

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 1월 17일 (17.01.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/009043 A2

- (51) 국제특허분류:
H04L 1/18 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/005374
- (22) 국제출원일: 2012년 7월 6일 (06.07.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/505,545 2011년 7월 8일 (08.07.2011) US
61/508,080 2011년 7월 15일 (15.07.2011) 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: 곁
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 김형태 (KIM, Hyungtae) [KR/KR]; 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 이대원 (LEE, Daewon) [KR/KR]; 431-080 경기도 안양시

동안구 호계 1동 533 번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 이승민 (LEE, Seungmin) [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).

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

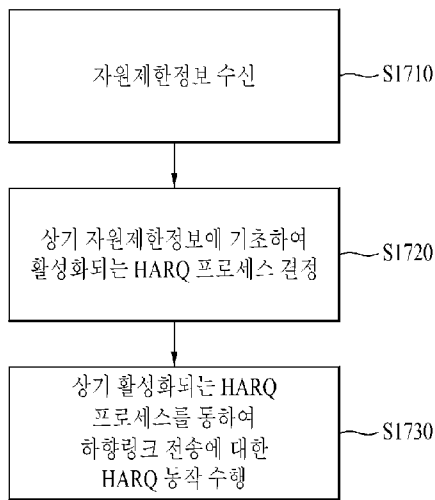
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR TRANSCIEIVING A DOWNLINK HARQ IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭 : 무선 통신 시스템에서 하향링크 HARQ 송수신 방법 및 장치

[Fig. 17]



- S1710 ... Receive limited-resource information
- S1720 ... Determine an HARQ process to be activated on the basis of the resource limiting information
- S1730 ... Perform an HARQ operation for the downlink transmission by means of the HARQ process to be activated

(57) Abstract: The present invention relates to a wireless communication system, and more particularly, to a method and an apparatus for transceiving a downlink hybrid automatic repeat request (HARQ). According to one embodiment of the present invention, a method for setting an HARQ process by a terminal in a wireless communication system may comprise the steps of: receiving, from a base station, limited-resource information indicating a resource the use of which for downlink transmission to the terminal is limited; determining an HARQ process to be activated on the basis of the limited-resource information; and performing an HARQ operation for the downlink transmission by means of the HARQ process to be activated.

(57) 요약서: 본 발명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 하향링크 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 송수신 방법 및 장치가 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 무선 통신 시스템에서 단말이 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 프로세스를 설정하는 방법은, 상기 단말에 대한 하향링크 전송을 위한 사용이 제한되는 자원을 지시하는 자원 제한 정보를 기지국으로부터 수신하는 단계; 상기 자원 제한 정보에 기초하여 활성화되는 HARQ 프로세스를 결정하는 단계; 및 상기 활성화되는 HARQ 프로세스를 통하여 상기 하향링크 전송에 대한 HARQ 동작을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

WO 2013/009043 A2



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.

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).

(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,

공개:

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

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 하향링크 HARQ 송수신 방법 및 장치

기술분야

- [1] 이하의 설명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 하향링크 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 송수신 방법 및 장치에 대한 것이다.

배경기술

- [2] 데이터의 수신 실패에 대한 제어 방법으로는 하이브리드 자동 반복 요구(HARQ) 동작이 적용될 수 있다. HARQ 동작에 따르면, 데이터 송신측에서 하나의 패킷을 전송한 후, 데이터 수신측으로부터 긍정확인응답(ACK) 신호를 수신하면 새로운 패킷을 전송하고, 부정확인응답(NACK) 신호를 수신하면 기전송된 패킷을 재전송할 수 있다. 이때, 순방향 오류 정정(FEC; Forward Error Correction) 기능에 따른 인코딩이 적용된 패킷이 재전송될 수 있다. 따라서, 데이터 수신측에서는 하나의 패킷을 수신하여 디코딩한 결과, 디코딩에 성공한 경우에는 ACK 신호를 전송하고, 디코딩에 실패한 경우에는 NACK 을 전송하고 버퍼에 수신된 패킷을 저장한다. 그리고, 상기 NACK 신호에 따른 재전송 패킷이 수신되면, 상기 버퍼에 수신된 패킷과 결합하여 디코딩을 수행함으로써, 패킷의 수신 성공율을 높일 수 있게 된다.
- [3] 기존의 무선 통신 시스템에서는 하나의 셀에 대해서 8 개의 독립적인 HARQ 프로세스가 정의되며, 각각의 HARQ 프로세스에 대해서 버퍼가 할당된다. 또한, 하나의 단말에 대해서 복수개의 셀이 설정되는 경우에는 각각의 셀 별로 8 개의 독립적인 HARQ 프로세스가 설정된다. 따라서, N 개의 셀이 설정되는 경우에는, $8*N$ 개의 HARQ 프로세스가 설정되어야 한다. 또한, 각각의 HARQ 프로세스 별로 버퍼가 설정된다. 여기서, 단말의 전체 메모리 용량은 제한적이므로, 설정되는 HARQ 프로세스 및 버퍼의 개수가 증가하게 되면, 하나의 버퍼에 대해 할당될 수 있는 메모리 용량은 줄어들게 된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 복수개의 셀에 의한 협력적 송수신의 도입이 논의되고 있다. 협력적 송수신의 경우에 복수개의 셀로부터의 전송을 위해 하나의 자원이 공동으로 이용될 수 있다. 이는, 협력 셀들 중에서 특정 셀에 대해서는, 독립적인 자원 사용이 제한되는 경우에 해당한다. 또한, 이웃 셀 간의 간섭을 조정하는 방안들의 논의되고 있다. 대표적인 셀간 간섭 조정 방안의 일례로서, 특정 셀에 대해서 일부 자원의 사용이 제한될 수 있다. 위와 같은 경우들에서, 제한되는 자원에 대해서까지 별도의 HARQ 프로세스를 설정하면 실제로 사용되어야 하는 HARQ 프로세스를 위한 버퍼 용량이 감소되고, 이에 따라 전체 HARQ 동작의 비효율성

또는 부정확성이 유발될 수 있다.

- [5] 본 발명에서는 적응적으로 HARQ 프로세스를 설정하는 방안을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다. 또한, 본 발명에서는 무선 통신 시스템에서 자원의 제한에 따라서 적응적으로 HARQ 프로세스를 설정함으로써, HARQ 동작의 부정확성 또는 비효율성을 방지하는 방안을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.
- [6] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [7] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 단말이 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 프로세스를 설정하는 방법은, 상기 단말에 대한 하향링크 전송을 위한 사용이 제한되는 자원을 지시하는 자원 제한 정보를 기지국으로부터 수신하는 단계; 상기 자원 제한 정보에 기초하여 활성화되는 HARQ 프로세스를 결정하는 단계; 및 상기 활성화되는 HARQ 프로세스를 통하여 상기 하향링크 전송에 대한 HARQ 동작을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.
- [8] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 프로세스를 설정하는 단말은, 기지국으로 상향링크 신호를 송신하는 송신 모듈; 상기 기지국으로부터 하향링크 신호를 수신하는 수신 모듈; 및 상기 송신 모듈 및 상기 수신 모듈을 포함하는 상기 단말을 제어하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 수신 모듈을 이용하여, 상기 단말에 대한 하향링크 전송을 위한 사용이 제한되는 자원을 지시하는 자원 제한 정보를 기지국으로부터 수신하도록 구성되고; 상기 자원 제한 정보에 기초하여 활성화되는 HARQ 프로세스를 결정하도록 구성되고; 상기 활성화되는 HARQ 프로세스를 통하여 상기 하향링크 전송에 대한 HARQ 동작을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [9] 상기 본 발명에 따른 실시예들에 있어서 이하의 사항이 공통으로 적용될 수 있다.
- [10] 상기 자원 제한 정보는, 상기 단말에 대해서 설정된 하나 초과的小区에 의해서 협력적 전송이 수행되는 경우에 상기 하나 초과的小区에 의해서 공통으로 사용되는 서브프레임 및 주파수 대역에 대한 정보일 수 있다.
- [11] 여기서, 상기 활성화되는 HARQ 프로세스는 상기 하나 초과的小区에 대해서 공통으로 설정되는 HARQ 프로세스일 수 있다.
- [12] 또는, 상기 자원 제한 정보는, 상기 단말의 서빙 셀에 의해서 셀간 간섭 조정을 위해 전송 전력이 조절되는 서브프레임에 대한 정보일 수 있다.
- [13] 여기서, 상기 전송 전력이 조절되는 서브프레임은 ABS(Almost Blank

Subframe)일 수 있다.

- [14] 또는, 상기 자원 제한 정보는, 대역 스와핑이 수행되는 서브프레임에 대한 정보일 수 있다.
- [15] 한편, 상기 활성화되는 HARQ 프로세스의 각각에 대해서 균등한 크기의 버퍼가 할당될 수 있다.
- [16] 또는, 상기 활성화되는 HARQ 프로세스의 각각에 대해서 불균등한 크기의 버퍼가 할당될 수 있다.
- [17] 여기서, 상기 활성화되는 HARQ 프로세스가 연관되는 자원 상에서 전송 전력 또는 전송률이 상대적으로 높은 경우에 상대적으로 높은 용량의 버퍼가 할당되고, 상기 활성화되는 HARQ 프로세스가 연관되는 자원 상에서 전송 전력 또는 전송률이 상대적으로 낮은 경우에 상대적으로 낮은 용량의 버퍼가 할당될 수 있다.
- [18] 상기 사용이 제한되는 자원에 대응하는 HARQ 프로세스는 비활성화될 수 있다.
- [19] 상기 자원 제한 정보는, 상기 활성화되는 HARQ 프로세스를 식별하는 정보, 상기 활성화되는 HARQ 프로세스의 개수에 대한 정보, 또는 상기 활성화되는 HARQ 프로세스의 각각에 대해 할당되는 버퍼 용량 중 하나 이상을 더 포함할 수 있다.
- [20] 본 발명에 대하여 기술한 일반적인 설명과 후술하는 상세한 설명은 예시적인 것이며, 청구항 기재 발명에 대한 추가적인 설명을 위한 것이다.

발명의 효과

- [21] 본 발명에 따르면 적응적으로 HARQ 프로세스를 설정함으로써 정확하고 효율적으로 HARQ 동작을 수행하는 방안이 제공될 수 있다.
- [22] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [23] 본 명세서에 첨부되는 도면은 본 발명에 대한 이해를 제공하기 위한 것으로서 본 발명의 다양한 실시형태들을 나타내고 명세서의 기재와 함께 본 발명의 원리를 설명하기 위한 것이다.
- [24] 도 1은 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- [25] 도 2는 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다.
- [26] 도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- [27] 도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- [28] 도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.
- [29] 도 6은 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 단말의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

- [30] 도 7은 예시적인 동기식 비-적응적 UL HARQ 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [31] 도 8은 반송파 병합을 설명하기 위한 도면이다.
- [32] 도 9는 크로스-반송파 스케줄링을 설명하기 위한 도면이다.
- [33] 도 10은 셀간 간섭 조정의 일례를 나타내는 도면이다.
- [34] 도 11은 반송파 병합을 이용한 CoMP 시스템의 일례를 나타내는 도면이다.
- [35] 도 12는 HARQ 버퍼 할당을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [36] 도 13은 코드워드 크기와 버퍼의 크기를 비교하여 나타내는 도면이다.
- [37] 도 14는 반송파 병합을 이용한 CoMP 동적 셀 스위칭의 경우에 본 발명의 예시를 나타내는 도면이다.
- [38] 도 15는 반송파 병합을 이용한 CoMP JT의 경우에 본 발명의 예시를 나타내는 도면이다.
- [39] 도 16은 반송파 병합을 이용한 CoMP CB의 경우를 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [40] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 HARQ 동작 방법에 대한 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [41] 이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다.
- [42] 본 명세서에서 본 발명의 실시예들을 기지국과 단말 간의 데이터 송신 및 수신에 관한 관계를 중심으로 설명한다. 여기서, 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미를 갖는다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.
- [43] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. '기지국(BS: Base Station)'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(AP: Access Point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 중계기는 Relay Node(RN), Relay Station(RS) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(Terminal)'은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station), SS(Subscriber Station) 등의 용어로 대체될 수 있다.
- [44] 이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서

제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.

- [45] 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.
- [46] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802 시스템, 3GPP 시스템, 3GPP LTE 및 LTE-A(LTE-Advanced)시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.
- [47] 이하의 기술은 CDMA(Code Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다. WiMAX는 IEEE 802.16e 규격(WirelessMAN-OFDMA Reference System) 및 발전된 IEEE 802.16m 규격(WirelessMAN-OFDMA Advanced system)에 의하여 설명될 수 있다. 명확성을 위하여 이하에서는 3GPP LTE 및 3GPP LTE-A 시스템을 위주로 설명하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [48] 도 1를 참조하여 무선 프레임의 구조에 대하여 설명한다.
- [49] 셀룰라 OFDM 무선 패킷 통신 시스템에서, 상/하향링크 데이터 패킷 전송은 서브프레임(subframe) 단위로 이루어지며, 한 서브프레임은 다수의 OFDM 심볼을 포함하는 일정 시간 구간으로 정의된다. 3GPP LTE 표준에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조와 TDD(Time Division Duplex)에 적용 가능한 타입 2의 무선 프레임 구조를 지원한다.
- [50] 도 1(a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하향링크 무선

프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 하고, 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(Resource Block; RB)을 포함한다. 3GPP LTE 시스템에서는 하향링크에서 OFDMA 를 사용하므로, OFDM 심볼이 하나의 심볼 구간을 나타낸다. OFDM 심볼은 또한 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간으로 칭하여질 수도 있다. 자원 블록(Resource Block; RB)은 자원 할당 단위이고, 하나의 슬롯에서 복수개의 연속적인 부반송파(subcarrier)를 포함할 수 있다.

- [51] 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 CP(Cyclic Prefix)의 구성(configuration)에 따라 달라질 수 있다. CP에는 확장된 CP(extended CP)와 일반 CP(normal CP)가 있다. 예를 들어, OFDM 심볼이 일반 CP에 의해 구성된 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 7개일 수 있다. OFDM 심볼이 확장된 CP에 의해 구성된 경우, 한 OFDM 심볼의 길이가 늘어나므로, 한 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 일반 CP인 경우보다 적다. 확장된 CP의 경우에, 예를 들어, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 6개일 수 있다. 단말이 빠른 속도로 이동하는 등의 경우와 같이 채널상태가 불안정한 경우, 심볼간 간섭을 더욱 줄이기 위해 확장된 CP가 사용될 수 있다.
- [52] 일반 CP가 사용되는 경우 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하므로, 하나의 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼을 포함한다. 이때, 각 서브프레임의 처음 2개 또는 3개의 OFDM 심볼은 PDCCH(physical downlink control channel)에 할당되고, 나머지 OFDM 심볼은 PDSCH(physical downlink shared channel)에 할당될 수 있다.
- [53] 도 1(b)는 타입 2 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 타입 2 무선 프레임은 2개의 헤프 프레임(half frame)으로 구성되며, 각 헤프 프레임은 5개의 서브프레임과 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(Guard Period; GP), UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)로 구성되며, 이 중 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다. DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다. 한편, 무선 프레임의 타입에 관계 없이 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다.
- [54] 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

- [55] 도 2는 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다. 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 7 개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원블록(RB)은 주파수 영역에서 12 개의 부반송파를 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 일반 CP(Cyclic Prefix)의 경우에는 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼을 포함하지만, 확장된 CP(extended-CP)의 경우에는 하나의 슬롯이 6 OFDM 심볼을 포함할 수 있다. 자원 그리드 상의 각각의 요소는 자원 요소(resource element)라 한다. 하나의 자원블록은 127 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록들의 N_{DL} 의 개수는 하향링크 전송 대역폭에 따른다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.
- [56] 도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하나의 서브프레임 내에서 첫 번째 슬롯의 앞 부분의 최대 3 개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 해당한다. 나머지 OFDM 심볼들은 물리하향링크공유채널(Physical Downlink Shared Chancel; PDSCH)이 할당되는 데이터 영역에 해당한다. 3GPP LTE 시스템에서 사용되는 하향링크 제어 채널들에는, 예를 들어, 물리제어포맷지시자채널(Physical Control Format Indicator Channel; PCFICH), 물리하향링크제어채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH), 물리HARQ지시자채널(Physical Hybrid automatic repeat request Indicator Channel; PHICH) 등이 있다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내의 제어 채널 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 대한 정보를 포함한다. PHICH는 상향링크 전송의 응답으로서 HARQ ACK/NACK 신호를 포함한다. PDCCH를 통하여 전송되는 제어 정보를 하향링크제어정보(Downlink Control Information; DCI)라 한다. DCI는 상향링크 또는 하향링크 스케줄링 정보를 포함하거나 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송 전력 제어 명령을 포함한다. PDCCH는 하향링크공유채널(DL-SCH)의 자원 할당 및 전송 포맷, 상향링크공유채널(UL-SCH)의 자원 할당 정보, 페이징채널(PCH)의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 임의접속응답(Random Access Response)과 같은 상위계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내의 개별 단말에 대한 전송 전력 제어 명령의 세트, 전송 전력 제어 정보, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 포함할 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있다. 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 이상의 연속하는 제어채널요소(Control Channel Element; CCE)의 조합(aggregation)으로 전송된다. CCE는 무선 채널의 상태에 기초한 코딩 레이트로 PDCCH를 제공하기 위해 사용되는 논리 할당 단위이다. CCE는 복수개의 자원 요소 그룹에 대응한다. PDCCH의 포맷과 이용가능한 비트 수는 CCE의 개수와 CCE에 의해 제공되는 코딩 레이트 간의 상관관계에 따라서 결정된다. 기지국은 단말에게 전송되는 DCI에 따라서 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 순환잉여검사(Cyclic

Redundancy Check; CRC)를 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 용도에 따라 무선 네트워크 임시 식별자(Radio Network Temporary Identifier; RNTI)라 하는 식별자로 마스킹된다. PDCCH가 특정 단말에 대한 것이라면, 단말의 cell-RNTI(C-RNTI) 식별자가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, PDCCH가 페이징 메시지에 대한 것이라면, 페이징 지시자 식별자(Paging Indicator Identifier; P-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(SIB))에 대한 것이라면, 시스템 정보 식별자 및 시스템 정보 RNTI(SI-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 임의 접속 프리앰블의 전송에 대한 응답인 임의접속응답을 나타내기 위해, 임의접속-RNTI(RA-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

- [57] 도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 분할될 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 포함하는 물리상향링크제어채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH)이 할당된다. 데이터 영역에는 사용자 데이터를 포함하는 물리상향링크공유채널(Physical uplink shared channel; PUSCH)이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해서, 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)에 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 2 슬롯에 대하여 상이한 부반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍이 슬롯 경계에서 주파수-호핑(frequency-hopped)된다고 한다.

