

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국(43) 국제공개일
2013년 4월 18일 (18.04.2013) WIPO | PCT

(10) 국제공개번호

WO 2013/055120 A1

(51) 국제특허분류:

H04B 7/04 (2006.01)

H04J 11/00 (2006.01)

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

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2012/008257

(22) 국제출원일:

2012년 10월 11일 (11.10.2012)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

61/546,047 2011년 10월 11일 (11.10.2011) US

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

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

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

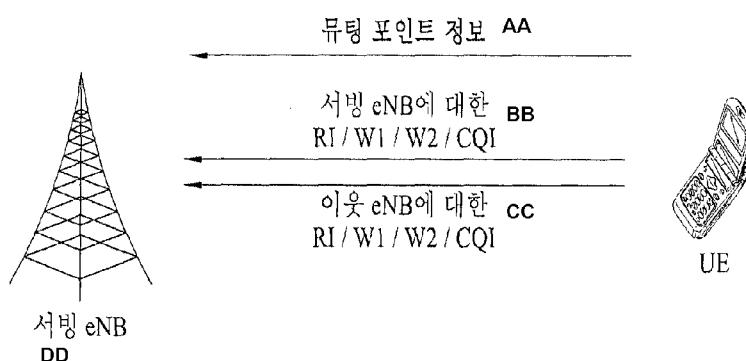
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO,

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

(54) Title: FEEDBACK METHOD IN COORDINATED MULTI-POINT COMMUNICATION SYSTEM AND APPARATUS THEREOF

(54) 발명의 명칭: 협력 멀티 포인트 통신 시스템에서 피드백 방법 및 장치



AA ... Muting point information

BB ... R1/W1/W2/CQI for serving eNB

CC ... R1/W1/W2/CQI for neighboring eNB

DD ... Serving eNB

(57) Abstract: The present invention relates to a wireless communication system, and more specifically to a method and an apparatus for feeding back the muting point information in a coordinated multi-point communication system. A method for enabling a terminal to transmit feedback information for the coordinated transmission in the wireless communication system according to one embodiment of the present invention comprises the steps: receiving reference signals for the feedback of the channel state information from a plurality of base stations capable of participating in the coordinated transmission; measuring each channel state value for the plurality of base stations based on the reference signals; and transmitting the muting point information to indicate the preferring base station participating in the coordinated transmission among the plurality of base stations.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



본 발명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 협력 멀티 포인트 통신 시스템에서 뮤팅 포인트 정보를 피드백하는 방법 및 장치가 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른, 무선 통신 시스템에서 단말이 협력적 송신에 대한 피드백 정보를 전송하는 방법은 협력적 송신에 참여 가능한 복수의 기지국으로부터 채널 상태 정보의 피드백을 위한 참조 신호를 수신하는 단계; 참조 신호를 기초로 복수의 기지국에 대한 각각의 채널 상태값을 측정하는 단계; 및 채널 상태값을 기초로 결정되며, 복수의 기지국 중 협력적 송신에 미참여하도록 선호된 기지국을 나타내는, 뮤팅 포인트 (muting point) 정보를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

【명세서】**【발명의 명칭】**

협력 멀티 포인트 통신 시스템에서 피드백 방법 및 장치

【기술분야】

5 이하의 설명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 구체적으로는 협력 멀티 포인트 통신 시스템에서 피드백 방법 및 장치에 대한 것이다.

【배경기술】

다중 입출력(MIMO: Multi-Input Multi-Output) 기술은 한 개의 송신 안테나와 한 개의 수신 안테나를 사용했던 것에서 탈피하여 다중 송신 안테나와 다중 수신 안테나를 사용하여 데이터의 송수신 효율을 향상시키는 기술이다. 단일 안테나를 사용하면 수신측은 데이터를 단일 안테나 경로(path)를 통해 수신하지만, 다중 안테나를 사용하면 수신단은 여러 경로를 통해 데이터를 수신한다. 따라서, 데이터 전송 속도와 전송량을 향상시킬 수 있고, 커버리지(coverage)를 증대시킬 수 있다.

15 단일-셀 (Single-cell) MIMO 동작은 하나의 셀에서 하나의 단말이 하향 링크 신호를 수신하는 단일 사용자-MIMO (Single User-MIMO; SU-MIMO) 방식과 두 개 이상의 단말이 한 셀에서 하향링크 신호를 수신하는 다중 사용자-MIMO (Multi User-MIMO; MU-MIMO) 방식으로 나눌 수 있다.

한편, 다중-셀 환경에서 개선된 MIMO 전송을 적용함으로써 셀 경계에 있는 사용자의 처리량을 개선하기 위한 협력 멀티 포인트(Coordinated Multi-Point: CoMP) 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. CoMP 시스템을 적용하면 다중-셀 환경에서 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference)을 줄일 수 있고

시스템의 전체적인 성능을 향상시킬 수 있다.

【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

CoMP 동작이 원활하게 수행되기 위해서는, 다중 셀 환경에서 동작하는

5 단말이 서빙 셀에 대한 채널상태정보(Channel State Information; CSI) 및 CoMP 동작에 참여하는 인접 셀에 대한 CSI 를 피드백하는 것이 요구된다. 이 때, 기존의 단일 셀에 대한 CSI 피드백 방식이 그대로 적용되는 경우에는 CSI 를 피드백 해야 하는 셀의 개수가 증가함에 따라 피드백 오버헤드가 증가하게 되는 문제가 있다.

10 또한, 피드백 정보를 전송할 수 있는 채널의 용량은 한정되어 있지만, CoMP 시스템에서 피드백 오버헤드가 증가되므로 CoMP 동작을 위한 충분한 피드백 정보를 전송하지 못하는 경우가 발생할 수 있다.

본 발명은 위와 같은 문제를 해결하기 위해서, CoMP 동작을 지원하는 시스템에서 뮤팅 포인트 정보를 피드백하는 방법 및 장치를 제공하는 것을 기술적 15 과제로 한다.

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 이해 될 수 있을 것이다.

【기술적 해결방법】

상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 단말이 협력적 송신에 대한 피드백 정보를 전송하는 방법은, 협

력적 송신에 참여 가능한 복수의 기지국으로부터 채널 상태 정보의 피드백을 위한 참조 신호를 수신하는 단계; 상기 참조 신호를 기초로 상기 복수의 기지국에 대한 각각의 채널 상태값을 측정하는 단계; 및 상기 채널 상태값을 기초로 결정되며, 상기 복수의 기지국 중 협력적 송신에 미참여하도록 선호된 기지국를 나타내는, 뮤팅 포인트(muting point) 정보를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

본 발명의 다른 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 단말이 협력적 송신에 대한 피드백 정보를 전송하는 방법은, 협력적 송신에 참여 가능한 복수의 기지국으로부터의 간섭이 존재하는 경우에 대한 제1 설정 정보를 기초로 제1 참조 신호를 수신하는 단계; 상기 복수의 기지국 중 하나 이상이 제외된 나머지 기지 10 국으로부터의 간섭이 존재하는 경우에 대한 제2 설정 정보를 기초로 제2 참조 신호를 수신하는 단계; 상기 제1 참조 신호 및 제2 참조 신호를 기초로 제1 채널 상태값 및 제2 채널 상태값을 각각 측정하는 단계; 상기 제1 채널 상태값 및 제2 채널 상태값 중 선택된 하나에 기초하여 채널 품질 인덱스(CQI)를 산출하는 단계; 및 상기 채널 품질 인덱스 및 상기 선택에 대한 정보를 포함하는 선택 인덱스를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 협력적 송신에 대한 피드백 정보를 전송하는 단말은 협력적 송신에 참여 가능한 복수의 기지국으로부터 하향링크 신호를 수신하는 수신 모듈; 상기 복수의 기지국으로 상향링크 신호를 전송하는 전송 모듈; 및 상기 수신 모듈 및 전송 모듈을 포함하는 상기 단말을 제어하는 프로세서를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 프로세서는, 상기 수신 모듈을 통하여, 상기 복수의 기지국으로부터 채널 상태 정보의 피드백을 위한 참조 신호를 수신하고; 상기 참조 신호를 기초로 상기 복수의 기지국에 대한

채널 상태값을 측정하고; 상기 전송 모듈을 통하여, 상기 채널 상태값을 기초로 결정되며, 상기 복수의 기지국 중 협력적 송신에 미참여하도록 선호된 기지국을 나타내는, 뮤팅 포인트(muting point) 정보를 전송하도록 구성될 수 있다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 협력적 송신에
5 대한 피드백 정보를 전송하는 단말은, 협력적 송신에 참여 가능한 복수의 기지국
으로부터 하향링크 신호를 수신하는 수신 모듈; 상기 복수의 기지국으로 상향링
크 신호를 전송하는 전송 모듈; 및 상기 수신 모듈 및 전송 모듈을 포함하는 상
기 단말을 제어하는 프로세서를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 프로세서는, 상기
수신 모듈을 통하여, 상기 복수의 기지국으로부터의 간섭이 존재하는 경우에 대
10 한 제1 설정 정보를 기초로 제1 참조 신호를 수신하고; 상기 수신 모듈을 통하여,
상기 복수의 기지국 중 하나 이상이 제외된 나머지 기지국으로부터의 간섭이 존
재하는 경우에 대한 제2 설정 정보를 기초로 제2 참조 신호를 수신하고; 상기 제
1 참조 신호 및 제2 참조 신호를 기초로 제1 채널 상태값 및 제2 채널 상태값을
각각 측정하고, 상기 제1 채널 상태값 및 제2 채널 상태값 중 선택된 하나에 기
15 초하여 채널 품질 인덱스(CQI)를 산출하고; 상기 전송 모듈을 통하여, 상기 채널
품질 인덱스 및 상기 선택에 대한 정보를 포함하는 선택 인덱스를 전송하도록 구
성될 수 있다.

본 발명의 실시예들에 대해서 이하의 사항이 공통으로 적용될 수 있다.
네트워크에서 상기 뮤팅 포인트 정보에 기초하여 상기 복수의 기지국 중
20 협력적 송신에 미참여하는 기지국을 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

상기 복수의 기지국 중 협력적 송신에 참여하지 않는 기지국의 조합에 대
한 뮤팅 포인트 조합 정보를 수신하는 단계를 더 포함하고, 상기 뮤팅 포인트 정

보는 상기 뮤팅 포인트 조합 정보에 포함된 조합 중 하나를 지시할 수 있다.

상기 뮤팅 포인트 정보는 상기 복수의 기지국 중 특정 개수의 기지국을 미참여 기지국으로 선호할 수 있다.

상기 뮤팅 포인트 정보는 상기 복수의 기지국 중 제한된 개수 이하의 기
5 지국을 미참여 기지국으로 선호할 수 있다.

상기 산출 단계는 상기 제2 채널 상태값과 상기 제1 채널 상태값의 차이
가 뮤팅 기준값보다 크면 상기 제2 채널 상태값을 기초로 상기 채널 품질 인덱스
를 산출하는 단계; 및 상기 제2 채널 상태값과 상기 제1 채널 상태값의 차이가
상기 뮤팅 기준값보다 작거나 같으면 상기 제1 채널 상태값을 기초로 상기 채널
10 품질 인덱스를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

상기 제1 참조신호 및 제2 참조신호는 서로 다른 서브프레임에 위치할 수
있다.

상기 제1 참조신호와 제2 참조신호는 서로 다른 자원 요소(resource
element)에 위치할 수 있다.

15 상기 제1 설정 정보 및 제2 설정 정보를 수신하는 단계를 더 포함할 수
있다.

본 발명에 대하여 전술한 일반적인 설명과 후술하는 상세한 설명은 예시
적인 것이며, 청구항 기재 발명에 대한 추가적인 설명을 위한 것이다.

【유리한 효과】

20 본 발명에 따르면, CoMP 동작을 지원하는 시스템에서 뮤팅 포인트 정보
를 피드백하는 방법 및 장치가 제공될 수 있다.

본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않

으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

【도면의 간단한 설명】

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.

도 1은 인트라 기지국(intra eNB)과 인터 기지국(inter eNB)의 CoMP 동작을 개념적으로 도시한 도면이다.

도 2는 다중안테나를 구비한 송신기의 구조를 도시한 블록도이다.

도 3은 타입 1 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

도 4는 타입 2 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

도 5는 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일례를 나타낸 예시도이다.

도 6은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

도 7은 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

도 8은 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.

도 9는 기존의 LTE 시스템에서 정의하는 참조신호 패턴을 나타내는 도면이다.

도 10은 LTE-A 시스템에서 정의되는 CSI-RS 패턴의 예시들을 나타내는

도면이다.

도 11은 Non-CoMP 시스템에서의 CSI 피드백의 일례를 나타내는 도면이다.

도 12는 CoMP 시스템에서의 CSI 피드백의 일례를 나타내는 도면이다.

도 13은 컨테이너의 페이로드 사이즈를 증가시킨 CSI 피드백의 일례를 나타내는 도면이다.

도 14는 서빙 셀과 인접 셀의 CSI를 교대로 전송하는 CSI 피드백의 일례
5 를 나타내는 도면이다.

도 15는 추가적인 피드백 정보로서 뮤팅 포인트 정보를 전송하는 일례를 나타내는 도면이다.

도 16은 본 발명에 따른 피드백 방법의 일례를 설명하기 위한 흐름도이다.
10 도 17은 본 발명에 따른 피드백 방법의 다른 예를 설명하기 위한 흐름도
이다.

도 18은 본 발명에 따른 피드백 방법의 또 다른 예를 설명하기 위한 흐름
도이다.

도 19는 본 발명에 따른 단말 장치 및 기지국 장치의 구성을 도시한 도면
이다.

15 【발명의 실시를 위한 최선의 형태】

이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한
것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것
으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되
지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하
20 여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동
작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시
예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수

있다.

본 명세서에서 본 발명의 실시예들을 기지국과 단말 간의 데이터 송신 및 수신의 관계를 중심으로 설명한다. 여기서, 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미를 갖는다. 본 문서에 5 서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.

즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어 10 지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음을 자명하다. '기지국 (BS: Base Station)'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포 인트(AP: Access Point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, 이하의 설명에 있어서 기지국이라는 용어는 셀 또는 섹터를 포함하는 개념으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명에서 서빙 기지국(serving base station)은 서빙 셀이라고도 할 수도 있으며, 협력 기지국은 협력 셀이라고도 할 수 있다. 또한, '단말 15 (Terminal)'은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station), SS(Subscriber Station) 등의 용어로 대체될 수 있다. 이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돋기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.

20 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.

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 실시예들도 5 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.

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 LTE-A 표준을 위주로 설명하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한 되는 것은 아니다.

5 도 1을 참조하여 협력 멀티 포인트(Coordinated Multi-Point: CoMP) 시스템에 대하여 설명한다. 도 1은 인트라 기지국(intra eNB)과 인터 기지국(inter eNB)의 CoMP 동작을 개념적으로 도시한 도면이다.

3GPP LTE-A 시스템의 개선된 시스템 성능 요구조건에 따라서, CoMP 송수신 기술 (co-MIMO, 공동(collaborative) MIMO 또는 네트워크 MIMO 등으로 10 표현되기도 함)이 제안되고 있다. CoMP 기술은 셀-경계(cell-edge)에 위치한 단말의 성능을 증가시키고 평균 섹터 수율(throughput)을 증가시킬 수 있다.

일반적으로, 주파수 재사용 인자(frequency reuse factor)가 1인 다중-셀 환경에서, 셀-간 간섭(Inter-Cell Interference; ICI)으로 인하여 셀-경계에 위치 한 단말의 성능과 평균 섹터 수율이 감소될 수 있다. 이러한 ICI를 저감하기 위하여, 기존의 LTE 시스템에서는 단말 특정 전력 제어를 통한 부분 주파수 재사용 15 (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 바람직 20 할 수 있다. 위와 같은 목적을 달성하기 위하여, CoMP 전송 기법이 적용될 수 있다.

도 1을 참조하면, 다중-셀(Multi-Cell) 환경에서 인트라 기지국(110, 120)

및 인터 기지국(130)이 존재한다.

