

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



PCT



(10) 국제공개번호
WO 2011/132964 A2

(43) 국제공개일
2011년 10월 27일 (27.10.2011)

- (51) 국제특허분류:
H04B 7/04 (2006.01) H04J 11/00 (2006.01)
H04B 7/14 (2006.01) H04W 72/04 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/002882
- (22) 국제출원일: 2011년 4월 21일 (21.04.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/327,110 2010년 4월 23일 (23.04.2010) US
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.)** [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자: **김**
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **김학성 (KIM, Hak Seong)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **서한별 (SEO, Han Byul)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **김병훈 (KIM, Byoung Hoon)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **김기준 (KIM, Ki Jun)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계

1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **이대원 (LEE, Dae Won)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: **김용인 (KIM, Yong In)** 등; 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 138-861 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

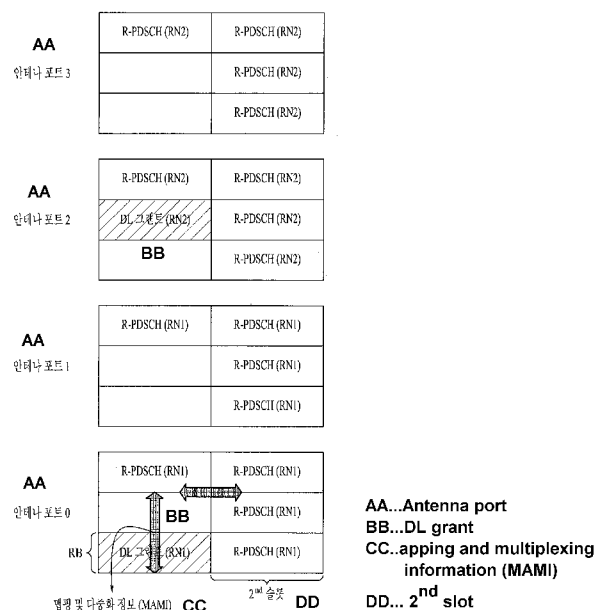
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR TRANSCEIVING SIGNALS BETWEEN A BASE STATION AND A RELAY NODE IN A MULTIUSER MULTI-ANTENNA WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, AND APPARATUS FOR SAME

(54) 발명의 명칭: 다중 사용자-다중 안테나 무선 통신 시스템에서 기지국과 릴레이 노드 간의 신호 송수신 방법 및 이를 위한 장치

[도 12]



(57) Abstract: The present application relates to a method in which a base station transmits signals to a relay node in a multiuser multi-antenna (MIMO) wireless communication system. More particularly, the method comprises the following steps: allocating one or more antenna ports to one or more relay nodes, respectively; mapping each of a plurality of downlink grant signals for said one or more relay nodes to a preset resource domain from among resource domains corresponding to one of the allocated antenna ports; mapping uplink grant signals or data signals for said one or more relay nodes to the resource domains corresponding to the allocated antenna ports; and transmitting the mapped signals to said one or more relay nodes.

(57) 요약서: 본 출원에서는 다중 사용자-다중 안테나 (Multi User-MIMO) 무선 통신 시스템에서 기지국이 릴레이 노드로 신호를 송신하는 방법이 개시된다. 구체적으로, 하나 이상의 릴레이 노드 각각에 하나 이상의 안테나 포트를 할당하는 단계, 상기 하나 이상의 릴레이 노드를 위한 하향링크 그랜트 신호 각각을 상기 할당된 안테나 포트 중 하나에 대응하는 자원 영역 중 기 설정된 자원 영역에 맵핑하는 단계, 상기 하나 이상의 릴레이 노드를 위한 상향링크 그랜트 신호 또는 데이터 신호를 상기 할당된 안테나 포트에 대응하는 자원 영역에 맵핑하는 단계, 및 상기 맵핑된 신호를 상기 하나 이상의 릴레이 노드로 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.



SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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

【명세서】**【발명의 명칭】**

다중 사용자-다중 안테나 무선 통신 시스템에서 기지국과 릴레이 노드 간의
신호 송수신 방법 및 이를 위한 장치

5 【기술분야】

본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 다중
사용자-다중 안테나 무선 통신 시스템에서 기지국과 릴레이 노드 간의 신호 송수신
방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다.

【배경기술】

10 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 일례로서 3GPP LTE (3rd
Generation Partnership Project Long Term Evolution; 이하 "LTE"라 함) 통신
시스템에 대해 개략적으로 설명한다.

도 1은 무선 통신 시스템의 일례로서 E-UMTS 망구조를 개략적으로 도시한
도면이다. E-UMTS(Evolved Universal Mobile Telecommunications System) 시스템은
15 기존 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)에서 진화한 시스템으로서,
현재 3GPP에서 기초적인 표준화 작업을 진행하고 있다. 일반적으로 E-UMTS는
LTE(Long Term Evolution) 시스템이라고 할 수도 있다. UMTS 및 E-UMTS의 기술
규격(technical specification)의 상세한 내용은 각각 "3rd Generation
Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network"의
20 Release 7과 Release 8을 참조할 수 있다.

도 1을 참조하면, E-UMTS는 단말(User Equipment; UE)과 기지국(eNode B;

eNB), 네트워크(E-UTRAN)의 종단에 위치하여 외부 네트워크와 연결되는 접속
 게이트웨이(Access Gateway; AG)를 포함한다. 기지국은 브로드캐스트 서비스,
 멀티캐스트 서비스 및/또는 유니캐스트 서비스를 위해 다중 데이터 스트림을
 25 동시에 전송할 수 있다.

한 기지국에는 하나 이상의 셀이 존재한다. 셀은 1.25, 2.5, 5, 10, 15,
 20Mhz 등의 대역폭 중 하나로 설정돼 여러 단말에게 하향 또는 상향 전송 서비스를
 제공한다. 서로 다른 셀은 서로 다른 대역폭을 제공하도록 설정될 수 있다.
 기지국은 다수의 단말에 대한 데이터 송수신을 제어한다. 하향 링크(Downlink; DL)
 30 데이터에 대해 기지국은 하향 링크 스케줄링 정보를 전송하여 해당 단말에게
 데이터가 전송될 시간/주파수 영역, 부호화, 데이터 크기, HARQ(Hybrid Automatic
 Repeat and reQuest) 관련 정보 등을 알려준다. 또한, 상향 링크(Uplink; UL)
 데이터에 대해 기지국은 상향 링크 스케줄링 정보를 해당 단말에게 전송하여 해당
 단말이 사용할 수 있는 시간/주파수 영역, 부호화, 데이터 크기, HARQ 관련 정보
 35 등을 알려준다. 기지국간에는 사용자 트래픽 또는 제어 트래픽 전송을 위한
 인터페이스가 사용될 수 있다. 핵심망(Core Network; CN)은 AG와 단말의 사용자
 등록 등을 위한 네트워크 노드 등으로 구성될 수 있다. AG는 복수의 셀들로
 구성되는 TA(Tracking Area) 단위로 단말의 이동성을 관리한다.