[58] 다중안테나(MIMO) 시스템의 모델링

- [59] 도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.

- [60] 도 5(a)에 도시된 바와 같이 송신 안테나의 수를 N_T 개로, 수신 안테나의 수를 N_R 개로 늘리면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와 달리 안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가한다. 따라서, 전송 레이트를 향상시키고 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 채널 전송 용량이 증가함에 따라, 전송 레이트는 이론적으로 단일 안테나 이용시의 최대 전송 레이트(R_0)에 레이트 증가율(R_i)이 곱해진 만큼 증가할 수 있다.

- [61] 수학적 식 1

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

- [62] 예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다. 다중안테나 시스템의 이론적 용량 증가가 90년대 중반에 증명된 이후 이를 실질적인 데이터 전송률 향상으로 이끌어 내기 위한 다양한 기술들이 현재까지 활발히 연구되고 있다. 또한, 몇몇 기술들은 이미 3세대 이동 통신과 차세대 무선랜 등의 다양한 무선 통신의 표준에 반영되고 있다.

[63] 현재까지의 다중안테나 관련 연구 동향을 살펴보면 다양한 채널 환경 및 다중접속 환경에서의 다중안테나 통신 용량 계산 등과 관련된 정보 이론 측면 연구, 다중안테나 시스템의 무선 채널 측정 및 모형 도출 연구, 전송 신뢰도 향상 및 전송률 향상을 위한 시공간 신호 처리 기술 연구 등 다양한 관점에서 활발히 연구가 진행되고 있다.

[64] 다중안테나 시스템에서의 통신 방법을 수학적 모델링을 이용하여 보다 구체적으로 설명한다. 상기 시스템에는 N_T 개의 송신 안테나와 N_R 개의 수신 안테나가 존재한다고 가정한다.

[65] 송신 신호를 살펴보면, N_T 개의 송신 안테나가 있는 경우 전송 가능한 최대 정보는 N_T 개이다. 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

[66] 수학적 식 2

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

[67] 각각의 전송 정보

$$s_1, s_2, \dots, s_{N_T}$$

는 전송 전력이 다를 수 있다. 각각의 전송 전력을

$$P_1, P_2, \dots, P_{N_T}$$

라고 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

[68] 수학적 식 3

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

[69] 또한,

$$\hat{\mathbf{s}}$$

는 전송 전력의 대각행렬

$$\mathbf{P}$$

를 이용해 다음과 같이 표현될 수 있다.

[70] 수학적 식 4

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

[71] 전송 전력이 조정된 정보 벡터

$$\hat{\mathbf{s}}$$

에 가중치 행렬

$$\mathbf{W}$$

가 적용되어 실제 전송되는 N_T 개의 송신신호

$$\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_{N_T}$$

가 구성되는 경우를 고려해 보자. 가중치 행렬

\mathbf{W}

는 전송 정보를 전송 채널 상황 등에 따라 각 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 한다.

$\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_{N_T}$

는 벡터

\mathbf{X}

를 이용하여 다음과 같이 표현될 수 있다.

[72] 수학적식 5

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

[73] 여기에서,

w_{ij}

는 i 번째 송신 안테나와 j 번째 정보간의 가중치를 의미한다.

\mathbf{W}

는 프리코딩 행렬이라고도 불린다.

[74] 수신신호는 N_R 개의 수신 안테나가 있는 경우 각 안테나의 수신신호

$\mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2, \dots, \mathbf{y}_{N_R}$

은 벡터로 다음과 같이 표현될 수 있다.

[75] 수학적식 6

$$\mathbf{y} = [\mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2, \dots, \mathbf{y}_{N_R}]^T$$

[76] 다중안테나 무선 통신 시스템에서 채널을 모델링하는 경우, 채널은 송수신 안테나 인덱스에 따라 구분될 수 있다. 송신 안테나 j 로부터 수신 안테나 i 를 거치는 채널을

h_{ij}

로 표시하기로 한다.

h_{ij}

에서, 인덱스의 순서가 수신 안테나 인덱스가 먼저, 송신 안테나의 인덱스가 나중임에 유의한다.

[77] 한편, 도 5(b)은 N_T 개의 송신 안테나에서 수신 안테나 i 로의 채널을 도시한

도면이다. 상기 채널을 묶어서 벡터 및 행렬 형태로 표시할 수 있다. 도 5(b)에서, 총 N_T 개의 송신 안테나로부터 수신 안테나 i 로 도착하는 채널은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[78] 수학식 7

$$\mathbf{h}_i^T = [h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}]$$

[79] 따라서, N_T 개의 송신 안테나로부터 N_R 개의 수신 안테나로 도착하는 모든 채널은 다음과 같이 표현될 수 있다.

[80] 수학식 8

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^T \\ \mathbf{h}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_i^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_{N_R}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \dots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix}$$

[81] 실제 채널에는 채널 행렬

\mathbf{H}

를 거친 후에 백색잡음(AWGN; Additive White Gaussian Noise)이 더해진다. N_R 개의 수신 안테나 각각에 더해지는 백색잡음

$\mathbf{n}_1, \mathbf{n}_2, \dots, \mathbf{n}_{N_R}$

은 다음과 같이 표현될 수 있다.

[82] 수학식 9

$$\mathbf{n} = [n_1, n_2, \dots, n_{N_R}]^T$$

[83] 상술한 수식 모델링을 통해 수신신호는 다음과 같이 표현될 수 있다.

[84] 수학식 10

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \dots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}$$

[85] 한편, 채널 상태를 나타내는 채널 행렬

\mathbf{H}

의 행과 열의 수는 송수신 안테나의 수에 의해 결정된다. 채널 행렬

\mathbf{H}

에서 행의 수는 수신 안테나의 수 N_R 과 같고, 열의 수는 송신 안테나의 수 N_T 와

같다. 즉, 채널 행렬

H

는 행렬이 $N_R \times N_T$ 된다.

- [86] 행렬의 랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행 또는 열의 개수 중에서 최소 개수로 정의된다. 따라서, 행렬의 랭크는 행 또는 열의 개수 보다 클 수 없다. 채널 행렬

H

의 랭크(

$rank(\mathbf{H})$

)는 다음과 같이 제한된다.

- [87] 수학적 식 11

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

- [88] 랭크의 다른 정의는 행렬을 고유치 분해(Eigen value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 고유치들의 개수로 정의할 수 있다. 유사하게, 랭크의 또 다른 정의는 특이치 분해(singular value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 특이치들의 개수로 정의할 수 있다. 따라서, 채널 행렬에서 랭크의 물리적인 의미는 주어진 채널에서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다.

- [89] 본 문서의 설명에 있어서, MIMO 전송에 대한 '랭크(Rank)'는 특정 시점 및 특정 주파수 자원에서 독립적으로 신호를 전송할 수 있는 경로의 수를 나타내며, '레이어(layer)의 개수'는 각 경로를 통해 전송되는 신호 스트림의 개수를 나타낸다. 일반적으로 송신단은 신호 전송에 이용되는 랭크 수에 대응하는 개수의 레이어를 전송하기 때문에 특별한 언급이 없는 한 랭크는 레이어 개수와 동일한 의미를 가진다.

- [90] 협력 멀티 포인트(Coordinated Multi-Point: CoMP)

- [91] 3GPP LTE-A 시스템의 개선된 시스템 성능 요구조건에 따라서, CoMP 송수신 기술(co-MIMO, 공동(collaborative) MIMO 또는 네트워크 MIMO 등으로 표현되기도 함)이 제안되고 있다. CoMP 기술은 셀-경계(cell-edge)에 위치한 단말의 성능을 증가시키고 평균 섹터 수율(throughput)을 증가시킬 수 있다.

- [92] 일반적으로, 주파수 재사용 인자(frequency reuse factor)가 1 인 다중-셀 환경에서, 셀-간 간섭(Inter-Cell Interference; ICI)으로 인하여 셀-경계에 위치한 단말의 성능과 평균 섹터 수율이 감소될 수 있다. 이러한 ICI를 저감하기 위하여, 기존의 LTE 시스템에서는 단말 특정 전력 제어를 통한 부분 주파수 재사용(fractional frequency reuse; FFR)과 같은 단순한 수동적인 기법을 이용하여 간섭에 의해 제한을 받은 환경에서 셀-경계에 위치한 단말이 적절한 수율 성능을 가지도록 하는 방법이 적용되었다. 그러나, 셀 당 주파수 자원 사용을 낮추기보다는, ICI를 저감하거나 ICI를 단말이 원하는 신호로 재사용하는 것이 보다 바람직할 수 있다. 위와 같은 목적을 달성하기 위하여, CoMP 전송 기법이 적용될 수 있다.

- [93] 하향링크의 경우에 적용될 수 있는 CoMP 기법은 크게 조인트-프로세싱(joint processing; JP) 기법 및 조정 스케줄링/빔포밍 (coordinated scheduling/beamforming; CS/CB) 기법으로 분류할 수 있다.
- [94] JP 기법은 CoMP 협력 단위의 각각의 포인트(기지국)에서 데이터를 이용할 수 있다. CoMP 협력 단위는 협력 전송 기법에 이용되는 기지국들의 집합을 의미한다. JP 기법은 조인트 전송(Joint Transmission) 기법과 동적 셀 선택(Dynamic cell selection) 기법으로 분류할 수 있다.
- [95] 조인트 전송 기법은, PDSCH 가 한번에 복수개의 포인트(CoMP 협력 단위의 일부 또는 전부)로부터 전송되는 기법을 말한다. 즉, 단일 단말로 전송되는 데이터는 복수개의 전송 포인트로부터 동시에 전송될 수 있다. 조인트 전송 기법에 의하면, 코히어런트하게(coherently) 또는 넌-코히어런트하게(non-coherently) 수신 신호의 품질이 향상될 수 있고, 또한, 다른 단말에 대한 간섭을 능동적으로 소거할 수도 있다.
- [96] 동적 셀 선택 기법은, PDSCH가 한번에 (CoMP 협력 단위의) 하나의 포인트로부터 전송되는 기법을 말한다. 즉, 특정 시점에서 단일 단말로 전송되는 데이터는 하나의 포인트로부터 전송되고, 그 시점에 협력 단위 내의 다른 포인트는 해당 단말에 대하여 데이터 전송을 하지 않으며, 해당 단말로 데이터를 전송하는 포인트는 동적으로 선택될 수 있다. 이를 동적 셀 선택 기법은, 동적 셀 스위칭이라고 표현될 수도 있다.
- [97] 한편, CS/CB 기법에 의하면 CoMP 협력 단위들이 단일 단말에 대한 데이터 전송의 빔포밍을 협력적으로 수행할 수 있다. 여기서, 데이터는 서빙 셀에서만 전송되지만, 사용자 스케줄링/빔포밍은 해당 CoMP 협력 단위의 셀들의 조정에 의하여 결정될 수 있다.
- [98] 한편, 상향링크의 경우에, 조정(coordinated) 다중-포인트 수신은 지리적으로 떨어진 복수개의 포인트들의 조정에 의해서 전송된 신호를 수신하는 것을 의미한다. 상향링크의 경우에 적용될 수 있는 CoMP 기법은 조인트 수신(Joint Reception; JR) 및 조정 스케줄링/빔포밍(coordinated scheduling/beamforming; CS/CB)으로 분류할 수 있다.
- [99] JR 기법은 PUSCH 를 통해 전송된 신호가 복수개의 수신 포인트에서 수신되는 것을 의미하고, CS/CB 기법은 PUSCH 가 하나의 포인트에서만 수신되지만 사용자 스케줄링/빔포밍은 CoMP 협력 단위의 셀들의 조정에 의해 결정되는 것을 의미한다.
- [100] 이러한 CoMP 시스템을 이용하면, 단말은 다중-셀 기지국(Multi-cell base station)으로부터 공동으로 데이터를 지원받을 수 있다. 또한, 각 기지국은 동일한 무선 주파수 자원(Same Radio Frequency Resource)을 이용하여 하나 이상의 단말에 동시에 지원함으로써 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 기지국은 기지국과 단말 간의 채널상태정보에 기초하여 공간 분할 다중접속(Space Division Multiple Access: SDMA) 방법을 수행할 수도 있다.

- [101] CoMP 시스템에서 서빙 기지국 및 하나 이상의 협력 기지국들은 백본망(Backbone Network)을 통해 스케줄러(scheduler)에 연결된다. 스케줄러는 백본망을 통하여 각 기지국이 측정된 각 단말 및 협력 기지국 간의 채널 상태에 관한 채널 정보를 피드백 받아 동작할 수 있다. 예를 들어, 스케줄러는 서빙 기지국 및 하나 이상의 협력 기지국에 대하여 협력적 MIMO 동작을 위한 정보를 스케줄링할 수 있다. 즉, 스케줄러에서 각 기지국으로 협력적 MIMO 동작에 대한 지시를 직접 내릴 수 있다.
- [102] 상술한 바와 같이 CoMP 시스템은 복수개의 셀들을 하나의 그룹으로 묶어 가상 MIMO 시스템으로 동작하는 것이라 할 수 있으며, 기본적으로는 다중 안테나를 사용하는 MIMO 시스템의 통신 기법이 적용될 수 있다.
- [103] 자동 반복 요구(Automatic Repeat reQuest: ARQ)
- [104] 이동 통신 시스템에서 기지국(셀 또는 섹터)은 다수의 단말기와 무선 채널 환경을 통하여 데이터를 송수신할 수 있다. 하향링크 송수신의 경우에, 기지국은 네트워크로부터 수신한 데이터를 정해진 통신 방식을 이용하여 각 단말기로 송신할 수 있다. 하향링크 스케줄링(또는 DL assignment)은, 기지국이 어떤 자원(시간/주파수/공간 자원)을 사용해서 어떤 단말기에게 데이터를 전송할 것인가를 결정하는 것이라고 할 수 있다. 상향링크 송수신의 경우에, 정해진 통신 방식을 사용하여 단말기가 송신한 데이터를 기지국이 수신 및 복조하여 네트워크로 전송할 수 있다. 상향링크 스케줄링(또는 UL grant)은, 기지국이 어떤 자원(시간/주파수/공간 자원)을 이용하여 어느 단말기에게 상향 링크 데이터를 전송할 수 있도록 할 것인가를 결정하는 것이라고 할 수 있다. 일반적으로 채널 상태가 좋은 단말이, 보다 많은 시간, 많은 주파수 자원을 이용하여 데이터를 송수신하도록 스케줄링될 수 있다.
- [105] 상/하향링크 데이터 송수신에 있어서, 채널 환경 등에 따라서 전송된 데이터에 오류가 발생할 수 있다. 오류 정정(error correction)의 하나의 방안으로 ARQ 방식 또는 보다 발전된 형태의 HARQ 방식이 사용될 수 있다. ARQ 방식에 따르면, 송신단은 하나의 단위의 데이터의 전송 후에 확인응답(ACK 또는 NACK)을 대기한다. 수신단에서는 데이터가 올바르게 디코딩된 경우에는 ACK을 송신단으로 피드백하고, 데이터에 오류가 있는 경우에는 NACK을 송신단으로 피드백하며 오류가 발생한 데이터는 수신단의 버퍼에서 삭제한다. 송신단에서 ACK을 피드백 받은 경우에는 새로운 데이터를 전송하고, NACK을 피드백 받은 경우에는 이전 데이터를 재전송(retransmission)한다. 한편, HARQ 방식에 따르면, 수신단에서 수신한 데이터가 올바르게 디코딩되지 않는 경우에 송신단으로 NACK을 피드백하면서, 기존에 수신된 데이터(즉, 올바르게 디코딩되지 않은 데이터)를 일정 시간 동안 버퍼에 저장하여 두고, 송신단에서 재전송된 데이터와 결합하여 다시 디코딩을 시도할 수 있다. 이에 따라, HARQ 방식을 이용하면 수신 성공율을 높일 수 있다.
- [106] HARQ 방식은 재전송 타이밍을 기준으로 동기식(synchronous) 또는

비동기식(asynchronous) 방식으로 구분할 수 있고, 재전송에 사용하는 자원의 양에 대해 변경된 채널 상태를 반영하는지 여부에 따라 적응적(adaptive) 또는 비-적응적(non-adaptive) 방식으로 구분할 수 있다.

[107] 동기식 HARQ 방식에 있어서, 초기 전송이 실패했을 경우 이후의 재전송은 시스템에 의해 정해진 시점에 수행된다. 예를 들어, 초기 전송 실패 후에 매 n (예를 들어, $n=4$) 번째 시간 단위(예를 들어, 서브프레임)에 재전송이 수행되도록 정해진 경우에는, 추가로 재전송 시점에 대한 정보를 수신측에 알릴 필요가 없다. 따라서, 데이터 송신 측에서 NACK 신호를 수신한 경우, ACK 신호를 받기까지 매 n 번째 시간 단위에 패킷을 재전송한다. 한편, 비동기식 HARQ 방식에 따르면, 재전송 시점에 관한 정보가 별도로 스케줄링 된다. 따라서, NACK 신호에 상응하는 패킷의 재전송 시점은 채널 상태 등 여러가지 요건에 의해 변경될 수 있다.

[108] 비-적응적 HARQ 방식은 재전송되는 패킷의 변조및코딩기법(MCS) 레벨, 사용되는 자원 블록의 수 등이 초기 전송시에 정해진 대로 이루어진다. 예를 들어, 송신 측에서 초기 전송 시 8 개의 자원 블록을 이용하여 데이터를 전송하면, 이후 재전송 시에도 동일하게 8 개의 자원 블록을 이용하여 재전송한다. 한편, 적응적 방식은 패킷의 변조 방식, 사용되는 자원 블록의 수 등이 채널 상태에 따라 가변하는 방식이다. 예를 들어, 초기에 8 개를 이용하여 전송이 수행된 경우에도, 이후에 채널 상태에 따라서는 8 개보다 크거나 작은 수의 자원 블록을 이용하여 재전송할 수 있다.

[109] 이러한 분류에 의해 크게 4 가지의 HARQ 방식이 정의될 수 있으나, 주로 사용되는 HARQ 방식은 비동기식 및 채널 적응적 HARQ 방식과, 동기식 및 채널 비-적응적 HARQ 방식이다. 비동기식 및 채널 적응적 HARQ 방식은 재전송 타이밍과 사용하는 자원의 양을 채널의 상태에 따라 적응적으로 달리함으로써 재전송 효율을 극대화 시킬 수 있으나, 오버헤드가 커지는 단점이 있다. 한편, 동기식 및 채널 비-적응적 HARQ 방식은 재전송을 위한 타이밍과 자원할당이 시스템 내에서 약속되어 있기 때문에 이를 위한 오버헤드가 거의 없는 것이 장점이지만, 변화가 심한 채널 상태에서 사용될 경우 재전송 효율이 낮아지는 단점이 있다.

