[172] 여기서, "모든 PUCCH"은 기존 PUCCH 자원인지 아니면 CoMP용 PUCCH

자원인지에 관계없이 임의의 PUCCH 자원을 이용한 PUCCH가 PDSCH 전송 포인트와는 다른 포인트로 전송될 수 있음을 의미하며, "오직 CoMP PUCCH 자원"은 CoMP를 위해 구성된 PUCCH 자원만을 이용한 PUCCH가 PDSCH 전송 포인트와는 다른 포인트로의 PUCCH 전송에 사용될 수 있음을 의미한다.

- [173] PUCCH CoMP시 ACK/NACK들은 같은 RB에서 동일한/서로 다른 순환 천이(CS)/직교시퀀스(OCC)가 적용되어 PUCCH 상에서 전송되거나 다른 RB에서 동일한/서로 다른 CS/OCC가 적용되어 PUCCH 상에서 전송될 수 있다. 즉, PUCCH CoMP의 경우, 복수의 ACK/NACK들이 다음 중 하나의 형태로 일 PUCCH를 통해 전송될 수 있다.
- [174] 1. 동일한 PUCCH RB + 동일한 CS/OCC
- [175] 2. 동일한 PUCCH RB + 서로 다른 CS/OCC
- [176] 3. 서로 다른 PUCCH RB + 동일한 CS/OCC
- [177] 4. 서로 다른 PUCCH RB + 서로 다른 CS/OCC
- [178] 이들 중 2번 및 3번, 4번의 형태로 전송되는 PUCCH에는 PUCCH 자원 인덱스 오프셋에 의해 PUCCH 자원이 따로 관리되는 본 발명이 그대로 적용될 수 있다. 4번과 같이 복수의 ACK/NACK들이 확실하게 직교하는 PUCCH 자원들에 분리되어 맵핑되는 것이 좋다. 1번과 같이 동일한 RB에 동일한 CS/OCC를 사용하여 복수의 ACK/NACK들이 다중화되는 경우, 본 발명에 의한 PUCCH 자원 인덱스 오프셋에 의하더라도 ACK/NACK이 서로 구분되기 어렵다. 따라서, 1번의 경우, 공간 도메인(spatial domain)으로 확장해서 동일한 RB에서 ACK/NACK들을 전송한다고 하더라도 서로 다른 레이어를 통해 전송함으로써 전술한 본 발명에 따른 다수의 PUCCH 자원 예약 방식이 유효하게 적용될 수 있다.
- [179] <본 발명의 PUCCH/PUSCH CoMP(DPS)에의 적용 가능성>: 다른 셀 ID
- [180] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따라 동적(dynamic) PUCCH 자원을 결정하는 다른 예를 나타낸 것이다. 특히, 도 10은 상향링크 동적 포인트 선택(dynamic point selection, DPS)가 활성화된 경우의 PUCCH 자원 링크지/예약을 예시한 것이다.
- [181] 상향링크 DPS는 상향링크 전송의 타겟 수신 포인트를 수시로 변경하는 동작을 수반한다. 만약, 타겟 수신 포인트가 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, UE는 어떤 포인트로 PUCCH를 전송하느냐에 따라서 PUCCH 자원을 다르게 생성해야 할 필요가 있다. 따라서, UE는 PUCCH를 전송할 타겟 수신 포인트의 셀 ID에 따라 PUCCH 자원을 생성하도록 구성되어야 한다. 한편, 타겟 수신 포인트에 따라 경로 손실(path loss)가 달라지므로, 타겟 수신 포인트에 따라서 전력 제어 오프셋이 다르게 설정되는 것이 좋다. 따라서, 본 발명은 수신 포인트별로 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 채널의 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 종속적 DCI가 검출한 경우, CoMP용으로 예약된 PUCCH 자원에 적용하도록 구성될 수 있다. 도 10을 참조하면, CoMP용으로 예약된 PUCCH 자원은 한 셀의 입장에서는 기존의 동적 PUCCH 자원에 대한 PUCCH 자원 인덱스 오프셋(K 혹은 L)에 의해서 예약될 수 있으며, 더 나아가 UL DPS가 수행될 경우에는 다수의 타겟 수신 포인트별로 PUCCH 자원 인덱스 오프셋이 구성될 수 있다.

- [182] 도 10에서는 특정 셀(RX 포인트 1의 셀)의 동적 PUCCH 자원의 시작 위치를 나타내는 $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 을 기준으로 하여 계산되는 상대적인 위치를 나타내는 값이 본 발명에 따라 수신 포인트별로 구성된 동적 PUCCH 자원의 시작 위치를 나타내는 오프셋 값(K, L)으로 사용되는 경우가 예시되었다. 그러나, 특정 셀의 $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 을 기준으로 한 상대적인 값이 아니라 절대적인 시작 위치를 나타내는 값이 본 발명에 따라 별도로 구성된 동적 PUCCH 자원의 시작 위치를 나타내는 오프셋 값으로서 사용될 수도 있다.
- [183] <본 발명의 PUCCH/PUSCH CoMP(DPS)에의 적용 가능성>: 동일 셀 ID
- [184] 도 11은 본 발명이 적용될 수 있는 CoMP의 다른 예를 나타낸 것이다.
- [185] 수신(RX) 포인트가 다수이지만 eNB와 동일한 셀 ID를 갖는 RRH를 포함하는 DPS 세트가 구성될 수 있다. DPS 세트 내 모든 수신 포인트들이 동일한 셀 ID를 갖는 경우, PUCCH가 서로 다른 수신 포인트를 향해 전송된다고 상기 DPS 세트 내 모든 수신 포인트들이 동일한 PUCCH 자원들은 공유할 수 있다.
- [186] 다만, 수신 포인트에 따라 UE와의 거리가 달라짐에 따라 UL 전송 전력 레벨이 달라짐을 고려하여 비슷한 UL 전송 전력을 사용하는 PUCCH 자원들을 모아 수신 포인트별로 할당되는 것도 가능하다. 이 경우, 도 10에서와 같이, 수신 포인트별로 PUCCH 자원 영역이 구성될 수 있으며, 수신 포인트별 PUCCH 자원 영역은 PUCCH 자원 인덱스 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 수신 포인트가 타겟 포인트인지가 UE에게 지시될 수 있다. DCI 포맷에 의존해서 PUCCH 자원이 결정되는 본 발명의 제안이 여기에서도 적용될 수 있다. 예를 들어, 수신 포인트별로 DCI 포맷이 정의되거나 혹은 모든 수신 포인트들에 대해 동일한 길이의 DCI 포맷이 사용되지만 이를

실제로 복호하면 타겟 수신 포인트가 무엇인지를 지시하는 지시 필드가 존재하여, 이에 따라 PUCCH 자원 영역이 결정되는 것이 가능하다.

- [187] <다수의 PUCCH 자원 영역이 미리 구성되고 이들 중 하나가 동적으로 지시 (DCI 포맷 + CIF 조합)>
- [188] 3GPP LTE 시스템에서는 UE는 전송 모드에 따라서 최대 2개까지 DCI 포맷을 블라인드 복호하도록 구성된다. 이 경우, 상기 UE는 기본적으로 폴백 DCI 포맷(예, DCI 포맷 1A)와 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 셀 선택 파라미터(들)이 사전에 지정될 수 있다. 또한, UE가 PUSCH DMRS는 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 구성할 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 연결된 파라미터 세트를 사용되도록 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.

[189] 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.

[190] UE가 DL 셀 1에서 PDSCH를 수신하고 상기 DL 셀 1과 동일한 포인트인 UL 셀 1을 향해 상기 PDSCH에 대한 PUCCH를 전송하는 경우, 상기 UE는 상기 DL 셀 1의 CCE에 연결된 PUCCH 자원을 사용하여 상기 PUCCH를 전송할 수 있다. 즉, DL 전송 포인트와 동일한 UL 수신 포인트를 향해 PUCCH를 전송하는 UE는 기존의 PUCCH 자원을 이용하여 상기 PUCCH를 전송할 수 있다. 반면, DL 셀 1과 다른 셀인 UL 셀 #m(m은 1이 아닌 값)이 수신 포인트의 셀로서 지정되면, UE는 상기 UL 셀 #m용으로 사전에 예약된 PUCCH 자원을 사용하여 PUCCH를 전송하도록 구성될 수 있다. 여기서는 비록 PUCCH 자원을 예로 하였으나, 본 예에서 설명된 실시예는 다른 채널의 전송 파라미터 및 자원에도 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 수신 포인트(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.

[191] 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 파라미터 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.

- [192] 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 수신 포인트임을 알려주어야 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.
- [193] 전술한 본 실시예들은 CoMP 모드용 DCI 포맷뿐만 아니라, 다른 전송 모드의 DCI 포맷에도 적용될 수 있다. 예를 들어, 풀백 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 풀백 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.
- [194] 도 12는 본 발명을 수행하는 전송장치(10) 및 수신장치(20)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.
- [195] 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.
- [196] 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.
- [197] 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.