LTE 시스템에서 인트라 기지국은 몇 개의 셀(혹은 섹터)로 이루어져 있다. 특정 단말이 속한 기지국에 속한 셀들은 특정 단말과 인트라 기지국(110, 120) 관계에 있다. 즉, 단말이 속한 자신의 셀과 같은 기지국을 공유하는 셀들은 5 인트라 기지국(110, 120)에 해당하는 셀들이며 다른 기지국들에 속한 셀들은 인터 기지국(130)에 해당하는 셀들이 된다. 이와 같이, 특정 단말과 동일한 기지국을 기반으로 하고 있는 셀들(즉, 인트라 기지국)은 각 셀의 스케줄러간에 별도의 인터페이스 없이 정보(예를 들어 데이터, 채널상태정보(Channel State Information: CSI))를 주고 받을 수 있지만, 다른 기지국을 기반으로 하고 있는 10 셀들(즉, 인터 기지국)은 백홀(140) 등을 통해서 셀 간 정보를 주고 받을 수 있다.

도 1에 도시된 바와 같이, 단일-셀 내에 있는 단일-셀 MIMO 사용자(150)는 한 셀(cell A, cell B, cell D, 또는 cell E)에서 하나의 서빙 기지국과 통신하고, 셀 경계에 위치한 다중-셀 MIMO 사용자(160)는 다중-셀(cell A와 cell B, 또는 cell B와 cell C와 cell D)에서 다수의 서빙 기지국과 통신할 수 있다.

15 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.

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.

조인트 전송 기법은, PDSCH 가 한번에 복수개의 포인트(CoMP 협력 단

위의 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 비코히어런트하게 (non-coherently) 수신 신호의 품질이 향상될 수 있고, 또한, 다른 단말에 대한 간섭을 5 능동적으로 소거할 수도 있다.

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 10 포인트는 동적으로 선택될 수 있다.

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.

15 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.

JR 기법은 PUSCH 를 통해 전송된 신호가 복수개의 수신 포인트에서 수신되는 것을 의미하고, CS/CB 기법은 PUSCH 가 하나의 포인트에서만 수신되지 20 만 사용자 스케줄링/빔포밍은 CoMP 협력 단위의 셀들의 조정에 의해 결정되는

것을 의미한다.

도 2는 다중안테나를 구비한 송신기의 구조를 도시한 블록도이다.

도 2를 참조하면, 송신기(200)는 인코더(encoder, 210-1,...,210-K), 변조
5 맵퍼(modulation mapper, 220-1,...,220-K), 레이어 맵퍼(layer mapper, 230), 프
리코더(precoder, 240), 자원요소 맵퍼(resource element mapper, 250-
1,...,250-K) 및 OFDM 신호 발생기(260-1,...,260-K)를 포함한다. 송신기(200)
는 Nt 개의 송신 안테나(270-1,...,270-Nt)를 포함한다.

인코더(210-1,...,210-K)는 입력되는 데이터를 정해진 코딩 방식에 따라
인코딩하여 부호화된 데이터(coded data)를 형성한다. 변조 맵퍼(220-1,...,220-
10 K)는 부호화된 데이터를 신호 성상(signal constellation) 상의 위치를 표현하는
변조 심볼에 맵핑한다. 변조 방식(modulation scheme)에는 제한이 없으며, m-
PSK(m-Phase Shift Keying) 또는 m-QAM(m-Quadrature Amplitude
Modulation)일 수 있다. 예를 들어, m-PSK는 BPSK, QPSK 또는 8-PSK 일 수
있다. m-QAM은 16-QAM, 64-QAM 또는 256-QAM 일 수 있다.

15 레이어 맵퍼(230)는 프리코더(240)가 안테나 특정 심볼(antenna-specific
symbol)을 각 안테나의 경로로 분배할 수 있도록 변조 심볼의 레이어를 정의한다.
레이어는 프리코더(240)로 입력되는 정보 경로(information path)로 정의된다. 프
리코더(240) 이전의 정보 경로를 가상 안테나(virtual antenna) 또는 레이어라고
할 수 있다.

20 프리코더(240)는 변조 심볼을 다중 송신 안테나(270-1,...,270-Nt)에 따른
MIMO 방식으로 처리하여 안테나 특정 심볼을 출력한다. 프리코더(240)는 안테나
특정 심볼을 해당 안테나의 경로의 자원요소 맵퍼(250-1,...,250-K)로 분배한다.

프리코더(240)에 의해 하나의 안테나로 보내어지는 각 정보 경로를 스트림(stream)이라 한다. 이를 물리적 안테나(physical antenna)라 할 수 있다.

자원요소 맵퍼(250-1,...,250-K)는 안테나 특정 심볼을 적절한 자원요소(resource element)에 할당하고, 사용자에 따라 다중화한다. OFDM 신호 발생기(260-1,...,260-K)는 안테나 특정 심볼을 OFDM 방식으로 변조하여 OFDM 심볼을 출력한다. OFDM 신호 발생기(260-1,...,260-K)는 안테나 특정 심볼에 대해IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)를 수행할 수 있으며, IFFT가 수행된 시간 영역 심볼에는 순환전치(cyclic prefix; CP)가 삽입될 수 있다. CP는 OFDM 전송 방식에서 다중 경로에 의한 심볼 간 간섭(inter-symbol interference)을 제거하기 위해 보호구간(guard interval)에 삽입되는 신호이다. OFDM 심볼은 각 송신 안테나(270-1,..,270-Nt)를 통해 송신된다.

도 3 및 4를 참조하여 하향링크 무선 프레임의 구조에 대하여 설명한다.

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.

도 3은 타입 1 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하향링크 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 하고, 예를 들어 하나의 서브프

프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(Resource Block; RB)을 포함한다.

하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 CP의 구성(configuration)에

- 5 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 10 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.

일반 CP가 사용되는 경우 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하므로, 하나의 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼을 포함한다. 이때, 각 서브프레임의 15 처음 2개 또는 3개의 OFDM 심볼은 PDCCCH(physical downlink control channel)에 할당되고, 나머지 OFDM 심볼은 PDSCH(physical downlink shared channel)에 할당될 수 있다.

- 도 4는 타입 2 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 타입 2 무선 프레임은 2개의 해프 프레임(Half frame)으로 구성되며, 각 해프 프레임은 5개의 20 서브프레임으로 구성된다. 서브프레임들은 일반 서브프레임과 특별 서브프레임(special subframe)으로 분류될 수 있다. 특별 서브프레임은 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), GP(Gap Period) 및 UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)의 3개의

필드를 포함하는 서브프레임이다. 이들 3 개의 필드의 길이는 개별적으로 설정될 수 있지만, 3 개의 필드의 전체 길이는 1ms이어야 한다. 하나의 서브프레임은 2 개의 슬롯으로 구성된다. 즉, 무선 프레임의 타입에 관계 없이 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다.

5 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

도 5는 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일례를 나타낸 예시도이다. 이는 OFDM 심볼이 일반 CP로 구성된 경우이다. 도 5를 10 참조하면, 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(resource block; RB)을 포함한다. 여기서, 하나의 하향링크 슬롯은 7 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원블록은 12 부반송파(subcarrier)를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 이에 제한되는 것은 아니다. 자원 그리드 상의 각 요소(element)를 자원요소(RE)라 한다. 예를 들어, 자원 요소 $a(k,l)$ 은 k 번째 부반송파와 l 번째 OFDM 심볼에 위치한 자원 요소가 된다. 일반 CP의 경우에, 하나의 자원블록은 12×7 자원요소를 포함한다 (확장된 CP의 경우에는 12×6 자원요소를 포함한다). 각 부반송파의 간격은 15kHz이므로, 하나의 자원블록은 주파수영역에서 약 180kHz을 포함한다. N^{DL} 은 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록의 수이다. N^{DL} 의 값은 기지국의 스케줄링에 의해 설정되는 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 따라 결정될 수 있다.

도 6은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하나의 서브프레임 내에서 첫 번째 슬롯의 앞 부분의 최대 3 개(1개, 2개 또는 3개)의 OFDM

심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 해당한다. 나머지 OFDM 심볼들은 물리하향링크공유채널(Physical Downlink Shared Channel; PDSCH)이 할당되는 데이터 영역에 해당한다. 전송의 기본 단위는 하나의 서브프레임이 된다. 즉, 2 개의 슬롯에 걸쳐 PDCCH 및 PDSCH가 할당된다.

5 3GPP LTE 시스템에서 사용되는 하향링크 제어 채널들에는, 예를 들어, 물리제어포맷지시자채널(Physical Control Format Indicator Channel; PCFICH), 물리하향링크제어채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH), 물리HARQ 지시자채널(Physical Hybrid automatic repeat request Indicator Channel; PHICH) 등이 있다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고
10 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 조합으로 전송

된다. 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 5 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 것으면, 단말의 cell-RNTI(C-RNTI) 식별자가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, PDCCH가 페이징 메시지에 대한 10 것으면, 페이징 지시자 식별자(Paging Indicator Identifier; P-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(SIB))에 대한 것으면, 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 15 있다.

도 7은 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. PUCCH의 용도는 크게 3 가지로, PDSCH에 대한 확인응답(ACK/NACK) 전송, PDSCH의 주파수 영역 스케줄링을 위한 채널품질지시자(Channel Quality

Indicator; CQI)의 전송, 및 PUSCH 전송 자원 요청(스케줄링 요청)이다. CQI 정보 비트는 하나 이상의 필드를 포함할 수 있다. 예를 들어, MCS(Modulation and Coding Scheme)를 결정하는 CQI 인덱스를 지시하는 CQI 필드, 코드북 상의 프리코딩 행렬의 인덱스를 지시하는 PMI(Precoding Matrix Indicator) 필드, 랭크를

5 지시하는 RI(Rank Indicator) 필드 등이 CQI 정보 비트에 포함될 수 있다.

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.

10

다중안테나(MIMO) 시스템

도 8은 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다. 도 8(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_o)에 레이트 증가율(R_i)이 곱해진 만큼 증가할 수 있다.

15

【수학식 1】

$$20 \quad R_i = \min(N_T, N_R)$$

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 90 년대 중반에 증명된 이후 이를 실질적인 데이터 전송률 향상으로 이끌어 내기 위한 다양한 기술들이 현재 까지 활발히 연구되고 있다. 또한, 몇몇 기술들은 이미 3 세대 이동 통신과 차세대 무선랜 등의 다양한 무선 통신의 표준에 반영되고 있다.

5 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.

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

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

15 【수학식 2】

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

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.

20 【수학식 3】

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

또한, $\hat{\mathbf{S}}$ 는 전송 전력의 대각행렬 \mathbf{P} 를 이용해 다음과 같이 표현될 수 있다.

【수학식 4】

$$\hat{\mathbf{S}} = \begin{bmatrix} P_1 & & 0 & S_1 \\ & P_2 & & S_2 \\ & & \ddots & \vdots \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{Ps}$$

전송전력이 조정된 정보 벡터 $\hat{\mathbf{S}}$ 에 가중치 행렬 \mathbf{W} 가 적용되어 실제 전송

- 되는 N_T 개의 송신신호 x_1, x_2, \dots, x_{N_T} 가 구성되는 경우를 고려해 보자. 가 중치 행렬 \mathbf{W} 는 전송 정보를 전송 채널 상황 등에 따라 각 안테나에 적절히 분배 해 주는 역할을 한다. x_1, x_2, \dots, x_{N_T} 는 벡터 \mathbf{x} 를 이용하여 다음과 같이 표현될 수 있다.

【수학식 5】

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{N_T 1} & w_{N_T 2} & \cdots & w_{N_T N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{S}} = \mathbf{WPs}$$

여기에서, w_{ij} 는 i 번째 송신 안테나와 j 번째 정보간의 가중치를 의미한다.

\mathbf{W} 는 프리코딩 행렬이라고도 불린다.

수신신호는 N_R 개의 수신 안테나가 있는 경우 각 안테나의 수신신호

y_1, y_2, \dots, y_{N_R} 은 벡터로 다음과 같이 표현될 수 있다.

【수학식 6】

$$\mathbf{y} = [y_1, y_2, \dots, y_{N_R}]^T$$

다중안테나 무선 통신 시스템에서 채널을 모델링하는 경우, 채널은 송수

5 신 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 인
덱스가 먼저, 송신 안테나의 인덱스가 나중임에 유의한다.

도 8(b)에 N_T 개의 송신 안테나에서 수신 안테나 i 로의 채널을 도시하였
다. 상기 채널을 뷰어서 벡터 및 행렬 형태로 표시할 수 있다. 도 8(b)에서, 총
10 N_T 개의 송신 안테나로부터 수신 안테나 i 로 도착하는 채널은 다음과 같이 나타
낼 수 있다.

【수학식 7】

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

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

【수학식 8】

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

실제 채널에는 채널 행렬 \mathbf{H} 를 거친 후에 백색잡음(AWGN; Additive

White Gaussian Noise)이 더해진다. N_R 개의 수신 안테나 각각에 더해지는 백색 잡음 n_1, n_2, \dots, n_{N_R} 은 다음과 같이 표현될 수 있다.

【수학식 9】

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

5 상술한 수식 모델링을 통해 수신신호는 다음과 같이 표현될 수 있다.

【수학식 10】

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

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 10 같고, 열의 수는 송신 안테나의 수 N_T 와 같다. 즉, 채널 행렬 \mathbf{H} 는 행렬이 $N_R \times N_T$ 된다.

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 \mathbf{H} 의 랭크($rank(\mathbf{H})$)는 다음과 같이 제한된다.

【수학식 11】

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

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 특이치

들의 개수로 정의할 수 있다. 따라서, 채널 행렬에서 랭크의 물리적인 의미는 주어진 채널에서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다.

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.

10 참조 신호 (Reference Signal; RS)

무선 통신 시스템에서 패킷을 전송할 때, 전송되는 패킷은 무선 채널을 통해서 전송되기 때문에 전송과정에서 신호의 왜곡이 발생할 수 있다. 왜곡된 신호를 수신측에서 올바로 수신하기 위해서는 채널 정보를 이용하여 수신 신호에서 왜곡을 보정하여야 한다. 채널 정보를 알아내기 위해서, 송신측과 수신측에서 모두 알고 있는 신호를 전송하여, 상기 신호가 채널을 통해 수신될 때의 왜곡 정도를 가지고 채널 정보를 알아내는 방법을 주로 사용한다. 상기 신호를 파일럿 신호 (Pilot Signal) 또는 참조 신호 (Reference Signal)라고 한다.

다중안테나를 사용하여 데이터를 송수신하는 경우에는 각 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 채널 상황을 알아야 올바른 신호를 수신할 수 있다. 따라서, 20 각 송신 안테나 별로 별도의 참조 신호가 존재하여야 한다.

- 하향링크 참조신호는 셀 내의 모든 단말이 공유하는 공용 참조신호 (Common Reference Signal; CRS)와 특정 단말만을 위한 전용 참조신호

(Dedicated Reference Signal; DRS)가 있다. 이러한 참조신호들에 의해 채널 추정 및 복조를 위한 정보가 제공될 수 있다.

수신측(단말)은 CRS로부터 채널의 상태를 추정하여 CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Index) 및/또는 RI(Rank Indicator)와 같은 채널 품질과 관련된 지시자를 송신측(기지국)으로 피드백할 수 있다. CRS는 셀-특정(cell-specific) 참조신호라 불릴 수도 있다. 또는 CQI/PMI/RI 와 같은 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI)의 피드백과 관련된 RS를 별도로 CSI-RS로 정의할 수도 있다.

한편, DRS는 PDSCH 상의 데이터의 복조가 필요한 경우에 해당 RE를 통하여 전송될 수 있다. 단말은 상위계층으로부터 DRS의 존재 여부에 대하여 지시받을 수 있고, 해당 PDSCH가 매핑된 경우에만 DRS가 유효하다는 것에 대하여 지시받을 수 있다. DRS는 단말-특정(UE-specific) 참조신호 또는 복조용 참조신호(Demodulation Reference Signal; DMRS)라 불릴 수도 있다.