[110] 도 6은 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 단말의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 단말은 신호 송수신을 위한 안테나(미도시), 데이터 및 정보 저장을 위한 메모리(미도시), 송수신 신호 처리를 위한 프로세서(1200) 등을 포함할 수 있다. 다만, 도 6에서는 송수신 신호 처리 및 단말의 동작의 제어를 위한 프로세서(1200) 내부 구성을 중점적으로 도시하고 있다.

[111] 본 실시형태에 따른 단말의 프로세서(1200)는 외부 장치(예를 들어, 기지국)와 물리적인 신호를 송수신하기 위한 물리 계층 모듈(1210) 및 이 물리 계층 모듈(1210)과 상위 계층(미도시)을 연결하며, 물리 계층 모듈(1210)의 신호

송수신을 제어하기 위한 MAC 계층 모듈(1220)을 포함할 수 있다.

[112] 구체적으로 물리 계층 모듈(1210)은 기지국에 상향링크 신호를 전송하기 위한 전송 모듈(1211) 및 기지국으로부터 신호를 수신하기 위한 수신 모듈(1212)을 포함할 수 있다. 또한, MAC 계층 모듈은 상향링크 스케줄링(UL grant) 신호/하향링크 할당(DL assignment) 신호 처리를 위한 프로세싱 모듈(1221), HARQ 동작을 관리하기 위한 HARQ 엔터티(1222), 복수의 HARQ 프로세스(1223) 등을 포함할 수 있다. 하나의 HARQ 엔터티(1222)가 복수개의 병렬적인 HARQ 프로세서(1223)를 유지할 수 있다. 각각의 HARQ 프로세스(1223)에는 HARQ 프로세스 식별자가 부여된다. 또한, 복수의 HARQ 프로세스(1223)는 각 HARQ 프로세스(1223)에 대응하는 HARQ 버퍼(1224)를 포함할 수 있다. 도 6에서는 간단하게 UL 그랜트 처리 모듈과 DL 할당 처리 모듈(1221)을 하나의 프로세싱 모듈로 도시하고 있으나, 이는 개발자에 따라 별도의 모듈로 구성될 수도 있다. 또한, MAC 계층 모듈(1220)이 도 6에 도시한 UL 그랜트 처리 모듈/DL 할당 처리 모듈(1221)의 기능을 수행하도록 설계되는 경우에는, UL 그랜트 처리 모듈/DL 할당 처리 모듈(1221) 자체를 별도의 모듈로 구성할 필요는 없다.

[113] UL HARQ 동작에 있어서, 단말은 전송 데이터를 저장할 수 있는 버퍼를 가지고 있는데, 이 버퍼는 기지국으로부터의 제어 신호에 따라 상이하게 관리될 수 있다. 단말이 UL 그랜트 신호를 수신한 경우에는 이전 전송 데이터는 버퍼에서 비워지며, UL 그랜트에 따라 새롭게 전송할 데이터가 버퍼에 채워진다. 이전 전송 데이터에 대하여 기지국으로부터 NACK 신호를 수신한 경우, 이전 전송 데이터를 재전송하여야 하므로 버퍼에 저장된 데이터는 그대로 유지된다. 이전 전송 데이터에 대하여 기지국으로부터 ACK를 수신한 경우에도 버퍼에 저장된 데이터가 그대로 유지되는데, 이는 기지국이 NACK을 전송하였는데 단말에서 이를 수신하지 못하거나 또는 디코딩 오류로 인해 NACK을 ACK으로 해석하는 등의 경우에 버퍼가 비워지는(flush) 경우를 방지하기 위해서이다.

[114] 또한, HARQ 동작을 수행하는 다른 송수신 장치(예를 들어, 중계기 장치, 기지국 장치 등)의 프로세서의 구체적인 구성은, 도 6의 프로세서(1200)의 구성과 실질적으로 동일하게 구성될 수 있다. 또한, 전술한 단말 장치 또는 송수신 장치의 프로세서의 구체적인 구성은, 본 발명의 다양한 실시예에서 설명하는 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있으며, 중복되는 내용은 명확성을 위하여 설명을 생략한다.

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

[116] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal

Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[117] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

[118] 도 7은 예시적인 동기식 비-적응적 UL HARQ 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[119] 전술한 바와 같이, 단말은 복수개의 HARQ 프로세스들을 가지고 있으며, HARQ 프로세스들은 동기적으로(Synchronous)으로 작동할 수 있다. 즉, 매 TTI 마다 각 HARQ 프로세스들이 동기적으로 할당된다. 예를 들어, LTE 시스템은 단말이 8개의 HARQ 프로세스들을 가지고 있는 것을 가정하며, 이에 따라 1 번째 TTI에서는 HARQ 프로세스 1번, 2 번째 TTI에서는 HARQ 프로세스 2번, ... 8 번째 TTI에서는 HARQ 프로세스 8번, 9 번째 TTI에서는 HARQ 프로세스 다시 1번, 10 번째 TTI에서는 HARQ 프로세스 2번의 형태로 할당될 수 있다. 예를 들어, 특정 TTI에서 UL 그랜트를 포함한 PDCCH가 검출된 경우에, HARQ 엔터티는 전송이 수행되어야 하는 HARQ 프로세스가 무엇인지를 식별할 수 있고, UL 그랜트 정보를 식별된 HARQ 프로세스에게 전달할 수 있다. 예를 들어, 도 7에서와 같이, 단말이 UL 그랜트를 수신한 무선 프레임 $i-1$ 의 서브프레임 7 과 연관된(associated) HARQ 프로세스가 1인 경우에, 무선 프레임 i 의 서브프레임 1에서 HARQ 프로세스 1에서 상향링크 데이터의 전송이 수행되고, 8 서브프레임 후인 무선 프레임 i 의 서브프레임 9에서 HARQ 프로세스 1에서 재전송이 수행될 수 있다. 이와 같이 동기식 HARQ 동작에서는, 하나의 TTI에 연관된 HARQ 프로세스가 식별되면, 해당 TTI+8 에 대해서도 동일한 HARQ 프로세스가 연관되는 것을 알 수 있다. 본 문서에서는 달리 설명되지 않는 한, 동기식 HARQ 동작에 있어서 하나의 TTI에 어떤 HARQ 프로세스가 연관된다는 의미는, 해당 TTI 이후 8번째, 16번째, 24번째 TTI에서도 동일한 HARQ 프로세스가 연관되는 것을 가정한다.

[120] 단계 S710에서 기지국(BS 또는 eNB)은 단말(UE)에게 UL 그랜트를 전송하고, 이에 따라 단말은 전송 버퍼를 비우고 전송 버퍼에 새로운 상향링크 데이터를 저장할 수 있다. 단계 S720에서 단말은 단계 S710에서 수신한 UL 그랜트에 의해서 지정된 자원, MCS 정보 등에 기초하여 HARQ 프로세스 1에서 상향링크 데이터를 기지국으로 전송할 수 있다. 본 예시에서는 기지국이 수신한 상향링크 데이터에 대한 디코딩에 실패하는 경우를 가정하며, 이에 따라, 단계 S730에서 기지국이 상향링크 데이터에 대하여 NACK을 전송한다. 기지국으로부터 NACK을 수신한 단말은 단계 S740에서 이전 전송된 상향링크 데이터의

재전송을 수행할 수 있다. 이 때, 재전송은 단계 S720에서 상향링크 데이터 전송이 수행된 HARQ 프로세스 1에서 수행되며, 8 msec 주기로 재전송이 수행될 수 있다. 즉, 재전송이 수행되는 타이밍을 별도로 지정하지 않고 미리 정해진 주기로 재전송이 수행되므로 동기식 HARQ 동작에 해당한다. 또한, NACK을 수신한 단말은 별도의 UL 그랜트 없이도 이전에 수신된 UL 그랜트에서 지정된 자원 및 MCS 레벨 등을 그대로 재전송에 적용할 수 있다. 즉, 재전송을 위한 새로운 스케줄링 정보가 주어지지 않으므로, 비-적응적 HARQ 동작에 해당한다. 재전송된 상향링크 데이터를 수신한 기지국은 이전에 수신된 데이터와 결합하여 디코딩을 시도하고, 본 예시에서는 기지국이 상향링크 데이터의 수신 및 디코딩에 성공한 것을 가정한다. 이 경우, 단계 S750에서 기지국은 단말에게 ACK을 전송할 수 있다. 도 7에서는 단말이 데이터의 송신측이 되고, 기지국이 데이터의 수신측이 되어 HARQ 피드백 정보를 기지국으로부터 단말이 수신받는 상향링크 상황을 가정하여 설명하였지만, 하향링크 데이터를 기지국이 전송하고 단말이 ACK/NACK 정보를 피드백하는 경우에도 유사하게 HARQ 동작이 수행될 수 있다.

[121] 반송파 병합

[122] 도 8은 반송파 병합을 설명하기 위한 도면이다. 반송파 병합을 설명하기에 앞서 LTE-A에서 무선자원을 관리하기 위해 도입된 셀(Cell)의 개념에 대해 먼저 설명한다. 셀은 하향링크 자원과 상향링크 자원의 조합으로 이해될 수 있다. 여기서 상향링크 자원은 필수 요소는 아니며 따라서 셀은 하향링크 자원 단독 또는 하향링크 자원과 상향링크 자원으로 이루어질 수 있다. 다만, 이는 현재 LTE-A 릴리즈 10에서의 정의이며 반대의 경우, 즉 셀이 상향링크 자원 단독으로 이루어지는 것도 가능하다. 하향링크 자원은 하향링크 구성반송파(Downlink component carrier, DL CC)로 상향링크 자원은 상향링크 구성반송파(Uplink component carrier, UL CC)로 지칭될 수 있다. DL CC 및 UL CC는 반송파 주파수(carrier frequency)로 표현될 수 있으며, 반송파 주파수는 해당 셀에서의 중심주파수(center frequency)를 의미한다.

[123] 셀은 프라이머리 주파수(primary frequency)에서 동작하는 프라이머리 셀(primary cell, PCell)과 세컨더리 주파수(secondary frequency)에서 동작하는 세컨더리 셀(secondary cell, SCell)로 분류될 수 있다. PCell과 SCell은 서빙 셀(serving cell)로 통칭될 수 있다. PCell은 단말이 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재설정 과정 또는 핸드오버 과정에서 지시된 셀이 PCell이 될 수 있다. 즉, PCell은 후술할 반송파 병합 환경에서 제어관련 중심이 되는 셀로 이해될 수 있다. 단말은 자신의 PCell에서 PUCCH를 할당 받고 전송할 수 있다. SCell은 RRC(Radio Resource Control) 연결 설정이 이루어진 이후 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다. 반송파 병합 환경에서 PCell을 제외한 나머지 서빙 셀을 SCell로 볼 수 있다. RRC_CONNECTED 상태에 있지만 반송파 병합이 설정되지 않았거나

반송파 병합을 지원하지 않는 단말의 경우, PCell로만 구성된 서빙 셀이 단 하나 존재한다. 반면, RRC_CONNECTED 상태에 있고 반송파 병합이 설정된 단말의 경우, 하나 이상의 서빙 셀이 존재하고, 전체 서빙 셀에는 PCell과 전체 SCell이 포함된다. 반송파 병합을 지원하는 단말을 위해 네트워크는 초기 보안 활성화(initial security activation) 과정이 개시된 이후, 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 PCell에 부가하여 하나 이상의 SCell을 구성할 수 있다.

- [124] 이하, 도 8을 참조하여 반송파 병합에 대해 설명한다. 반송파 병합은 높은 고속 전송률에 대한 요구에 부합하기 위해 보다 넓은 대역을 사용할 수 있도록 도입된 기술이다. 반송파 병합은 반송파 주파수가 서로 다른 2개 이상의 구성반송파(component carrier, CC)들의 집합(aggregation)으로 정의될 수 있다. 도 8을 참조하면, 도 8(a)는 기존 LTE 시스템에서 하나의 CC를 사용하는 경우의 서브프레임을 나타내고, 도 8(b)는 반송파 병합이 사용되는 경우의 서브프레임을 나타낸다. 도 8(b)에는 예시적으로 20MHz의 CC 3개가 사용되어 총 60MHz의 대역폭을 지원하는 것을 도시하고 있다. 여기서 각 CC는 연속적일 수도 있고, 또한 비 연속적일 수도 있다.
- [125] 단말은 하향링크 데이터를 복수개의 DL CC를 통해 동시에 수신하고 모니터링할 수 있다. 각 DL CC와 UL CC 사이의 링크지(linkage)는 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. DL CC/UL CC 링크는 시스템에 고정되어 있거나 반-정적으로 구성될 수 있다. 또한, 시스템 전체 대역이 N개의 CC로 구성되더라도 특정 단말이 모니터링/수신할 수 있는 주파수 대역은 M(<N)개의 CC로 한정될 수 있다. 캐리어 병합에 대한 다양한 파라미터는 셀 특정(cell-specific), 단말 그룹 특정(UE group-specific) 또는 단말 특정(UE-specific) 방식으로 설정될 수 있다.
- [126] 도 9는 크로스-반송파 스케줄링을 설명하기 위한 도면이다. 크로스-반송파 스케줄링이란, 예를 들어, 복수의 서빙 셀 중 어느 하나의 DL CC의 제어영역에 다른 DL CC의 하향링크 스케줄링 할당 정보를 모두 포함하는 것, 또는 복수의 서빙 셀 중 어느 하나의 DL CC의 제어영역에 그 DL CC와 링크되어 있는 복수의 UL CC에 대한 상향링크 스케줄링 승인 정보를 모두 포함하는 것을 의미한다.
- [127] 먼저 반송파 지시자 필드(carrier indicator field, CIF)에 대해 설명한다.
- [128] CIF는 앞서 설명된 바와 같이 PDCCH를 통해 전송되는 DCI 포맷에 포함되거나 또는 불포함 수 있으며, 포함된 경우 크로스 반송파 스케줄링이 적용된 것을 나타낸다. 크로스 반송파 스케줄링이 적용되지 않은 경우에는 하향링크 스케줄링 할당 정보는 현재 하향링크 스케줄링 할당 정보가 전송되는 DL CC상에서 유효하다. 또한 상향링크 스케줄링 승인은 하향링크 스케줄링 할당 정보가 전송되는 DL CC와 링크된 하나의 UL CC에 대해 유효하다.
- [129] 크로스 반송파 스케줄링이 적용된 경우, CIF는 어느 하나의 DL CC에서 PDCCH를 통해 전송되는 하향링크 스케줄링 할당 정보에 관련된 CC를 지시한다. 예를 들어, 도 9를 참조하면 DL CC A 상의 제어 영역 내 PDCCH를 통해 DL CC B 및 DL CC C에 대한 하향링크 할당 정보, 즉 PDSCH 자원에 대한

정보가 전송된다. 단말은 DL CC A를 모니터링하여 CIF를 통해 PDSCH의 자원영역 및 해당 CC를 알 수 있다.

- [130] PDCCH에 CIF가 포함되거나 또는 포함되지 않는지는 반-정적으로 설정될 수 있고, 상위 계층 시그널링에 의해서 단말-특정으로 활성화될 수 있다.
- [131] CIF가 비활성화(disabled)된 경우에, 특정 DL CC 상의 PDCCH는 해당 동일한 DL CC 상의 PDSCH 자원을 할당하고, 특정 DL CC에 링크된 UL CC 상의 PUSCH 자원을 할당할 수 있다. 이 경우, 기존의 PDCCH 구조와 동일한 코딩 방식, CCE 기반 자원 매핑, DCI 포맷 등이 적용될 수 있다.
- [132] 한편, CIF가 활성화(enabled)되는 경우에, 특정 DL CC 상의 PDCCH는 복수개의 병합된 CC들 중에서 CIF가 지시하는 하나의 DL/UL CC 상에서의 PDSCH/PUSCH 자원을 할당할 수 있다. 이 경우, 기존의 PDCCH DCI 포맷에 CIF가 추가적으로 정의될 수 있으며, 고정된 3 비트 길이의 필드로 정의되거나, CIF 위치가 DCI 포맷 크기에 무관하게 고정될 수도 있다. 이 경우에도, 기존의 PDCCH 구조와 동일한 코딩 방식, CCE 기반 자원 매핑, DCI 포맷 등이 적용될 수 있다.
- [133] CIF가 존재하는 경우에도, 기지국은 PDCCH를 모니터링할 DL CC 세트를 할당할 수 있다. 이에 따라, 단말의 블라인드 디코딩의 부담이 감소할 수 있다. PDCCH 모니터링 CC 세트는 전체 병합된 DL CC의 일부분이고 단말은 PDCCH의 검출/디코딩을 해당 CC 세트에서만 수행할 수 있다. 즉, 단말에 대해서 PDSCH/PUSCH를 스케줄링하기 위해서, 기지국은 PDCCH를 PDCCH 모니터링 CC 세트 상에서만 전송할 수 있다. PDCCH 모니터링 DL CC 세트는 단말-특정 또는 단말 그룹-특정 또는 셀-특정으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 도 9의 예시에서와 같이 3 개의 DL CC가 병합되는 경우에, DL CC A가 PDCCH 모니터링 DL CC로 설정될 수 있다. CIF가 비활성화되는 경우, 각각의 DL CC 상의 PDCCH는 DL CC A에서의 PDSCH만을 스케줄링할 수 있다. 한편, CIF가 활성화되면 DL CC A 상의 PDCCH는 DL CC A는 물론 다른 DL CC에서의 PDSCH도 스케줄링할 수 있다. DL CC A가 PDCCH 모니터링 CC로 설정되는 경우에는 DL CC B 및 DL CC C에는 PDSCH가 전송되지 않는다.
- [134] 전술한 바와 같은 반송파 병합이 적용되는 시스템에서, 단말은 복수개의 하향링크 반송파를 통해서 복수개의 PDSCH를 수신할 수 있고, 이러한 경우 단말은 각각의 데이터에 대한 ACK/NACK을 하나의 서브프레임에서 하나의 UL CC 상에서 전송하여야 하는 경우가 발생하게 된다. 하나의 서브프레임에서 복수개의 ACK/NACK을 PUCCH 포맷 1a/1b을 이용하여 전송하는 경우, 높은 전송 전력이 요구되며 상향링크 전송의 PAPR이 증가하게 되고 전송 전력 증폭기의 비효율적인 사용으로 인하여 단말의 기지국으로부터의 전송 가능 거리가 감소할 수 있다. 하나의 PUCCH를 통해서 복수개의 ACK/NACK을 전송하기 위해서는 ACK/NACK 번들링(bundling) 또는 ACK/NACK 다중화(multiplexing)이 적용될 수 있다.