- [198] 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_t 개(N_t 는 1보다 이상의 양의 정수)의 전송 안테나를 포함할 수 있다.
- [199] 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_r 개의 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.
- [200] 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 포트에 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.

[201] 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.

[202] 본 발명의 실시예들에 따라, eNB 프로세서는 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 및 PUSCH를 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어하며, eNB 프로세서는 PUCCH 및 PUSCH를 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 하나가 DL 신호를 UE에게 전송하고 상기 CoMP에 참여하는 포인트들 중 하나가 UL 신호를 상기 UE로부터 수신한 경우, 동일한 eNB가 상기 DL 신호를 전송하고 상기 UL 신호를 수신한다고 표현하여 본 발명의 실시예들을 설명한다. 예를 들어, 동적 PUCCH 자원들에 관한 PUCCH 자원 인덱스 오프셋을 전송하는 eNB와 상기 PUCCH 자원 인덱스 오프셋을 기반으로 한 PUCCH 자원을 이용하여 UCI를 수신하는 eNB가 다른 경우에도 이하의 설명에서는 동일한 eNB가 본 발명에 따른 하향링크 신호 및 상향링크 신호를 전송한다는 식으로 본 발명의 실시예들을 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시예들은 DL 신호를 전송하는 eNB와 UL 신호를 수신하는 eNB가 다른 경우에도 적용될 수 있다.

[203] eNB 프로세서는 UE에게 전송 모드를 지시하는 정보를 전송하도록 상기 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 또한, 상기 eNB 프로세서는 복수의 PUCCH 자원

영역들을 구성할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 상기 복수의 PUCCH 자원 영역들 각각의 위치를 특정할 수 있는 위치 정보(예를 들어, 시작 PUCCH 자원 인덱스)를 UE에게 전송하도록 상기 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 예를 들어, 상기 eNB 프로세서는 셀 특정적 PUCCH 자원 인덱스 오프셋인 $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 외에 상기 전송 모드를 위한 하나 이상의 PUCCH 자원 인덱스 오프셋(들)을 상기 UE에게 전송하도록 상기 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 각 PUCCH 자원 인덱스 오프셋은 하나의 셀에 대응될 수 있다.

- [204] UE RF 유닛은 상기 eNB로부터의 하향링크 신호를 수신하고 UE 프로세서에 전달한다. 상기 UE 프로세서는 DCI의 수신을 위하여 서브프레임 내 CSS 및/또는 USS에서 PDCCH의 복호를 시도한다. 상기 UE 프로세서는 CSS 및/또는 USS 내 PDCCH 상에서 수신된 하향링크 신호를 상기 전송 모드에 따른 DCI 포맷(이하, DCI 포맷 X) 및/또는 풀백 DCI 포맷으로 복호함으로써 상기 eNB가 상기 UE에게 전송한 DCI를 검출/수신할 수 있다. 상기 DCI가 DCI 포맷 X에 의해 성공적으로 복호되면 상기 UE 프로세서는 상기 전송 모드로 동작하고 상기 DCI가 풀백 DCI 포맷에 의해 성공적으로 복호되면 상기 UE 프로세서는 풀백 모드로 동작할 수 있다. 상기 DCI가 하향링크 그랜트를 위한 DCI인 경우, 상기 UE 프로세서는 상기 하향링크 그랜트에 따라 PDSCH를 통해 하향링크 데이터를 수신하도록 상기 UE RF 유닛을 제어한다. 상기 UE 프로세서는 상기 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK 정보를 생성하고, 상기 ACK/NACK 정보를 전송하도록 상기 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 DCI 포맷 X로 DCI의 복호에 성공한 경우(즉, DCI 포맷 X의 DCI를 검출한 경우)에는 상기 DCI 포맷 X를 위해 구성된 PUCCH 자원 영역 내 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 전송하도록 상기 UE RF 유닛을 제어하고 풀백 DCI 포맷으로 DCI의 복호에 성공한 경우(즉, 풀백 DCI 포맷의 DCI를 검출한 경우)에는 상기 풀백 DCI 포맷을 위해 구성된 PUCCH 자원 영역 내 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 전송하도록 상기 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 풀백 DCI 포맷을 위한 PUCCH 자원 영역은 기존의 동적 PUCCH 자원 영역일 수 있으며, $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 에 의해 그 시작 위치가 정해질 수 있다. PUCCH 자원 영역에 포함된 PUCCH 자원들 중 어떤 PUCCH 자원이 사용될 것인가는 상기 DCI를 나르는 PDCCH 내 (첫 번째) CCE의 인덱스(n_{CCE})를 기반으로 결정될 수 있다. 예를 들어, 상기 UE 프로세서는 풀백 DCI 포맷에 의한 PDSCH에 대한 ACK/NACK 정보를 위한 PUCCH 자원은 수학적식 5 및/또는 수학적식 6에 따라 결정할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 DCI 포맷 X에 의한 PDSCH에 대한 ACK/NACK 정보를 위한 PUCCH 자원을 n_{CCE} 를 기반으로 상기 DCI 포맷 X를 위한, 즉, 상기 전송 모드를 위해 구성된 PUCCH 자원들 중에서 결정할 수 있다. 예를 들어, 상기 UE 프로세서는 DCI 포맷 X에 의한 PDSCH에 대한 ACK/NACK 정보를 위한 PUCCH 자원은 수학적식 7 내지 10 중 어느 하나에 따라 결정할 수 있다.

- [205] 한편, 상기 DCI 포맷이 검출되면 UE 프로세서는 사전에 지정된 동작을

수행하도록 UE RF 유닛 및/또는 UE 메모리를 제어할 수 있다. UE RF 유닛이 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 셀 선택 파라미터(들)이 사전에 지정될 수 있다. 또한, UE 프로세서가 PUSCH DMRS는 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 eNB 프로세서에 의해 사전에 구성되고, 상기 구성된 파라미터 세트에 관한 정보가 eNB RF 유닛에 의해 UE에게 전송될 수 있다. UE 프로세서는 DCI 포맷에 따라서 상기 지정된 파라미터 세트를 사용하도록 구성할 수 있다. eNB 프로세서는 사전에 다수 개의 파라미터 세트들을 구성하고, 상기 구성된 파라미터 세트들에 관한 정보를 상위 계층 신호를 구성할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 상기 상위 계층 신호를 전송하도록 상기 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 UE RF 유닛은 상기 계층 신호를 수신하여 상기 UE 프로세서에 전달할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 상기 다수 개의 파라미터 세트들 중 하나 또는 일부를 선택하여 UL 전송에 사용할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 특정 DCI가 검출되면 상기 특정 DCI에 연결된 특정 파라미터 세트를 사용하도록 구성될 수 있다. 만약 복수의 파라미터 세트들에 대한 DCI 포맷이 하나이면, UE 프로세서는 상기 DCI 포맷에 포함된 추가적인 정보를 이용하여, 상기 복수의 파라미터 세트들 중 하나를 선택하도록 구성될 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 특정 DCI 포맷을 위해 상기 eNB가 예약한 파라미터 세트들 중에서 상기 UE가 실제 전송에 사용하기를 원하는 파라미터 세트에 관한 정보를 PDCCH를 통해서 상기 UE에게 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 예를 들어, 상기 eNB 프로세서는 CIF를 복수의 파라미터 세트들 중 일 파라미터 세트를 지시하는 용도로 사용할 수 있다.

[206] 한편, DCI와는 별도의 지시 신호가 예약된 자원들 혹은 파라미터들 중 어느 것이 사용될 것인지를 지시하는 데 사용될 수도 있다. 예를 들어, eNB 프로세서는 DCI 포맷 X를 UE에게 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어하고, 그 중에 어느 자원 및 파라미터를 사용해야 하는지는 별도의 지시 신호를 상기 UE에게 전송하도록 상기 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. UE 프로세서는 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.

[207] UE RF 유닛이 DL 셀 1에서 PDSCH를 수신하고 상기 DL 셀 1과 동일한 포인트인 UL 셀 1을 향해 상기 PDSCH에 대한 PUCCH를 전송하는 경우, 상기 UE 프로세서는 상기 DL 셀 1의 CCE에 연결된 PUCCH 자원을 사용하여 상기 PUCCH를 통해 UCI(예, ACK/NACK 정보)를 전송하도록 상기 UE RF 유닛을

제어할 수 있다. 반면, DL 셀 1과 다른 셀인 UL 셀 #m(m은 1이 아닌 값)이 수신 포인트의 셀로서 지정되면, UE 프로세서는 상기 UL 셀 #m용으로 사전에 예약된 PUCCH 자원을 사용하여 PUCCH를 통해 UCI를 전송하도록 상기 UE RF 유닛을 제어할 수 있다.