도 9는 기존의 3GPP LTE 시스템 (예를 들어, 릴리즈-8)에서 정의하는 CRS 및 DRS가 하향링크 자원블록 상에 매핑되는 패턴을 나타내는 도면이다. 참조신호가 매핑되는 단위로서의 하향링크 자원블록은 시간 상으로 하나의 서브프레임 × 주파수 상으로 12 부반송파의 단위로 표현될 수 있다. 즉, 하나의 자원블록은 시간 상으로 일반 CP의 경우(도 9(a))에는 14 개의 OFDM 심볼 길이, 확장된 CP의 경우(도 9(b))에는 12 개의 OFDM 심볼 길이를 가진다.

도 9는 기지국이 4 개의 전송 안테나를 지원하는 시스템에서 참조신호의 자원블록 상 위치를 나타낸다. 도 9에서 '0', '1', '2' 및 '3' 으로 표시된 자원 요소(RE)는, 각각 안테나 포트 인덱스 0, 1, 2 및 3에 대한 CRS의 위치를 나타낸다.

한편, 도 9에서 'D'로 표시된 자원 요소는 DRS의 위치를 나타낸다.

이하에서는 CRS에 대하여 구체적으로 설명한다.

CRS는 물리 안테나단의 채널을 추정하기 위해 사용되며, 셀 내에 있는 모든 단말(UE)들이 공통적으로 수신할 수 있는 참조신호로서, 전대역에 걸쳐 분포한다. CRS는 채널 상태 정보 (CSI) 획득 및 데이터 복조의 목적으로 사용될 수 있다.

CRS는 송신측(기지국)의 안테나 구성에 따라 다양한 형태로 정의된다.

3GPP LTE (예를 들어, 릴리즈-8) 시스템은 다양한 안테나 구성(Antenna configuration)을 지원하며, 하향링크 신호 송신측(기지국)은 단일 안테나, 2 전송 안테나, 4 전송 안테나 등 3 종류의 안테나構成을 가진다. 기지국이 단일 안테나 전송을 하는 경우에는 단일 안테나 포트를 위한 참조신호가 배치된다. 기지국이 2 안테나 전송을 하는 경우에는 2개의 안테나 포트를 위한 참조신호가 시간분할 다중화(Time Division Multiplexing) 및/또는 주파수분할다중화(Frequency Division Multiplexing) 방식으로 배치된다. 즉, 2 개의 안테나 포트를 위한 참조 신호가 상이한 시간 차원 및/또는 상이한 주파수 차원에 배치되어 서로 구별될 수 있다. 또한, 기지국이 4 안테나 전송을 하는 경우에는 4개의 안테나 포트를 위한 참조신호가 TDM/FDM 방식으로 배치된다. CRS를 통해 하향링크 신호 수신측(단말)에 의하여 추정된 채널 정보는 단일 안테나 전송(Single Antenna Transmission), 전송 다이버시티(Transmit diversity), 폐-루프 공간 다중화(Closed-loop Spatial multiplexing), 개-루프 공간 다중화(Open-loop Spatial multiplexing), 다중-사용자(Multi-User) MIMO(MU-MIMO) 등의 전송 기법으로 송신된 데이터의 복조를 위해 사용될 수 있다.

다중 안테나를 지원하는 경우, 어떤 안테나 포트에서 참조신호를 전송할 때에 참조신호 패턴에 따라 지정된 자원요소(RE) 위치에 참조신호를 전송하고, 다른 안테나 포트를 위해 지정된 자원요소(RE) 위치에는 어떠한 신호도 전송하지 않는다.

5 CRS가 자원 블록 상에 매핑되는 규칙은 아래의 수식 12에 따른다.

【수학식 12】

$$k = 6m + (v + v_{\text{shift}}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 0, N_{\text{symb}}^{\text{DL}} - 3 & \text{if } p \in \{0,1\} \\ 1 & \text{if } p \in \{2,3\} \end{cases}$$

$$m = 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1$$

$$m' = m + N_{\text{RB}}^{\max, \text{DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$$

$$v = \begin{cases} 0 & \text{if } p = 0 \text{ and } l = 0 \\ 3 & \text{if } p = 0 \text{ and } l \neq 0 \\ 3 & \text{if } p = 1 \text{ and } l = 0 \\ 0 & \text{if } p = 1 \text{ and } l \neq 0 \\ 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 2 \\ 3 + 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 3 \end{cases}$$

$$v_{\text{shift}} = N_{\text{ID}}^{\text{cell}} \bmod 6$$

10 수식 12에서, k 는 부반송파 인덱스이고, l 은 심볼 인덱스이며, p 는 안테나 포트 인덱스이다. $N_{\text{symb}}^{\text{DL}}$ 는 하나의 하향링크 슬롯의 OFDM 심볼의 개수이고, $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$ 는 하향링크에 할당된 자원블록의 개수이고, n_s 는 슬롯 인덱스이고, $N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$ 는 셀 ID를 의미한다. mod 는 모듈러 연산을 의미한다. 주파수 영역에서

참조신호의 위치는 V_{shift} 값에 의존한다. V_{shift} 값은 또한 셀 ID에 의존하므로, 참조신호의 위치는 셀 별로 상이한 주파수 시프트 값을 가지게 된다.

구체적으로는, CRS를 통한 채널 추정 성능을 높이기 위해 셀 별로 CRS의 주파수 영역 상의 위치를 시프트(shift)시켜 다르게 할 수 있다. 예를 들어, 참조 5 신호가 3 부반송파마다 위치하는 경우에, 어떤 셀은 3k의 부반송파 상에, 다른 셀은 3k+1의 부반송파 상에 배치 되도록 할 수 있다. 하나의 안테나 포트의 관점에서 참조신호는 주파수 영역에서 6 RE 간격(즉, 6 부반송파 간격)으로 배치되고, 다른 안테나 포트를 위한 참조신호가 배치되는 RE 와는 주파수 영역에서 3 RE 간격을 유지한다.

10 또한, CRS에 대해서 전력 부스팅(power boosting)이 적용될 수 있다. 전력 부스팅이란, 하나의 OFDM 심볼의 자원요소(RE)들 중 참조신호를 위해 할당된 RE가 아닌 다른 RE로부터 전력을 가져와서 참조신호를 보다 높은 전력으로 전송하는 것을 의미한다.

시간 영역에서 참조신호 위치는 각 슬롯의 심볼 인덱스 (λ) 0을 시작점으로 하여 일정한 간격으로 배치된다. 시간 간격은 CP 길이에 따라 다르게 정의된다. 일반 CP 경우는 슬롯의 심볼 인덱스 0 및 4에 위치하며, 확장된 CP 경우는 슬롯의 심볼 인덱스 0 및 3에 위치한다. 하나의 OFDM 심볼에는 최대 2개의 안테나 포트를 참조신호만이 정의된다. 따라서 4 전송 안테나 전송 시, 안테나 포트 0 및 1을 위한 참조신호는 슬롯의 심볼 인덱스 0 및 4 (확장된 CP 경우는 심볼 인덱스 0 및 3)에 위치하며, 안테나 포트 2 및 3을 위한 참조신호는 슬롯의 심볼 인덱스 1에 위치한다. 단, 안테나 포트 2 및 3을 위한 참조신호의 주파수 위치는 2 번째 슬롯에서는 서로 스위칭된다.

기존의 3GPP LTE(예를 들어, 릴리즈-8) 시스템보다 높은 스펙트럼 효율성을(Spectral Efficiency)을 지원하기 위하여, 확장된 안테나 구성을 갖는 시스템(예를 들어, LTE-A 시스템)을 설계할 수 있다. 확장된 안테나 구성은, 예를 들어, 8개의 전송 안테나 구성일 수 있다. 이러한 확장된 안테나 구성을 갖는 시스템에 5 서 기존의 안테나 구성에서 동작하는 단말들을 지원, 즉, 역방향 호환성(backward compatibility)을 지원할 필요가 있다. 따라서, 기존의 안테나 구성에 따른 참조신호 패턴을 지원하고, 추가적인 안테나 구성에 대한 새로운 참조신호 패턴을 설계할 필요가 있다. 여기서, 기존의 안테나 구성을 가진 시스템에 새로운 안테나 포트를 위한 CRS를 추가하게 되면 참조신호 오버헤드가 급격하게 증가하여 10 데이터 전송률을 떨어뜨리는 단점이 있다. 위와 같은 사항을 고려하여 3GPP LTE의 진화인 LTE-A(Advanced) 시스템에서는 새로운 안테나 포트를 위한 채널 상태 정보(CSI) 측정을 위한 별도의 참조신호(CSI-RS)가 도입될 수 있다. 이하에서는 DRS에 대하여 구체적으로 설명한다.

DRS(또는 단말-특정 참조신호)는 데이터 복조를 위해 사용되는 참조신호로, 다중안테나 전송을 할 때 특정 단말에 사용되는 프리코딩 가중치를 참조신호에도 그대로 사용함으로써 단말이 참조신호를 수신했을 때에 각 송신안테나에서 전송되는 프리코딩 가중치와 전송 채널이 결합된 균등 채널(Equivalent channel)을 추정할 수 있도록 한다.

기존의 3GPP LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)은 최대 4 송신 안테나 전송을 지원하고, 랭크 1 범포밍을 위한 DRS가 정의되어 있다. 랭크 1 범포밍을 위한 DRS는 안테나 포트 인덱스 5에 대한 참조신호로 표시되기도 한다. DRS가 자원블록 상에 매핑되는 규칙은 아래의 수식 13 및 14에 따른다. 수식 13은 일

반 CP의 경우에 대한 것이고, 수식 14는 확장된 CP의 경우에 대한 것이다.

【수학식 13】

$$k = (k') \bmod N_{\text{sc}}^{\text{RB}} + N_{\text{sc}}^{\text{RB}} \cdot n_{\text{PRB}}$$

$$k' = \begin{cases} 4m' + v_{\text{shift}} & \text{if } l \in \{2, 3\} \\ 4m' + (2 + v_{\text{shift}}) \bmod 4 & \text{if } l \in \{5, 6\} \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} 3 & l' = 0 \\ 6 & l' = 1 \\ 2 & l' = 2 \\ 5 & l' = 3 \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0, 1 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 2, 3 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$m' = 0, 1, \dots, 3N_{\text{RB}}^{\text{PDSCH}} - 1$$

$$v_{\text{shift}} = N_{\text{ID}}^{\text{cell}} \bmod 3$$

【수학식 14】

$$k = (k') \bmod N_{\text{sc}}^{\text{RB}} + N_{\text{sc}}^{\text{RB}} \cdot n_{\text{PRB}}$$

$$k' = \begin{cases} 3m' + v_{\text{shift}} & \text{if } l = 4 \\ 3m' + (2 + v_{\text{shift}}) \bmod 3 & \text{if } l = 1 \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} 4 & l' \in \{0, 2\} \\ 1 & l' = 1 \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1, 2 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$m' = 0, 1, \dots, 4N_{\text{RB}}^{\text{PDSCH}} - 1$$

$$v_{\text{shift}} = N_{\text{ID}}^{\text{cell}} \bmod 3$$

수식 13 및 14에서, k 는 부반송파 인덱스이고, l 은 심볼 인덱스이며, p 는

5 안테나 포트 인덱스이다. $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ 는 주파수 영역에서 자원 블록 크기를 나타내며
부반송파의 개수로 표현된다. n_{PRB} 는 물리자원블록 넘버를 나타낸다. $N_{\text{RB}}^{\text{PDSCH}}$ 는
대응하는 PDSCH 전송의 자원 블록의 대역폭을 나타낸다. n_s 는 슬롯 인덱스
이고, $N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$ 는 셀 ID를 의미한다. mod 는 모듈러 연산을 의미한다. 주파수 영
역에서 참조신호의 위치는 V_{shift} 값에 의존한다. V_{shift} 값은 또한 셀 ID에 의존하
므로, 참조신호의 위치는 셀 별로 상이한 주파수 시프트 값을 가지게 된다.

10 한편, LTE 시스템의 진화 발전된 형태의 LTE-A 시스템에서는, 하향링크
에서 최대 8개의 송신 안테나를 지원할 수 있다. 따라서, 최대 8개 송신 안테나에
대한 RS 역시 지원되어야 한다. LTE 시스템에서의 하향링크 RS는 최대 4개의
안테나 포트에 대해서만 정의되어 있으므로, LTE-A 시스템에서 기지국이 4개 이

상 최대 8개의 하향 링크 송신 안테나를 가질 경우 이를 안테나 포트들에 대한 RS가 추가적으로 정의되어야 한다. 최대 8개의 송신 안테나 포트에 대한 RS로서, 채널 측정을 위한 RS와 데이터 복조를 위한 RS 두 가지가 모두 고려되어야 한다.

LTE-A 시스템을 설계함에 있어서 중요한 고려 사항 중 하나는 역방향

- 5 호환성(backward compatibility)이다. 역방향 호환성이란, 기존의 LTE 단말이 LTE-A 시스템에서도 올바르게 동작하도록 지원하는 것을 의미한다. RS 전송 관점에서 보았을 때, LTE 표준에서 정의되어 있는 CRS가 전 대역으로 매 서브프레임마다 전송되는 시간-주파수 영역에 최대 8개의 송신 안테나 포트에 대한 RS를 추가하는 경우, RS 오버헤드가 지나치게 커지게 된다. 따라서, 최대 8 안테나 포트에 대한 RS를 새롭게 설계함에 있어서 RS 오버헤드를 줄이는 것이 고려되어야 한다.

LTE-A 시스템에서 새롭게 도입되는 RS는 크게 2 가지로 분류할 수 있다. 그 중 하나는 최대 8 개의 전송 안테나를 통해 전송되는 데이터를 복조하기 위한 목적의 RS 인 복조-참조신호(DeModulation RS; DM RS)이다. 만약 어떤 하향링크 서브프레임 상에서 데이터가 전송되는 경우에는, 데이터 전송이 스케줄링 된 단말에게 전용으로(dedicated) DM RS가 전송된다. 특정 단말 전용의 DM RS는, 해당 단말이 스케줄링된 자원영역, 즉 해당 단말에 대한 데이터가 전송되는 시간-주파수 영역에서만 전송되도록 설계될 수 있다. 다른 하나는, 전송 랭크, 변조및코딩기법(Modulation and Coding Scheme; MCS), 프리코딩행렬지시자(Precoding Matrix Index; PMI) 등의 선택을 위한 채널 측정 목적의 RS인 채널 상태정보-참조신호(Channel State Information RS; CSI-RS)이다.

채널 측정 목적의 CSI-RS는, 기존의 LTE 시스템에서의 CRS가 채널 측

정, 핸드오버 등의 측정 등의 목적과 동시에 데이터 복조를 위해 사용되는 것과 달리, 채널 측정 위주의 목적을 위해서 설계되는 특징이 있다. 물론 CSI-RS 역시 핸드오버 등의 측정 등의 목적으로도 사용될 수도 있다. CSI-RS가 채널 상태에 대한 정보를 얻는 목적으로만 전송되므로, 기존의 LTE 시스템에서의 CRS와 달리, 매 서브프레임마다 전송되지 않아도 된다. 따라서, CSI-RS의 오버헤드를 줄이기 위하여 CSI-RS는 시간 축 상에서 간헐적으로(예를 들어, 주기적으로) 전송되도록 설계될 수 있다.