- [135] 또한, 반송파 병합의 적용에 따른 많은 개수의 하향링크 데이터 및/또는 TDD 시스템에서 복수개의 DL 서브프레임에서 전송된 많은 개수의 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK 정보가 하나의 서브프레임에서 PUCCH를 통해 전송되어야 하는 경우가 발생할 수 있다. 이러한 경우에서 전송되어야 할 ACK/NACK 비트가 ACK/NACK 번들링 또는 다중화로 지원가능한 개수보다 많은 경우에는, ACK/NACK 정보 전송을 위한 새로운 방안(예를 들어, PUCCH 포맷 3 등)이 적용될 수 있다.
- [136] 셀간 간섭 조정
- [137] 복수개의 셀이 배치된 무선 네트워크 환경에서 이웃하는 셀 간의 간섭이 문제될 수 있다. 이러한 셀 간 간섭의 문제를 해결하기 위해 셀간 간섭 조정(Inter-Cell Interference Coordination; ICIC)이 적용될 수 있다. 기존의 ICIC는 주파수 자원에 대해서 또는 시간 자원에 대해서 적용될 수 있다.
- [138] 주파수 자원에 대한 ICIC의 예시로서 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템에서는, 주어진 전체 주파수 영역(예를 들어, 시스템 대역폭)을 하나 이상의 서브 영역(예를 들어, 물리자원블록(PRB) 단위)으로 나누고, 각각의 주파수 서브 영역에 대한 ICIC 메시지를 셀들 사이에서 교환하는 방식이 정의되어 있다. 예를 들어, 주파수 자원에 대한 ICIC 메시지에 포함되는 정보로서, 하향링크 전송 전력과 관련된 RNTP(Relative Narrowband Transmission Power)가 정의되어 있고, 상향링크 간섭과 관련된 UL IOI(Interference Overhead Indication), UL HII(High Interference Indication) 등이 정의되어 있다.
- [139] 한편, 시간 자원에 대한 ICIC의 예시로서 3GPP LTE-A (또는 3GPP LTE 릴리즈-10) 시스템에서는, 주어진 전체 시간 영역을 주파수 상에서 하나 이상의 서브 영역(예를 들어, 서브프레임 단위)으로 나누고, 각각의 시간 서브 영역에 대한 사일런싱(silencing) 여부를 셀들 사이에서 교환하는 방식이 정의되어 있다. ICIC 메시지를 전송하는 셀은, 특정 서브프레임에서 사일런싱이 수행되는 것을 나타내는 정보를 이웃 셀들에게 전달할 수 있고 해당 서브프레임에서 PDSCH나 PUSCH를 스케줄링하지 않는다. 한편, ICIC 메시지를 수신하는 셀에서는 ICIC 메시지를 전송한 셀에서 사일런싱이 수행되는 서브프레임 상에서 단말에 대한 상향링크 및/또는 하향링크 전송을 스케줄링할 수 있다.
- [140] 사일런싱이란, 특정 셀이 특정 서브프레임에서 상향링크 및 하향링크 상에서 대부분의 신호 전송을 수행하지 않는(또는 0의 전력이나 약한 전력의 전송이 수행되는) 동작을 의미할 수 있다. 사일런싱 동작의 일례로서, 특정 셀이 특정 서브프레임을 MBSFN(Multicast Broadcast Single Frequency Network) 서브프레임으로 설정(configure)할 수 있다. MBSFN 서브프레임으로 설정되는 하향링크 서브프레임에서는 제어 영역에서만 신호가 전송되고 데이터 영역에서는 신호가 전송되지 않는다. 사일런싱 동작의 다른 일례로서, 간섭을 주는 셀이 특정 서브프레임을 ABS(Almost Blank Subframe) 또는 ABS-with-MBSFN 으로 설정할 수도 있다. ABS 는 하향링크 서브프레임의 제어

영역 및 데이터 영역에서 셀-특정 참조신호(CRS)만이 전송되고 그 외의 제어 정보 및 데이터는 전송되지 않는(또는 약한 전력의 전송만이 수행되는) 서브프레임을 의미한다. 다만 ABS에서도 물리방송채널(PBCH), 주동기신호(PSS), 부동기신호(SSS) 등의 하향링크 채널 및 하향링크 신호는 전송될 수 있다. ABS-with-MBSFN는 전술한 ABS에서 데이터 영역의 CRS도 전송되지 않는 경우를 의미한다. 이와 같이 특정 서브프레임의 단위로 사일런싱이 수행될 수 있으며, 사일런싱 수행 여부를 나타내는 정보는 사일런트(silent) 서브프레임 패턴이라고 칭할 수 있다.

[141] 또한, 본 발명의 실시예들에서 설명하는 사일런트 서브프레임은 아무런 신호가 전송되지 않는 서브프레임 또는 약한 전력의 신호가 전송되는 서브프레임으로 이해될 수 있다. 이하에서는 설명의 명료성을 위하여 사일런트 서브프레임은 아무런 신호가 전송되지 않는 서브프레임이라고 예시적으로 설명하지만, 사일런트 서브프레임에서 약한 전력의 신호가 전송되는 경우에도 본 발명에서 설명하는 원리가 동일하게 적용될 수 있음을 밝힌다. 또한, 본 문서에서 별도의 설명이 없는 한 ABS는 사일런트 서브프레임과 실질적으로 동일한 의미로 해석될 수 있다.

[142] 도 10은 셀간 간섭 조정의 일례를 나타내는 도면이다.

[143] 도 10에서는 매크로기지국(MeNB) 및 홈기지국(HeNB) 간의 셀간 간섭 조정을 예시적으로 나타낸다. MeNB에 의해서 서빙받는 단말을 MUE로, HeNB에 의해서 서빙받는 단말을 HeNB로 나타낸다. MUE가 HeNB의 커버리지 내에 위치하지만 HeNB에 연결되지 못하는 경우에(예를 들어, HeNB가 CSG(Closed Subscriber Group)만을 서빙하는 기지국이고 MUE는 해당 CSG에 포함되지 않는 경우에), MUE는 HeNB로부터의 하향링크 전송으로 인해서 강한 간섭을 받아 MeNB로부터의 하향링크 신호를 수신하기 어려운 상황을 가정할 수 있다.

[144] 이러한 상황에서 MeNB와 HeNB의 셀간 간섭 조정의 일환으로, HeNB가 일부 서브프레임(예를 들어, 짝수 번째 서브프레임)을 ABS로 설정하는 것을 고려할 수 있다. 이에 따라, HeNB는 짝수 번째 서브프레임에서 아무런 신호를 전송하지 않거나 약한 신호를 전송함으로써 MUE에 대한 간섭을 낮추고, 해당 시간 자원에서 MeNB는 MUE에 대한 하향링크 전송을 수행할 수 있다.

[145] 적응적 HARQ 프로세스 설정

[146] 전술한 바와 같은 반송파 병합이 설정되는 경우와 셀간 간섭 조정이 수행되는 경우는, 복수개의 셀이 관련된다는 점에서 공통점을 가진다. 여기서, 반송파 병합의 적용에 있어서 일부 경우에는 복수개의 셀이 자원을 공동으로 사용할 수 있고, 이는 협력 셀들 중에서 특정 셀에 대해서는 독립적인 자원의 사용이 제한된다고 표현할 수 있다. 또한, 셀간 간섭 조정의 적용에 있어서 특정 셀에서 일부 자원은 사용이 제한되는 설정될 수 있다. 위 상황들의 공통점은, 특정 셀에서 사용하는 자원(즉, 시간 및/또는 주파수 자원)이 제한된다는 것이다.

[147] 이와 같이 자원이 제한되는 상황에서도 기존의 HARQ 프로세스 설정 방식에

따라서 셀 별로 독립적으로 8 개의 HARQ 프로세스를 설정하는 경우에는, 실제로는 사용되지 않거나 불필요한 HARQ 프로세스가 설정될 수 있다. 또한, 단말의 전체 메모리 용량은 제한적이므로, 불필요한 HARQ 프로세스에 대해서 버퍼가 설정되면 그만큼 실제로 사용해야 하는 HARQ 프로세스에 대한 버퍼 용량이 줄어들게 된다. 따라서, HARQ 동작의 효율성이 저하되거나 HARQ 동작이 올바르게 수행되지 않을 수도 있다. 본 발명에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 HARQ 프로세스를 적응적으로 설정하는 방안에 대하여 제안한다.

- [148] HARQ 프로세스를 적응적으로 설정하기 위해서, 기지국은 설정될 HARQ 프로세스의 개수, 설정될 HARQ 프로세스 번호, 각각의 HARQ 프로세스에 할당되는 버퍼의 크기 등에 대한 정보를 단말에게 시그널링하여 줄 수 있다. 단말에게 시그널링되는 정보는 HARQ 프로세스 설정(즉, HARQ 프로세스의 개수, 버퍼의 크기 등에 대한 설정)을 위한 명시적인 제어 정보로서 정의될 수도 있고, 다른 제어 정보로부터 암시되는 묵시적인 제어 정보로서 정의될 수도 있다. 이러한 시그널링은 L1/L2 시그널링을 통하여 동적으로 수행될 수도 있고, 상위계층 시그널링을 통하여 반-정적으로 수행될 수도 있다. 또는, HARQ 프로세스의 설정과 자원 제한의 경우의 관계에 대한 소정의 규칙을 미리 정하여 두고, 별도의 시그널링 없이 해당 규칙에 따라 HARQ 프로세스의 설정을 변경할 수도 있다.
- [149] 이하에서는 먼저 반송파 병합의 경우에서의 적응적 HARQ 프로세스 설정에 대한 본 발명의 예시들에 대하여 설명하고, 셀간 간접 조정의 경우 및 TDD 시스템에서의 대역 스와핑(band swapping)에서의 적응적 HARQ 프로세스 설정에 대해서 설명한다. 이러한 본 발명의 예시들은 공통적으로 자원이 제한되는 경우에 HARQ 프로세스를 적응적으로 설정하는 방안에 대한 것이다.
- [150] 반송파 병합을 이용한 CoMP 시스템
- [151] 전술한 바와 같은 반송파 병합 환경은 하나의 단말에 대해서 복수개의 셀이 설정된 상태로 볼 수 있으며, 단말에게 설정된 복수개의 셀을 이용하여 하향링크 CoMP 동작이 수행될 수 있다. 도 11은 반송파 병합을 이용한 CoMP 시스템의 일례를 나타내는 도면이다. 도 11의 예시에서 하나의 단말(UE1)에 대해서 설정된 PCell 및 SCell은, 각각 CoMP 동작에서의 서빙 기지국(또는 서빙 셀) 및 협력 기지국(또는 협력 셀)에 해당할 수 있다. 여기서, PCell과 SCell이 서로 다른 주파수(즉, 중심 주파수 및 주파수 대역)를 가지는 경우에는 전체 주파수 대역을 확장하는 일반적인 반송파 병합 동작에 해당할 수 있지만, 도 11의 예시에서는 PCell과 SCell은 동일한 주파수 대역을 사용하며, 지리적으로 떨어진 2 개의 기지국 각각에 할당된 경우에 해당하며, 이는 반송파 병합의 특별한 형태로 이해될 수 있다. 이에 따라, UE1에 대해서 설정된 PCell을 서빙 셀로 할당하고, SCell을 간섭을 주는 인접 셀로 할당하여, CoMP JT, CS/CB, 동적 셀 선택 등의 다양한 DL CoMP 동작이 수행될 수 있다.

- [152] 서로 다른 주파수(즉, 중심 주파수 및 주파수 대역)를 갖는 복수개의 반송파를 병합하여 전체 대역폭을 늘리는 일반적인 반송파 병합의 경우(예를 들어, LTE-A 시스템)에서는, 복수개의 반송파(또는 셀)의 각각에 대해서 독립적인 HARQ 프로세스를 정의하였다. 예를 들어, PCell에 대해서 8 개의 HARQ 프로세스가 할당되고, SCell에 대해서도 또 다른 8 개의 HARQ 프로세스가 할당되며, 각각의 HARQ 프로세스 별로 버퍼가 할당된다. 이 경우, 송신단 및/또는 수신단에서 운영하는 HARQ 프로세스 당 버퍼의 크기는 작아지게 된다. 예를 들어, 단말의 경우에 고정된 크기의 메모리가 구비되고, 해당 메모리를 각각의 HARQ 프로세스를 위하여 균등 분배함으로써, 각각의 HARQ 프로세스에 대한 버퍼가 할당될 수 있다. 도 12는 HARQ 버퍼 할당을 예시적으로 나타내는 도면이다. 도 12의 예시에서와 같이, 반송파 병합이 설정되지 않는 단말은 독립적인 HARQ 프로세스 8 개를 운영하므로, 각각의 HARQ 프로세스에 대해서 메모리 크기의 1/8의 버퍼가 할당될 수 있다. 한편, PCell 및 SCell이 설정된 단말은 독립적인 HARQ 프로세스 16개를 운영하므로, 각각의 HARQ 프로세스에 대해서 메모리 크기의 1/16의 버퍼가 할당될 수 있다.
- [153] 여기서, 반송파 병합 및/또는 CoMP를 사용하여 시스템 설계 상으로는 높은 전송률을 달성할 수 있더라도, 단말의 수신 버퍼가 그러한 높은 전송률을 감당할 수 있을 만큼 크지 않은 경우에는 버퍼 오버플로우가 발생할 수 있어서 올바른 데이터 송수신이 어려워진다. 따라서, 단말의 HARQ 프로세스 당 버퍼 크기는 시스템 성능의 제한요소가 되어, 시스템에서 예상하는 높은 전송률을 실제로는 달성하지 못하게 될 수도 있다.
- [154] 또한, 단말의 HARQ 프로세스 당 버퍼의 크기가 작아지면 HARQ 성능이 저하될 수 있다. 도 13은 코드워드 크기와 버퍼의 크기를 비교하여 나타내는 도면이다. 도 13의 예시에서와 같이 하나의 HARQ 프로세스에 대한 버퍼(도 13의 예시에서 HARQ 프로세스 #2에 할당된 버퍼)에 최대 저장될 수 있는 코드워드 크기는, 시스템(Systematic) 비트 및 패리티 비트 1 및 2 만큼인 것으로 가정한다. 전송될 데이터는 전송 블록(TB) 단위로 구별될 수 있고, TB에 대해서 채널 코딩이 수행된 결과를 코드워드라고 한다. 코드워드는 시스템(systematic) 비트 및 패리티 비트로 구성될 수 있다. 패리티 비트는 용장(redundancy) 비트라고도 칭할 수 있고, 전송 데이터의 정확한 디코딩을 위해서 이용될 수 있다. 도 13의 예시에서 TB CRC가 부착된 TB의 길이가 L인 경우에, 코드워드의 크기는 3L이 되는 것을 나타낸다. 도 13(a)는 이러한 TB 크기가 작고 이에 기초하여 생성된 코드워드의 크기도 HARQ 버퍼 용량 이내인 경우를 나타낸다. 이러한 경우에는 HARQ 동작이 문제 없이 수행될 수 있다. 한편, 도 13(b)는 TB 크기가 커서 이에 기초하여 생성된 코드워드의 크기가 HARQ 버퍼 용량을 초과하는 경우를 나타낸다. 이러한 경우에는 HARQ 버퍼에 코드워드가 일부 비트가 원천적으로 저장되지 않기 때문에 올바른 HARQ 동작이 수행될 수 없다. 또한, HARQ 동작은 HARQ 버퍼에 저장된 코드워드에 기초한 전송/재전송을 포함할 수 있는데,

HARQ 버퍼에 저장되지 못한 비트(도 13의 예시에서 패리티 비트의 일부)로 인해서 여러 번의 HARQ 재전송이 수행되더라도 결국 해당 데이터는 올바르게 디코딩되지 못할 수 있다. 예를 들어, 도 13(a)의 경우는 반송파 병합이 설정되지 않은 상황에서 HARQ 프로세스 당 버퍼의 크기가 메모리 크기의 1/8인 경우에 해당할 수 있고, 도 13(b)의 경우는 반송파 병합이 설정되어 HARQ 프로세스 당 버퍼의 크기가 메모리 크기의 1/16인 경우에 해당할 수 있다. 이 경우, 동일한 크기의 코드워드라고 하더라도, 전체 HARQ 프로세스의 개수 또는 HARQ 프로세스 당 버퍼의 크기에 따라서 HARQ 동작이 올바르게 수행되지 못할 수도 있다.

[155] 반송파 병합 관련 적응적 HARQ 프로세스 설정

[156] 반송파 병합이 설정되는 경우에 올바른 HARQ 동작을 지원하기 위해서, 본 발명에서는 HARQ 프로세스에 대한 설정을 적응적으로 하는 방안을 제안한다. 이에 따라, HARQ 프로세스 당 버퍼 크기의 제한으로 인한 HARQ 동작의 부정확성 또는 비효율성을 저감할 수 있다.

[157] 예를 들어, 도 11의 예시에서와 같이 반송파 병합을 이용하여 CoMP 시스템을 구성하는 경우에, 복수개의 셀이 같은 주파수에 할당되고, 동일한 시간 자원 상에서 단말에 대해서 협력하여 전송을 수행한다. 따라서, 단말은 동일한 시간 및 주파수 자원을 이용하여 복수개의 셀로부터 하나의 데이터만을 수신하기 때문에, 셀 별로 HARQ 프로세스를 구분하여 정의할 필요가 없다.

[158] 따라서, 기존의 반송파 병합 시스템에서 정의하는 HARQ 프로세스 설정/관리 방식을 수정하여, CoMP 동작을 수행하는 복수개의 셀에 대해서 특정 시간 자원에 대응하는 하나의 HARQ 프로세스만을 사용하고 상기 하나의 HARQ 프로세스에 대해서 하나의 HARQ 버퍼만이 할당되는 방식을 제안한다. 예를 들어, CoMP 동작 중에서 JT 또는 동적 셀 스위칭의 경우에 특정 시간 자원 상에서 복수개의 셀 각각에 대해서 하나씩의 HARQ 프로세스 및 버퍼를 설정하는 것이 아니라, 복수개의 셀에 공통으로 하나의 HARQ 프로세스 및 하나의 버퍼가 설정될 수 있다.

[159] 예를 들어, 기존의 무선 통신 시스템에서 단말에게 PCell 및 하나의 SCell이 설정된 경우에, PCell을 위한 HARQ 프로세스 및 버퍼가 설정되고, SCell을 위한 또 다른 HARQ 프로세스 및 버퍼가 설정되는 것을 전제로 본 발명을 설명하면, PCell과 SCell을 CoMP 용도로 사용하는 경우에 PCell과 SCell의 HARQ 프로세스 버퍼는 합쳐지고 PCell의 HARQ 프로세스와 SCell의 HARQ 프로세스 간의 구분은 없어지는 것으로 표현할 수도 있다.