[208] 한편, eNB 프로세서는 동적 PUCCH 자원들을 용도에 따라서 사전에 여러 PUCCH 자원 영역들로 구분하여 구성할 수 있다. 예를 들어, DCI 포맷 또는 전송 모드, 또는 상위 계층 시그널링에 따라서 상기 여러 PUCCH 자원 영역들 중 일 PUCCH 자원 영역이 선택되어 사용될 수 있다. 예를 들어, 전체 CCE 인덱스들 중 일정 CCE 인덱스들의 모음은 PUCCH 자원 영역 1에 연결되고 나머지 CCE 인덱스들의 모음은 PUCCH 자원 영역 2로 연결되는 것으로 사전에 정의될 수 있다. UE 프로세서는 DL 그랜트를 복호하고 얻어진 CCE 인덱스가 어떤 CCE 모음에 속하느냐에 따라서 PUCCH 자원 영역 1 및 PUCCH 자원 영역 2 중 어떤 PUCCH 자원 영역에서 PUCCH 자원을 선택할 것인지를 결정할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 해당 PUCCH 자원 영역 내 어떤 개별 PUCCH 자원이 사용될 것인지 역시 CCE 인덱스를 기반으로 암묵적/동적으로 결정할 수 있다. eNB 프로세서는 CoMP UE의 DL 그랜트와 일반 UE의 DL 그랜트를 서로 다른 PUCCH 자원 영역에 링크되는 CCE들에 할당함으로써, CoMP UE의 DL 그랜트에 대한 ACK/NACK과 일반 UE의 DL 그랜트에 대한 ACK/NACK이 동일한 PUCCH 자원을 이용하는 전송되는 것을 방지할 수 있다.

[209] CCE 집성 레벨에 따라서 PUCCH 자원 영역이 선택될 수도 있다. 즉, 특정 집성 레벨과 특정 CCE 인덱스가 연계되어 PUCCH 자원 영역이 결정될 수 있다. 예를 들어, UE 프로세서는 높은 집성 레벨(예를 들어, 집성 레벨 4 또는 8)에서 검출한 DCI에 대해서는 기존 PUCCH 자원 링크지 규칙에 따라 기존 PUCCH 자원 영역에서 PUCCH 자원을 선택하고 낮은 집성 레벨(예를 들어, 집성 레벨 1 또는 2)에서 검출한 DCI에 대해서는 본 발명에 따라 새로 도입된 PUCCH 자원 링크지 규칙에 따라 새로운 PUCCH 자원 영역에서 PUCCH 자원을 선택할 수 있다. 또 다른 예로, UE 프로세서는 높은 집성 레벨 4 혹은 8만을 사용하는 공통 탐색 공간(common search space, CSS) 내 PDCCH의 CCE는 기존 PUCCH 자원 영역 내 PUCCH 자원의 결정에 사용하고, 높은 집성 레벨 4 혹은 8만을 사용하는 CSS를 제외한 UE-특정 탐색 공간(UE-specific search space, USS) 내 PDCCH의 CCE는 새로운 PUCCH 자원 영역 내 PUCCH 자원의 결정에 사용할 수 있다. 또는, 상기 UE 프로세서는 DCI 포맷의 특정 필드의 값에 의존해서 PUCCH 자원 영역 및 해당 PUCCH 자원 인덱스가 획득할 수도 있다.

[210] 집성 레벨에 따른 탐색 공간의 중복으로 인하여, UE가 eNB가 전송한 집성 레벨이 아닌 다른 집성 레벨로 DCI가 전송되었다고 인식하는 상황을 방지하기 위하여, eNB 프로세서는 기존 PUCCH 자원 영역에 링크될 PDCCH의 탐색 공간과 새로운 PUCCH 자원 영역에 링크될 PDCCH의 탐색 공간이 다르게 구성할 수 있다. 예를 들어, UE 프로세서는 DCI를 나르는 PDCCH가 CSS에

위치할 때는 기존의 PUCCH 링크지 규칙에 따라 PUCCH 자원을 결정하고, DCI를 나르는 PDCCH가 USS에 위치할 때는 본 발명에 따라 새로이 도입된 PUCCH 링크지 규칙에 따라 새로운 PUCCH 자원들 중에서 PUCCH 자원을 결정할 수 있다. 예를 들어, UE 프로세서는 CSS 내 DCI에 대해서는 폴백 동작을 위해 기존의 물리 셀 ID(physical cell ID, PCI) 관련 파라미터(들) 및 셀 특정적 PUCCH 자원 인덱스 오프셋 $N_{PUCCH}^{(1)}$ 등이 항상 적용하여 PUCCH 자원을 결정할 수 있다. 또 다른 방법으로, UE 프로세서는 어떤 집성 레벨에서 PDCCH의 복호에 성공하더라도 상기 UE로 하여금 그 외 가능한 나머지 집성 레벨(들)에 대해서도 모두 복호를 시도함으로써 정확한 집성 레벨을 확정하도록 구성될 수 있다.

[211] DCI 포맷 0만이 상향링크 전송의 스케줄링에 이용되는 경우, eNB 프로세서는 해당 UE가 기존 PUCCH 자원을 사용해야 하는지 아니면 새로운 PUCCH 자원을 사용해야 하는지에 관한 정보를 상기 UE에게 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 예를 들어, eNB 프로세서는 UE가 정상 동작을 수행해야 하는 경우에는 DCI 포맷 0를 탐색 공간 A(예를 들어, USS) 혹은 CCE 인덱스 A 범위(range)에 위치시키거나 혹은 특정 집성 레벨(예, 집성 레벨 1 또는 2)만을 사용함으로써 상기 UE에게 해당 DCI 포맷 0가 정상 동작에 관한 것임을 알리고, UE가 특별 동작을 수행해야 하는 경우에는 DCI 포맷 0을 탐색 공간 B(예를 들어, CSS) 혹은 CCE 인덱스 B 범위에 위치시키거나 혹은 특정 집성 레벨(예, 집성 레벨 4 또는 8)만을 사용함으로써 상기 UE에게 해당 DCI 포맷 0가 특별 동작에 관한 것임을 알릴 수 있다.

[212] 한편, DCI 포맷 0이 폴백 DCI를 위한 DCI 포맷으로, DCI 포맷 4가 TM 종속적 DCI를 위한 DCI 포맷으로 사용되는 경우, UE 프로세서는 DCI 포맷 0이 검출되면 PUCCH 자원 영역 1 내 PUCCH 자원을 사용하여 UCI를 전송하도록 UE RF 유닛을 제어하고, DCI 포맷 4가 검출되면 PUCCH 자원 영역 2 내 PUCCH 자원을 사용하여 UCI를 전송하도록 상기 UE RF 유닛을 제어할 수 있다.

[213] eNB 프로세서는 CoMP를 위해 사전에 RRC 파라미터들(예, 기본 시퀀스 인덱스(base sequence index, BSI) 결정을 위한 가상 셀 ID(예, $VCID^{BSI}$), 순환 천이 호핑(cyclic shift hopping, CSH) 패턴 초기화를 위한 또 다른 독립적인 가상 셀 ID(예, $VCID^{CSH}$ 등)의 세트를 다수 구성하고, 구성된 다수의 파라미터 세트들을 알려주는 정보를 UE에게 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. eNB 프로세서는 상기 RRC 파라미터 세트들 중 특정 RRC 파라미터 세트를 지시하기 위하여, USS 내 DCI 포맷 0 및/또는 혹은 USS 내 DCI 포맷 4에 n-비트(예, n=1)를 추가할 수 있다. 이 외에도 eNB 프로세서는 다양한 명시적 신호(예를 들어, CIF(Carrier Indicator Field), CSI 요청 필드, 주파수 호핑 필드, RA(Resource Allocation) 필드, 순환 천이(CS)/직교 시퀀스(OCC) 필드)를 UE에게 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. UE 프로세서는 eNB로부터 수신한 상기 n-비트 혹은 상기 명시적 신호를 기반으로 복수의 파라미터 세트들 중 상향링크 전송에 사용할 특정 파라미터 세트를 결정할 수 있다. UE 프로세서는 상기 특정

파라미터 세트를 사용하여 PUSCH DMRS 시퀀스를 생성하고, 상기 PUSCH DMRS 시퀀스와 함께 PUSCH를 전송하도록 UE RF 유닛을 제어할 수 있다..