무선 통신 기술은 WCDMA를 기반으로 LTE까지 개발되어 왔지만, 사용자와
 40 사업자의 요구와 기대는 지속적으로 증가하고 있다. 또한, 다른 무선 접속 기술이
 계속 개발되고 있으므로 향후 경쟁력을 가지기 위해서는 새로운 기술 진화가
 요구된다. 비트당 비용 감소, 서비스 가용성 증대, 융통성 있는 주파수 밴드의

사용, 단순구조와 개방형 인터페이스, 단말의 적절한 파워 소모 등이 요구된다.

【발명의 상세한 설명】

45 【기술적 과제】

상술한 바와 같은 논의를 바탕으로 이하에서는 다중 사용자-다중 안테나 무선 통신 시스템에서 기지국과 릴레이 노드 간의 신호 송수신 방법 및 이를 위한 장치를 제안하고자 한다.

【기술적 해결방법】

50 본 발명의 일 양상인 다중 사용자-다중 안테나(Multi User-MIMO) 무선 통신 시스템에서 기지국이 릴레이 노드로 신호를 송신하는 방법은, 하나 이상의 릴레이 노드 각각에 하나 이상의 안테나 포트를 할당하는 단계; 상기 하나 이상의 릴레이 노드를 위한 하향링크 그랜트 신호 각각을 상기 할당된 안테나 포트 중 하나에 대응하는 자원 영역 중 기 설정된 자원 영역에 맵핑하는 단계; 상기 하나 이상의
55 릴레이 노드를 위한 상향링크 그랜트 신호 또는 데이터 신호를 상기 할당된 안테나 포트에 대응하는 자원 영역에 맵핑하는 단계; 및 상기 맵핑된 신호를 상기 하나 이상의 릴레이 노드로 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

한편, 본 발명의 다른 양상인 다중 사용자-다중 안테나(Multi User-MIMO) 무선 통신 시스템에서의 기지국 장치는, 하나 이상의 릴레이 노드 각각에 하나
60 이상의 안테나 포트를 할당하고, 상기 하나 이상의 릴레이 노드를 위한 하향링크 그랜트 신호 각각을 상기 할당된 안테나 포트 중 하나에 대응하는 자원 영역 중 기 설정된 자원 영역에 맵핑하며, 상기 하나 이상의 릴레이 노드를 위한 상향링크 그랜트 신호 또는 데이터 신호를 상기 할당된 안테나 포트에 대응하는 자원 영역에

65 맵핑하는 프로세서; 및 상기 맵핑된 신호를 상기 하나 이상의 릴레이 노드로 송신하는 송신 모듈을 포함하는 것을 특징으로 한다.

여기서 상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역은 특정 서브프레임의 첫 번째 슬롯이고, 상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역의 두 번째 슬롯은 상기 하향링크 그랜트 신호에 대응하는 릴레이 노드의 데이터 신호가 맵핑될 수 있다.

70 또한, 상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역은 동일한 안테나 포트에 대응하는 자원 영역에 포함되는 것일 수도 있다.

한편, 상기 하나 이상의 릴레이 노드를 위한 하향링크 그랜트 신호 각각은, 대응하는 릴레이 노드를 위한 상향링크 그랜트 신호 또는 데이터 신호가 맵핑된 자원 영역에 대한 정보를 포함할 수 있다.

75 상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역은 상기 하나 이상의 릴레이 노드 별로 다른 수도 있으며, 이 경우, 상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역은 다른 안테나 포트에 대응하는 자원 영역에서 신호 맵핑을 위하여 사용되지 않는 것을 특징으로 한다.

80 여기서, 상기 안테나 포트는 물리적 안테나 포트와 스크램블링 코드의 조합으로 정의되는 것을 특징으로 한다.

【유리한 효과】

본 발명의 실시예에 따르면 다중 사용자-다중 안테나 무선 통신 시스템에서 기지국과 릴레이 노드는 효율적으로 신호를 송수신할 수 있다.

본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지

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

【도면의 간단한 설명】

도 1은 무선 통신 시스템의 일례로서 E-UMTS 망구조를 개략적으로 도시한
도면.

90 도 2는 3GPP 무선 접속망 규격을 기반으로 한 단말과 E-UTRAN 사이의 무선
인터페이스 프로토콜(Radio Interface Protocol)의 제어평면(Control Plane) 및
사용자평면(User Plane) 구조를 나타내는 도면.

도 3은 3GPP 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인
신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면.

95 도 4는 다중 안테나 통신 시스템의 구성도.

도 5는 LTE 시스템에서 사용되는 하향 링크 무선 프레임의 구조를 예시하는
도면.

도 6은 LTE 시스템에서 하향링크 제어 채널을 구성하는데 사용되는 자원
단위를 나타내는 도면.

100 도 7은 LTE 시스템에서 사용되는 상향 링크 서브프레임의 구조를 도시하는
도면.

도 8은 무선 통신 시스템에서 릴레이 백홀 링크 및 릴레이 액세스 링크의
구성을 나타낸 도면.

도 9는 릴레이 노드 자원 분할의 예시를 나타내는 도면.

105 도 10은 시간-주파수 영역으로 구성된 자원을 구분하여 도시한 도면.

도 11은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 다중 사용자 MIMO 시스템에서의 R-PDCCH 및 R-PDSCH 다중화를 예시한 도면.

도 12는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 다중 사용자 MIMO 시스템에서의 R-PDCCH 및 R-PDSCH 다중화를 예시한 도면.

110 도 13은 본 발명에서 제안하는 R-PDCCH에 삽입되는 맵핑 및 다중화 정보를 설명하기 위한 도면.

도 14는 3개의 RB로 구성된 RBG에서 스케줄링 가능한 상향링크 그랜트 또는 R-PDSCH 조합을 도시하는 도면.

115 도 15는 본 발명에서 제안하는 R-PDCCH에 삽입되는 맵핑 및 다중화 정보를 설명하기 위한 다른 도면.

도 16은 4개의 RB로 구성된 RBG에서 스케줄링 가능한 상향링크 그랜트 또는 R-PDSCH 조합을 도시하는 도면.

도 17은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 다중 사용자 MIMO 시스템에서의 R-PDCCH 및 R-PDSCH 다중화를 예시한 다른 도면.

120 도 18은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 다중 사용자 MIMO 시스템에서의 R-PDCCH 및 R-PDSCH 다중화를 예시한 도면.

도 19는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 다중 사용자 MIMO 시스템에서의 R-PDCCH 및 R-PDSCH 다중화를 예시한 다른 도면.

125 도 20은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 다중 사용자 MIMO 시스템에서의 R-PDCCH 및 R-PDSCH 다중화를 예시한 또 다른 도면.

도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

【발명의 실시를 위한 형태】

이하에서 첨부된 도면을 참조하여 설명된 본 발명의 실시예들에 의해 본 발명의 구성, 작용 및 다른 특징들이 용이하게 이해될 수 있을 것이다. 이하에서
 130 설명되는 실시예들은 본 발명의 기술적 특징들이 3GPP 시스템에 적용된 예들이다.