도 10은 LTE-A 시스템에서 정의되는 CSI-RS 패턴의 예시들을 나타내는 도면이다. 도 10에서는 하향링크 데이터가 전송되는 하나의 자원블록(일반 CP)의 경우, 시간 상으로 14 개의 OFDM 심볼 × 주파수 상으로 12 부반송파) 상에서 CSI-RS 가 전송되는 자원요소의 위치를 나타낸다. 어떤 하향링크 서브프레임에서 도 10(a) 내지 10(e) 중 하나의 CSI-RS 패턴이 이용될 수 있다. CSI-RS는 LTE-A 시스템에서 추가적으로 정의되는 8 개의 안테나 포트(안테나 포트 인덱스 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 및 22)에 대하여 전송될 수 있다. 서로 다른 안테나 포트에 대한 CSI-RS 는 상이한 주파수 자원(부반송파) 및/또는 상이한 시간 자원(OFDM 심볼)에 위치하는 것으로 구분될 수 있다(즉, FDM 및/또는 TDM 방식으로 다중화될 수 있다). 또한, 동일한 시간-주파수 자원 상에 위치하는 서로 다른 안테나 포트에 대한 CSI-RS 들은 서로 직교 코드(orthogonal code)에 의해 구분될 수 있다(즉, CDM 방식으로 다중화될 수 있다). 도 10(a) 의 예시에서 CSI-RS CDM 그룹 1로 표시된 자원요소(RE) 들에는 안테나 포트 15 및 16에 대한 CSI-RS 들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 도 10(a) 의 예시에서 CSI-RS CDM 그룹 2로 표시된 자원요소들에는 안테나

포트 17 및 18에 대한 CSI-RS들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 도 10(a)의 예시에서 CSI-RS CDM 그룹 3으로 표시된 자원 요소들에는 안테나 포트 19 및 20에 대한 CSI-RS들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 도 10(a)의 예시에서 CSI-RS CDM 그룹 4 5로 표시된 자원요소들에는 안테나 포트 21 및 22에 대한 CSI-RS들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 도 10(a)를 기준으로 설명 한 동일한 원리가 도 10(b) 내지 10(e)에 적용될 수 있다.

도 9 및 10 RS 패턴들은 단지 예시적인 것이며, 본 발명의 다양한 실시예들을 적용함에 있어서 특정 RS 패턴에 한정되는 것이 아니다. 즉, 도 9 및 10과 10 다른 RS 패턴이 정의 및 사용되는 경우에도 본 발명의 다양한 실시예들은 동일하게 적용될 수 있다.

채널 상태 정보(CSI) 피드백

MIMO 기법을 올바르게 수행하기 위해서, 수신단은 랭크 지시자(RI), 프리 코딩 행렬지시자(PMI) 및 채널 품질지시자(CQI)를 송신단으로 피드백할 수 있다. 15 이들 RI, PMI 및 CQI를 통칭하여 채널상태정보(Channel Status Information; CSI)라고 할 수 있다. 채널상태정보를 생성 및 계산하기 위해서 수신단은 송신단으로부터의 참조신호(CRS 또는 CSI-RS)를 이용하여 채널을 추정할 수 있다.

RI는 채널 랭크에 대한 정보이다. 채널의 랭크는 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 레이어의 최대 개수를 의미한다. RI는 할당된 전송 레이어의 개수로부터 20 결정되며, 관련된 하향링크제어정보(DCI)로부터 획득될 수 있다.

PMI는 송신단으로부터의 전송에 이용되는 프리코딩 행렬에 대한 정보이다.

프리코딩이란 전송 레이어를 전송 안테나에 매핑시키는 것을 의미하며, 프리코딩 행렬에 의해 레이어-안테나 매핑 관계가 결정될 수 있다. 프리코딩 정보의 피드백 오버헤드를 줄이기 위해서, 송신단과 수신단이 여러 가지 프리코딩 행렬을 포함하는 코드북을 미리 공유하고 있고, 해당 코드북에서 특정 프리코딩 행렬을 지시하는 인덱스만을 피드백하는 방식이 사용될 수 있다.

CQI는 채널 품질을 나타내는 정보이다. CQI는 미리 결정된 MCS 조합으로서 표현될 수 있다. 즉, 피드백되는 CQI 인덱스는 해당하는 변조기법(modulation scheme) 및 코드 레이트(code rate)를 나타낸다.

단말이 상향링크 제어 채널을 통해 CSI를 피드백하는 구체적인 방법을 10 CSI 설정 정보(configuration)라 한다. 예를 들면, CSI 설정 정보는 CSI를 피드백하는 시점, 주기, 오프셋, 순서 및 채널 등을 포함할 수 있다.

도 11은 Non-CoMP 시스템에서의 CSI 피드백의 일례를 나타내는 도면이다. 구체적으로, 도 11은 단말이 5ms의 주기로 PUCCH 포맷 2의 컨테이너를 이용하여 CSI를 피드백하는 예를 도시한다. 또한, 도 11의 CSI 설정 정보에 따르면 15 첫번째 컨테이너에 RI를 전송하고, 두번째 내지 네번째 컨테이너에 각각 PMI 및 CQI를 전송하는 순서로 CSI를 피드백한다.

한편, 확장된 안테나 구성을 지원하는 시스템(예를 들어, LTE-A 시스템)을 위해서 새로운 CSI가 적용될 수 있다. 예를 들어, 수신단이 피드백하는 프리코딩 정보가 2 개의 PMI 의 조합에 의해서 지시될 수 있다. 2 개의 PMI 중 하나 20 (제 1 PMI)는 W1(또는, 제2 타입 PMI)으로 지칭되고, 다른 하나(제 2 PMI)는 W2(또는, 제1 타입 PMI)로 지칭될 수 있다. W1 및 W2 의 조합(또는 합수)에 의해서 최종적인 PMI 가 결정될 수 있다. 예를 들어, 최종 PMI 를 W 라 하면,

$W=W1*W2$ 또는 $W=W2*W1$ 과 같이 정의될 수 있다.

또한, RI와 W1은 채널의 주파수 또는 시간상 평균적인 특성을 반영한다.

다시 말하면, RI 및 W1는, 주파수 영역에서 광대역(wideband)의 채널 특성을 반

영하고, 시간 영역에서 장기간(long term)의 채널 특성을 반영할 수 있다. RI 및

5 W1의 이러한 특성을 간략하게 표현하기 위해서, 본 문서에서는 RI 및 W1를 장기간-광대역 속성의 CSI라 칭한다. 다시 말하자면, 본 문서에서 장기간-광대역 속성의 CSI라는 용어는, 시간 상에서 장기간 채널의 특성을 반영하는 CSI, 주파수 상에서 광대역 채널의 특성을 반영하는 CSI, 또는 시간상에서 장기간인 동시에 주파수 상에서 광대역 채널의 특성을 반영하는 CSI임을 의미한다.

10 또한, W2 및 CQI는 RI 및 W1에 기초하여 결정되며, RI 및 W1에 비하여 상대적으로 순간적인(instantaneous) 채널 특성을 반영한다. 다시 말하자면, W2 및 CQI는 주파수 영역에서 서브대역(subband)의 채널 특성을 반영하고, 시간 영역에서 단기간(short term)의 채널 특성을 반영할 수 있다. W2 및 CQI의 이러한 특성을 간략하게 표현하기 위해서, 본 문서에서는 W2 및 CQI를 단기간-서브대역 속성의 CSI라 칭한다. 다시 말하자면, 본 문서에서 단기간-서브대역 속 15 성의 CSI라는 용어는, 시간 상에서 단기간 채널의 특성을 반영하는 CSI, 주파수 상에서 서브대역 채널의 특성을 반영하는 CSI, 또는 시간상에서 단기간인 동시에 주파수 상에서 서브대역 채널의 특성을 반영하는 CSI임을 의미한다.

20 CoMP 시스템에서의 CSI 피드백

CoMP 시스템에서 단말은 다중 셀로부터의 하향링크 채널을 수신할 수

있으며, 각각의 셀로부터의 하향링크 채널에 대한 CSI를 피드백할 수 있다. 이하

에서는 CoMP 동작에 참여하거나 참여가능한 셀을 CoMP 셀이라고 칭한다. 또한, CoMP 동작에 따른 송수신을 수행하거나 수행가능한 단말을 CoMP 단말이라고 칭한다. 이하의 예시들에서는 설명의 편의를 위하여 CoMP 동작에 참여하는 셀의 개수가 2개인 경우를 예시적으로 설명하지만, 본 발명의 범위가 이에 제한되는 것은 아니며, 3개 이상의 CoMP 셀이 존재하는 경우에도 본 발명에서 설명하는 원리가 동일하게 적용될 수 있다.

도 12는 CoMP 시스템에서의 CSI 피드백의 일례를 나타내는 도면이다. 단말은 각각의 CoMP 셀에 대한 CSI 를 피드백함에 있어서, 서빙 셀에 대한 CSI 전송 방식과 동일한 방식으로 CoMP 동작에 참여하는 인접 셀(또는 이웃 셀 5 (neighboring eNB))에 대한 CSI 를 전송할 수 있다. 예를 들어, 하나의 이웃 셀 이 CoMP 동작에 참여한다고 가정할 때, CoMP 단말은 서빙 셀과 이웃 셀 각각 10 에 대해 동일한 형태(format)의 CSI를 계산하여 피드백할 수 있다. CoMP 단말과 이웃 셀 간에 무선 채널이 존재할 경우, CoMP 단말은 이웃 셀에 대한 CSI를 직접 15 해당 이웃 셀에게 피드백할 수 있다. 또는, 도 12에서 도시하는 바와 같이 서빙 셀에 의해 서빙받는 단말이 이웃 셀에 대한 CSI(RI, W1, W2, CQI)를 서빙 셀에게 피드백할 수도 있다. 이 경우, 백홀 링크를 통해서 단말이 피드백한 CSI 정보가 셀 간에 공유될 수 있다.

이때, CoMP 시스템에서 단말은 서빙 셀뿐만 아니라 이웃 셀에 대한 CSI 20 도 피드백하여 폐이로드가 증가되므로, 도 11과 같은 CSI 설정 정보에 따른 피드백 방법을 개선하여 CSI를 피드백할 수 있다. 예를 들면, CoMP 시스템은 도 13 과 같이 컨테이너의 폐이로드 사이즈를 증가시킨 CSI 설정 정보에 따라 CSI를 피드백할 수 있다. 도 13을 참조하면, 단말은 컨테이너의 폐이로드 사이즈를 증가

시키는 CSI 설정 정보에 따라 서빙 셀에 대한 CSI 및 인접 셀에 대한 CSI를 함께 전송할 수 있다. 예를 들면, 단말은 Non-CoMP 시스템에서 이용되는 PUCCH 포맷 2의 컨테이너보다 페이로드 사이즈가 큰 PUCCH 포맷 3의 컨테이너를 이용하여 CSI를 피드백할 수 있다. 또한, CoMP 시스템은 도 14와 같이 서빙 셀과 5 인접 셀의 CSI를 교대로 전송하는 CSI 설정 정보에 따라 CSI를 피드백할 수 있다. 도 14를 참조하면, 단말은 홀수번째 컨테이너에 서빙 셀에 대한 CSI(RI1, PMI1, CQI1)를 전송하고, 짝수번째 컨테이너에 인접 셀에 대한 CSI(RI2, PMI2, CQI2)를 전송할 수 있다. 또한, 서빙 셀 및 이웃 셀에 대한 CSI를 피드백하는 다양한 방법의 CSI 설정 정보가 본 발명에 적용될 수 있다.

10 CoMP 시스템에서의 CSI 피드백에서 각각의 CoMP 셀에 대하여 동일한 CSI를 피드백하는 경우에, CSI 피드백 오버헤드가 CoMP 셀의 개수에 따라서 증가하게 된다. 이러한 경우, 단말이 기지국으로의 전송에 사용할 수 있는 자원 중에서 제어 신호에 대한 오버헤드가 증가함에 따라서 데이터 전송에 사용할 수 있는 자원이 감소하게 된다. 따라서, 충분한 CSI 정확도를 달성하면서 피드백 오버 15 헤드를 줄이는 효율적인 CSI 전송 방법이 적용될 수 있다. 예를 들면, 단말은 각각의 CoMP 셀에 대한 CSI를 피드백할 때, 이웃 셀 또는 서빙 셀에 대한 W2를 생략할 수 있다. 이 경우, W1과 W2를 함께 이용한 PMI보다 양자화 오차가 클 수 있는 반면, W2를 보내지 않는 만큼 피드백 오버헤드를 줄일 수 있다. 또 다른 예로서, 단말이 피드백하는 이웃 셀에 대한 RI를 한정함으로써(예를 들면, 1 20 RI를 고정하거나 서빙 셀에 대한 RI와 동일하게 결정하여) 피드백 오버헤드를 추가적으로 줄일 수 있다.

CoMP 시스템의 추가적인 피드백 정보

본 발명에 따른 CoMP 시스템의 피드백 방법은 도 12를 참조하여 설명한 CSI 정보에서 나아가 추가적인 피드백 정보로서 뮤팅 포인트 정보를 전송할 수 있다.

5 뮤팅 포인트(muting point) 정보는 CoMP 동작에 참여하는 기지국 중에서 간섭량을 줄이기 위하여 신호를 전송하지 않도록(협력적 송신에 미참여하도록) 선호하는 기지국에 대한 정보이다. 예를 들면, 단말은 CoMP 동작에 참여하는 제1 내지 제3 기지국 중에서 제3 기지국이 신호를 전송하지 않을 때 CoMP 성능이 10 향상되는 경우, 제3 기지국을 선호 뮤팅 기지국으로 나타내는 정보를 기지국으로 전송할 수 있다. 네트워크에서는 상기 뮤팅 포인트 정보에 기초하여 협력적 송신에 미참여하는 기지국을 결정할 수 있다. CoMP 동작에 참여하는 기지국이 증가함에 따라 피드백 오버헤드가 증가되지만, 피드백 정보를 전송할 수 있는 채널의 용량은 한정되어 있으므로, 단말은 충분한 피드백 정보를 전송하지 못할 수 있다. 따라서 특정 기지국을 뮤팅 포인트로 지정하여 전체적인 CoMP 시스템의 성능을 15 향상시킬 수 있다.

도 15는 추가적인 피드백 정보로서 뮤팅 포인트 정보를 전송하는 일례를 나타내는 도면이다. 도 15를 참조하면, 단말은 복수의 CoMP 기지국으로 CSI(RI, PMI, CQI)를 각각 피드백하고, 복수의 CoMP 기지국 중 일부를 뮤팅 포인트로 선호하는 뮤팅 포인트 정보를 전송할 수 있다. 또는, 복수의 CoMP 기지국 중 선호하는 뮤팅 포인트가 아닌 기지국에 대하여만 CSI를 피드백하여 피드백 오버헤드를 감소시킬 수 있다.

이하에서는, 추가적인 피드백 정보로서 뮤팅 포인트 정보를 전송하는 구

체적인 방법을 설명한다.

도 16은 본 발명에 따른 피드백 방법의 일례를 설명하기 위한 흐름도이다.

먼저 단말은 CoMP에 참여 가능한 복수의 기지국으로부터 참조신호를 수신한다(S161). 참조신호는 상술한 바와 동일하므로 상세한 설명은 생략한다.

5 다음으로, 단말은 수신한 참조 신호를 기초로 복수의 기지국에 대한 각각의 채널 상태값을 측정한다(S163). 채널 상태값은 각 기지국에 대한 채널 상태를 나타내는 값이며, 대표적 예로서 신호 대 간섭 잡음비(SINR: Signal to Interference Ratio)를 들 수 있다.

다음으로, 단말은 복수의 기지국 중 협력적 송신에 미참여하도록 선호된 10 뮤팅 포인트 정보를 기지국으로 전송한다(S165).

이때, 단말은 뮤팅 포인트를 비트 매핑(bit mapping)을 이용하여 피드백할 수 있다. 예를 들면, N개의 서빙 기지국이 존재하는 경우, N-1개의 서빙 기지국 중 적어도 하나가 뮤팅되는 모든 경우의 수를 Nb개의 비트에 비트 매핑할 수 있다. 상기 비트수 Nb는 다음과 같이 표현될 수 있다.

15 【수학식 15】

$$Nb = \left\lceil \log_2 \sum_{i=1}^{n-1} (n C i) \right\rceil$$

수학식 15에서 C는 조합(combination)을 나타낸다. 단말은 상기 비트 매핑을 이용하여 뮤팅 포인트 정보를 전송할 수 있다. 이때, 비트 매핑을 이용한 정보의 오버헤드를 감소시키기 위하여, 뮤팅 포인트의 개수의 최대값을 제한할 수 있다. 예를 들면, 뮤팅 포인트의 개수의 최대값을 M개로(단, M은 N-1보다 작거나 20 같다. 예를 들면, 뮤팅 포인트의 개수의 최대값을 M개로(단, M은 N-1보다 작거나)

나 같은 자연수) 제한하면, 필요한 비트수는 아래와 같이 표현될 수 있다.