- [214] 한편, eNB 프로세서는 상기 복수의 RRC 파라미터 세트들 간의 동적 전환/지시 모드 자체를 상위 계층(예, RRC) 시그널링에 의해 활성화/비활성화할 수도 있다. 상위 계층 시그널링에 의해 동적 전환/지시 모드가 비활성화되면, CoMP 모드에 대해서도 사전에 정해진 규칙에 따라 특정 RRC 파라미터들(예, 기본 시퀀스 인덱스(base sequence index, BSI) 결정을 위한 가상 셀 ID(예, $VCID^{BSI}$), 순환 천이 호핑(cyclic shift hopping, CSH) 패턴 초기화를 위한 또 다른 독립적인 가상 셀 ID(예, $VCID^{CSH}$ 등)의 세트가 준-정적으로 구성될 수 있다.
- [215] 한편, 본 발명의 실시예들에 따라 구성되는 복수의 PUCCH 자원 영역들은 PUCCH 자원 인덱스 오프셋들에 의해 상호 구분될 수 있으나, eNB가 실제 PUCCH 자원 인덱스 오프셋들이 어떻게 구성하느냐에 따라서 이들 PUCCH 자원 영역들은 서로 겹칠 수도 있고 완전히 배타적으로 구성될 수도 있다. 또한, 도 3의 제어 영역이 아닌 데이터 영역 내에 PDCCH 배치되는 것이 고려되고 있는데, 이와 같이 데이터 영역에서 전송/수신되는 PDCCH를 특히 e-PDCCH라고 한다. 본 발명은 데이터 영역에서 전송/수신되는 e-PDCCH를 위한 PUCCH 자원 영역을 제어 영역에서 전송/수신되는 PDCCH를 위한 동적 PUCCH 자원 영역과는 별도로 구성할 때도 적용될 수 있다. e-PDCCH를 위한 PUCCH 자원 영역은 UE-특정적으로 구성될 수도 있다.
- [216] 본 발명에 의하면, 하향링크 신호를 전송하는 셀과 상향링크 신호를 수신하는 셀이 다를 때 PUCCH 자원들이 충돌할 위험이 방지될 수 있다. 이에 따라, PUCCH 자원이 효율적으로 운용될 수 있다.
- [217] 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 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 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

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

청구범위

- [청구항 1] 무선 통신 시스템에서 사용자기기가 기지국으로 상향링크 신호를 전송함에 있어서,
PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 상기 기지국으로부터 하향링크 제어 정보를 수신하고;
상기 하향링크 제어 정보와 연관된 ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를 상기 기지국으로 전송하되,
상기 하향링크 제어 정보의 포맷이 상기 사용자기기의 전송 모드에 따른 제1 포맷인 경우, 수학식 1을 기반으로 결정된 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 전송하고,
[수학식 1]

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = f(n_{\text{CCE}}, N^{(1)}_{\text{PUCCH}}, X),$$
여기서, $n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 는 PUCCH 자원 인덱스이고, $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 상기 기지국으로부터 수신하는 값이고, n_{CCE} 는 상기 PDCCH 내 첫 번째 CCE(Control Channel Element) 인덱스이고, X 는 상기 n_{CCE} 및 상기 $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 가 아닌 다른 파라미터이고, f 는 상기 n_{CCE} , 상기 $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 및 상기 X 를 인수로 갖는 함수인,
상향링크 신호 전송 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 기지국으로부터 상기 X 에 대응하는 값을 더 수신하는,
상향링크 신호 전송 방법.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 X 는 상기 제1 포맷을 위해 구성된 PUCCH 자원들 중 시작 PUCCH 자원의 인덱스에 대응하는,
상향링크 신호 전송 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 기지국으로부터 상기 전송 모드를 지시하는 정보를 더 수신하는,
상향링크 신호 전송 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 하향링크 제어 정보의 포맷이 상기 제1 포맷이 아닌 제2 포맷인 경우, 수학식 2를 기반으로 결정된 PUCCH 자원 및 수학식 3을 기반으로 결정된 PUCCH 자원 중 적어도 하나를 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 전송하는,
[수학식 2]

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = n_{\text{CCE}} + N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$$

[수학식 3]

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = n_{\text{CCE}} + 1 + N^{(1)}_{\text{PUCCH}},$$

상향링크 신호 전송 방법.

[청구항 6]

제1항에 있어서,

상기 f 는 M (양의 정수)개의 CCE들을 M 보다 작은 N (양의 정수)개의 PUCCH 자원들에 맵핑하는 함수인,

상향링크 신호 전송 방법.

[청구항 7]

무선 통신 시스템에서 사용자기가 기지국으로 상향링크 신호를 전송함에 있어서,

신호를 전송/수신하도록 구성된 무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛; 및

상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 상기 기지국으로부터 하향링크 제어 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하고, 상기 하향링크 제어 정보와 연관된

ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를 상기

기지국으로 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하되,

상기 프로세서는 상기 하향링크 제어 정보의 포맷이 상기

사용자기의 전송 모드에 따른 제1 포맷인 경우, 수학식 1을

기반으로 결정된 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원을

이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 전송하도록 상기 RF 유닛을

제어하고

[수학식 1]

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = f(n_{\text{CCE}}, N^{(1)}_{\text{PUCCH}}, X),$$

여기서, $n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 는 PUCCH 자원 인덱스이고, $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 상기

기지국으로부터 수신하는 값이고, n_{CCE} 는 상기 PDCCH 내 첫 번째

CCE(Control Channel Element) 인덱스이고, X 는 상기 n_{CCE} 및 상기

$N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 가 아닌 다른 파라미터이고, f 는 상기 n_{CCE} , 상기 $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 및

상기 X 를 인수로 갖는 함수인,

사용자기.

[청구항 8]

제7항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 기지국으로부터 상기 X 에 대응하는 값을 더 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하는,

사용자기.

[청구항 9]

제8항에 있어서,

상기 X 는 상기 제1 포맷을 위해 구성된 PUCCH 자원들 중 시작 PUCCH 자원의 인덱스에 대응하는,

- 사용자기기.
- [청구항 10] 제7항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 기지국으로부터 상기 전송 모드를 지시하는 정보를 더 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하는,
사용자기기.
- [청구항 11] 제7항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 하향링크 제어 정보의 포맷이 상기 제1 포맷이 아닌 제2 포맷인 경우, 수학적식 2를 기반으로 결정된 PUCCH 자원 및 수학적식 3을 기반으로 결정된 PUCCH 자원 중 적어도 하나를 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하는
[수학적식 2]

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = n_{\text{CCE}} + N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$$
[수학적식 3]

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = n_{\text{CCE}} + 1 + N^{(1)}_{\text{PUCCH}},$$
사용자기기.
- [청구항 12] 제7항에 있어서,
상기 f는 M(양의 정수)개의 CCE들을 M보다 작은 N(양의 정수)개의 PUCCH 자원들에 맵핑하는 함수인,
사용자기기.
- [청구항 13] 무선 통신 시스템에서 기지국이 사용자기기로부터 상향링크 신호를 수신함에 있어서,
PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 상기 사용자기기에 하향링크 제어 정보를 전송하고;
상기 하향링크 제어 정보와 연관된 ACK/NACK(ACKnowledgment/Negative ACK) 정보를 상기 사용자기기로부터 수신하되,
상기 하향링크 제어 정보의 포맷이 상기 사용자기기의 전송 모드에 따른 제1 포맷인 경우, 수학적식 1을 기반으로 결정된 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 수신하고,
[수학적식 1]

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = f(n_{\text{CCE}}, N^{(1)}_{\text{PUCCH}}, X),$$
여기서, $n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 는 PUCCH 자원 인덱스이고, $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 상기 기지국으로부터 수신하는 값이고, n_{CCE} 는 상기 PDCCH 내 첫 번째 CCE(Control Channel Element) 인덱스이고, X는 상기 n_{CCE} 및 상기 $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 가 아닌 다른 파라미터이고, f는 상기 n_{CCE} , 상기 $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 및 상기 X를 인수로 갖는 함수인,

상향링크 신호 수신 방법.

[청구항 14] 무선 통신 시스템에서 기지국이 사용자기기로부터 상향링크 신호를 수신함에 있어서,
신호를 전송/수신하도록 구성된 무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛; 및
상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하며,
상기 프로세서는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 상기 사용자기기에 하향링크 제어 정보를 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 상기 하향링크 제어 정보의 포맷이 상기 사용자기기의 전송 모드에 따른 제1 포맷인 경우, 수학식 1을 기반으로 결정된 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하고

[수학식 1]

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = f(n_{\text{CCE}}, N^{(1)}_{\text{PUCCH}}, X),$$

여기서, $n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 는 PUCCH 자원 인덱스이고, $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 상기 기지국으로부터 수신하는 값이고, n_{CCE} 는 상기 PDCCH 내 첫 번째 CCE(Control Channel Element) 인덱스이고, X 는 상기 n_{CCE} 및 상기 $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 가 아닌 다른 파라미터이고, f 는 상기 n_{CCE} , 상기 $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 및 상기 X 를 인수로 갖는 함수인,
기지국.

[청구항 15] 무선 통신 시스템에서 사용자기기가 기지국으로 상향링크 신호를 전송함에 있어서,
상기 기지국으로부터 복수의 파라미터 세트들을 포함하는 상위 계층 신호를 수신하고;
상기 기지국으로부터 상기 복수의 파라미터 세트들 중 특정 파라미터 세트를 지시하는 정보를 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 통해 수신하며,
상기 특정 파라미터 세트 내 파라미터를 이용하여 생성된 상기 상향링크 신호를 상기 기지국에 전송하는,
상향링크 신호 전송 방법.