[160] 이를 위해서 기지국은 단말에게 복수개의 셀 중에서 어떤 셀을 CoMP 용도로 사용하는지를 시그널링해줄 수 있다. 예를 들어, 단말에게 N 개의 셀이 설정된 경우에 이 중에서 M 개를 동일한 주파수 대역 상에서 CoMP 용도로 할당하고, N-M 개는 다른 용도(예를 들어, 상이한 주파수 대역에 할당하여 대역폭 증가의 용도)로 할당하는 경우를 가정할 수 있다. 이 때, 기지국이 CoMP 용도로

이용되는 셀을 알려주기 위해서 $_N C_M$ 가지 경우의 수 중에서 하나를 지시하는 시그널링 방안을 고려할 수 있다. 예를 들어, 3 개의 셀 중에서 2 개를 CoMP 용도로 이용하는 경우에는 경우의 수가 3 이므로, 2 비트 크기의 지시자를 정의할 수 있다.

- [161] 도 14는 반송파 병합을 이용한 CoMP 동적 셀 스위칭의 경우에 본 발명의 예시를 나타내는 도면이다. 도 14의 예시에서는 서브프레임 $n, n+k, \dots, n+9k$ 의 동작을 나타내며, k 는 예를 들어 4이다.
- [162] 서브프레임 n 에서 단말은 PCell 상에서 데이터 1을 수신할 수 있다. 서브프레임 n 에 연관된 HARQ 프로세스가 PCell HARQ 프로세스 #1이라고 가정한다. 이 경우, 동적 셀 스위칭이 수행되는 PCell과 SCell에 대해서 후속하는 서브프레임 $n+2km$ (m 은 자연수)에서 공통적으로 상기 PCell HARQ 프로세스 #1이 사용된다. 여기서, PCell HARQ 프로세스 #1이라고 칭하는 대신, 공통 HARQ 프로세스 #1이라고 칭할 수도 있다. 즉, HARQ 프로세스가 어떤 셀의 몇 번째 HARQ 프로세스인지에 본 발명의 특징이 있는 것이 아니라, 공통된 HARQ 프로세스 하나가 해당 TTI에 대해서 연관 및 사용된다는 것에 본 발명의 특징이 존재한다.
- [163] 단말이 데이터 1의 디코딩에 실패한 경우 서브프레임 $n+k$ 에서 NACK을 PCell 상의 PUCCH를 통해서 전송할 수 있다. 이후 채널 상황의 변경에 따라서 PCell에서 SCell로 동적 셀 스위칭이 수행된 것으로 가정한다. 여기서, 본 발명에서 제안하는 바와 같이 CoMP 시스템에서 PCell과 SCell은 하나의 TTI에서 하나의 HARQ 프로세스를 공유하므로, 서브프레임 $n+2k$ 에서 SCell로부터 전송되는 데이터 1은 새로운 HARQ 프로세스를 통해 처리되는 것이 아니라, 서브프레임 n 에서 사용된 PCell HARQ 프로세스 #1를 통해서 처리된다. 단말이 SCell로부터 전송된 데이터 1에 대한 디코딩에 성공한 경우에 서브프레임 $n+3k$ 에서 PCell의 PUCCH를 통해 ACK을 전송할 수 있다. 여기서 ACK은 PCell에 대해서 전송되지만 SCell로부터 PCell로의 동적 스위칭이 수행된 것은 아니며, PUCCH는 PCell 상에서만 전송되는 것으로 정의되기 때문이다.
- [164] 서브프레임 $n+4k$ 에서 SCell을 통해서 새로운 데이터 2가 수신되고, 이는 공통 HARQ 프로세스인 PCell HARQ 프로세스 #1을 통해서 처리된다. 데이터 2의 디코딩에 실패한 단말은 서브프레임 $n+5k$ 에서 PCell 상의 PUCCH를 통해 NACK을 전송하고, 서브프레임 $n+6k$ 에서의 데이터 2가 재전송된다. 서브프레임 $n+6k$ 에서의 데이터 2의 재전송 역시 공통 HARQ 프로세스인 PCell HARQ 프로세스 #1을 통해서 처리된다. 단말이 데이터 2의 디코딩에 한번 더 실패한 경우 서브프레임 $n+7k$ 에서 PCell 상의 PUCCH를 통해 NACK을 전송할 수 있다. 이후 채널 상황이 변경되어 SCell로부터 PCell로의 동적 셀 스위칭이 수행된다. 이에 따라, 서브프레임 $n+8k$ 에서 데이터 2는 PCell을 통하여 수신되고, PCell HARQ 프로세스 #1을 통하여 처리된다. 단말이 데이터 2의 디코딩에 성공하면, 서브프레임 $n+9k$ 에서 PCell 상의 PUCCH를 통해서 ACK을 전송할 수 있다.
- [165] 도 15는 반송파 병합을 이용한 CoMP JT의 경우에 본 발명의 예시를 나타내는

도면이다. 도 15의 예시에서는 서브프레임 $n, n+k, \dots, n+9k$ 의 동작을 나타내며, k 는 예를 들어 4이다.

- [166] 서브프레임 n 에서 PCell은 다른 셀과의 협력 없이 데이터 1을 단말에게 전송할 수 있다. 서브프레임 n 에 연관된 HARQ 프로세스가 PCell HARQ 프로세스 #1이라고 가정한다. 이 경우, 후속하여 CoMP JR가 수행되더라도 다른 셀(예를 들어, SCell)에 대한 별도의 HARQ 프로세스가 사용되는 것이 아니라, 서브프레임 $n+2km$ (m 은 자연수)에서 공통적으로 상기 PCell HARQ 프로세스 #1이 사용된다. 단말이 데이터 1의 디코딩에 실패한 경우, 서브프레임 $n+k$ 에서 NACK을 PCell 상의 PUCCH를 통해 전송할 수 있다. 서브프레임 $n+2k$ 에서 데이터 1의 재전송이 PCell 상에서 수행되고 단말이 디코딩에 성공하는 경우 서브프레임 $n+3k$ 에서 ACK을 PCell 상의 PUCCH를 통해 전송할 수 있다.
- [167] 서브프레임 $n+4k$ 에서 PCell과 SCell은 동일한 데이터 2를 단말에게 전송할 수 있다. 이 때, SCell은 시스템 전체 전송률의 향상을 위해 PCell이 전송하는 데이터를 동일한 자원(즉, 동일한 시간 및 주파수 자원) 상에서 함께 단말에게 전송해주는 것이므로, SCell 상에서 전송되는 데이터에 대한 HARQ 프로세스를 별개로 설정하기 보다는 PCell의 HARQ 프로세스를 통해서 JT 전송되는 데이터 2를 처리하는 것이 바람직하다. 또한, 단말의 관점에서도 데이터 2가 PCell과 SCell 상에서 구분되어 따로 수신되는 것이 아니라, PCell 및 SCell로부터의 데이터가 공중(air)에서 결합되어 하나의 신호로 수신되므로 하나의 HARQ 프로세스를 통해 처리하는 것이 적절하다. 따라서, PCell 및 SCell 상에서 JT 전송되는 데이터 2는 공통된 하나의 HARQ 프로세스인 PCell HARQ 프로세스 #1을 통해서 처리될 수 있다.
- [168] 데이터 2의 디코딩에 실패한 단말은 서브프레임 $n+5k$ 에서 PCell 상의 PUCCH를 통해 NACK을 전송하고, 서브프레임 $n+6k$ 에서의 데이터 2가 재전송된다. 서브프레임 $n+6k$ 에서의 데이터 2의 재전송은 PCell 및 SCell의 JT에 의해서 수행되며, 역시 공통 HARQ 프로세스인 PCell HARQ 프로세스 #1을 통해서 처리된다. 단말이 데이터 2의 디코딩에 한번 더 실패한 경우 서브프레임 $n+7k$ 에서 PCell 상의 PUCCH를 통해 NACK을 전송할 수 있다. 이에 따라, 서브프레임 $n+8k$ 에서 데이터 2의 재전송이 한 번 더 수행될 수 있고, 이는 역시 PCell HARQ 프로세스 #1을 통하여 처리된다. 단말이 데이터 2의 디코딩에 성공하면, 서브프레임 $n+9k$ 에서 PCell 상의 PUCCH를 통해서 ACK을 전송할 수 있다.
- [169] 도 16은 반송파 병합을 이용한 CoMP CB의 경우를 예시적으로 나타내는 도면이다. 도 16의 예시를 참조하여 자원의 제한이 없는 경우에는 기존의 HARQ 프로세스 설정 방식과 동일하게 셀 별로 8개의 HARQ 프로세스가 설정되는 경우를 설명한다. CoMP CB 동작에 따르면, PCell 상에서 서빙받는 CoMP 단말에게 간섭을 주지 않는 방향으로, CoMP CB에 참여하는 다른 셀(예를 들어, SCell)이 자신의 송신 빔 방향을 결정하게 된다. 즉, 단말은 실질적으로

PCell로부터만 데이터를 수신하게 되고, CoMP 동작에 따른 PCell과 SCell이 공통된 자원을 이용하는 것이 아니므로 셀 별로 독립적인 자원 설정에 대한 제한이 존재하지 않는다. 이 경우에는 기존의 HARQ 프로세스 설정과 동일하게 셀 별로 독립적인 HARQ 프로세스가 설정될 수 있다.

[170] 전술한 바와 같이, 반송파 병합을 이용한 CoMP JT 또는 동적 셀 스위칭이 적용되는 시스템에서는 복수개의 셀이 동일한 자원을 공유하여 하나의 데이터를 전송하므로, 셀 별로 독립적인 HARQ 프로세스를 설정하는 것은 불필요하고 오히려 버퍼 용량의 감소를 유발하여 전체 시스템 성능을 저하시킬 수 있다. 따라서, 셀 별로 독립적인 자원의 제한이 존재하는지 여부에 따라 적응적으로 HARQ 프로세스를 설정함으로써, 셀 별로 독립적인 8 개의 HARQ 프로세스를 설정하는 것에 비하여 HARQ 프로세스의 개수를 줄일 수 있고 시스템 성능을 향상시킬 수 있다.

[171] 추가적으로, 반송파 병합을 이용한 CoMP 시스템에서 적응적 HARQ 프로세스 설정에 있어서, HARQ 프로세스 당 버퍼의 크기를 불균등하게 설정하여 줄 수 있다. HARQ 프로세스 당 버퍼의 크기는 해당 HARQ 프로세스가 관련된 CoMP 전송이 낮은 전송률을 가지는 경우에는 높은 버퍼 용량이 할당되고, 낮은 전송률을 가지는 경우에는 낮은 버퍼 용량이 할당될 수 있다. 예를 들어, CoMP 기법에 따라서 상이한 데이터 전송률이 요구될 수 있으며, JT의 경우에는 상대적으로 높은 전송률이 요구되는 반면 동적 셀 스위칭의 경우에는 JT에 비하여 낮은 전송률이 요구될 수 있다. 따라서, CoMP JT 동작이 설정되는 서브프레임에 연관되는 HARQ 프로세스에 대해서는 상대적으로 높은 용량의 버퍼가 할당되고, CoMP 동적 셀 스위칭 또는 비-CoMP 동작이 설정되는 서브프레임에 연관되는 HARQ 프로세스에 대해서는 상대적으로 낮은 용량의 버퍼가 할당될 수 있다. 이를 위하여, 기지국은 단말에게 HARQ 프로세스 별로 버퍼의 크기를 시그널링하여 줄 수 있다.

[172] 셀간 간섭 조정 관련 적응적 HARQ 프로세스 설정

[173] 전술한 반송파 병합의 경우와 유사하게, 특정 셀이 사용하는 시간 자원이 제한되는 경우에도 셀 별로 설정되는 HARQ 프로세스의 개수를 줄이는 경우 시스템 성능이 향상될 수 있다. 특정 셀이 사용하는 시간 자원이 제한되는 경우는, 다른 셀과의 셀간 간섭 조정을 위해서 일부 서브프레임을 ABS로 설정하는 경우를 포함할 수 있다.

[174] 예를 들어, 하나의 무선 프레임(즉, 10 개의 서브프레임) 중에서 특정 셀이 사용할 수 있는 서브프레임의 개수가 5개로 제한되는 경우를 가정할 수 있다. 달리 표현하자면, 상기 특정 셀에 대해서 하나의 무선 프레임에서 5 개의 서브프레임이 ABS로 설정되는 것으로 표현할 수 있다 (상기 도 10의 HeNB의 서브프레임 설정 참조). 이 경우에, 상기 특정 셀에 의해서 서빙받는 단말의 입장에서는 8 개의 HARQ 프로세스를 설정하더라도 그 중 일부 HARQ 프로세스는 실제 하향링크 데이터 수신에 사용되지 않을 수 있다. 사용되지 않는

HARQ 프로세스에 대해서 버퍼를 할당하는 것은 단말의 메모리 용량의 활용의 효율성 및 HARQ 동작 성능을 저하시킬 수 있다. 따라서, 하향링크 전송이 가능한 서브프레임이 감소된 만큼 HARQ 프로세스의 개수도 감소하여 설정하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 상기도 10의 예시에서와 같이 하향링크 전송이 가능한 서브프레임이 반으로 줄어든 경우, 기존의 8 개의 HARQ 프로세스 중에서 홀수 번째 프로세스만을 유지하고 (또는 활성화시키고) 나머지를 설정하지 않을 수 있다 (또는 비활성화시킬 수 있다). 이에 따라, 단말에 대해서 4 개의 HARQ 프로세스만이 설정되고, HARQ 프로세스 당 버퍼의 크기는 기존의 8 개의 HARQ 프로세스의 경우에 비하여 2 배로 증가시킬 수 있다.

[175] 이러한 예시는 8 개의 HARQ 프로세스 중에서 일부만을 활성화시키는 경우, 비활성화된 HARQ 프로세스에 대해 할당되었던 버퍼의 크기를 몰수한 전체 버퍼 용량을 활성화된 HARQ 프로세스들에 대해서 균등 분배하는 것에 해당한다. 그러나, 본 발명은 이에 제한되는 것은 아니고 활성화된 HARQ 프로세스에 대해서 버퍼 용량을 불균등하게 (또는 가중치에 따라) 분배할 수도 있다. 예를 들어, 활성화되는 HARQ 프로세스 중에서 일부는 높은 전송률을 달성할 수 있도록 큰 버퍼 용량이 추가 할당될 수 있고, 나머지 일부는 작은 버퍼 용량만을 추가 할당하거나 또는 버퍼 용량의 추가 할당 없이 기본 버퍼 용량만을 사용하도록 설정할 수 있다.

[176] 한편, 셀간 간섭 저감에 있어서 ABS는 전송 전력을 0으로 하는 것 외에도 낮은 전송 전력으로 하향링크 전송을 수행하는 경우를 포함할 수 있다. 예를 들어, ABS가 설정되지 않은 서브프레임에서의 하향링크 전송 전력을 P라고 하면, ABS에서는 0.1P의 전송 전력으로 하향링크 전송이 수행될 수 있다. 이 경우에는, 8 개의 HARQ 프로세스가 모두 사용될 수 있으므로, 일부 HARQ 프로세스를 비활성화시키는 것은 적절하지 않을 수 있다. 따라서, 상대적으로 낮은 전송 전력이 설정되는 서브프레임에 대응하는 HARQ 프로세스에 대해서는 상대적으로 낮은 용량의 버퍼를 할당하고, 상대적으로 높은 전송 전력이 설정되는 서브프레임에 대응하는 HARQ 프로세스에 대해서는 상대적으로 높은 용량의 버퍼를 할당할 수 있다. 경우에 따라서는, 낮은 전송률의 서브프레임에 해당하는 HARQ 프로세스에 대해서는 기본 버퍼 용량보다 낮은 용량의 버퍼를 할당할 수도 있다. 결국, 전송전력 또는 전송률이 실질적으로 0이 되는 서브프레임에 대응하는 HARQ 프로세스에 대해서는 할당되는 버퍼 용량도 0이 되는 것으로도 해석될 수 있다. 이를 위하여, 기지국은 단말에게 HARQ 프로세스 별로 버퍼의 크기를 시그널링하여 줄 수 있다.

[177] 대역 스와핑 관련 적응적 HARQ 프로세스 설정

[178] 대역 스와핑이란 하향링크(DL) 서브프레임과 상향링크(UL) 서브프레임이 미리 설정되어 있는 TDD 시스템에서, DL 서브프레임을 UL 용도로 사용하거나 UL 서브프레임을 DL 용도로 변경하여 사용하는 기술을 의미한다. 이 경우에도, 하향링크(또는 상향링크)를 위해 할당할 수 있는 자원의 제한이 발생하는 것으로

해석될 수 있고, 이에 따라 적응적 HARQ 프로세스 설정을 적용하는 것이 바람직하다.

- [179] 예를 들어, DL 서브프레임을 UL 용도로 사용하는 대역 스와핑의 경우에, 사용가능한 DL 서브프레임의 개수에 줄어드는 것으로 볼 수 있다. 이에 따라, 전체 DL HARQ 프로세스 중에서 일부 HARQ 프로세스를 비활성화하고, 비활성화되는 HARQ 프로세스에 할당될 수 있었던 버퍼 용량을 활성화되는 HARQ 프로세스에 대해서 균등 또는 불균등하게 추가 할당할 수 있다. UL 서브프레임을 DL 용도로 사용하는 경우에도 마찬가지로 일부 HARQ 프로세스가 비활성화되고 활성화되는 HARQ 프로세스에 버퍼 용량이 균등 또는 불균등하게 추가 할당될 수 있다.
- [180] 이를 위하여, 기지국은 대역 스와핑에 의해서 자원의 용도(resource usage)가 전환될 가능성이 있는 서브프레임을 단말에게 시그널링하여 줌으로써, 활성화되는 HARQ 프로세스의 개수를 묵시적으로 시그널링할 수 있다. 또는, 기지국은 상위 계층 시그널링을 이용하여 단말에게 활성화되는 HARQ 프로세스의 개수와, HARQ 프로세스 별로 버퍼 크기를 명시적으로 알려줄 수도 있다.
- [181] 전술한 바와 같이, 전송 자원이 제한되는 경우에 본 발명에서 제안하는 적응적 HARQ 프로세스를 적용함으로써, HARQ 동작의 오류를 방지하고 효율적인 HARQ 동작을 수행할 수 있다. 전송 자원이 제한되는 경우로서 본 발명에서는 i) 반송파 병합을 이용하여 CoMP 시스템을 구현하는 예시, ii) 이종 네트워크에서 ABS의 도입 등의 셀간 간섭 저감의 예시, iii) TDD 시스템에서의 대역 스와핑의 예시 등을 설명하였으나, 본 발명의 범위는 이에 제한되는 것이 아니라 다양한 자원 제한의 경우에서 적응적 HARQ 설정을 적용하는 것을 포함한다. 적응적 HARQ 설정을 위해서 기지국은 복수개의 HARQ 프로세스 및 HARQ 버퍼를 설정 또는 재설정할 수 있고, 이 정보를 기지국으로부터 단말에게 시그널링하여 줄 수 있다.
- [182] 도 17는 본 발명의 일 실시예에 따른 HARQ 동작 방법에 대한 흐름도이다.
- [183] 단계 S1710에서 단말은 기지국으로부터 자원 제한 정보를 수신할 수 있다. 여기서, 상기 자원 제한 정보는 단말에 대해서 설정된 하나 초과 셀에 의해서 협력적 전송이 수행되는 경우에, 상기 하나 초과 셀에 의해서 공통으로 사용되는 서브프레임 및 주파수 대역에 대한 정보에 해당할 수 있다. 이 경우는, 협력 셀들 중 특정 셀에 의해서 독립적인 사용이 제한되는 자원을 지시하는 정보에 해당할 수 있다. 또는, 상기 자원 제한 정보는 셀간 간섭 조정을 위해 전송 전력이 조절 또는 0으로 설정되는 서브프레임에 대한 정보에 해당할 수 있다. 이 경우는, 셀간 간섭 조정을 위해서 서빙 셀이 사용할 수 있는 서브프레임들 중에서 일부 서브프레임의 완전한 사용이 제한되는 경우에 해당한다. 또는, 대역 스와핑이 적용되는 서브프레임에 대한 정보일 수 있다. 이 경우는, 원래의 설정에 따르면 사용할 수 있던 서브프레임이 대역 스와핑에 의해 다른 대역을

위해 사용되면서 사용이 제한되는 경우에 해당한다.