본 명세서는 LTE 시스템 및 LTE-A 시스템을 사용하여 본 발명의 실시예를 설명하지만, 이는 예시로서 본 발명의 실시예는 상기 정의에 해당되는 어떤 통신 시스템에도 적용될 수 있다. 또한, 본 명세서는 FDD 방식을 기준으로 본 발명의 실시예에 대해 설명하지만, 이는 예시로서 본 발명의 실시예는 H-FDD 방식 또는
 135 TDD 방식에도 용이하게 변형되어 적용될 수 있다.

도 2는 3GPP 무선 접속망 규격을 기반으로 한 단말과 E-UTRAN 사이의 무선 인터페이스 프로토콜(Radio Interface Protocol)의 제어평면(Control Plane) 및 사용자평면(User Plane) 구조를 나타내는 도면이다. 제어평면은 단말(User Equipment; UE)과 네트워크가 호를 관리하기 위해서 이용하는 제어 메시지가
 140 전송되는 통로를 의미한다. 사용자평면은 애플리케이션 계층에서 생성된 데이터, 예를 들어, 음성 데이터 또는 인터넷 패킷 데이터 등이 전송되는 통로를 의미한다.

제1계층인 물리계층은 물리채널(Physical Channel)을 이용하여 상위 계층에게 정보 전송 서비스(Information Transfer Service)를 제공한다. 물리계층은 상위에 있는 매체접속제어(Medium Access Control) 계층과는
 145 전송채널(Transport Channel)을 통해 연결되어 있다. 상기 전송채널을 통해 매체접속제어 계층과 물리계층 사이에 데이터가 이동한다. 송신측과 수신측의 물리계층 사이는 물리채널을 통해 데이터가 이동한다. 상기 물리채널은 시간과

주파수를 무선 자원으로 활용한다. 구체적으로, 물리채널은 하향 링크에서 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식으로 변조되고, 상향
 150 링크에서 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 방식으로 변조된다.

제2계층의 매체접속제어(Medium Access Control; MAC) 계층은 논리채널(Logical Channel)을 통해 상위계층인 무선링크제어(Radio Link Control; RLC) 계층에 서비스를 제공한다. 제2계층의 RLC 계층은 신뢰성 있는 데이터 전송을
 155 지원한다. RLC 계층의 기능은 MAC 내부의 기능 블록으로 구현될 수도 있다. 제2계층의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 계층은 대역폭이 좁은 무선 인터페이스에서 IPv4나 IPv6와 같은 IP 패킷을 효율적으로 전송하기 위해 불필요한 제어정보를 줄여주는 헤더 압축(Header Compression) 기능을 수행한다.

제3계층의 최하부에 위치한 무선 자원제어(Radio Resource Control; RRC)
 160 계층은 제어평면에서만 정의된다. RRC 계층은 무선베어러(Radio Bearer; RB)들의 설정(Configuration), 재설정(Re-configuration) 및 해제(Release)와 관련되어 논리채널, 전송채널 및 물리채널들의 제어를 담당한다. RB는 단말과 네트워크 간의 데이터 전달을 위해 제2계층에 의해 제공되는 서비스를 의미한다. 이를 위해, 단말과 네트워크의 RRC 계층은 서로 RRC 메시지를 교환한다. 단말과 네트워크의
 165 RRC 계층 사이에 RRC 연결(RRC Connected)이 있을 경우, 단말은 RRC 연결 상태(Connected Mode)에 있게 되고, 그렇지 못할 경우 RRC 휴지 상태(Idle Mode)에 있게 된다. RRC 계층의 상위에 있는 NAS(Non-Access Stratum) 계층은 세션 관리(Session Management)와 이동성 관리(Mobility Management) 등의 기능을

수행한다.

170 기지국(eNB)을 구성하는 하나의 셀은 1.25, 2.5, 5, 10, 15, 20Mhz 등의
대역폭 중 하나로 설정되어 여러 단말에게 하향 또는 상향 전송 서비스를 제공한다.
서로 다른 셀은 서로 다른 대역폭을 제공하도록 설정될 수 있다.

네트워크에서 단말로 데이터를 전송하는 하향 전송채널은 시스템 정보를
전송하는 BCH(Broadcast Channel), 페이징 메시지를 전송하는 PCH(Paging Channel),
175 사용자 트래픽이나 제어 메시지를 전송하는 하향 SCH(Shared Channel) 등이 있다.
하향 멀티캐스트 또는 방송 서비스의 트래픽 또는 제어 메시지의 경우 하향 SCH를
통해 전송될 수도 있고, 또는 별도의 하향 MCH(Multicast Channel)을 통해 전송될
수도 있다. 한편, 단말에서 네트워크로 데이터를 전송하는 상향 전송채널로는 초기
제어 메시지를 전송하는 RACH(Random Access Channel), 사용자 트래픽이나 제어
180 메시지를 전송하는 상향 SCH(Shared Channel)가 있다. 전송채널의 상위에 있으며,
전송채널에 매핑되는 논리채널(Logical Channel)로는 BCCH(Broadcast Control
Channel), PCCH(Paging Control Channel), CCCH(Common Control Channel),
MCCH(Multicast Control Channel), MTCH(Multicast Traffic Channel) 등이 있다.

도 3은 3GPP 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인
185 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

단말은 전원이 켜지거나 새로이 셀에 진입한 경우 기지국과 동기를 맞추는
등의 초기 셀 탐색(Initial cell search) 작업을 수행한다(S301). 이를 위해,
단말은 기지국으로부터 주 동기 채널(Primary Synchronization Channel; P-SCH) 및
부 동기 채널(Secondary Synchronization Channel; S-SCH)을 수신하여 기지국과

190 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득할 수 있다. 그 후, 단말은 기지국으로부터 물리 방송 채널(Physical Broadcast Channel)을 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, 단말은 초기 셀 탐색 단계에서 하향 링크 참조 신호(Downlink Reference Signal; DL RS)를 수신하여 하향 링크 채널 상태를 확인할 수 있다.

195 초기 셀 탐색을 마친 단말은 물리 하향 링크 제어 채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH) 및 상기 PDCCH에 실린 정보에 따라 물리 하향 링크 공유 채널(Physical Downlink Control Channel; PDSCH)을 수신함으로써 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다(S302).

한편, 기지국에 최초로 접속하거나 신호 전송을 위한 무선 자원이 없는 경우
200 단말은 기지국에 대해 임의 접속 과정(Random Access Procedure; RACH)을 수행할 수 있다(단계 S303 내지 단계 S306). 이를 위해, 단말은 물리 임의 접속 채널(Physical Random Access Channel; PRACH)을 통해 특정 시퀀스를 프리앰블로 전송하고(S303 및 S305), PDCCH 및 대응하는 PDSCH를 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S304 및 S306). 경쟁 기반 RACH의 경우, 추가적으로 충돌
205 해결 절차(Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.