[청구항 16] 제15항에 있어서,
상기 복수의 파라미터 세트들 각각은 기본 시퀀스 인덱스의 결정을 위한 셀 식별자, 순환 천이 호핑 패턴의 초기화를 위한 셀 식별자, PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원 인덱스

- 오프셋 중 적어도 하나를 포함하는,
상향링크 신호 전송 방법.
- [청구항 17] 제15항에 있어서,
상기 특정 파라미터 세트를 지시하는 정보는 DCI 포맷에 추가된
n-비트(n은 양의 정수)에 해당하는,
상향링크 신호 전송 방법.
- [청구항 18] 제15항에 있어서,
상기 기지국으로부터 상기 복수의 파라미터 세트들에 대한 활성화
혹은 비활성화를 나타내는 정보를 수신하되,
상기 복수의 파라미터 세트들에 대한 비활성화를 나타내는 정보를
수신하면, 기정의된 파라미터 세트를 사용하는,
상향링크 신호 전송 방법.
- [청구항 19] 무선 통신 시스템에서 사용자기가 기지국으로 상향링크 신호를
전송함에 있어서,
신호를 전송/수신하도록 구성된 무선 주파수(radio frequency, RF)
유닛; 및
상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하며,
상기 프로세서는 상기 기지국으로부터 복수의 파라미터 세트들을
포함하는 상위 계층 신호를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하고,
상기 기지국으로부터 상기 복수의 파라미터 세트들 중 특정
파라미터 세트를 지시하는 정보를 PDSCH(Physical Downlink
Shared Channel)를 통해 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하며,
상기 특정 파라미터 세트 내 파라미터를 이용하여 생성된 상기
상향링크 신호를 상기 기지국에 전송하도록 상기 RF 유닛을
제어하는,
사용자기기.
- [청구항 20] 제19항에 있어서,
상기 복수의 파라미터 세트들 각각은 기본 시퀀스 인덱스의
결정을 위한 셀 식별자, 순환 천이 호핑 패턴의 초기화를 위한 셀
식별자, PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원 인덱스
오프셋 중 적어도 하나를 포함하는,
사용자기기.
- [청구항 21] 제19항에 있어서,
상기 특정 파라미터 세트를 지시하는 정보는 DCI 포맷에 추가된
n-비트(n은 양의 정수)에 해당하는,
사용자기기.
- [청구항 22] 제19항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 기지국으로부터 상기 복수의 파라미터

세트들에 대한 활성화 혹은 비활성화를 나타내는 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하되,
 상기 복수의 파라미터 세트들에 대한 비활성화를 나타내는 정보를 수신하면, 기정의된 파라미터 세트를 이용하여 상기 상향링크 신호를 생성하는,
 사용자기기.

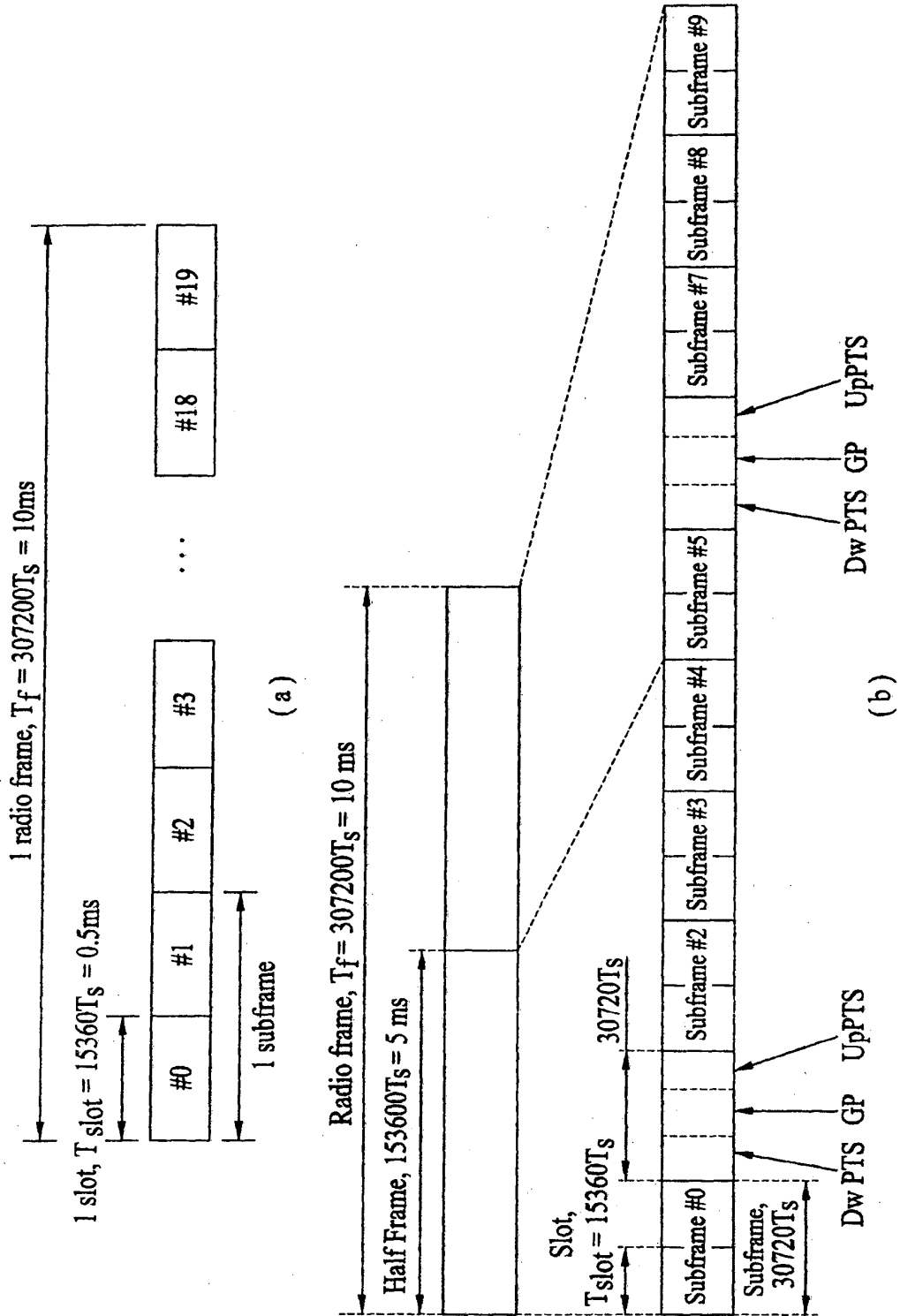
[청구항 23]

무선 통신 시스템에서 기지국이 사용자기기로부터 상향링크 신호를 전송함에 있어서,
 상기 사용자기기에 복수의 파라미터 세트들을 포함하는 상위 계층 신호를 전송하고;
 상기 사용자기기에 상기 복수의 파라미터 세트들 중 특정 파라미터 세트를 지시하는 정보를 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 통해 전송하며,
 상기 사용자기기로부터 상기 특정 파라미터 세트 내 파라미터를 이용하여 생성된 상기 상향링크 신호를 수신하는,
 상향링크 신호 수신방법.