【수학식 16】

$$Nb = \left\lceil \log_2 \sum_{i=1}^m (n C i) \right\rceil$$

또한, 비트 매핑을 이용한 정보의 오버헤드를 감소시키기 위하여, 뮤팅 포

- 5 인트의 개수를 P개로(단, P는 N-1보다 작거나 같은 자연수) 제한할 수 있다. 예
를 들면, 뮤팅 포인트의 개수를 P개로 제한하면, 필요한 비트수는 아래와 같이 표
현될 수 있다.

【수학식 17】

$$Nb = \lceil \log_2 (n C p) \rceil$$

- 10 도 17은 본 발명에 따른 피드백 방법의 다른 예를 설명하기 위한 흐름도
이다.

도 17을 참조하면, 단말은 미리 결정된 뮤팅 포인트의 조합 정보를

RRC(Radio Resource Control) 신호를 통하여 기지국으로부터 수신한다(S171).

즉, 단말은 뮤팅 포인트의 조합 정보에 포함된 조합 중 하나를 선택하는 피드백

- 15 만 전송함으로써, 비교적 적은 오버헤드로 피드백을 수행할 수 있다. 상기 신호
뮤팅 포인트의 조합은 단말의 위치, 서빙 기지국 및 이웃 기지국의 위치 등을 고
려하여 결정될 수 있다.

다음으로, 단말은 각각의 기지국으로부터 참조신호를 수신하고(S173), 수

신한 참조신호에 따라 채널 상태값을 측정한다(S175). S173 단계 및 S175 단계

- 20 는 도 16의 S161 단계 및 S163 단계와 동일하므로 상세한 설명은 생략한다.

다음으로, 단말은 측정한 채널 상태값을 기초로 뮤팅 포인트를 결정하되, 기지국으로부터 수신한 뮤팅 포인트 조합 중에서 하나를 선택하여 기지국으로 피드백할 수 있다.

도 18은 본 발명에 따른 피드백 방법의 또 다른 예를 설명하기 위한 흐름 5 도이다. 구체적으로 본 실시예에서, 단말은 기지국으로부터 수신한 제1 및 제2(또는 그 이상의) CSI 설정 정보에 기초하여, 간접적으로 뮤팅 포인트를 피드백할 수 있다.

도 18을 참조하면, 먼저 단말은 서로 다른 간섭 환경을 측정하기 위한 제1 및 제2 CSI 설정 정보를 기지국으로부터 수신한다(S181). 예를 들면, 단말은 10 뮤팅 포인트 적용 여부에 따른 제1 및 제2 CSI 설정 정보를 기지국으로부터 수신할 수 있다. 제1 CSI 설정 정보는 CoMP 동작에 참여 가능한 복수의 이웃셀로부터의 간섭이 존재하는 경우에 대한 CSI 설정 정보이다. 제2 CSI 설정 정보는 CoMP 동작에 참여 가능한 복수의 이웃셀 중 하나 이상이 제외된 나머지로부터의 간섭이 존재하는 경우에 대한 CSI 설정 정보이다. 기지국은 제1 및 제2 CSI 15 설정 정보에 대한 뮤팅 포인트 적용 여부를 알고 있지만, 단말은 단지 2가지의 CSI 설정 정보에 따라 아래의 절차를 거치므로 간접적으로 뮤팅 포인트를 피드백하게 된다.

다음으로, 단말은 상기 제1 및 제2 CSI 설정 정보 각각에 따라 제1 참조 신호 및 제2 참조 신호를 수신한다(S183). 제1 및 제2 참조신호는 각각 서로 다른 서브프레임에 위치하거나, 서로 다른 자원 요소에 위치하여 단말로 전송될 수 있다. 또한,

다음으로, 단말은 2가지의 CSI 설정 정보 각각에 따라 수신한 제1 참조

신호 및 제2 참조 신호를 이용하여, 뮤팅 포인트가 적용되지 않은 제1 채널 상태값 및 뮤팅 포인트가 적용된 제2 채널 상태값을 측정한다(S185). 채널 상태값의 예로서, 신호 대 간섭 잡음비(SINR: Signal to Interference Ratio)를 들 수 있다.

다음으로, 단말은 제1 채널 상태값 및 제2 채널 상태값 중 선택된 어느 5 하나에 기초하여 채널상태정보(예를 들면, CQI)를 산출한다(S187). 이때, 단말은 뮤팅 기준값을 이용하여 제1 채널 상태값 및 제2 채널 상태값 중 하나를 선택할 수 있다. 예를 들면, 제2 채널 상태값에서 제1 채널 상태값을 감한 차이값이 뮤팅 기준값보다 크면 제2 채널 상태값을 기초로 채널 상태 정보를 산출한다. 즉, 뮤팅 기준값은 뮤팅 포인트를 적용할 때 얻는 SINR 이득이 충분히 큰지 판단하는 기준이 되는 값이다. 상기 차이값이 뮤팅 기준값보다 작으면, 단말은 뮤팅 포인트가 적용되지 않은 제1 채널 상태값을 기초로 채널 상태 정보를 산출한다. 10

다음으로, 단말은 제1 참조신호 및 제2 참조신호 중 어느 것에 따라 채널 상태 정보를 산출했는지 나타내는 선택 인덱스와 채널 상태 정보를 기지국으로 전송한다(S189). 즉, 단말은 뮤팅 포인트를 직접 기지국에 피드백하지는 않았지만, 15 2가지 CSI 설정 정보에 대응하는 제1 및 제2 채널 상태값 중 선택한 채널 상태값과 선택 인덱스를 전송함으로써 뮤팅 포인트를 간접적으로 피드백할 수 있다. S181 단계에서 제1 및 제2 CSI 설정 정보를 전송한 기지국은 선택 인덱스를 수신함으로써 뮤팅 포인트를 간접적으로 피드백받는다.

한편, 단말은 상기 CSI 피드백 오버헤드 감소 방법에 따라 절약된 자원을 20 이용하여 뮤팅 포인트 정보를 피드백할 수 있다. 예를 들면, 이웃 셀의 RI를 1로 고정하거나 서빙 셀의 RI와 동일하게 결정하여 자원을 절약하고, 대신 뮤팅 포인트 정보를 피드백할 수 있다.

또한, 단말이 뮤팅 포인트 정보를 피드백하는 경우, 단말은 CQI의 산출을 위한 SINR 산출 방법으로 이하의 방법 중 하나를 적용할 수 있다. 먼저 단말은 전체 간섭 신호 전력에서 뮤팅 포인트로부터 발생하는 간섭을 제외하고 SINR을 산출할 수 있다. 또한, 단말은 전체 간섭 신호 전력을 기초로 SINR을 산출할 수 있다. 또한, 단말은 전체 간섭 신호 전력에 기초하여 산출된 SINR과 전체 간섭 신호 전력에서 뮤팅 포인트로부터 발생하는 간섭을 제외하고 산출한 SINR의 차 5 이 값을 이용할 수 있다.

도 19는 본 발명에 따른 단말 장치 및 기지국 장치의 구성을 도시한 도면이다.

도 19를 참조하면, 본 발명에 따른 단말(1910)은, 수신 모듈(1911), 전송 모듈(1912), 프로세서(1913), 메모리(1914) 및 복수개의 안테나(1915)를 포함할 수 있다. 복수개의 안테나(1915)는 MIMO 송수신을 지원하는 단말(1910)을 의미 한다. 수신 모듈(1911)은 기지국으로부터의 하향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 전송 모듈(1912)은 기지국으로의 상향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 프로세서(1913)는 단말(1910) 전반의 동작을 제어할 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 단말(1910)은 뮤팅 포인트 정보를 피드백하도록 구성될 수 있다. 단말(1910)의 프로세서(1913)는, 수신 모듈(1911)을 통하여, 수신 모듈(1911)을 통하여, 복수의 기지국(1920, 1930 등)으로부터 채널 상태 정보의 피드백을 위한 참조 신호를 수신하도록 구성될 수 있다. 또한, 프로세서(1913)는, 참조 신호를 기초로 복수의 기지국(1920, 1930 등)에 대한 채널 상태값을 측정하도록 구성될 수 있다. 또한, 프로세서(1913)는, 전송 모듈(1912)을

통하여, 채널 상태값을 기초로 결정되며, 복수의 기지국(1920, 1930 등) 중 협력적 송신에 미참여하도록 선호된 기지국을 나타내는, 뮤팅 포인트(muting point) 정보를 전송하도록 구성될 수 있다.

단말(1910)의 프로세서(1913)는 그 외에도 단말(1910)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(1914)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.

5 도 19를 참조하여 본 발명에 따른 제1 기지국 장치(1920)는, 수신 모듈(1921), 전송 모듈(1922), 프로세서(1923), 메모리(1924) 및 복수개의 안테나(1925)를 포함할 수 있다. 복수개의 안테나(1925)는 MIMO 송수신을 지원하는 기지국 장치를 의미한다. 수신 모듈(1921)은 단말(1910)로부터의 상향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신하고, 다른 기지국(1930)으로부터의 기지국간 정보를 수신할 수 있다. 전송 모듈(1922)은 단말(1910)로의 하향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송하고, 다른 기지국(1930)으로 기지국간 정보를 전송

10 할 수 있다. 프로세서(1923)는 기지국 장치(1920) 전반의 동작을 제어할 수 있다.

 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 기지국 장치(1920)는 CoMP 통신을 지원하도록 구성될 수 있다.

 제1 기지국 장치(1920)의 프로세서(1923)는 그 외에도 제1 기지국 장치(1920)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(1924)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.

 도 19를 참조하여 본 발명에 따른 제2 기지국 장치(1930)는, 수신 모듈

(1931), 전송 모듈(1932), 프로세서(1933), 메모리(1934) 및 복수개의 안테나(1935)를 포함할 수 있다. 복수개의 안테나(1935)는 MIMO 송수신을 지원하는 기지국 장치를 의미한다. 수신 모듈(1931)은 단말(1910)로부터의 상향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신하고, 다른 기지국(1920)으로부터의 기지국간 정보를 수신할 수 있다. 전송 모듈(1932)은 단말(1910)로의 하향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송하고, 다른 기지국(1920)으로 기지국간 정보를 전송 할 수 있다. 프로세서(1933)는 기지국 장치(1930) 전반의 동작을 제어할 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 제2 기지국 장치(1930)는 CoMP 통신을 지원하도록 구성될 수 있다.

제2 기지국 장치(1930)의 프로세서(1933)는 그 외에도 제2 기지국 장치(1930)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(1934)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.

위와 같은 기지국 장치 및 단말(1910)의 구체적인 구성은, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있으며, 중복되는 내용은 명확성을 위하여 설명을 생략한다.

또한, 도 19에 대한 설명에 있어서 제1 기지국 장치(1920) 및/또는 제2 기지국 장치(1930)에 대한 설명은 하향링크 전송 주체 또는 상향링크 수신 주체로서의 중계기 장치에 대해서도 동일하게 적용될 수 있다.

상술한 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것

들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.

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),
5 PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays),
프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의
10 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.

상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본
15 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
20 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리를 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다

른 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 등 5 가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다. 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리를 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다. 또한, 특히 청구범위에서 명 시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

【산업상 이용가능성】

10 상술한 바와 같은 본 발명의 실시형태들은 다양한 이동통신 시스템에 적용될 수 있다.

【청구의 범위】**【청구항 1】**

무선 통신 시스템에서 단말이 협력적 송신에 대한 피드백 정보를 전송하는 방법에 있어서,

5 협력적 송신에 참여 가능한 복수의 기지국으로부터 채널 상태 정보의 피드백을 위한 참조 신호를 수신하는 단계;

상기 참조 신호를 기초로 상기 복수의 기지국에 대한 각각의 채널 상태값을 측정하는 단계; 및

10 상기 채널 상태값을 기초로 결정되며, 상기 복수의 기지국 중 협력적 송신에 미참여하도록 선호된 기지국을 나타내는, 뮤팅 포인트(muting point) 정보를 전송하는 단계

를 포함하는, 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

15 네트워크에서 상기 뮤팅 포인트 정보에 기초하여 상기 복수의 기지국 중 협력적 송신에 미참여하는 기지국을 결정하는 단계를 더 포함하는, 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

20 상기 복수의 기지국 중 협력적 송신에 참여하지 않는 기지국의 조합에 대한 뮤팅 포인트 조합 정보를 수신하는 단계를 더 포함하고,

상기 뮤팅 포인트 정보는 상기 뮤팅 포인트 조합 정보에 포함된 조합 중

하나를 지시하는, 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 뮤팅 포인트 정보는 상기 복수의 기지국 중 특정 개수의 기지국을

5 미참여 기지국으로 선호하는, 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 뮤팅 포인트 정보는 상기 복수의 기지국 중 제한된 개수 이하의 기

지국을 미참여 기지국으로 선호하는, 피드백 정보 전송 방법.

10

【청구항 6】

무선 통신 시스템에서 단말이 협력적 송신에 대한 피드백 정보를 전송하

는 방법에 있어서,

협력적 송신에 참여 가능한 복수의 기지국으로부터의 간섭이 존재하는 경

우에 대한 제1 설정 정보를 기초로 제1 참조 신호를 수신하는 단계;

15 상기 복수의 기지국 중 하나 이상이 제외된 나머지 기지국으로부터의 간

섭이 존재하는 경우에 대한 제2 설정 정보를 기초로 제2 참조 신호를 수신하는

단계;

상기 제1 참조 신호 및 제2 참조 신호를 기초로 제1 채널 상태값 및 제2

채널 상태값을 각각 측정하는 단계;

20 상기 제1 채널 상태값 및 제2 채널 상태값 중 선택된 하나에 기초하여 채

널 품질 인덱스(CQI)를 산출하는 단계; 및

상기 채널 품질 인덱스 및 상기 선택에 대한 정보를 포함하는 선택 인덱

스를 전송하는 단계

를 포함하는, 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

5 상기 산출 단계는

상기 제2 채널 상태값과 상기 제1 채널 상태값의 차이가 뮤팅 기준값보다 크면 상기 제2 채널 상태값을 기초로 상기 채널 품질 인덱스를 산출하는 단계;

및

상기 제2 채널 상태값과 상기 제1 채널 상태값의 차이가 상기 뮤팅 기준
10 값보다 작거나 같으면 상기 제1 채널 상태값을 기초로 상기 채널 품질 인덱스를
산출하는 단계

를 포함하는, 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 8】

제6항에 있어서,

15 상기 제1 참조신호 및 제2 참조신호는 서로 다른 서브프레임에 위치하는,
피드백 정보 전송 방법.

【청구항 9】

제6항에 있어서,

상기 제1 참조신호 및 제2 참조신호는 서로 다른 자원 요소(resource
20 element)에 위치하는, 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 10】

제6항에 있어서,

상기 제1 설정 정보 및 제2 설정 정보를 수신하는 단계를 더 포함하는,
피드백 정보 전송 방법.

【청구항 11】

무선 통신 시스템에서 협력적 송신에 대한 피드백 정보를 전송하는 단말
5 에 있어서,

협력적 송신에 참여 가능한 복수의 기지국으로부터 하향링크 신호를 수신
하는 수신 모듈;

상기 복수의 기지국으로 상향링크 신호를 전송하는 전송 모듈; 및
상기 수신 모듈 및 전송 모듈을 포함하는 상기 단말을 제어하는 프로세서
10 를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 수신 모듈을 통하여, 상기 복수의 기지국으로부터 채널 상태 정보의
피드백을 위한 참조 신호를 수신하고;

상기 참조 신호를 기초로 상기 복수의 기지국에 대한 채널 상태값을 측정
15 하고;

상기 전송 모듈을 통하여, 상기 채널 상태값을 기초로 결정되며, 상기 복
수의 기지국 중 협력적 송신에 미참여하도록 선호된 기지국를 나타내는, 뮤팅 포
인트(muting point) 정보를 전송하도록 구성된, 단말.