상술한 바와 같은 절차를 수행한 단말은 이후 일반적인 상/하향 링크 신호 전송 절차로서 PDCCH/PDSCH 수신(S307) 및 물리 상향 링크 공유 채널(Physical Uplink Shared Channel; PUSCH)/물리 상향 링크 제어 채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH) 전송(S308)을 수행할 수 있다. 특히 단말은 PDCCH를
210 통하여 하향링크 제어 정보(Downlink Control Information; DCI)를 수신한다.

여기서 DCI는 단말에 대한 자원 할당 정보와 같은 제어 정보를 포함하며, 그 사용 목적에 따라 포맷이 서로 다르다.

한편, 단말이 상향 링크를 통해 기지국에 전송하는 또는 단말이 기지국으로부터 수신하는 제어 정보는 하향 링크/상향 링크 ACK/NACK 신호, 215 CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Index), RI(Rank Indicator) 등을 포함한다. 3GPP LTE 시스템의 경우, 단말은 상술한 CQI/PMI/RI 등의 제어 정보를 PUSCH 및/또는 PUCCH를 통해 전송할 수 있다.

이하 MIMO 시스템에 대하여 설명한다. MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)는 복수개의 송신안테나와 복수개의 수신안테나를 사용하는 방법으로서, 이 220 방법에 의해 데이터의 송수신 효율을 향상시킬 수 있다. 즉, 무선 통신 시스템의 송신단 혹은 수신단에서 복수개의 안테나를 사용함으로써 용량을 증대시키고 성능을 향상시킬 수 있다. 이하 본 문헌에서 MIMO를 '다중 안테나'라 지칭할 수 있다.

다중 안테나 기술에서는, 하나의 전체 메시지를 수신하기 위해 단일 안테나 225 경로에 의존하지 않는다. 그 대신 다중 안테나 기술에서는 여러 안테나에서 수신된 데이터 조각(fragment)을 한데 모아 병합함으로써 데이터를 완성한다. 다중 안테나 기술을 사용하면, 특정된 크기의 셀 영역 내에서 데이터 전송 속도를 향상시키거나, 또는 특정 데이터 전송 속도를 보장하면서 시스템 커버리지(coverage)를 증가시킬 수 있다. 또한, 이 기술은 이동통신 단말과 230 중계기 등에 폭넓게 사용할 수 있다. 다중 안테나 기술에 의하면, 단일 안테나를 사용하던 종래 기술에 의한 이동 통신에서의 전송량 한계를 극복할 수 있다.

본 발명에서 설명하는 다중 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도가 도 4에 도시되어 있다. 송신단에는 송신 안테나가 N_T 개 설치되어 있고, 수신단에서는 수신 안테나가 N_R 개가 설치되어 있다. 이렇게 송신단 및 수신단에서 모두 복수개의
 235 안테나를 사용하는 경우에는, 송신단 또는 수신단 중 어느 하나에만 복수개의 안테나를 사용하는 경우보다 이론적인 채널 전송 용량이 증가한다. 채널 전송 용량의 증가는 안테나의 수에 비례한다. 따라서, 전송 레이트가 향상되고, 주파수 효율이 향상된다 하나의 안테나를 이용하는 경우의 최대 전송 레이트를 R_0 라고 한다면, 다중 안테나를 사용할 때의 전송 레이트는, 이론적으로, 아래 수학적 식 1과
 240 같이 최대 전송 레이트 R_0 에 레이트 증가율 R_i 를 곱한 만큼 증가할 수 있다. 여기서 R_i 는 N_T 와 N_R 중 작은 값이다.

<수학적 식 1>

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

예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신
 245 시스템에서는, 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다. 이와 같은 다중 안테나 시스템의 이론적 용량 증가가 90년대 중반에 증명된 이후, 실질적으로 데이터 전송률을 향상시키기 위한 다양한 기술들이 현재까지 활발히 연구되고 있으며, 이들 중 몇몇 기술들은 이미 3세대 이동 통신과 차세대 무선랜 등의 다양한 무선 통신의 표준에 반영되고 있다.

250 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, 그리고 전송 신뢰도 향상

및 전송률 향상을 위한 시공간 신호 처리 기술 연구 등 다양한 관점에서 활발한 연구가 진행되고 있다.

255 다중 안테나 시스템에 있어서의 통신 방법을 보다 구체적인 방법으로 설명하기 위해 이를 수학적으로 모델링 하는 경우 다음과 같이 나타낼 수 있다. 도 7에 도시된 바와 같이 N_T 개의 송신 안테나와 N_R 개의 수신 안테나가 존재하는 것을 가정한다. 먼저, 송신 신호에 대해 살펴보면, N_T 개의 송신 안테나가 있는 경우 최대 전송 가능한 정보는 N_T 개이므로, 전송 정보를 하기의 수학적 식 2와 같은
260 벡터로 나타낼 수 있다.

<수학적 식 2>

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

한편, 각각의 전송 정보 $s_1, s_2, \dots, s_{N_T}$ 에 있어 전송 전력을 다르게 할 수 있으며, 이때 각각의 전송 전력을 $P_1, P_2, \dots, P_{N_T}$ 라 하면, 전송 전력이 조정된 전송
265 정보를 벡터로 나타내면 하기의 수학적 식 3과 같다.

<수학적 식 3>

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

또한, $\hat{\mathbf{s}}$ 를 전송 전력의 대각행렬 $\mathbf{P}$ 를 이용하여 나타내면 하기의 수학적
4와 같다.

270 <수학적 식 4>

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

한편, 전송전력이 조정된 정보 벡터 $\hat{\mathbf{s}}$ 에 가중치 행렬 $\mathbf{W}$ 가 적용되어 실제
전송되는 N_T 개의 송신신호(transmitted signal) $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$ 가 구성되는 경우를
고려해 보자. 여기서, 가중치 행렬은 전송 정보를 전송 채널 상황 등에 따라 각
275 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 수행한다. 이와 같은 전송신호

$x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$ 는 벡터 $\mathbf{X}$ 를 이용하여 하기의 수학적 식 5와 같이 나타낼 수 있다.

여기서 w_{ij} 는 i 번째 송신안테나와 j 번째 정보 간의 가중치를 의미한다. $\mathbf{W}$ 는
가중치 행렬(Weight Matrix) 또는 프리코딩 행렬(Precoding Matrix)이라고 불린다.

<수학적 식 5>

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \cdots & w_{N_TN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

280

일반적으로, 채널 행렬의 랭크의 물리적인 의미는, 주어진 채널에서 서로
다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다. 따라서 채널 행렬의
랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행(row) 또는 열(column)의 개수 중에서
최소 개수로 정의되므로, 행렬의 랭크는 행(row) 또는 열(column)의 개수보다 클

285 수 없게 된다. 수식적으로 예를 들면, 채널 행렬 H 의 랭크(rank(H))는 수식식 6과 같이 제한된다.