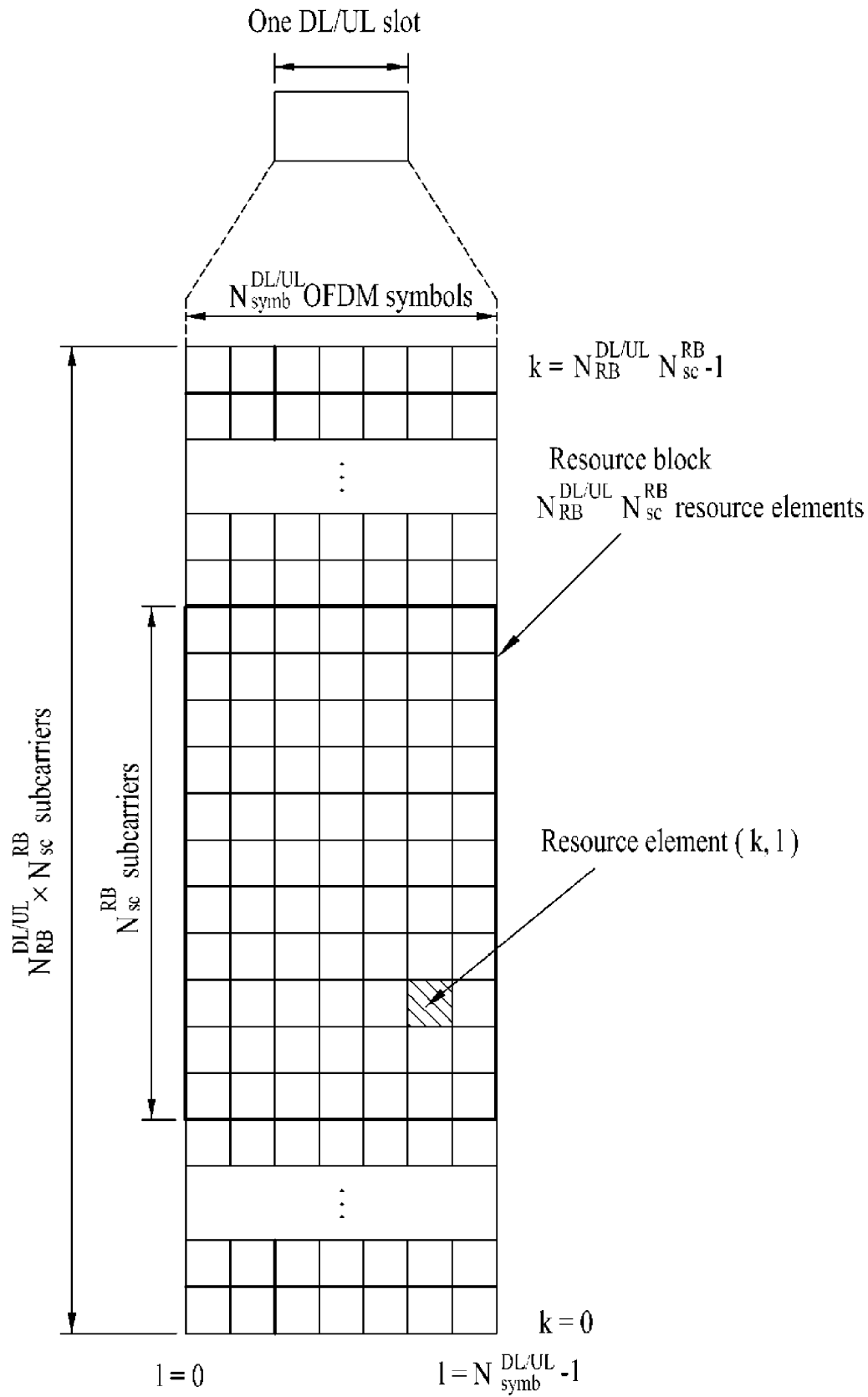
[청구항 24]

무선 통신 시스템에서 기지국이 사용자기기로부터 상향링크 신호를 전송함에 있어서,
 신호를 전송/수신하도록 구성된 무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛; 및
 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하며,
 상기 프로세서는 상기 사용자기기에 복수의 파라미터 세트들을 포함하는 상위 계층 신호를 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하고,
 상기 사용자기기에 상기 복수의 파라미터 세트들 중 특정 파라미터 세트를 지시하는 정보를 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 통해 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하며,
 상기 사용자기기로부터 상기 특정 파라미터 세트 내 파라미터를 이용하여 생성된 상기 상향링크 신호를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하는,
 기지국.

FIG. 1



[Fig. 2]



[Fig. 3]

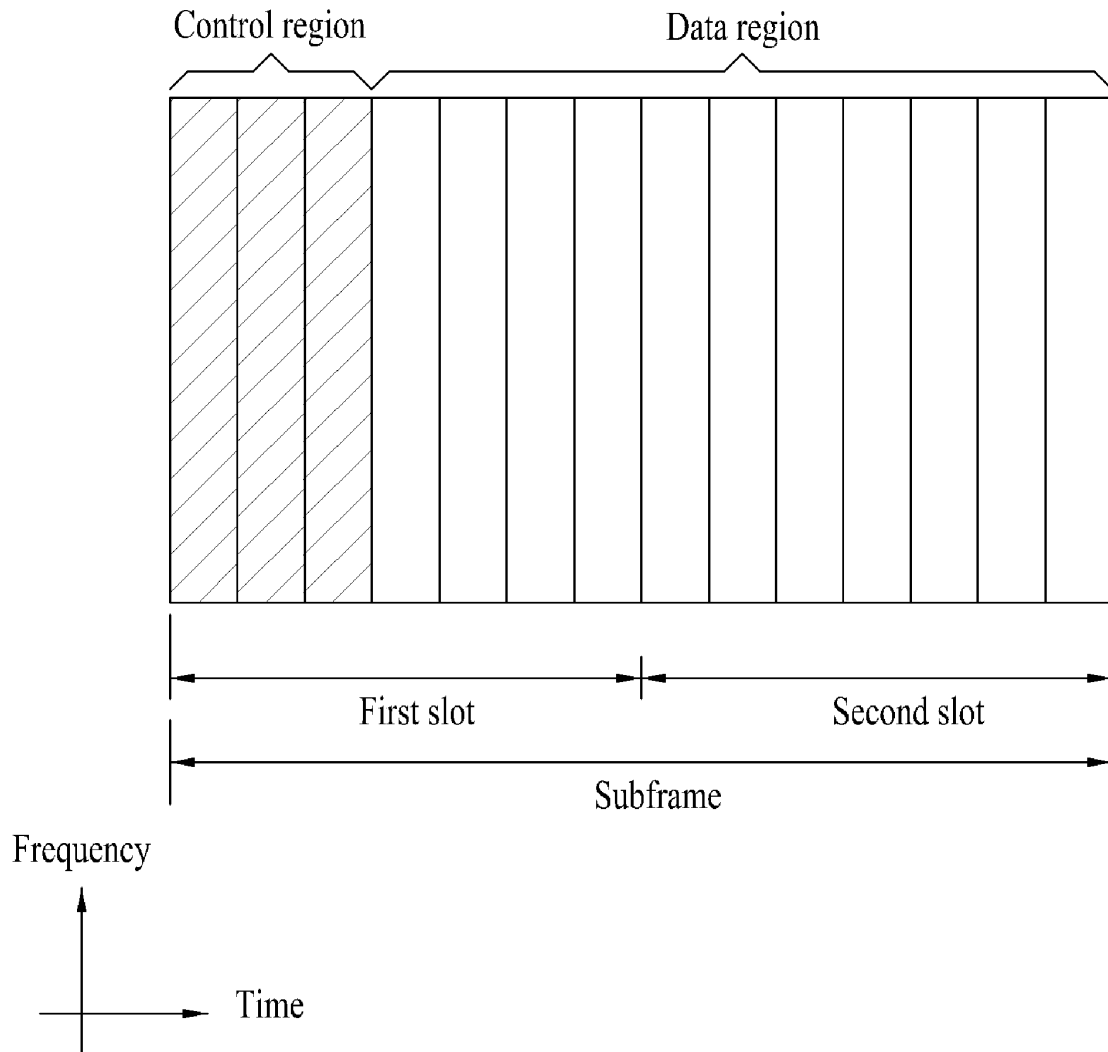
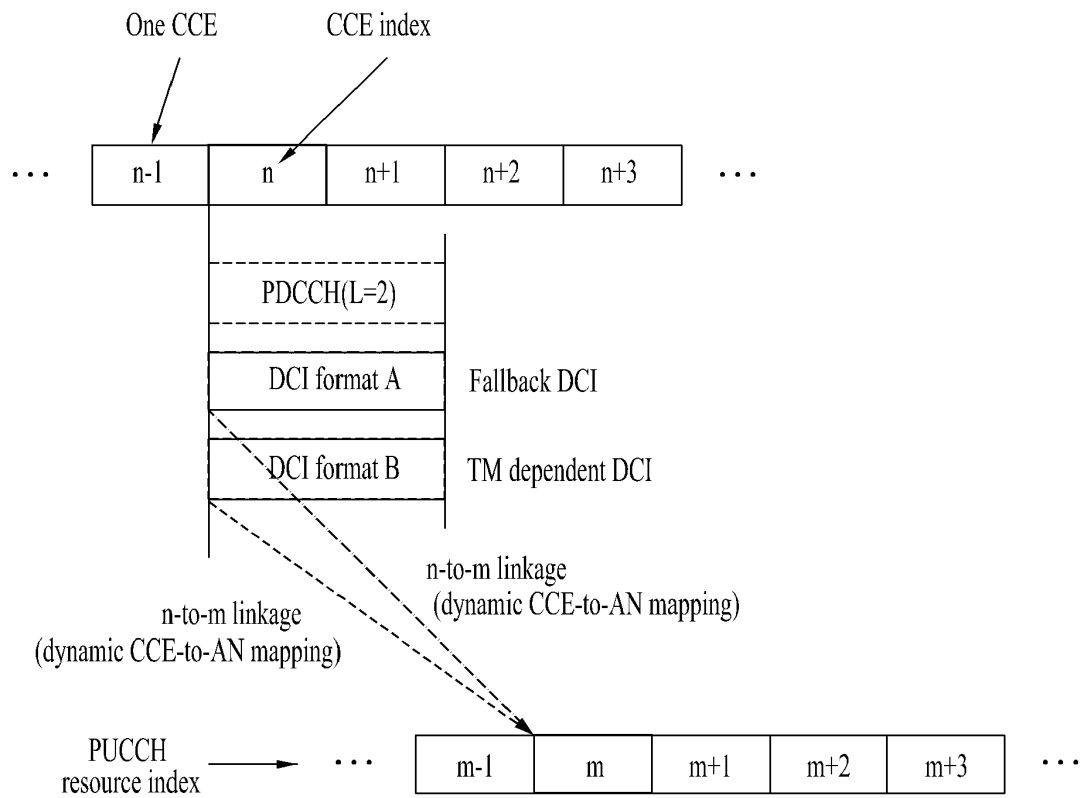