- [184] 단계 S1720에서 단말은 자원 제한 정보에 기초하여 활성화되는 HARQ 프로세스를 결정할 수 있다. 사용이 제한되는 자원에 대해서는 HARQ 프로세스를 할당하지 않는 방식으로 활성화되는 HARQ 프로세스가 결정될 수 있다. 예를 들어, 반송파 병합을 이용한 CoMP 동작의 경우에는 협력 셀들에 의해서 공통으로 (동시에 함께 또는 번갈아가면서) 사용되는 자원에 대응하는 HARQ 프로세스가 활성화될 수 있으며, 활성화되는 HARQ 프로세스는 협력 셀들에 의해서 공통으로 설정되는 HARQ 프로세스이다. 여기서, 활성화되는 HARQ 프로세스에 대해서 할당되는 버퍼의 크기는 균등 또는 불균등할 수 있다. 불균등한 버퍼 할당의 경우, 활성화되는 HARQ 프로세스가 연관되는 자원 상에서의 전송 전력 또는 전송률을 고려한 가중치에 따라서 버퍼 용량이 결정될 수 있다. 높은 전송 전력 또는 전송률을 위해서는 일반적으로 높은 용량의 버퍼가 할당될 수 있다. 한편, 상기 단계 S1710에서 수신하는 자원 제한 정보를 통하여 활성화될 HARQ 프로세스를 식별하는 정보, 버퍼 용량에 대한 정보 단말에게 명시적으로 시그널링될 수도 있다.
- [185] 단계 S1730에서 단말은 활성화되는 HARQ 프로세스를 이용하여 HARQ 동작을 수행할 수 있다.
- [186] 도 17과 관련하여 설명한 본 발명의 HARQ 동작에 있어서, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있으며, 중복되는 내용은 명확성을 위하여 설명을 생략한다.
- [187] 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 본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 당업자는 상술한 실시예들에 기재된 각 구성을 서로 조합하는 방식으로 이용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.
- [188] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다. 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다. 또한, 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여

실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

산업상 이용가능성

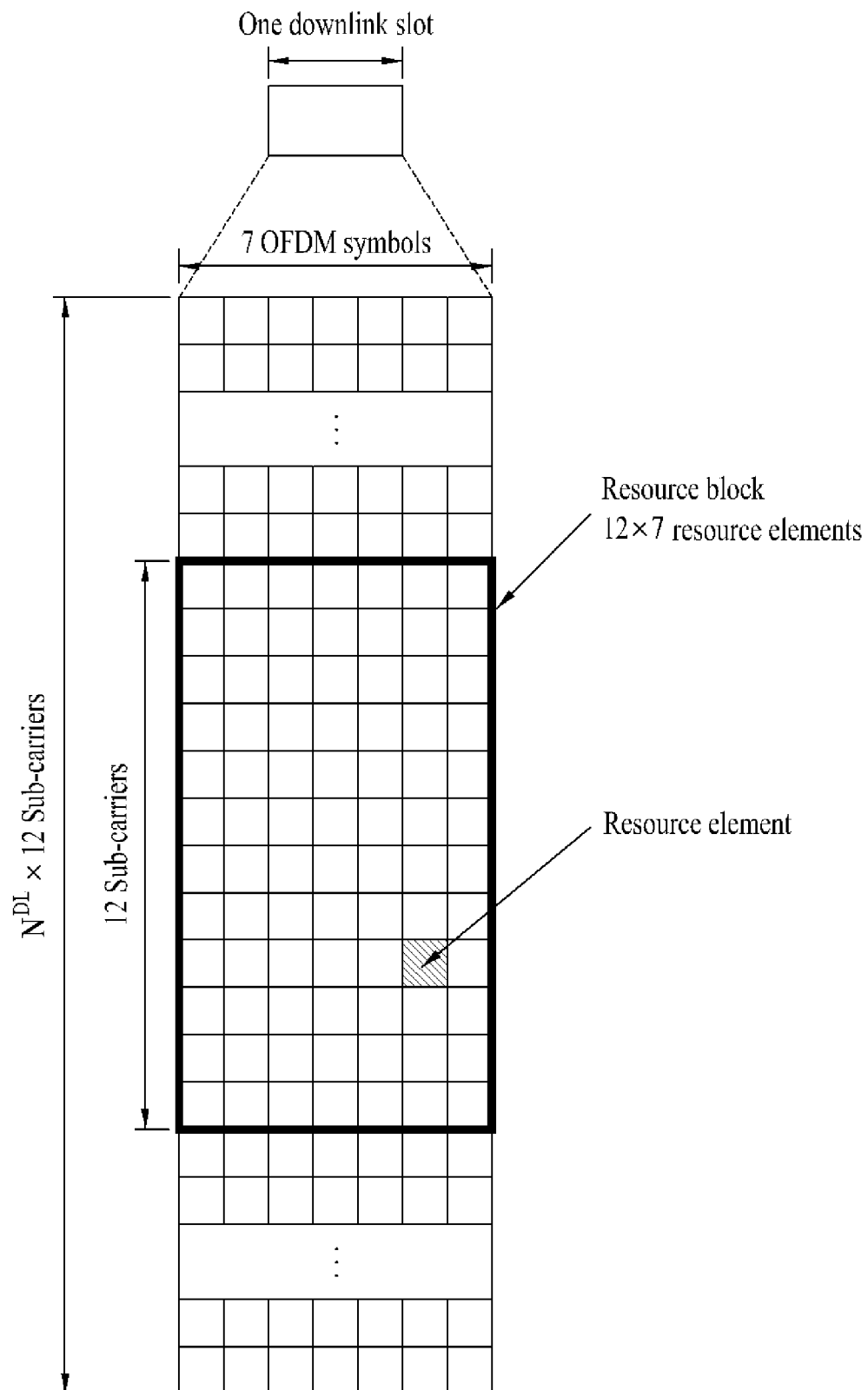
- [189] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시형태들은 다양한 이동통신 시스템에 적용될 수 있다.

청구범위

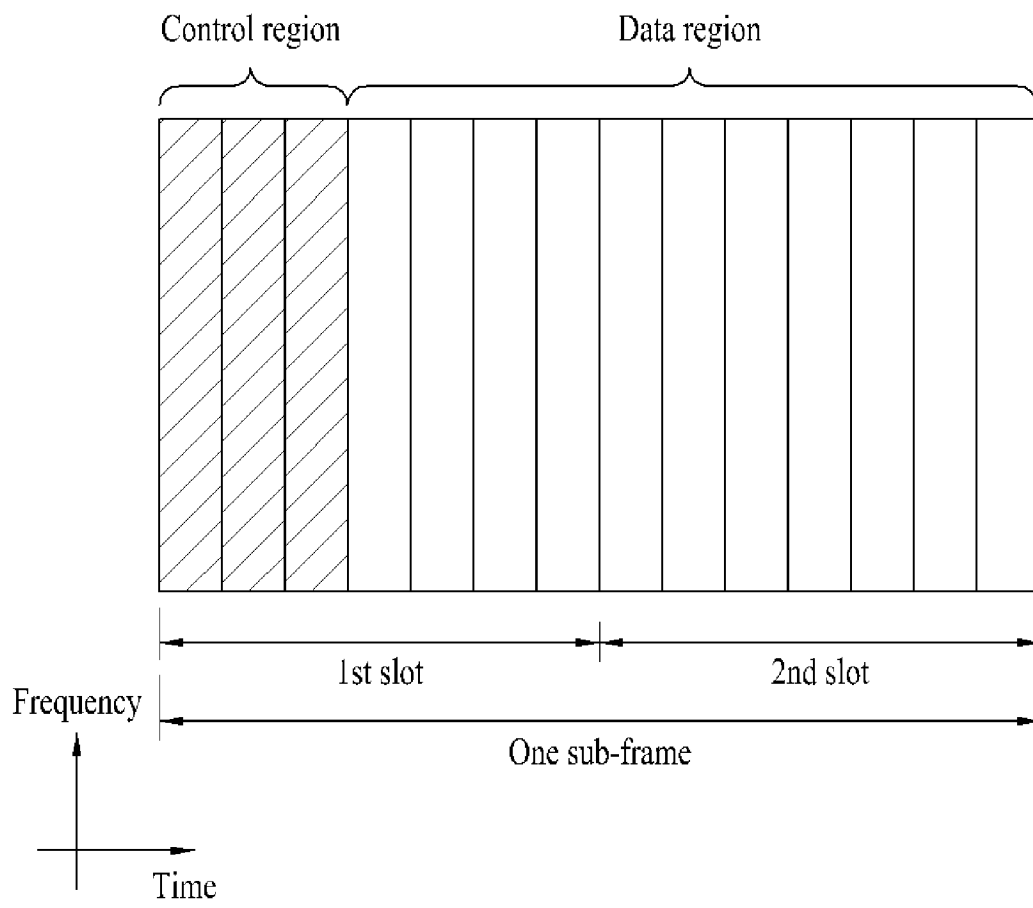
- [청구항 1] 무선 통신 시스템에서 단말이 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 프로세스를 설정하는 방법으로서,
 상기 단말에 대한 하향링크 전송을 위한 사용이 제한되는 자원을 지시하는 자원 제한 정보를 기지국으로부터 수신하는 단계;
 상기 자원 제한 정보에 기초하여 활성화되는 HARQ 프로세스를 결정하는 단계; 및
 상기 활성화되는 HARQ 프로세스를 통하여 상기 하향링크 전송에 대한 HARQ 동작을 수행하는 단계를 포함하는, HARQ 프로세스 설정 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 자원 제한 정보는,
 상기 단말에 대해서 설정된 하나 초과的小区에 의해서 협력적 전송이 수행되는 경우에 상기 하나 초과的小区에 의해서 공통으로 사용되는 서브프레임 및 주파수 대역에 대한 정보인, HARQ 프로세스 설정 방법.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서,
 상기 활성화되는 HARQ 프로세스는 상기 하나 초과的小区에 대해서 공통으로 설정되는 HARQ 프로세스인, HARQ 프로세스 설정 방법.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
 상기 자원 제한 정보는,
 상기 단말의 서빙 셀에 의해서 셀간 간섭 조정을 위해 전송 전력이 조절되는 서브프레임에 대한 정보인, HARQ 프로세스 설정 방법.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서,
 상기 전송 전력이 조절되는 서브프레임은 ABS(Almost Blank Subframe)인, HARQ 프로세스 설정 방법.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
 상기 자원 제한 정보는,
 대역 스위핑이 수행되는 서브프레임에 대한 정보인, HARQ 프로세스 설정 방법.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,
 상기 활성화되는 HARQ 프로세스의 각각에 대해서 균등한 크기의 버퍼가 할당되는, HARQ 프로세스 설정 방법.
- [청구항 8] 제 1 항에 있어서,
 상기 활성화되는 HARQ 프로세스의 각각에 대해서 불균등한 크기의 버퍼가 할당되는, HARQ 프로세스 설정 방법.

- [청구항 9] 제 1 항에 있어서,
 상기 활성화되는 HARQ 프로세스가 연관되는 자원 상에서 전송 전력 또는 전송률이 상대적으로 높은 경우에 상대적으로 높은 용량의 버퍼가 할당되고,
 상기 활성화되는 HARQ 프로세스가 연관되는 자원 상에서 전송 전력 또는 전송률이 상대적으로 낮은 경우에 상대적으로 낮은 용량의 버퍼가 할당되는, HARQ 프로세스 설정 방법.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서,
 상기 사용이 제한되는 자원에 대응하는 HARQ 프로세스는 비활성화되는, HARQ 프로세스 설정 방법.
- [청구항 11] 제 1 항에 있어서,
 상기 자원 제한 정보는,
 상기 활성화되는 HARQ 프로세스를 식별하는 정보, 상기 활성화되는 HARQ 프로세스의 개수에 대한 정보, 또는 상기 활성화되는 HARQ 프로세스의 각각에 대해 할당되는 버퍼 용량 중 하나 이상을 더 포함하는, HARQ 프로세스 설정 방법.
- [청구항 12] 무선 통신 시스템에서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) 프로세스를 설정하는 단말로서,
 기지국으로 상향링크 신호를 송신하는 송신 모듈;
 상기 기지국으로부터 하향링크 신호를 수신하는 수신 모듈; 및
 상기 송신 모듈 및 상기 수신 모듈을 포함하는 상기 단말을 제어하는 프로세서를 포함하고,
 상기 프로세서는,
 상기 수신 모듈을 이용하여, 상기 단말에 대한 하향링크 전송을 위한 사용이 제한되는 자원을 지시하는 자원 제한 정보를 기지국으로부터 수신하도록 구성되고;
 상기 자원 제한 정보에 기초하여 활성화되는 HARQ 프로세스를 결정하도록 구성되고;
 상기 활성화되는 HARQ 프로세스를 통하여 상기 하향링크 전송에 대한 HARQ 동작을 수행하도록 구성되는, HARQ 프로세스 설정 단말.

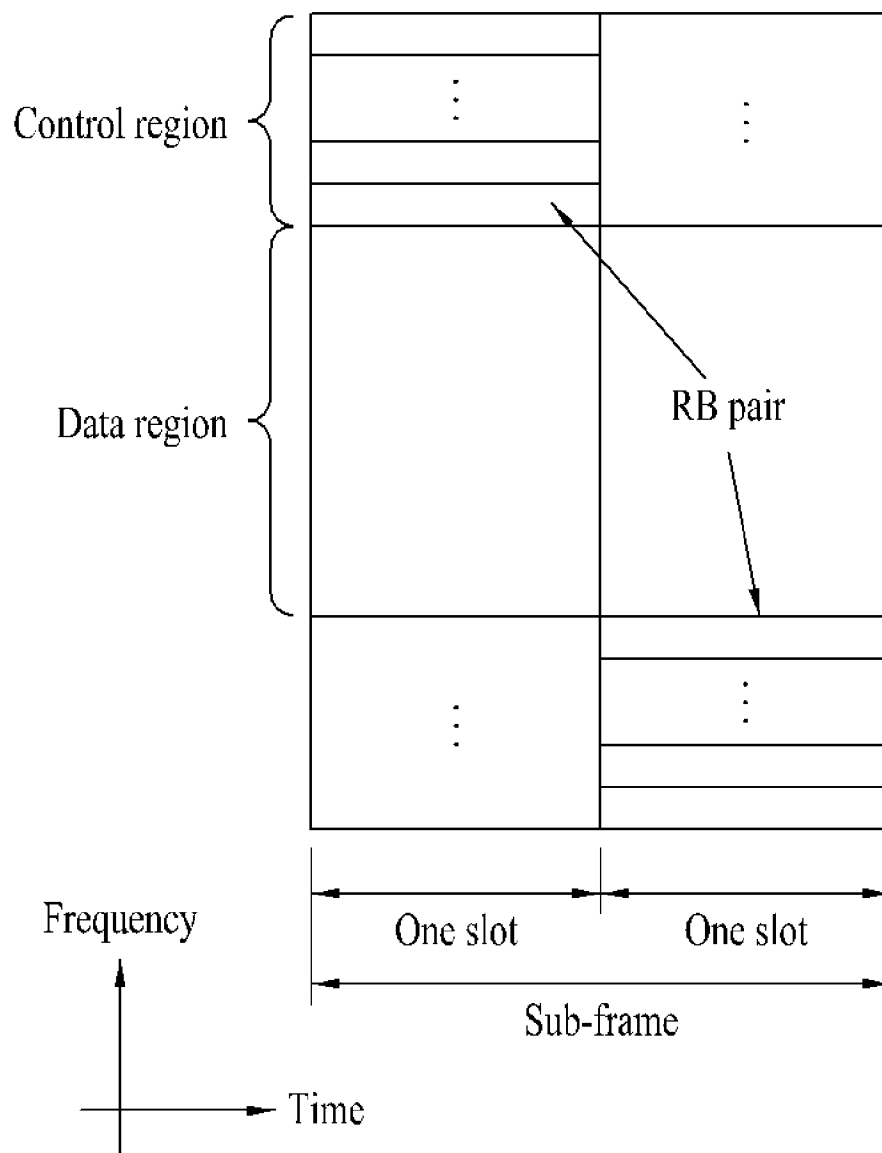
[Fig. 2]



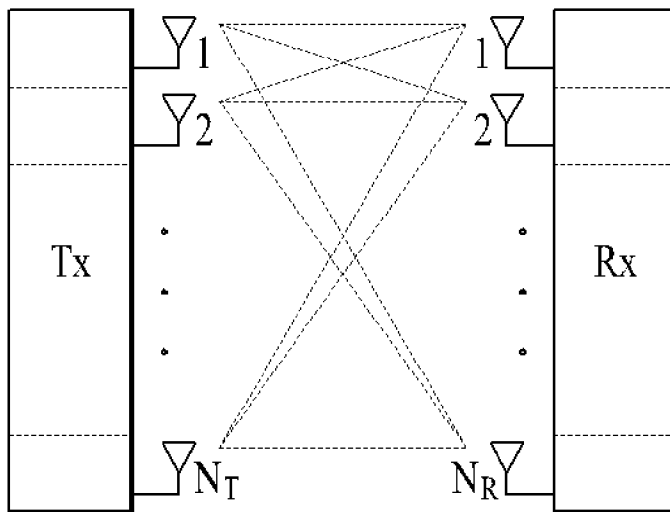
[Fig. 3]