<수식식 6>

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

또한, 다중 안테나 기술을 사용해서 보내는 서로 다른 정보 각각을 '전송 스트림(Stream)' 또는 간단하게 '스트림' 으로 정의하기로 하자. 이와 같은 '스트림' 은 '레이어 (Layer)' 로 지칭될 수 있다. 그러면 전송 스트림의 개수는 당연히 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수인 채널의 랭크 보다는 클 수 없게 된다. 따라서, 채널 행렬이 H 는 아래 수식식 7과 같이 나타낼 수 있다.

<수식식 7>

295 $\# \text{ of streams} \leq \text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$

여기서 "# of streams"는 스트림의 수를 나타낸다. 한편, 여기서 한 개의 스트림은 한 개 이상의 안테나를 통해서 전송될 수 있음에 주의해야 한다.

한 개 이상의 스트림을 여러 개의 안테나에 대응시키는 여러 가지 방법이 존재할 수 있다. 이 방법을 다중 안테나 기술의 종류에 따라 다음과 같이 설명할 수 있다. 한 개의 스트림이 여러 안테나를 거쳐 전송되는 경우는 공간 다이버시티 방식으로 볼 수 있고, 여러 스트림이 여러 안테나를 거쳐 전송되는 경우는 공간 멀티플렉싱 방식으로 볼 수 있다. 물론 그 중간인 공간 다이버시티와 공간 멀티플렉싱의 혼합(Hybrid)된 형태도 가능하다.

도 5는 하향 링크 무선 프레임에서 하나의 서브프레임의 제어 영역에 305 포함되는 제어 채널을 예시하는 도면이다.

도 5를 참조하면, 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼로 구성되어 있다. 서브프레임 설정에 따라 처음 1 내지 3개의 OFDM 심볼은 제어 영역으로 사용되고 나머지 13~11개의 OFDM 심볼은 데이터 영역으로 사용된다. 도면에서 R1 내지 R4는 안테나 0 내지 3에 대한 기준 신호(Reference Signal(RS) 또는 Pilot Signal)를 나타낸다. RS는 제어 영역 및 데이터 영역과 상관없이 서브프레임 내에 일정한 패턴으로 고정된다. 제어 채널은 제어 영역 중에서 RS가 할당되지 않은 자원에 할당되고, 트래픽 채널도 데이터 영역 중에서 RS가 할당되지 않은 자원에 할당된다. 제어 영역에 할당되는 제어 채널로는 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel) 등이 있다.

PCFICH는 물리 제어 포맷 지시자 채널로서 매 서브프레임마다 PDCCH에 사용되는 OFDM 심볼의 개수를 단말에게 알려준다. PCFICH는 첫 번째 OFDM 심볼에 위치하며 PHICH 및 PDCCH에 우선하여 설정된다. PCFICH는 4개의 REG(Resource Element Group)로 구성되고, 각각의 REG는 셀 ID(Cell Identity)에 기초하여 제어 영역 내에 분산된다. 하나의 REG는 4개의 RE(Resource Element)로 구성된다. RE는 하나의 부반송파×하나의 OFDM 심볼로 정의되는 최소 물리 자원을 나타낸다. PCFICH 값은 대역폭에 따라 1 내지 3 또는 2 내지 4의 값을 지시하며 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)로 변조된다.

PHICH는 물리 HARQ(Hybrid - Automatic Repeat and request) 지시자 채널로서 상향 링크 전송에 대한 HARQ ACK/NACK을 나르는데 사용된다. 즉, PHICH는 UL HARQ를 위한 DL ACK/NACK 정보가 전송되는 채널을 나타낸다. PHICH는 1개의

REG로 구성되고, 셀 특정(cell-specific)하게 스크램블(scrambling) 된다.
 ACK/NACK은 1 비트로 지시되며, BPSK(Binary phase shift keying)로 변조된다.
 변조된 ACK/NACK은 확산인자(Spreading Factor; SF) = 2 또는 4로 확산된다.
 330 동일한 자원에 매핑되는 복수의 PHICH는 PHICH 그룹을 구성한다. PHICH 그룹에
 다중화되는 PHICH의 개수는 확산 코드의 개수에 따라 결정된다. PHICH (그룹)은
 주파수 영역 및/또는 시간 영역에서 다이버시티 이득을 얻기 위해 3번
 반복(repetition)된다.

PDCCH는 물리 하향 링크 제어 채널로서 서브프레임의 처음 n개의 OFDM
 335 심볼에 할당된다. 여기에서, n은 1 이상의 정수로서 PCFICH에 의해 지시된다.
 PDCCH는 하나 이상의 CCE로 구성된다. PDCCH는 전송 채널인 PCH(Paging channel)
 및 DL-SCH(Downlink-shared channel)의 자원할당과 관련된 정보, 상향 링크
 스케줄링 그랜트(Uplink Scheduling Grant), HARQ 정보 등을 각 단말 또는 단말
 그룹에게 알려준다. PCH(Paging channel) 및 DL-SCH(Downlink-shared channel)는
 340 PDSCH를 통해 전송된다. 따라서, 기지국과 단말은 일반적으로 특정한 제어 정보
 또는 특정한 서비스 데이터를 제외하고는 PDSCH를 통해서 데이터를 각각 전송 및
 수신한다.

PDSCH의 데이터가 어떤 단말(하나 또는 복수의 단말)에게 전송되는 것이며,
 상기 단말들이 어떻게 PDSCH 데이터를 수신하고 디코딩(decoding)을 해야하는지에
 345 대한 정보 등은 PDCCH에 포함되어 전송된다. 예를 들어, 특정 PDCCH가 "A"라는
 RNTI(Radio Network Temporary Identity)로 CRC 마스킹(masking)되어 있고,
 "B"라는 무선자원(예, 주파수 위치) 및 "C"라는 전송형식정보(예, 전송 블록

사이즈, 변조 방식, 코딩 정보 등)를 이용해 전송되는 데이터에 관한 정보가 특정 서브프레임을 통해 전송된다고 가정한다. 이 경우, 셀 내의 단말은 자신이 가지고
 350 있는 RNTI 정보를 이용하여 PDCCH를 모니터링하고, "A" RNTI를 가지고 있는 하나 이상의 단말이 있다면, 상기 단말들은 PDCCH를 수신하고, 수신한 PDCCH의 정보를 통해 "B"와 "C"에 의해 지시되는 PDSCH를 수신한다.

도 6은 LTE 시스템에서 하향링크 제어 채널을 구성하는데 사용되는 자원 단위를 나타낸다. 특히, 도 6의 (a)는 기지국의 송신 안테나의 개수가 1 또는
 355 2개인 경우를 나타내고, 도 6의 (b)는 기지국의 송신 안테나의 개수가 4개인 경우를 나타낸다. 송신 안테나의 개수에 따라 RS(Reference Signal) 패턴만 상이할 뿐 제어 채널과 관련된 자원 단위의 설정 방법은 동일하다.

도 6을 참조하면, 하향링크 제어 채널의 기본 자원 단위는 REG이다. REG는 RS를 제외한 상태에서 4개의 이웃한 자원요소(RE)로 구성된다. REG는 도면에 굵은
 360 선으로 도시되었다. PCFICH 및 PHICH는 각각 4개의 REG 및 3개의 REG를 포함한다. PDCCH는 CCE(Control Channel Elements) 단위로 구성되며 하나의 CCE는 9개의 REG를 포함한다.