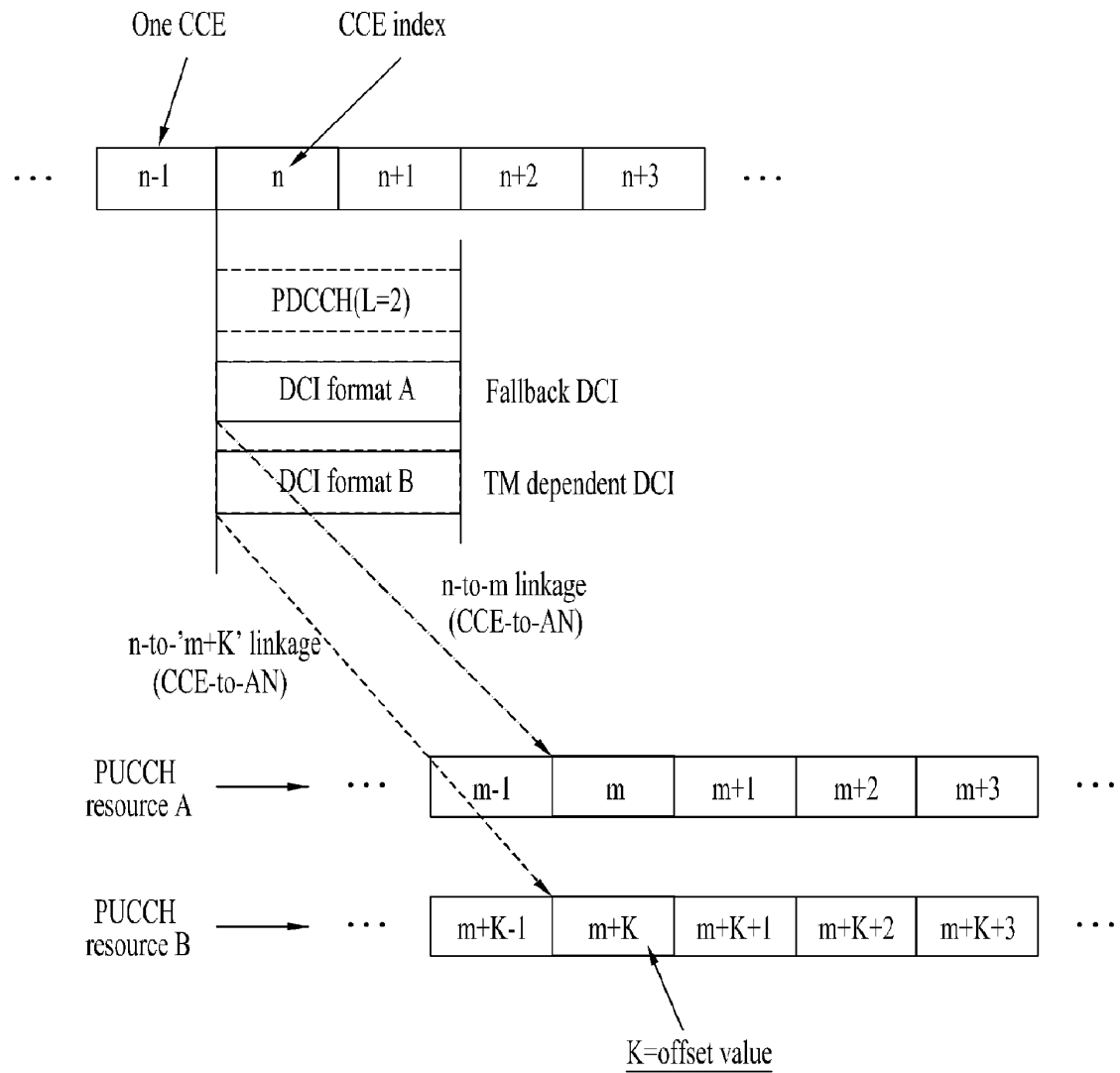
Diagram illustrating the PUCCH resource allocation structure:

- The total PUCCH resource allocation is divided into three regions: **Semi-static PUCCH resources**, **Dynamic PUCCH resources**, and **PUSCH region**.
- The number of PUCCH resources, $N_{\text{PUCCH}}^{(1)}$, is indicated by an arrow pointing to the boundary between the Semi-static and Dynamic PUCCH resources.
- The **PUCCH resource indexes** are defined for the combined Semi-static and Dynamic PUCCH resources.
- The resource allocation starts at $n_{\text{PRB}}=0$ or $n_{\text{PRB}}=N_{\text{RB}}^{\text{UL}} - 1$ and ends at f_0 .

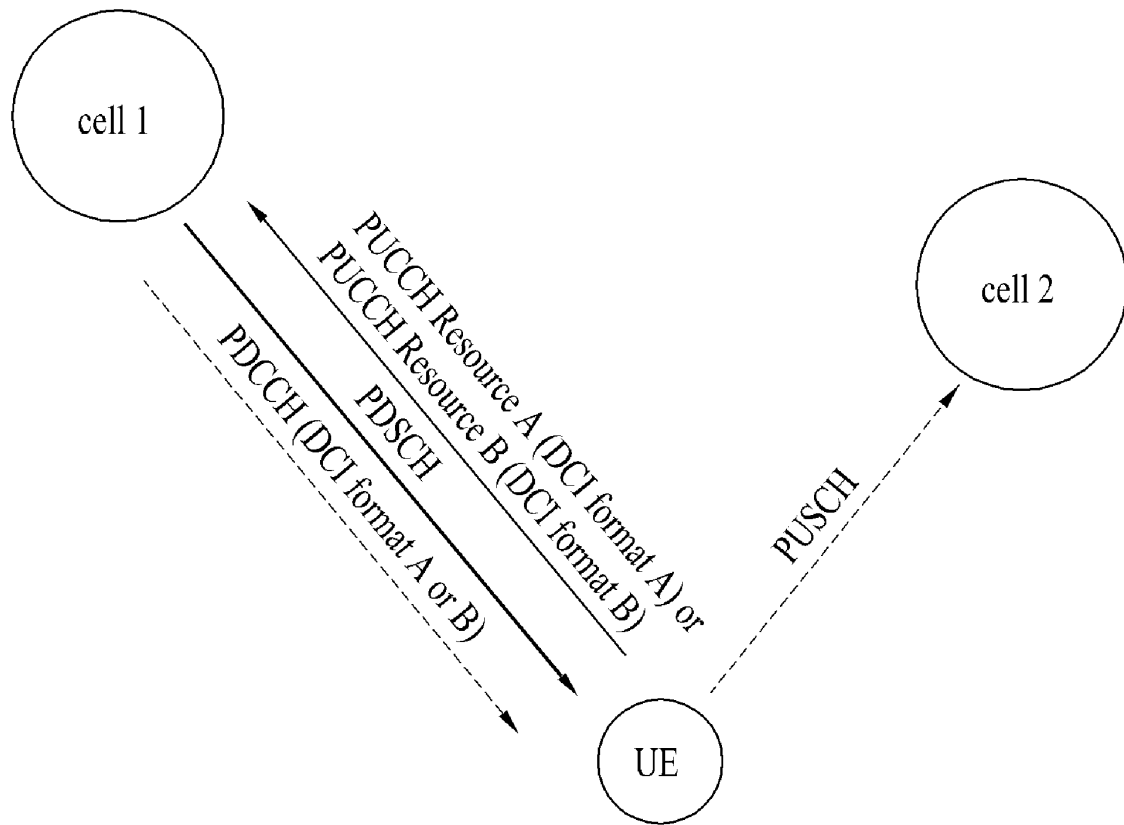
[Fig. 6]