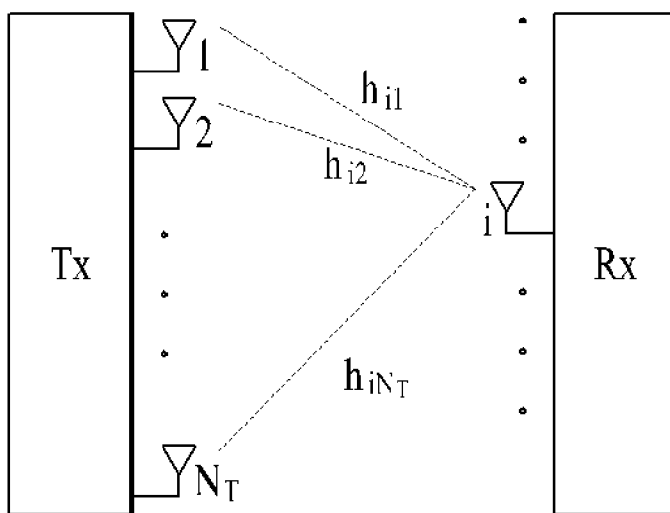
[Fig. 4]



[Fig. 5]

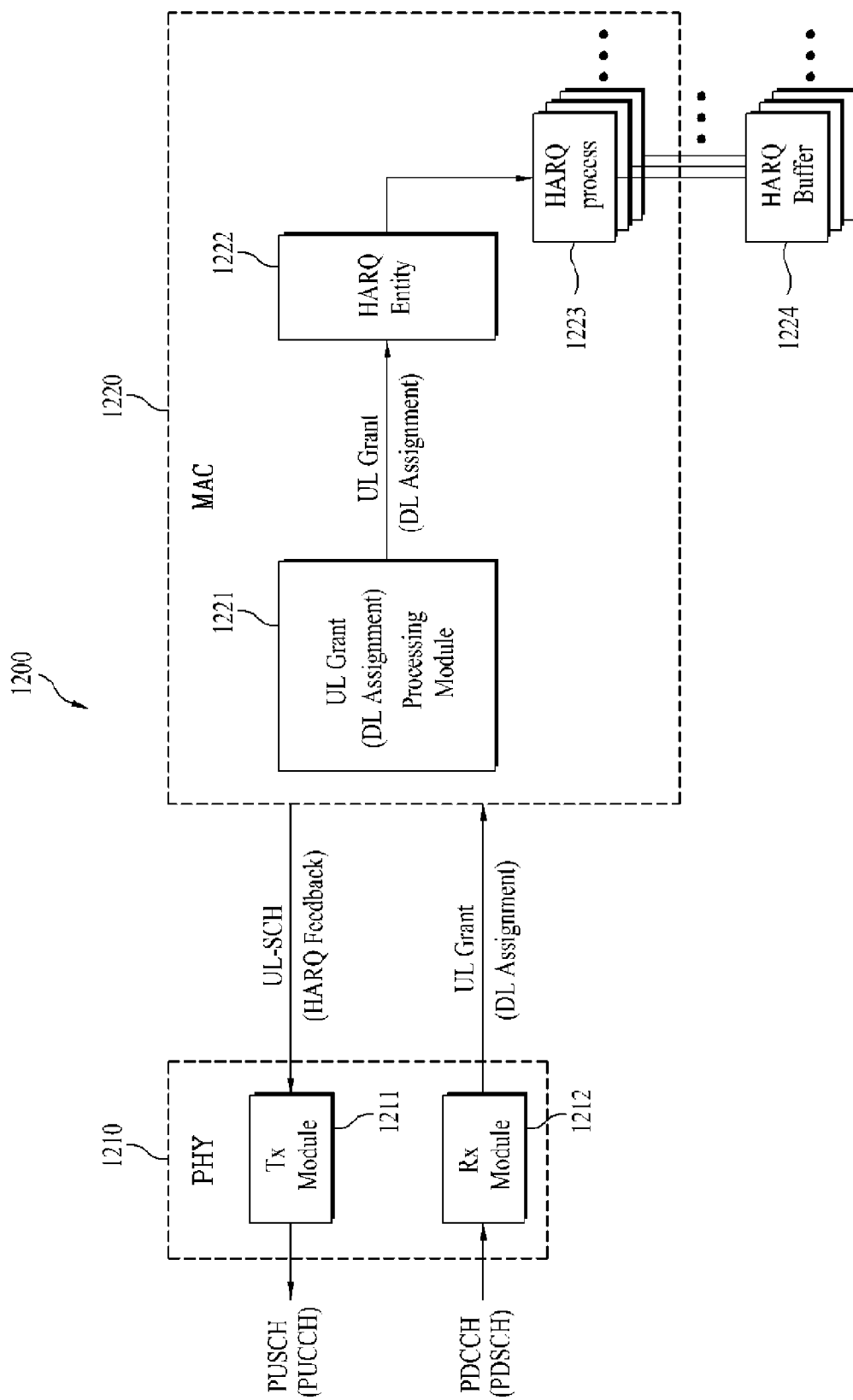


(a)

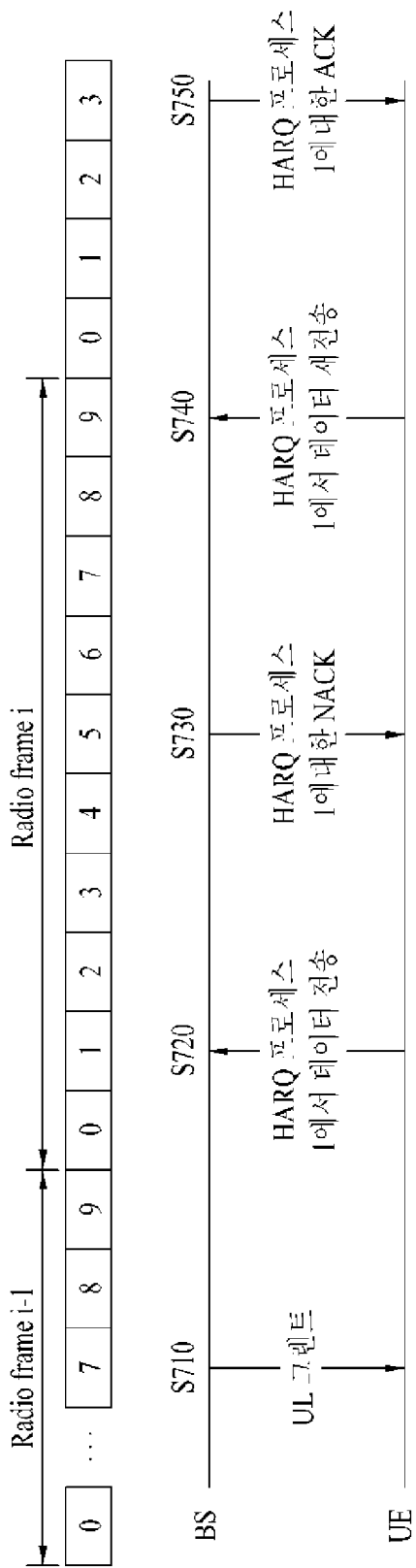


(b)

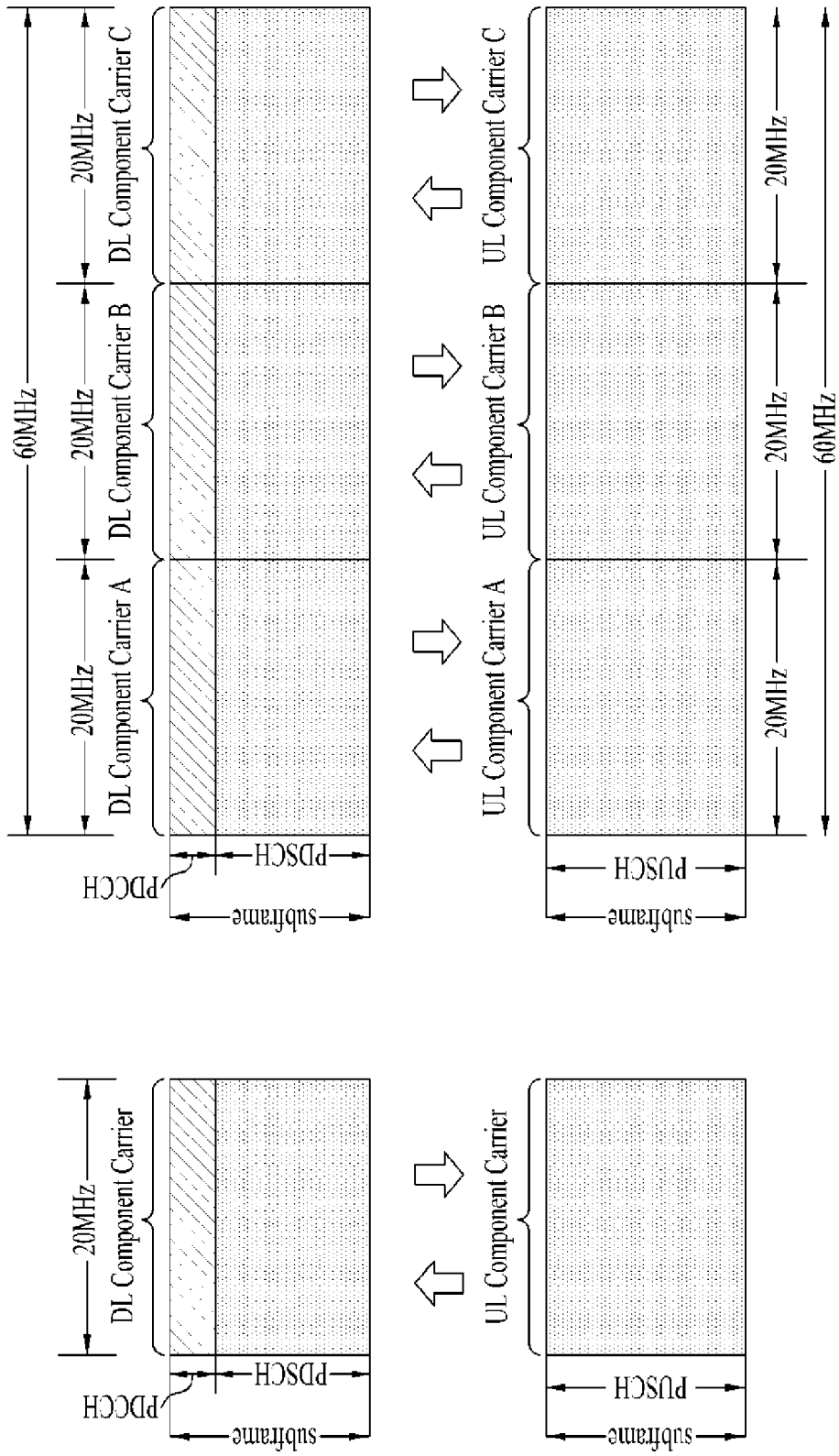
[Fig. 6]



[Fig. 7]



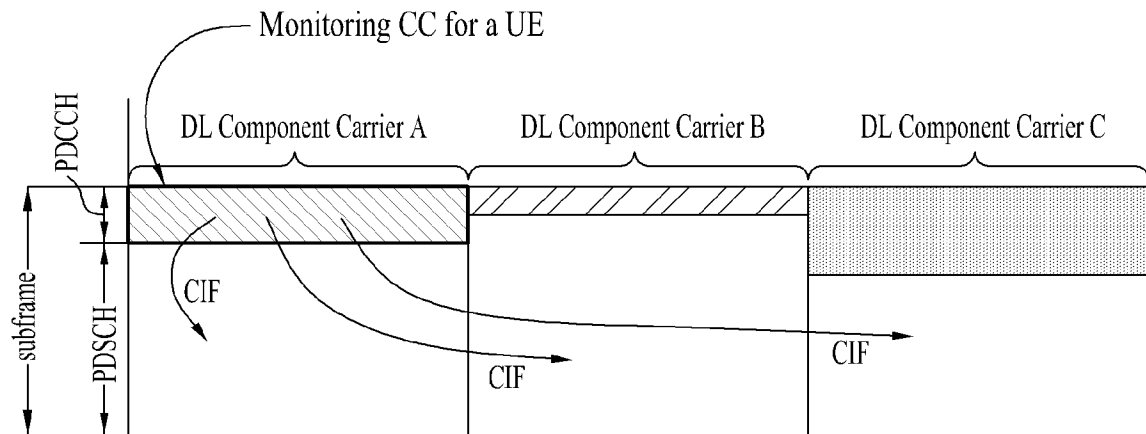
[Fig. 8]



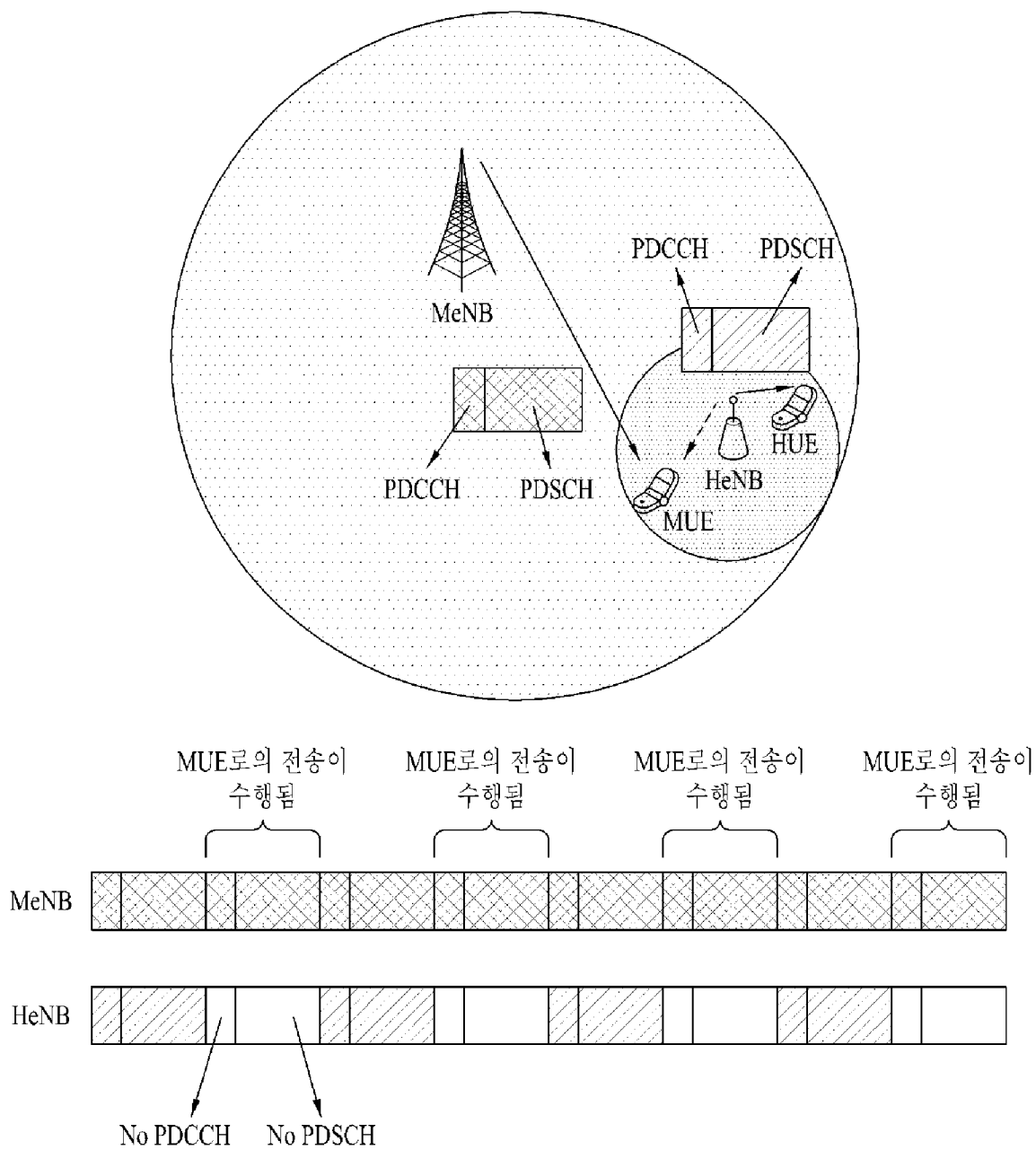
(b) Multiple CC

(a) Single CC

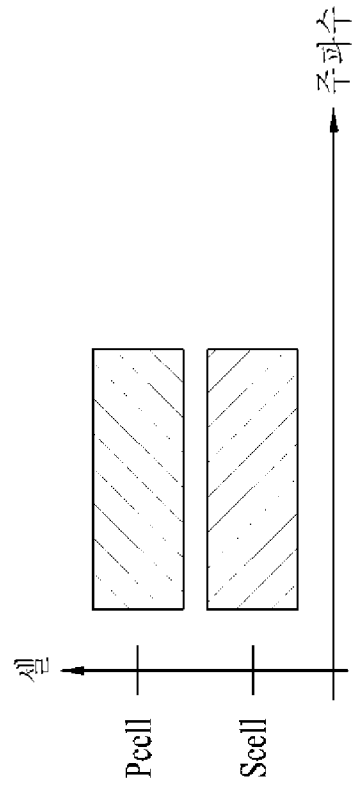
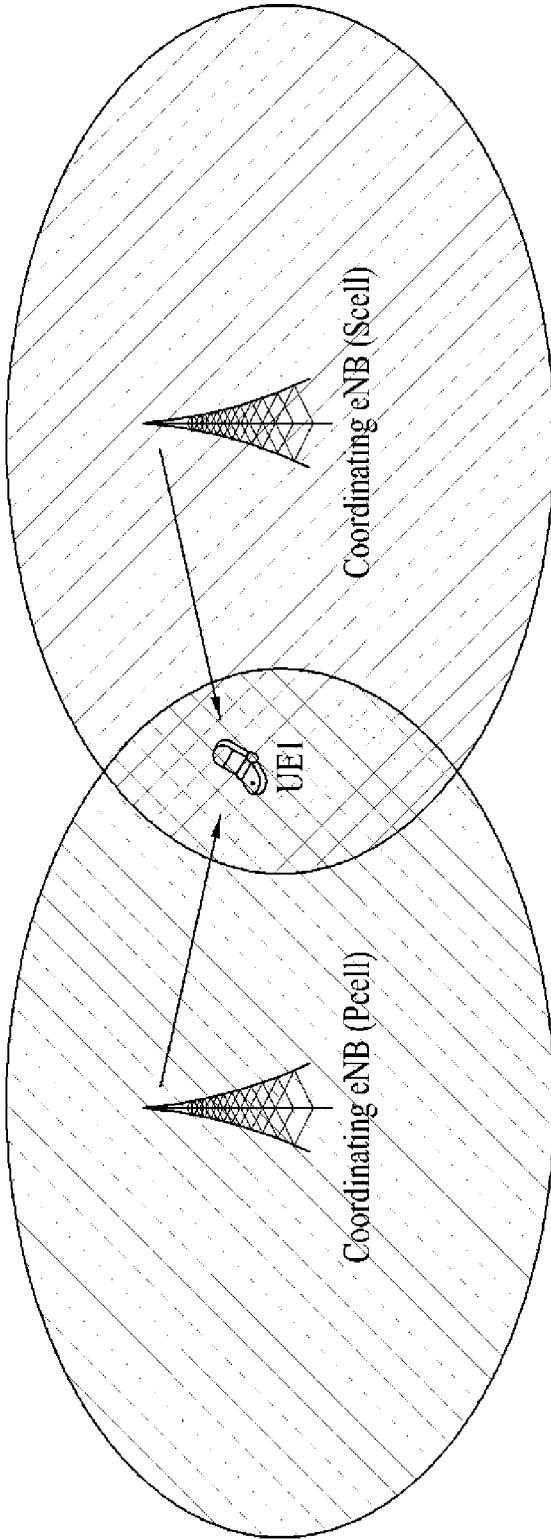
[Fig. 9]