【청구항 12】

무선 통신 시스템에서 협력적 송신에 대한 피드백 정보를 전송하는 단말
20 에 있어서,

협력적 송신에 참여 가능한 복수의 기지국으로부터 하향링크 신호를 수신

하는 수신 모듈;

상기 복수의 기지국으로 상향링크 신호를 전송하는 전송 모듈; 및

상기 수신 모듈 및 전송 모듈을 포함하는 상기 단말을 제어하는 프로세서를 포함하고,

상기 수신 모듈을 통하여, 상기 복수의 기지국으로부터의 간섭이 존재하

는 경우에 대한 제1 설정 정보를 기초로 제1 참조 신호를 수신하고;

상기 수신 모듈을 통하여, 상기 복수의 기지국 중 하나 이상이 제외된 나

마지 기지국으로부터의 간섭이 존재하는 경우에 대한 제2 설정 정보를 기초로 제

10 2 참조 신호를 수신하고;

상기 제1 참조 신호 및 제2 참조 신호를 기초로 제1 채널 상태값 및 제2

채널 상태값을 각각 측정하고,

상기 제1 채널 상태값 및 제2 채널 상태값 중 선택된 하나에 기초하여 채

널 품질 인덱스(CQI)를 산출하고;

15 상기 전송 모듈을 통하여, 상기 채널 품질 인덱스 및 상기 선택에 대한

정보를 포함하는 선택 인덱스를 전송하도록 구성된, 단말.

【청구항 13】

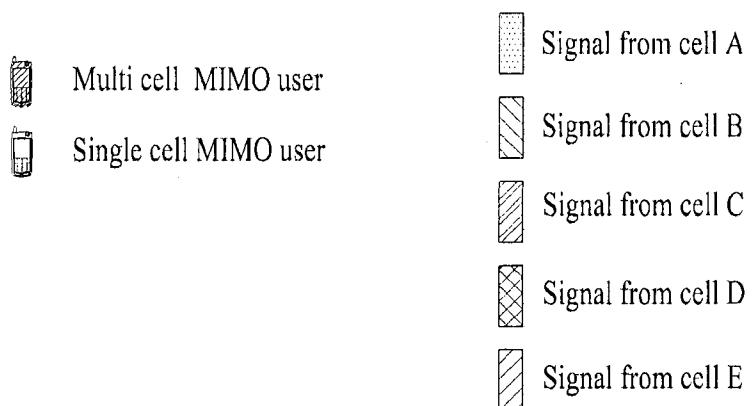
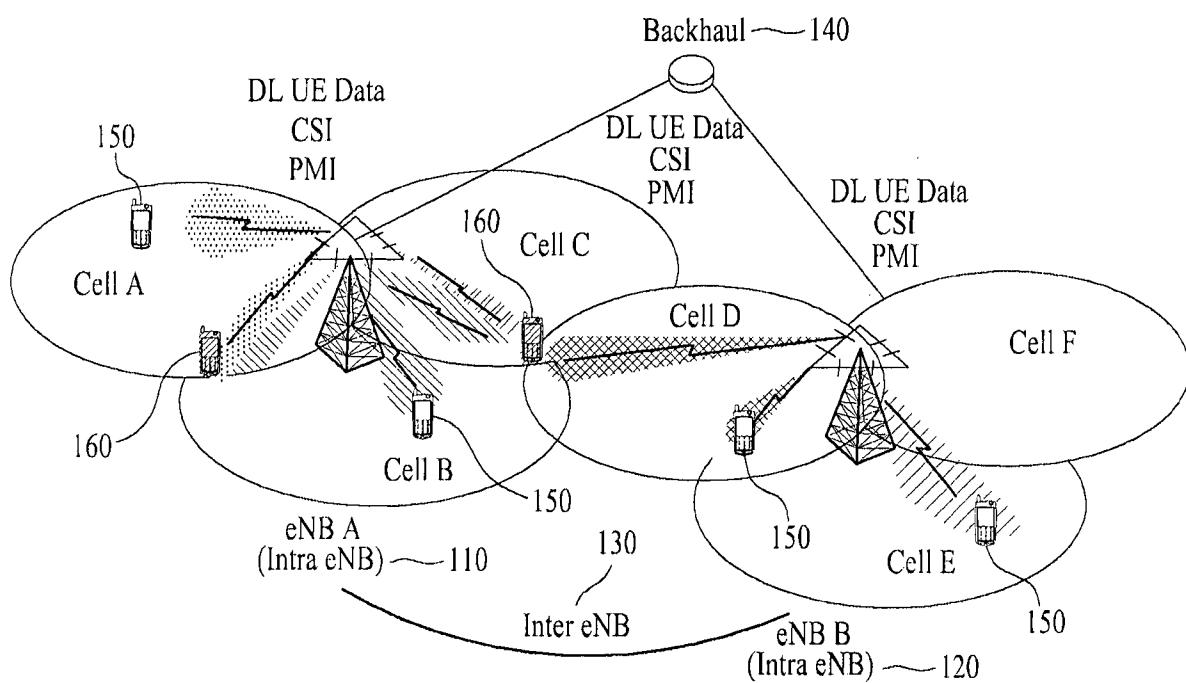
제11항에 있어서,

상기 프로세서는

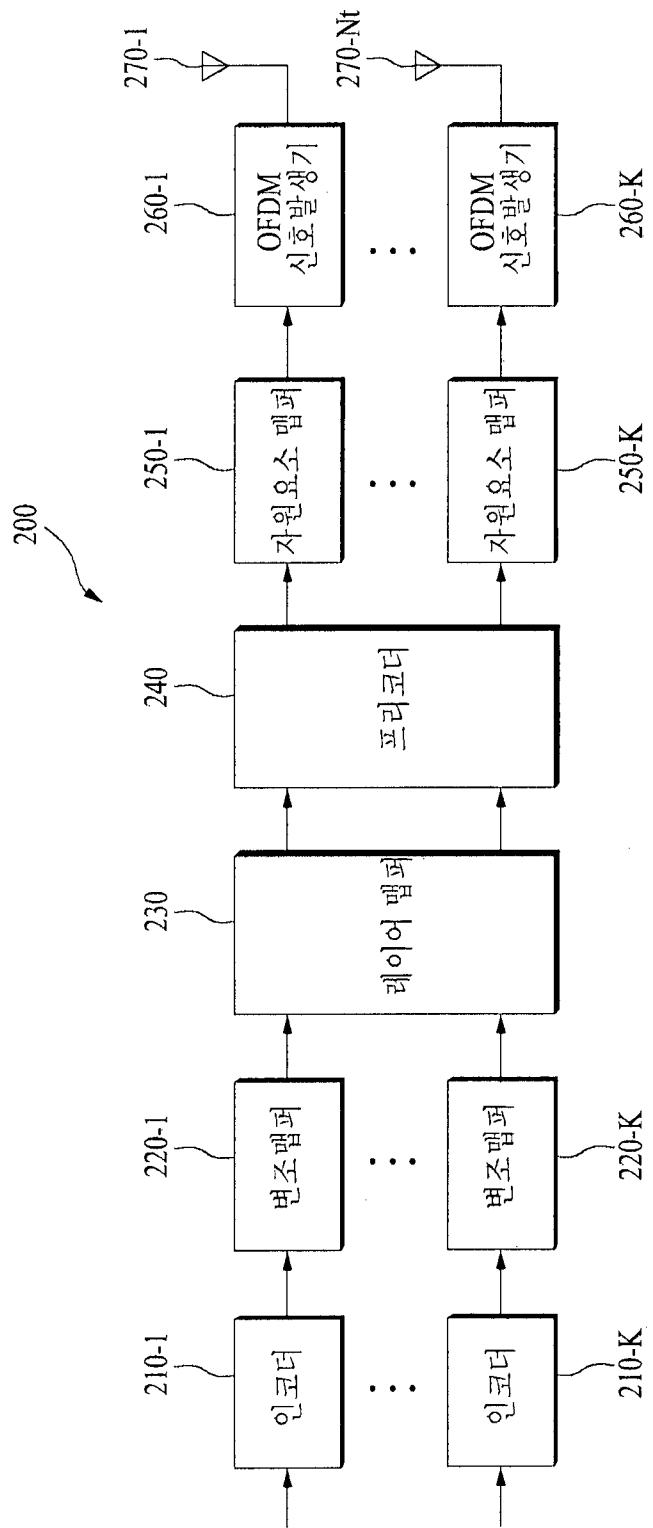
상기 제2 채널 상태값과 상기 제1 채널 상태값의 차이가 상기 뮤팅 기준

값보다 작거나 같으면 상기 제1 채널 상태값을 기초로 상기 채널 품질 인덱스를 산출하는, 단말.

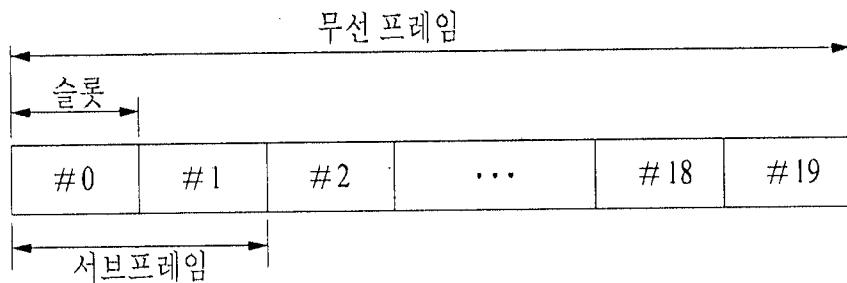
[≤ 1]



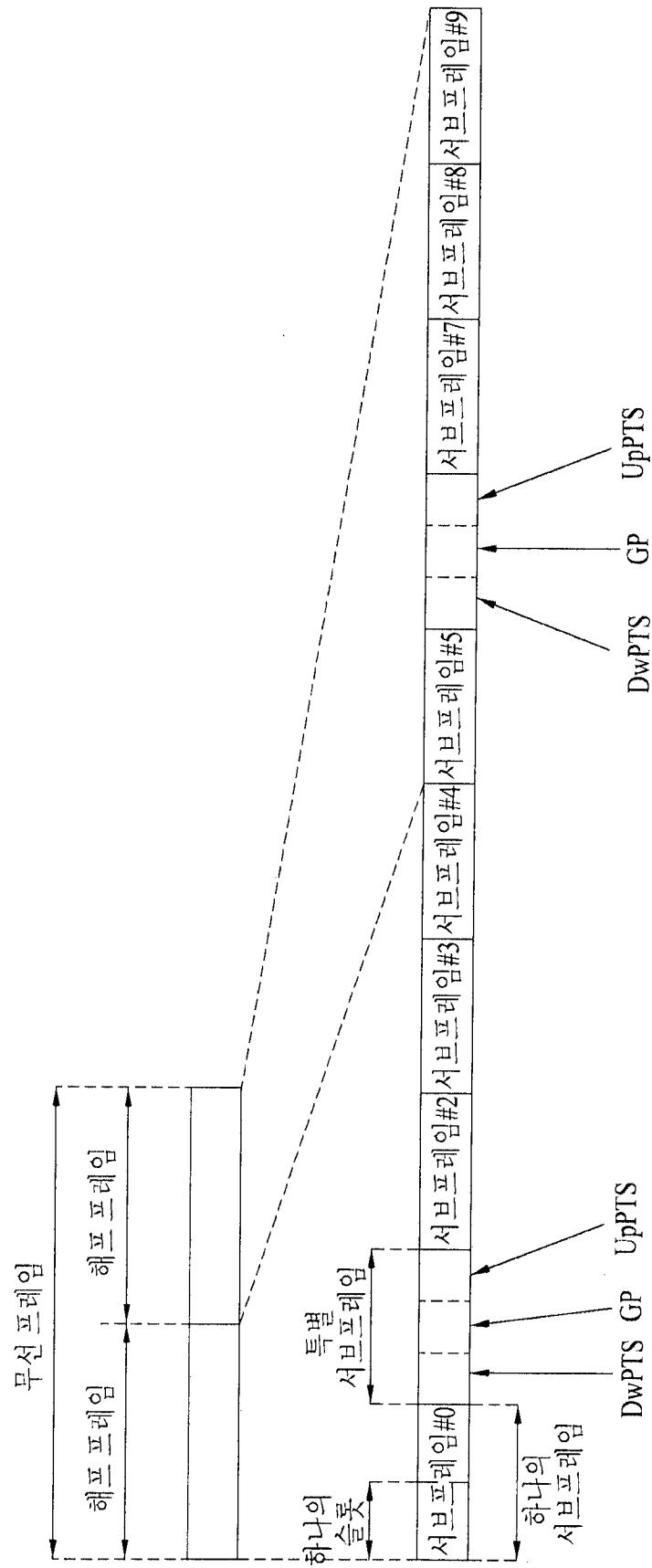
[도 2]



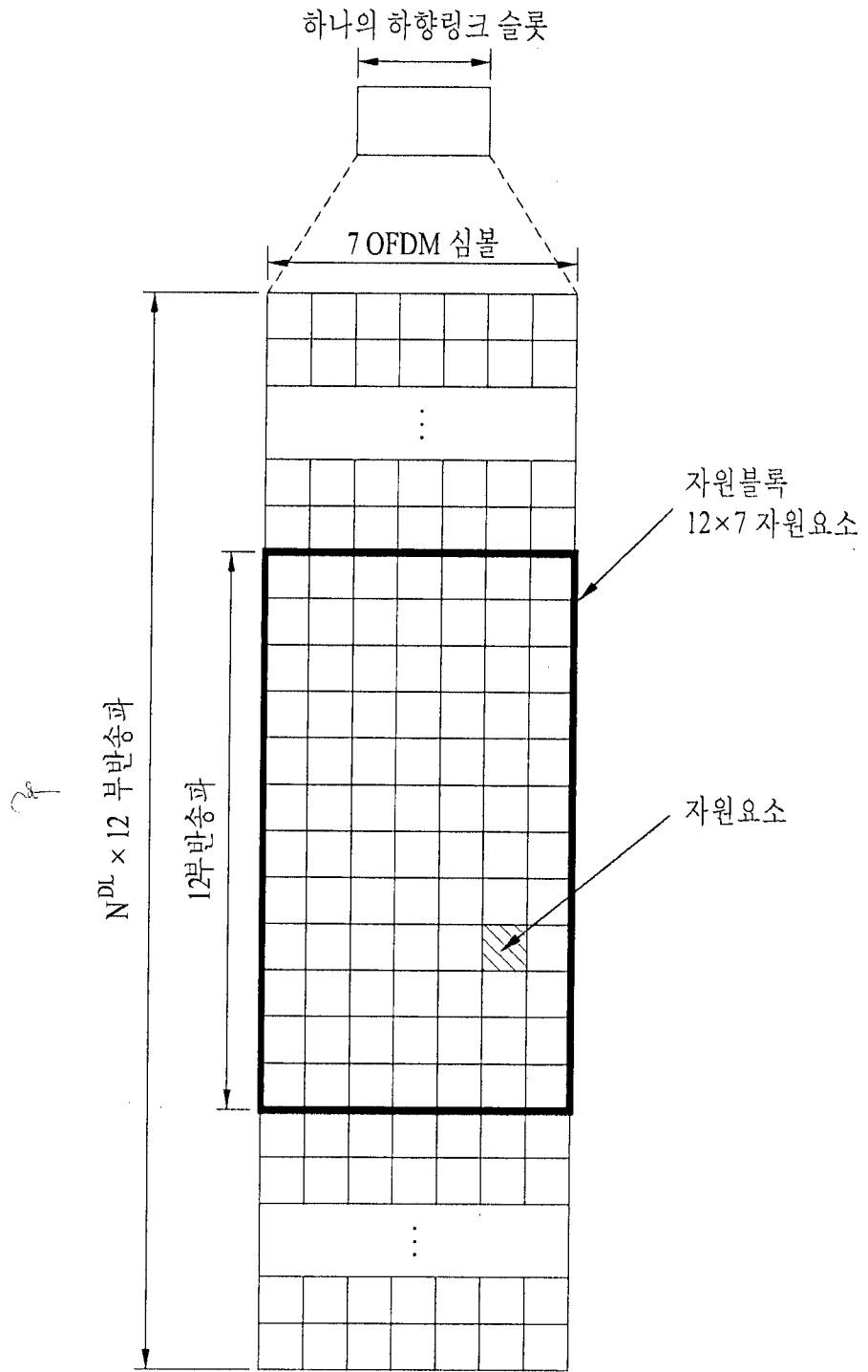
[도 3]