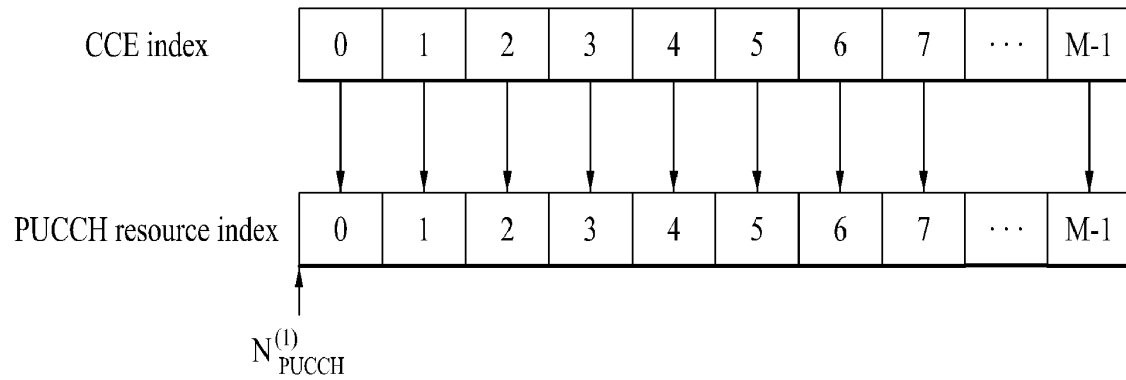
[Fig. 7]



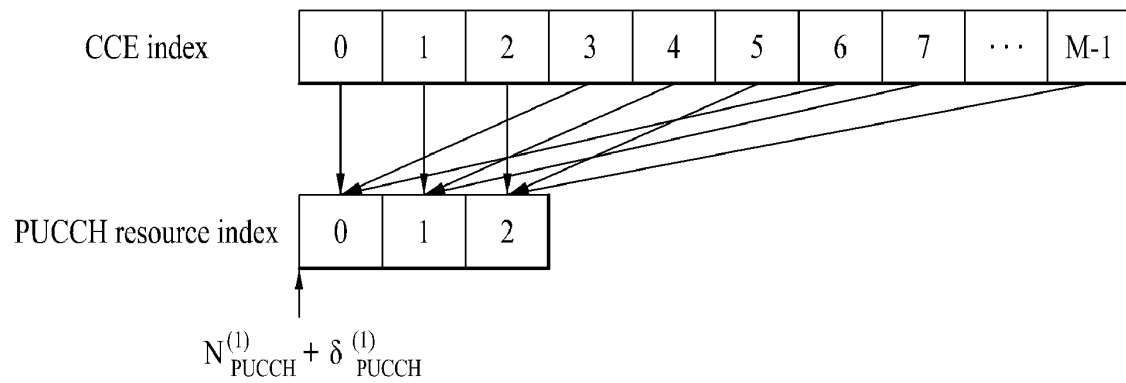
[Fig. 8]



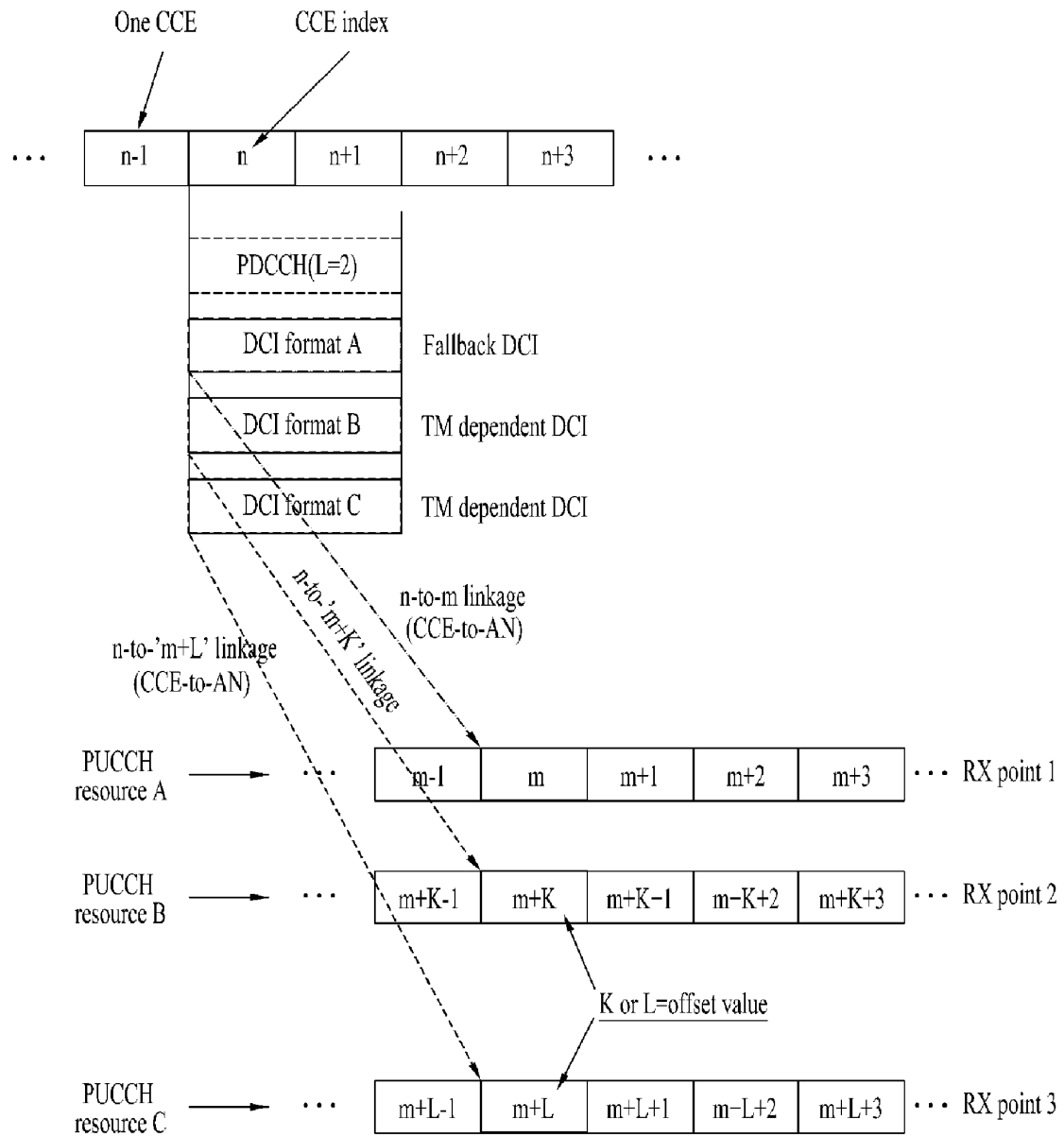
[Fig. 9]



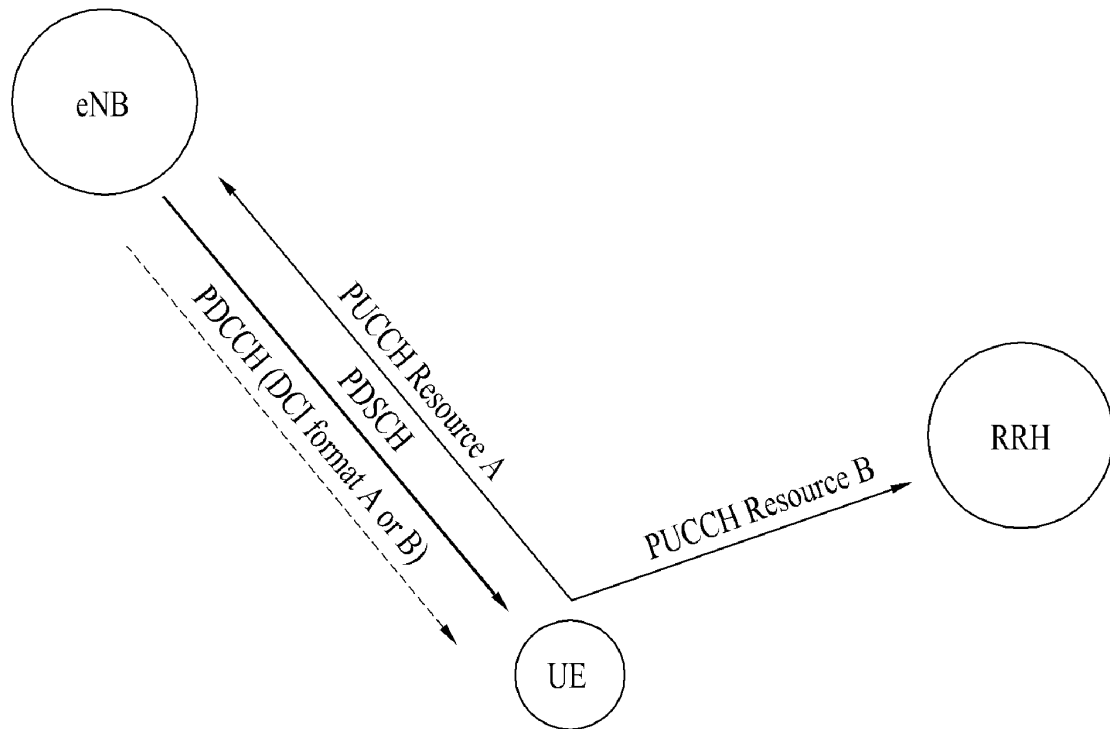
(a) M CCEs to M PUCCH resources mapping

(b) M CCEs to N PUCCH resources mapping ($N < M$)

[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]