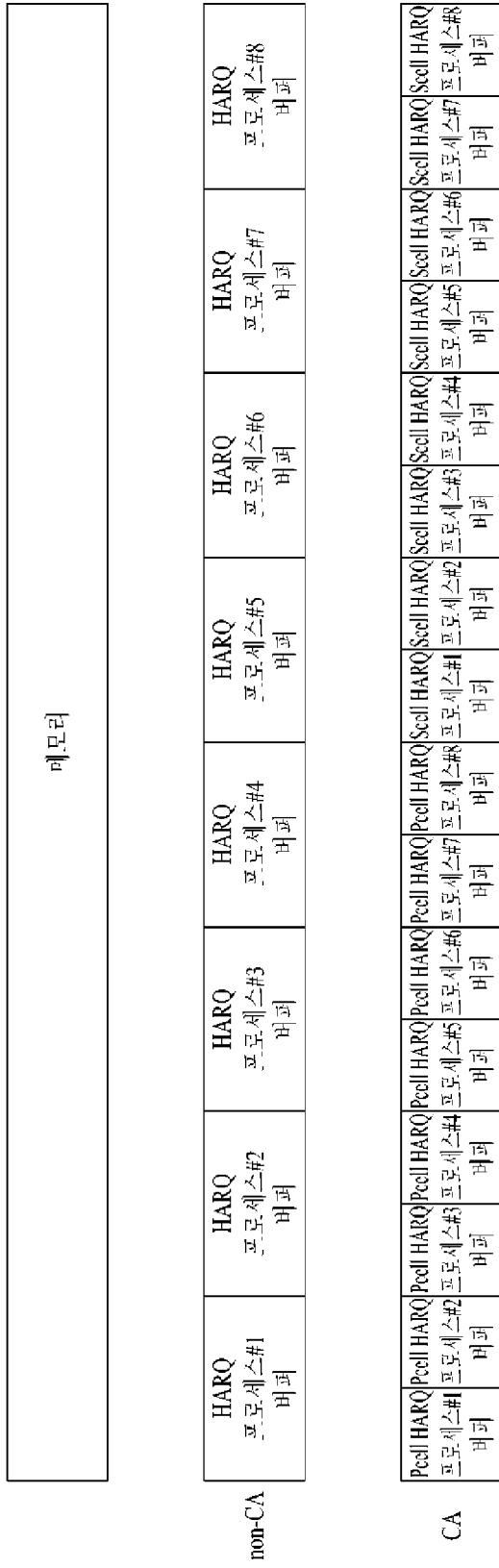
[Fig. 10]



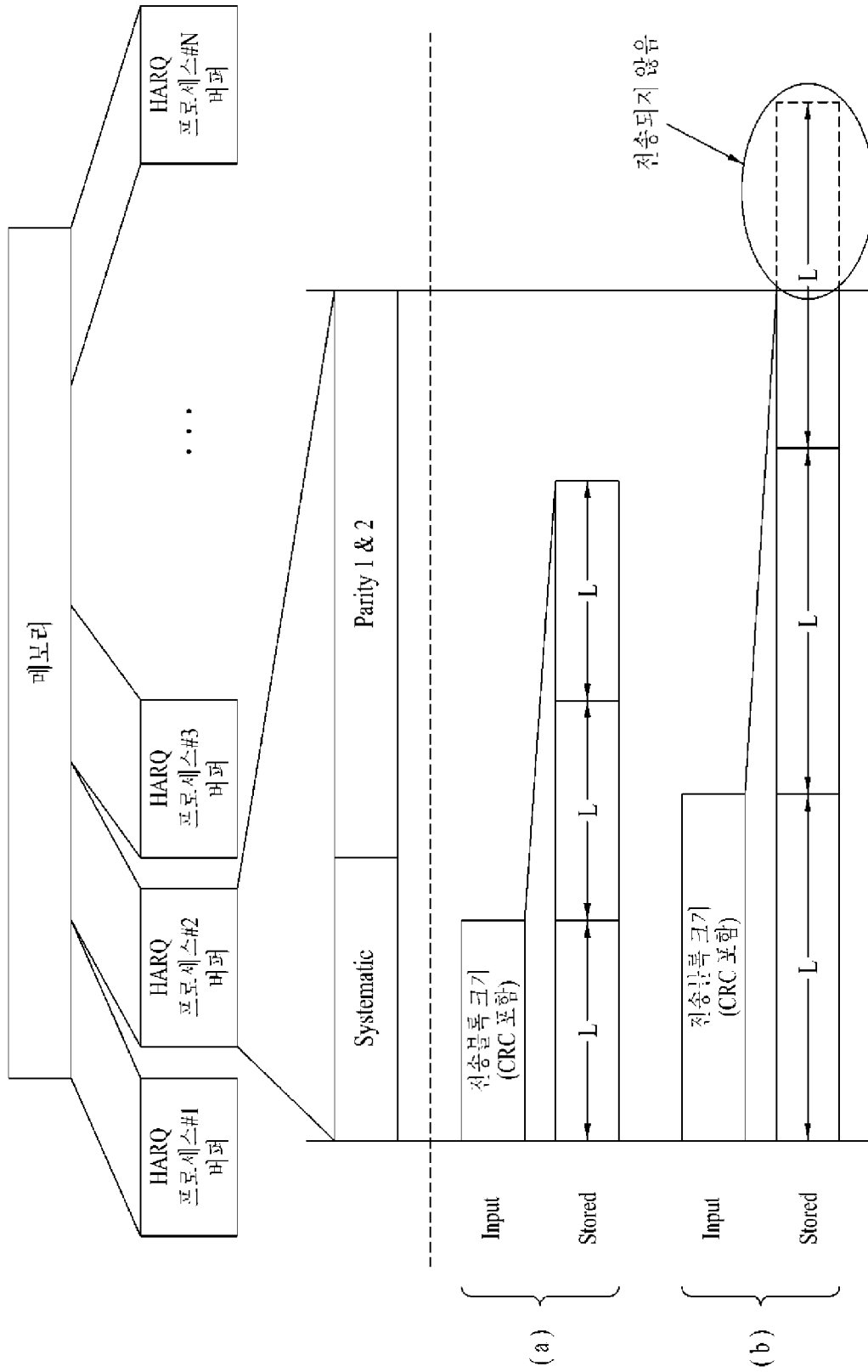
[Fig. 11]



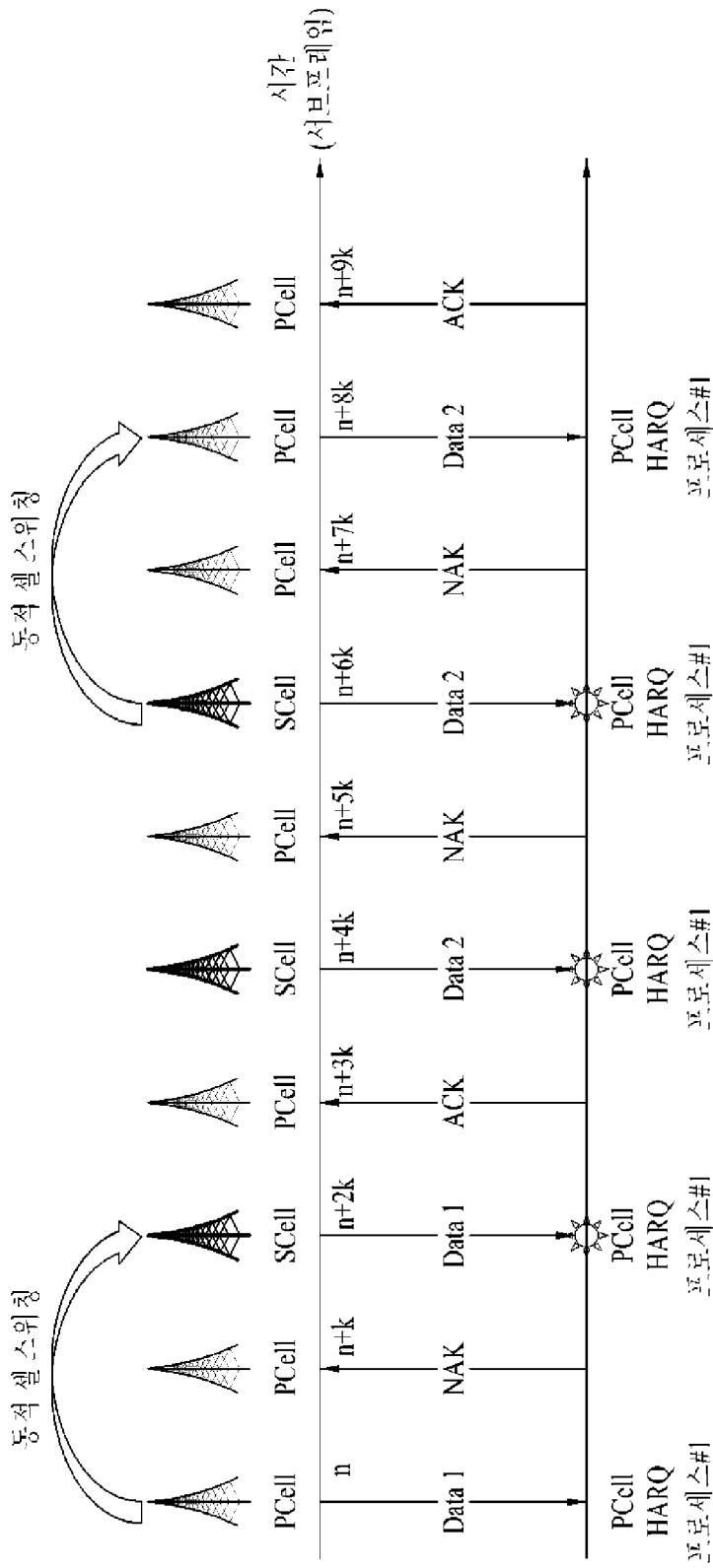
[Fig. 12]



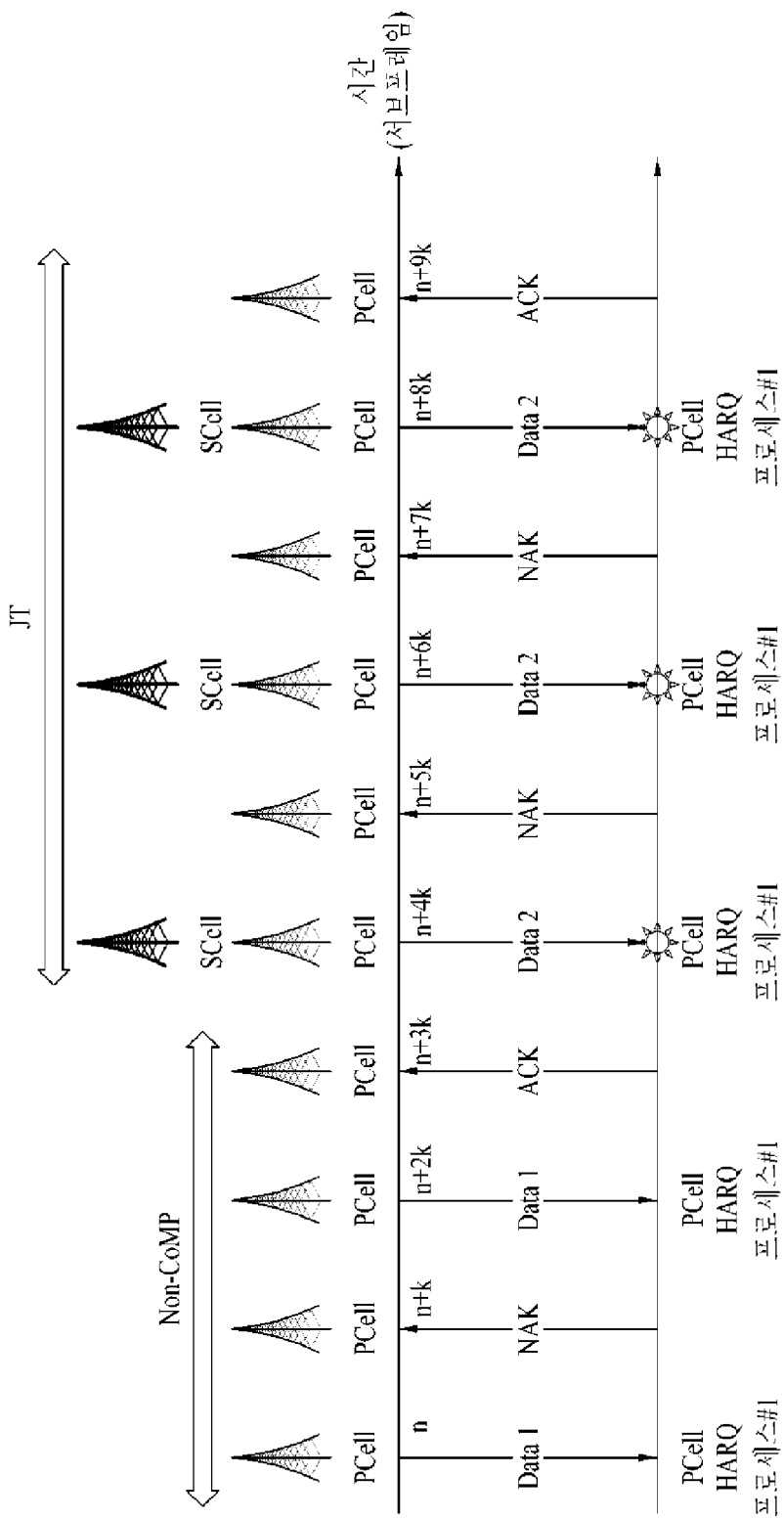
[Fig. 13]



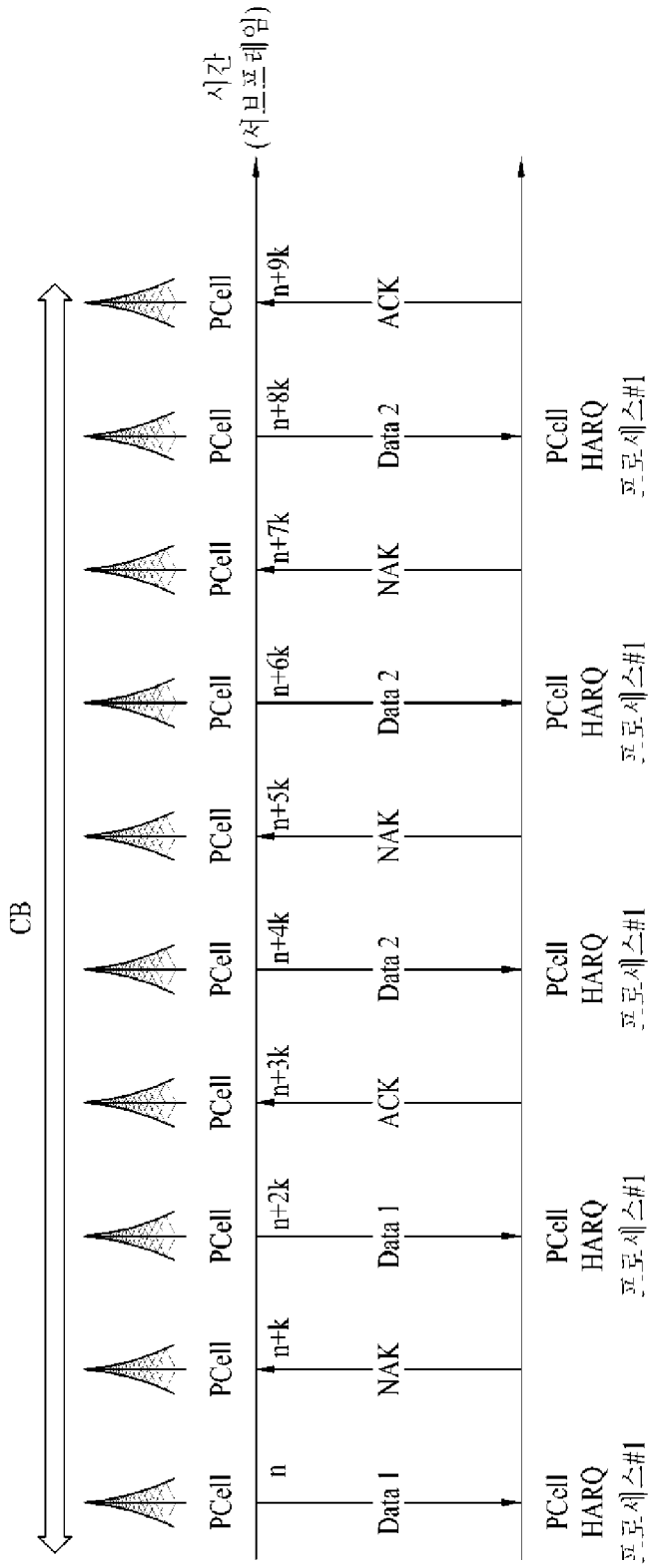
[Fig. 14]



[Fig. 15]



[Fig. 16]



[Fig. 17]