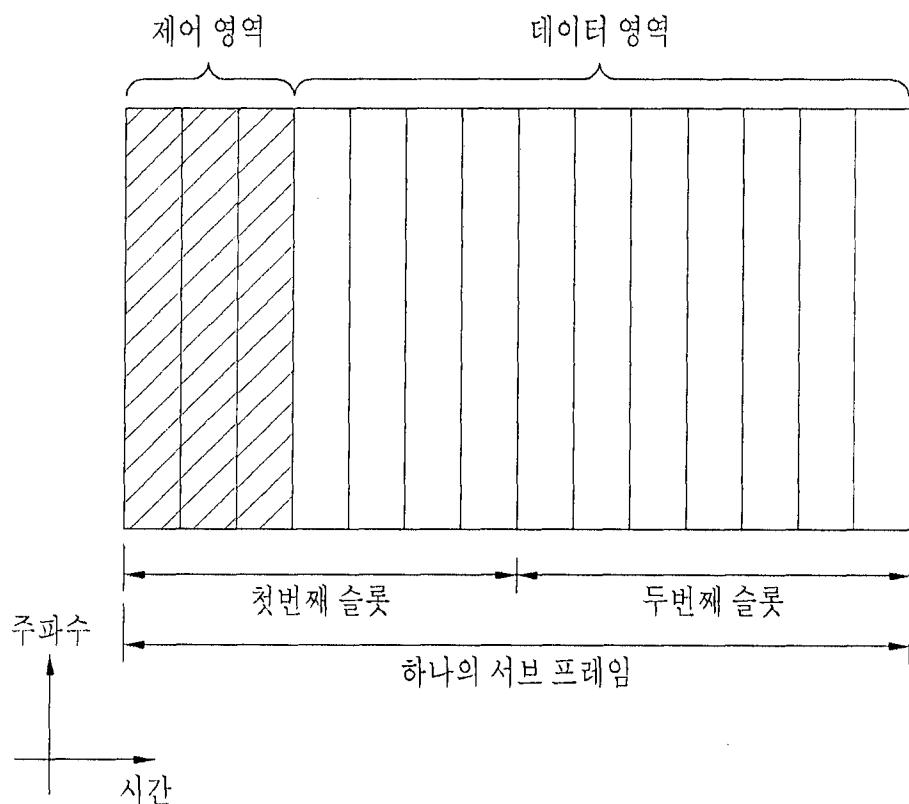
[도 4]



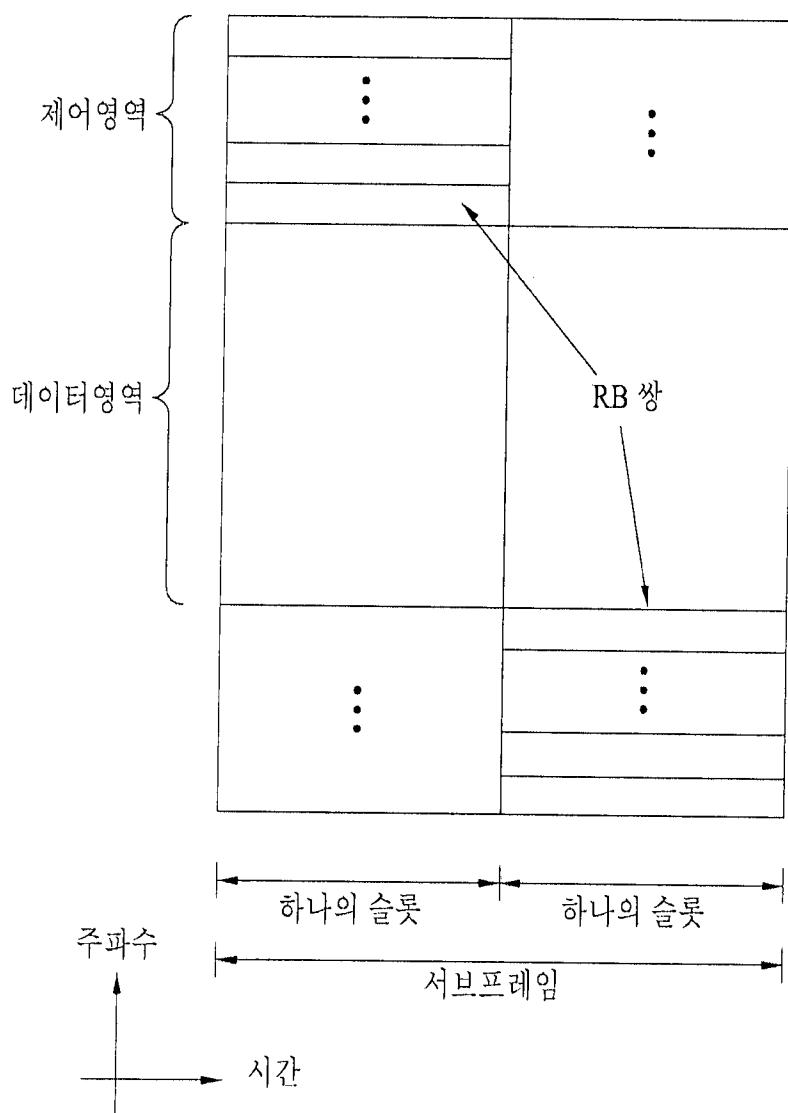
[도 5]



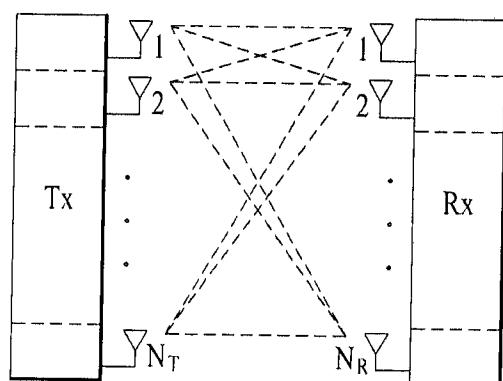
[도 6]



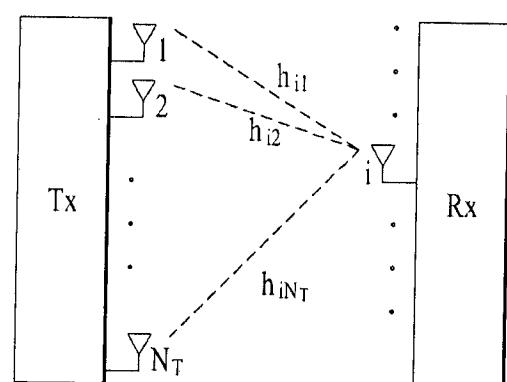
[도 7]



[도 8]

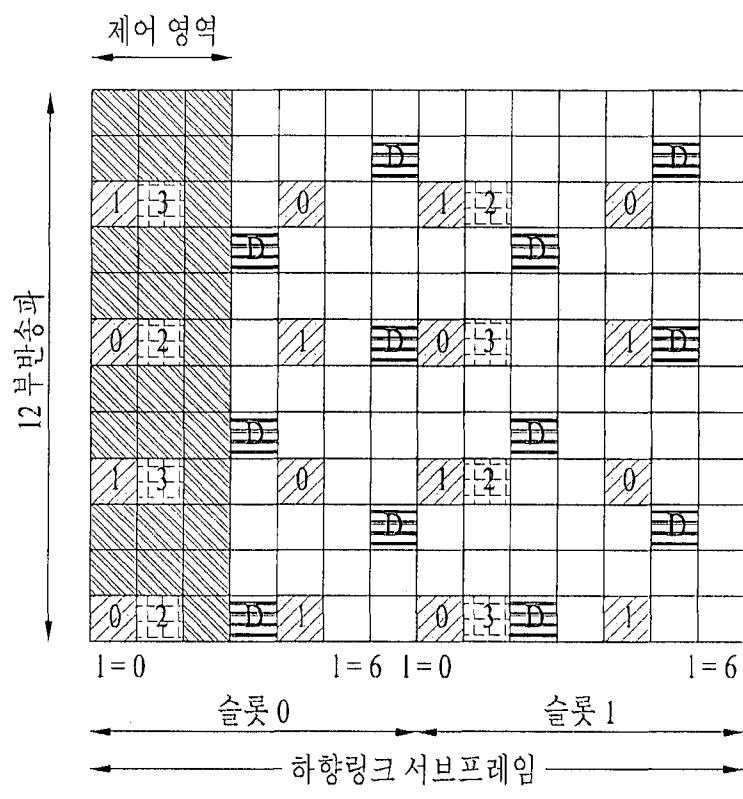


(a)

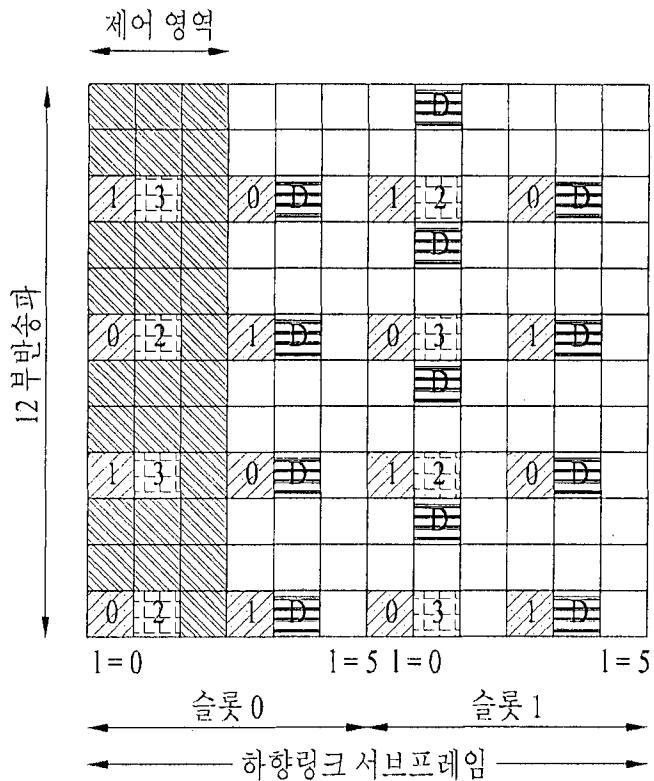


(b)

[$\Sigma 9$]

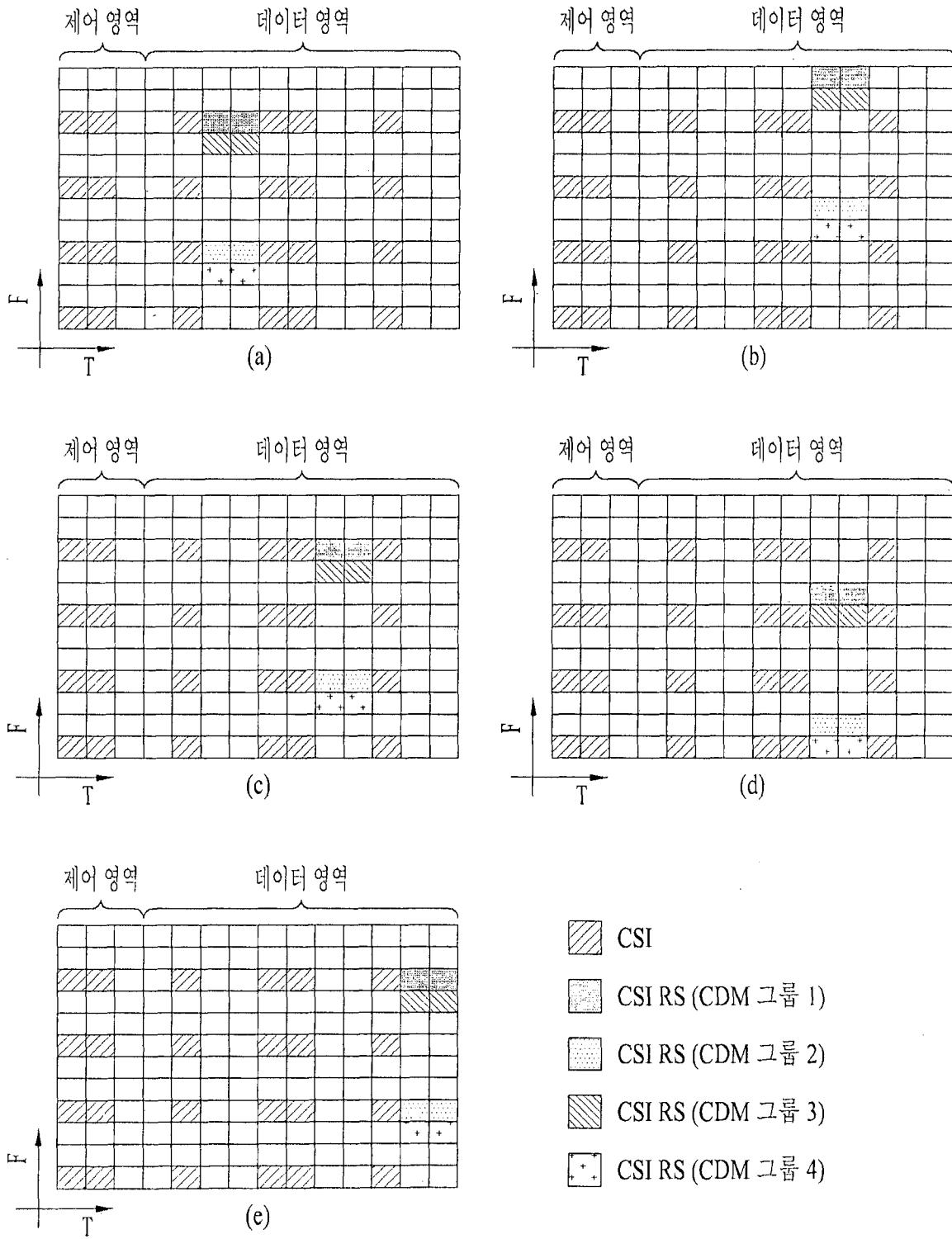


(a)

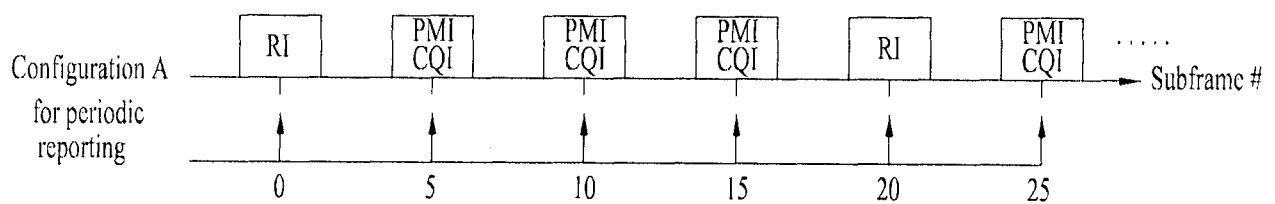


(b)

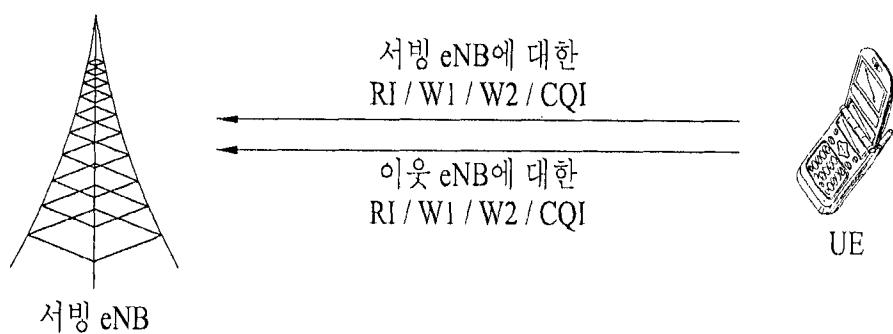
[도 10]