단말은 자신에게 L개의 CCE로 이루어진 PDCCH가 전송되는지를 확인하기 위하여 $M^{(L)}(\geq L)$ 개의 연속되거나 특정 규칙으로 배치된 CCE를 확인하도록 설정된다.
 365 단말이 PDCCH 수신을 위해 고려해야 하는 L 값은 복수가 될 수 있다. 단말이 PDCCH 수신을 위해 확인해야 하는 CCE 집합들을 검색 영역(search space)이라고 한다. 일 예로, LTE 시스템은 검색 영역을 표 1과 같이 정의하고 있다.

【표 1】

Type	Search space $S_k^{(L)}$		Number of PDCCH candidates $M^{(L)}$	DCI formats
	Aggregation level L	Size [in CCEs]		
UE-specific	1	6	6	0, 1, 1A, 1B, 2
	2	12	6	
	4	8	2	
	8	16	2	
Common	4	16	4	0, 1A, 1C, 3/3A
	8	16	2	

여기에서, CCE 집성 레벨 L 은 PDCCH를 구성하는 CCE 개수를 나타내고, $S_k^{(L)}$ 은 CCE 집성 레벨 L 의 검색 영역을 나타내며, $M^{(L)}$ 은 집성 레벨 L 의 검색 영역에서 모니터링해야 하는 후보 PDCCH의 개수이다.

검색 영역은 특정 단말에 대해서만 접근이 허용되는 단말 특정 검색 영역(UE-specific search space)과 셀 내의 모든 단말에 대해 접근이 허용되는 공통 검색 영역(common search space)로 구분될 수 있다. 단말은 CCE 집성 레벨이 4 및 8인 공통 검색 영역을 모니터하고, CCE 집성 레벨이 1, 2, 4 및 8인 단말-특정 검색 영역을 모니터한다. 공통 검색 영역 및 단말 특정 검색 영역은 오버랩될 수 있다.

또한, 각 CCE 집성 레벨 값에 대하여 임의의 단말에게 부여되는 PDCCH 검색 영역에서 첫 번째(가장 작은 인덱스를 가진) CCE의 위치는 단말에 따라서 매 서브프레임마다 변화하게 된다. 이를 PDCCH 검색 영역 해쉬(hashing)라고 한다.

도 7은 LTE 시스템에서 사용되는 상향 링크 서브프레임의 구조를 도시하는 도면이다.

도 7을 참조하면, 상향 링크 서브프레임은 제어정보를 나르는 PUCCH(Physical Uplink Control CHannel)가 할당되는 영역과 사용자 데이터를 나르는 PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel)가 할당되는 영역으로 나눌 수 있다. 서브프레임의 중간 부분이 PUSCH에 할당되고, 주파수 영역에서 데이터 영역의 양측

부분이 PUCCH에 할당된다. PUCCH 상에 전송되는 제어정보는 HARQ에 사용되는
 ACK/NACK, 하향 링크 채널 상태를 나타내는 CQI(Channel Quality Indicator),
 390 MIMO를 위한 RI(Rank Indicator), 상향 링크 자원 할당 요청인 SR(Scheduling
 Request) 등이 있다. 한 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임 내의 각 슬롯에서 서로
 다른 주파수를 차지하는 하나의 자원블록을 사용한다. 즉, PUCCH에 할당되는 2개의
 자원블록은 슬롯 경계에서 주파수 호핑(frequency hopping)된다. 특히 도 6은
 m=0인 PUCCH, m=1인 PUCCH, m=2인 PUCCH, m=3인 PUCCH가 서브프레임에 할당되는
 395 것을 예시한다.

한편, 기지국과 단말 간의 채널 상태가 열악한 경우에는 기지국과 단말 간에
 릴레이 노드(Relay Node, RN)를 설치하여 채널 상태가 보다 우수한 무선 채널을
 단말에게 제공할 수 있다. 또한, 기지국으로부터 채널 상태가 열악한 셀 경계
 지역에서 릴레이 노드를 도입하여 사용함으로써 보다 고속의 데이터 채널을 제공할
 400 수 있고, 셀 서비스 영역을 확장시킬 수 있다. 이와 같이, 릴레이 노드는 무선
 통신 시스템에서 전파 음영 지역 해소를 위해 도입된 기술로서 현재 널리 사용되고
 있다.

과거의 방식이 단순히 신호를 증폭해서 전송하는 리피터(Repeater)의 기능에
 국한된 것에 비해 최근에는 보다 지능화된 형태로 발전하고 있다. 더 나아가
 405 릴레이 노드 기술은 차세대 이동통신 시스템에서 기지국 증설 비용과 백홀망의
 유지 비용을 줄이는 동시에, 서비스 커버리지 확대와 데이터 처리율 향상을 위해
 반드시 필요한 기술에 해당한다. 릴레이 노드 기술이 점차 발전함에 따라, 종래의

무선 통신 시스템에서 이용하는 릴레이 노드를 새로운 무선 통신 시스템에서 지원할 필요가 있다.

410 3GPP LTE-A(3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution-Advanced) 시스템에서 릴레이 노드에 기지국과 단말 간의 링크 연결을 포워딩하는 역할을 도입하면서 각각의 상향링크 및 하향링크 캐리어 주파수 밴드에 속성이 다른 두 가지 종류의 링크가 적용되게 된다. 기지국과 릴레이 노드의 링크 간에 설정되는 연결 링크 부분을 백홀 링크(backhaul link)라고 정의하여 표현한다.

415 하향링크 자원을 이용하여 FDD(Frequency Division Duplex)) 혹은 TDD(Time Division Duplex) 방식으로 전송이 이루어지는 것을 백홀 하향링크(backhaul downlink)라고 하며, 상향링크 자원을 이용하여 FDD 또는 TDD 방식으로 전송이 이루어지는 것을 백홀 상향링크라고 표현할 수 있다.

도 8 은 무선 통신 시스템에서 릴레이 백홀 링크 및 릴레이 액세스 링크의
420 구성을 나타낸 도면이다.

도 8 을 참조하면, 기지국과 단말 간 링크의 연결을 포워딩(forwarding)하는 역할을 위해 릴레이 노드가 도입되면서 각각의 상향링크 및 하향링크 캐리어 주파수 대역에 속성이 다른 두 종류의 링크가 적용된다. 기지국과 릴레이 노드 간의 설정되는 연결 링크 부분을 릴레이 백홀 링크(relay backhaul link)로서
425 정의하여 표현한다. 백홀 링크가 하향링크 주파수 대역(Frequency Division Duplex, FDD 의 경우)이나 하향링크 서브프레임(Time Division Duplex, TDD 의 경우) 자원을 이용하여 전송이 이루어지는 경우 백홀 하향링크(backhaul downlink)로 표현하고 상향링크 주파수 대역이나(FDD 의 경우) 상향링크 서브프레임(TDD 의 경우) 자원을

이용하여 전송이 이루어지는 경우 백홀 상향링크(backhaul uplink)로 표현할 수
430 있다.