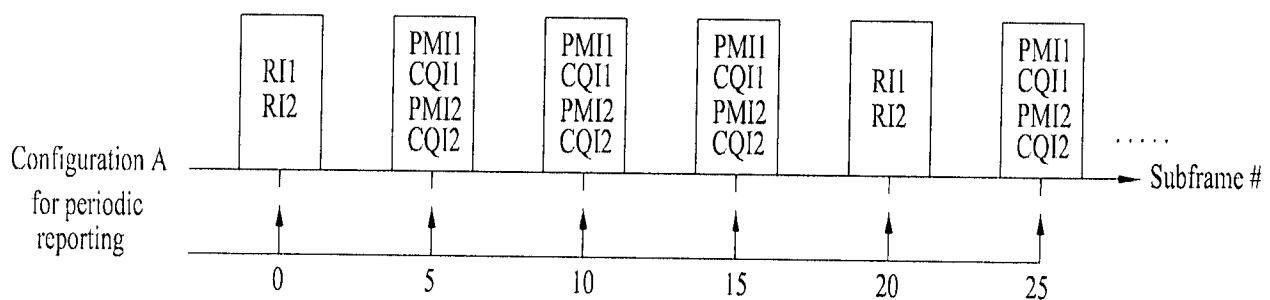
[도 11]



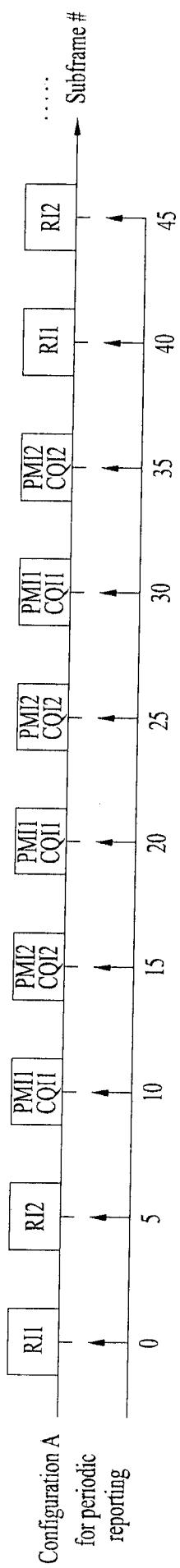
[도 12]



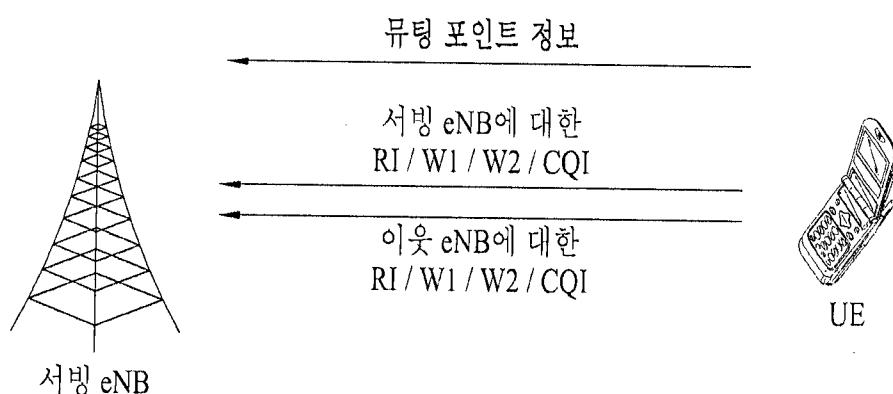
[도 13]



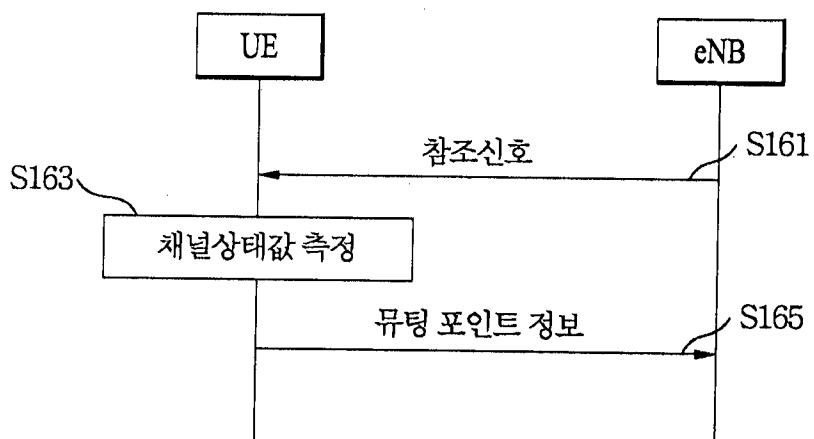
[Ξ 14]



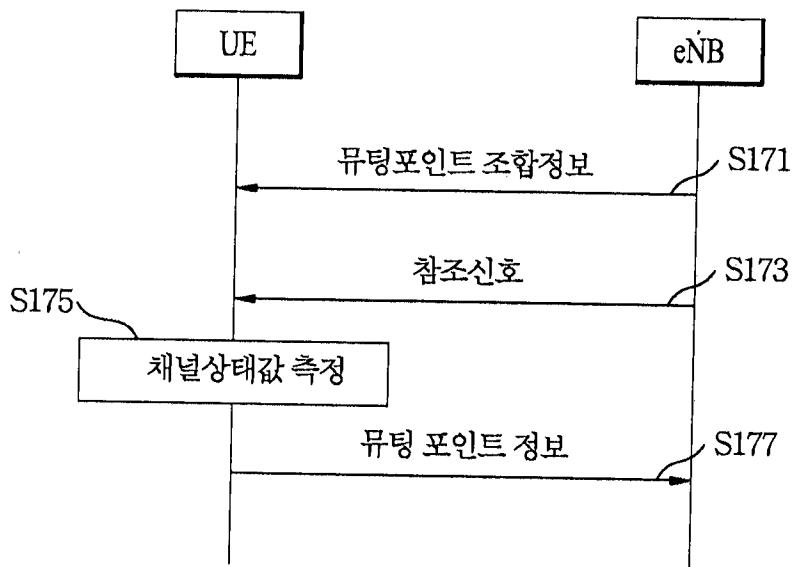
[도 15]



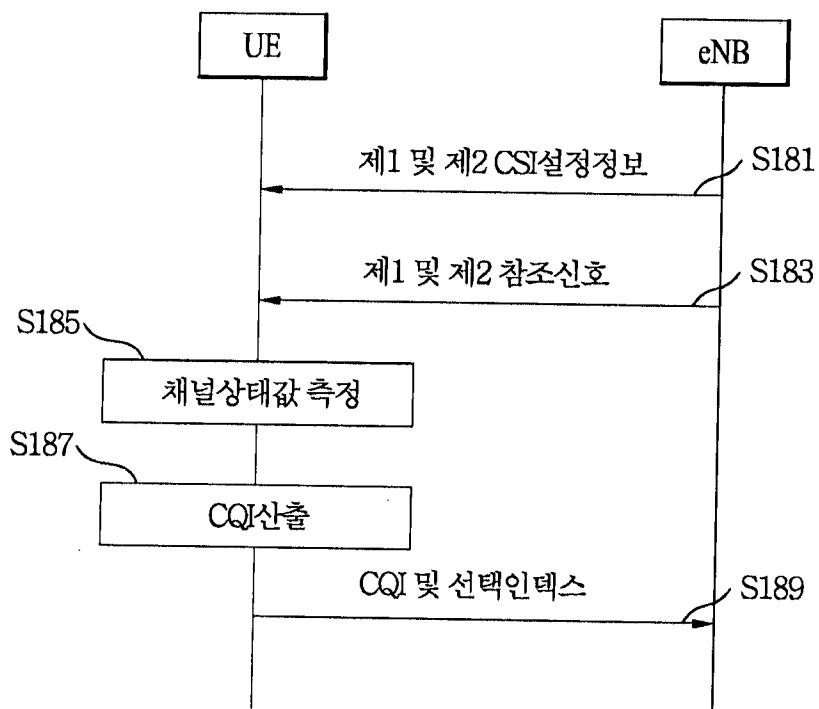
[도 16]



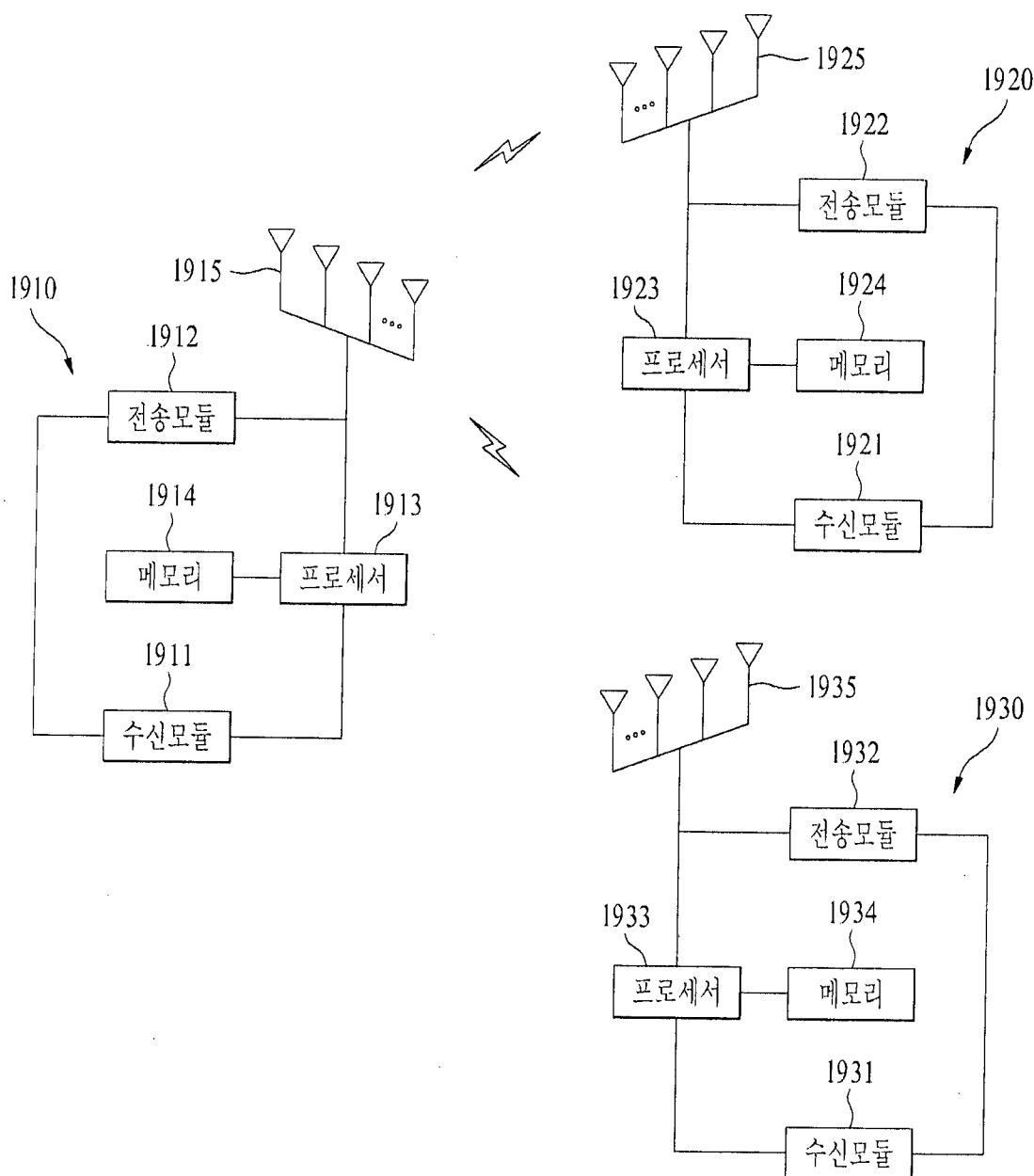
[도 17]



[도 18]



[도 19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2012/008257**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H04B 7/04(2006.01)i, H04J 11/00(2006.01)i**

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B 7/04; H04W 72/12; H04W 24/00; H04W 24/10; H04W 36/30; H04W 72/08; H04W 72/00

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

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

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: collaborative transmission, CoMP, reference signal(reference signal), channel state, CQI, feedback information, muting point

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2011-071993 A (NTT DOCOMO INC.) 07 April 2011 See abstract; claim 1; paragraphs [0027]-[0031], [0060]-[0061] and figure 1.	1-2,11 3-10,12-13
Y	KR 10-2010-0128936 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 08 December 2010 See abstract; claims 1, 5; paragraphs [0126]-[0127] and figure 6.	1-2,11
A	WO 2011-020062 A2 (RESEARCH IN MOTION LIMITED) 17 February 2011 See abstract; claims 1, 8; paragraphs [00120] and figure 2.	1-13
A	3GPP TR 36.819 V2.0.0, "3GPP; TSGRAN; Coordinated Multi-Point Operation for LTE Physical Layer Aspects (Release 11)", September 2011 See page 8.	1-13
A	US 2011-0243009 A1 (VIKRAM CHANDRASEKHAR et al.) 06 October 2011 See abstract; claims 1-2; paragraphs [0030], [0034] and figure 4.	1-13
A	KR 10-2011-0083445 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 20 July 2011 See abstract; claims 1, 7, 11; paragraph [0126] and figure 26.	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 FEBRUARY 2013 (14.02.2013)	15 FEBRUARY 2013 (15.02.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer Telephone No.
---	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2012/008257

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2011-071993 A	07.04.2011	CN 102036385 A	27.04.2011
KR 10-2010-0128936 A	08.12.2010	US 2010-0304682 A1	02.12.2010
WO 2011-020062 A2	17.02.2011	CA 2771293 A1 EP 2465317 A2 WO 2011-020062 A3	17.02.2011 20.06.2012 17.02.2011
US 2011-0243009 A1	06.10.2011	WO 2011-123764 A2 WO 2011-123764 A3	06.10.2011 02.02.2012
KR 10-2011-0083445 A	20.07.2011	US 2011-0170435 A1 WO 2011-087252 A2	14.07.2011 21.07.2011

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04B 7/04(2006.01)i, H04J 11/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04B 7/04; H04W 72/12; H04W 24/00; H04W 24/10; H04W 36/30; H04W 72/08; H04W 72/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 협력적 송신, CoMP, 참조 신호(reference signal), channel state, CQI, feedback information, muting point

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y A	JP 2011-071993 A (NTT DOCOMO INC.) 2011.04.07 요약; 청구항 1; 문단 [0027] - [0031], [0060] - [0061] 및 도면 1 참조.	1-2, 11 3-10, 12-13
Y	KR 10-2010-0128936 A (삼성전자주식회사) 2010.12.08 요약; 청구항 1, 5; 문단 [0126]-[0127] 및 도면 6 참조.	1-2, 11
A	WO 2011-020062 A2 (RESEARCH IN MOTION LIMITED) 2011.02.17 요약; 청구항 1, 8; 문단 [00120] 및 도면 2 참조.	1-13
A	3GPP TR 36.819 V2.0.0, `3GPP; TSGRAN; Coordinated Multi-Point Operation for LTE Physical Layer Aspects (Release 11)` , 2011.09 페이지 8 참조.	1-13
A	US 2011-0243009 A1 (VIKRAM CHANDRASEKHAR 외 3명) 2011.10.06 요약; 청구항 1-2; 문단 [0030], [0034] 및 도면 4 참조.	1-13
A	KR 10-2011-0083445 A (삼성전자주식회사) 2011.07.20 요약; 청구항 1, 7, 11; 문단 [0126] 및 도면 26 참조.	1-13

 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

국제조사보고서 발송일

2013년 02월 14일 (14.02.2013)

2013년 02월 15일 (15.02.2013)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

심사관



팩스 번호 82-42-472-7140

강희곡



전화번호 82-42-481-8264

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2012/008257

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2011-071993 A	2011.04.07	CN 102036385 A	2011.04.27
KR 10-2010-0128936 A	2010.12.08	US 2010-0304682 A1	2010.12.02
WO 2011-020062 A2	2011.02.17	CA 2771293 A1 EP 2465317 A2 WO 2011-020062 A3	2011.02.17 2012.06.20 2011.02.17
US 2011-0243009 A1	2011.10.06	WO 2011-123764 A2 WO 2011-123764 A3	2011.10.06 2012.02.02
KR 10-2011-0083445 A	2011.07.20	US 2011-0170435 A1 WO 2011-087252 A2	2011.07.14 2011.07.21