반면 릴레이 노드와 일련의 단말들 간에 설정되는 연결 링크 부분을 릴레이
액세스 링크(relay access link)로서 정의하여 표현한다. 릴레이 액세스 링크가
하향링크 주파수 대역(FDD 의 경우)이나 하향링크 서브프레임(TDD 의 경우) 자원을
이용하여 전송이 이루어지는 경우 액세스 하향링크(access downlink)로 표현하고
435 상향링크 주파수 대역(FDD 의 경우)이나 상향링크 서브프레임(TDD 의 경우) 자원을
이용하여 전송이 이루어지는 경우 액세스 상향링크(access uplink)로 표현할 수
있다.

릴레이 노드(RN)는 릴레이 백홀 하향링크(relay backhaul downlink)를 통해
기지국으로부터 정보를 수신할 수 있고, 릴레이 백홀 상향링크를 통해 기지국으로
440 정보를 전송할 수 있다. 또한, 릴레이 노드는 릴레이 액세스 하향링크를 통해
단말로 정보를 전송할 수 있고, 릴레이 액세스 상향링크를 통해 단말로부터 정보를
수신할 수 있다.

한편, 릴레이 노드의 대역(또는 스펙트럼) 사용과 관련하여, 백홀 링크가
액세스 링크와 동일한 주파수 대역에서 동작하는 경우를 '인-밴드(in-band)'라고
445 하고, 백홀 링크와 액세스 링크가 상이한 주파수 대역에서 동작하는 경우를 '아웃-
밴드(out-band)'라고 한다. 인-밴드 및 아웃-밴드 경우 모두에서 기존의 LTE
시스템(예를 들어, 릴리즈-8)에 따라 동작하는 단말(이하, 레거시(legacy)
단말이라 함)이 도너 셀에 접속할 수 있어야 한다.

단말에서 릴레이 노드를 인식하는지 여부에 따라 릴레이 노드는
 450 트랜스패런트(transparent) 릴레이 노드 또는 넌-트랜스패런트(non-transparent)
 릴레이 노드로 분류될 수 있다. 트랜스패런트는 단말이 릴레이 노드를 통하여
 네트워크와 통신하는지 여부를 인지하지 못하는 경우를 의미하고, 넌-
 트랜스패런트는 단말이 릴레이 노드를 통하여 네트워크와 통신하는지 여부를
 인지하는 경우를 의미한다.

455 릴레이 노드의 제어와 관련하여, 도너 셀의 일부로 구성되는 릴레이 노드
 또는 스스로 셀을 제어하는 릴레이 노드로 구분될 수 있다.

도너 셀의 일부로서 구성되는 릴레이 노드는 릴레이 노드 식별자(ID)를 가질
 수는 있지만, 릴레이 노드 자신의 셀 아이덴티티(identity)를 가지지 않는다. 도너
 셀이 속하는 기지국에 의하여 RRM(Radio Resource Management)의 적어도 일부가
 460 제어되면 (RRM 의 나머지 부분들은 릴레이 노드에 위치하더라도), 도너 셀의
 일부로서 구성되는 릴레이 노드라 한다. 바람직하게는, 이러한 릴레이 노드는
 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 스마트 리피터(Smart repeaters),
 디코드-앤-포워드 릴레이 노드(decode-and-forward relays), L2(제 2 계층) 릴레이
 노드들의 다양한 종류들 및 타입-2 릴레이 노드가 이러한 릴레이 노드에 해당한다.

465 스스로 셀을 제어하는 릴레이 노드의 경우에, 릴레이 노드는 하나 또는
 여러개의 셀들을 제어하고, 릴레이 노드에 의해 제어되는 셀들 각각에 고유의
 물리계층 셀 아이덴티티가 제공되며, 동일한 RRM 메커니즘을 이용할 수 있다. 단말
 관점에서는 릴레이 노드에 의하여 제어되는 셀에 액세스하는 것과 일반 기지국에
 의해 제어되는 셀에 액세스하는 것에 차이점이 없다. 바람직하게는, 이러한 릴레이

470 노드에 의해 제어되는 셀은 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 셀프-백홀링(Self-backhauling) 릴레이 노드, L3(제 3 계층) 릴레이 노드, 타입-1 릴레이 노드 및 타입-1a 릴레이 노드가 이러한 릴레이 노드에 해당한다.

타입-1 릴레이 노드는 인-밴드 릴레이 노드로서 복수개의 셀들을 제어하고, 이들 복수개의 셀들의 각각은 단말 입장에서 도너 셀과 구별되는 별개의 셀로
475 보인다. 또한, 복수개의 셀들은 각자의 물리 셀 ID(LTE 릴리즈-8 에서 정의함)를 가지고, 릴레이 노드는 자신의 동기화 채널, 참조신호 등을 전송할 수 있다. 단일-셀 동작의 경우에, 단말은 릴레이 노드로부터 직접 스케줄링 정보 및 HARQ 피드백을 수신하고 릴레이 노드로 자신의 제어 채널(스케줄링 요청(SR), CQI, ACK/NACK 등)을 전송할 수 있다. 또한, 레거시 단말(LTE 릴리즈-8 시스템에 따라
480 동작하는 단말)들에게 타입-1 릴레이 노드는 레거시 기지국(LTE 릴리즈-8 시스템에 따라 동작하는 기지국)으로 보인다. 즉, 역방향 호환성(backward compatibility)을 가진다. 한편, LTE-A 시스템에 따라 동작하는 단말들에게는, 타입-1 릴레이 노드는 레거시 기지국과 다른 기지국으로 보여, 성능 향상을 제공할 수 있다.

타입-1a 릴레이 노드는 아웃-밴드로 동작하는 것 외에 전술한 타입-1 릴레이
485 노드와 동일한 특징들을 가진다. 타입-1a 릴레이 노드의 동작은 L1(제 1 계층) 동작에 대한 영향이 최소화 또는 없도록 구성될 수 있다.

타입-2 릴레이 노드는 인-밴드 릴레이 노드로서, 별도의 물리 셀 ID 를 가지지 않으며, 이에 따라 새로운 셀을 형성하지 않는다. 타입-2 릴레이 노드는 레거시 단말에 대해 트랜스페런트하고, 레거시 단말은 타입-2 릴레이 노드의

490 존재를 인지하지 못한다. 타입-2 릴레이 노드는 PDSCH 를 전송할 수 있지만, 적어도 CRS 및 PDCCH 는 전송하지 않는다.

한편, 릴레이 노드가 인-밴드로 동작하도록 하기 위하여, 시간-주파수 공간에서의 일부 자원이 백홀 링크를 위해 예비되어야 하고 이 자원은 액세스 링크를 위해서 사용되지 않도록 설정할 수 있다. 이를 자원 분할(resource
495 partitioning)이라 한다.

릴레이 노드에서의 자원 분할에 있어서의 일반적인 원리는 다음과 같이 설명할 수 있다. 백홀 하향링크 및 액세스 하향링크가 하나의 반송파 주파수 상에서 시간분할다중화(Time Division Multiplexing; TDM) 방식으로 다중화될 수 있다 (즉, 특정 시간에서 백홀 하향링크 또는 액세스 하향링크 중 하나만이
500 활성화된다). 유사하게, 백홀 상향링크 및 액세스 상향링크는 하나의 반송파 주파수 상에서 TDM 방식으로 다중화될 수 있다 (즉, 특정 시간에서 백홀 상향링크 또는 액세스 상향링크 중 하나만이 활성화된다).

FDD 에서의 백홀 링크 다중화는, 백홀 하향링크 전송은 하향링크 주파수 대역에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은 상향링크 주파수 대역에서 수행되는
505 것으로 설명할 수 있다. TDD 에서의 백홀 링크 다중화는, 백홀 하향링크 전송은 기지국과 릴레이 노드의 하향링크 서브프레임에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은 기지국과 릴레이 노드의 상향링크 서브프레임에서 수행되는 것으로 설명할 수 있다.

인-밴드 릴레이 노드의 경우에, 예를 들어, 소정의 주파수 대역에서 기지국으로부터의 백홀 하향링크 수신과 단말로의 액세스 하향링크 전송이 동시에
510 이루어지면, 릴레이 노드의 송신단으로부터 전송되는 신호가 릴레이 노드의

수신단에서 수신될 수 있고, 이에 따라 릴레이 노드의 RF 전단(front-end)에서
 신호 간섭 또는 RF 재밍(jamming)이 발생할 수 있다. 유사하게, 소정의 주파수
 대역에서 단말로부터의 액세스 상향링크의 수신과 기지국으로의 백홀 상향링크의
 전송이 동시에 이루어지면, 릴레이 노드의 RF 전단에서 신호 간섭이 발생할 수
 515 있다. 따라서, 릴레이 노드에서 하나의 주파수 대역에서의 동시 송수신은 수신
 신호와 송신 신호간에 충분한 분리(예를 들어, 송신 안테나와 수신 안테나를
 지리적으로 충분히 이격시켜(예를 들어, 지상/지하에) 설치함)가 제공되지 않으면
 구현하기 어렵다.

이와 같은 신호 간섭의 문제를 해결하는 한 가지 방안은, 릴레이 노드가
 520 도너 셀로부터 신호를 수신하는 동안에 단말로 신호를 전송하지 않도록 동작하게
 하는 것이다. 즉, 릴레이 노드로부터 단말로의 전송에 갭(gap)을 생성하고, 이 갭
 동안에는 단말(레거시 단말 포함)이 릴레이 노드로부터의 어떠한 전송도 기대하지
 않도록 설정할 수 있다. 이러한 갭은 MBSFN (Multicast Broadcast Single
 Frequency Network) 서브프레임을 구성함으로써 설정할 수 있다

525 도 9은 릴레이 노드 자원 분할의 예시를 나타내는 도면이다.

도 9에서는 제 1 서브프레임은 일반 서브프레임으로서 릴레이 노드로부터
 단말로 하향링크 (즉, 액세스 하향링크) 제어신호 및 데이터가 전송되고, 제 2
 서브프레임은 MBSFN 서브프레임으로서 하향링크 서브프레임의 제어 영역에서는
 릴레이 노드로부터 단말로 제어 신호가 전송되지만 하향링크 서브프레임의 나머지
 530 영역에서는 릴레이 노드로부터 단말로 아무런 전송이 수행되지 않는다. 여기서,
 레거시 단말의 경우에는 모든 하향링크 서브프레임에서

물리하향링크제어채널(PDCCH)의 전송을 기대하게 되므로 (다시 말하자면, 릴레이 노드는 자신의 영역 내의 레거시 단말들이 매 서브프레임에서 PDCCH 를 수신하여 측정 기능을 수행하도록 지원할 필요가 있으므로), 레거시 단말의 올바른 동작을
 535 위해서는 모든 하향링크 서브프레임에서 PDCCH 를 전송할 필요가 있다. 따라서, 기지국으로부터 릴레이 노드로의 하향링크 (즉, 백홀 하향링크) 전송을 위해 설정된 서브프레임 (제 2 서브프레임)상에서도, 서브프레임의 처음 N (N=1, 2 또는 3) 개의 OFDM 심볼구간에서 릴레이 노드는 백홀 하향링크를 수신하는 것이 아니라 액세스 하향링크 전송을 해야할 필요가 있다. 이에 대하여, 제 2 서브프레임의
 540 제어 영역에서 PDCCH 가 릴레이 노드로부터 단말로 전송되므로 릴레이 노드에서 서빙하는 레거시 단말에 대한 역방향 호환성이 제공될 수 있다. 제 2 서브프레임의 나머지 영역에서는 릴레이 노드로부터 단말로 아무런 전송이 수행되지 않는 동안에 릴레이 노드는 기지국으로부터의 전송을 수신할 수 있다. 따라서, 이러한 자원 분할 방식을 통해서, 인-밴드 릴레이 노드에서 액세스 하향링크 전송과 백홀
 545 하향링크 수신이 동시에 수행되지 않도록 할 수 있다.

MBSFN 서브프레임을 이용하는 제 2 서브프레임에 대하여 구체적으로 설명한다. 제 2 서브프레임의 제어 영역은 릴레이 노드 비-청취(non-hearing) 구간이라고 할 수 있다. 릴레이 노드 비-청취 구간은 릴레이 노드가 백홀 하향링크 신호를 수신하지 않고 액세스 하향링크 신호를 전송하는 구간을 의미한다. 이
 550 구간은 전송한 바와 같이 1, 2 또는 3 OFDM 길이로 설정될 수 있다. 릴레이 노드 비-청취 구간에서 릴레이 노드는 단말로의 액세스 하향링크 전송을 수행하고 나머지 영역에서는 기지국으로부터 백홀 하향링크를 수신할 수 있다. 이 때,

릴레이 노드는 동일한 주파수 대역에서 동시에 송수신을 수행할 수 없으므로,
 릴레이 노드가 송신 모드에서 수신 모드로 전환하는 데에 시간이 소요된다. 따라서,
 555 백홀 하향링크 수신 영역의 처음 일부 구간에서 릴레이 노드가 송신/수신 모드
 스위칭을 하도록 가드 시간(GT)이 설정될 필요가 있다. 유사하게 릴레이 노드가
 기지국으로부터의 백홀 하향링크를 수신하고 단말로의 액세스 하향링크를
 전송하도록 동작하는 경우에도, 릴레이 노드의 수신/송신 모드 스위칭을 위한 가드
 시간(GT)이 설정될 수 있다. 이러한 가드 시간의 길이는 시간 영역의 값으로
 560 주어질 수 있고, 예를 들어, k ($k \geq 1$) 개의 시간 샘플(time sample, T_s) 값으로
 주어질 수 있고, 또는 하나 이상의 OFDM 심볼 길이로 설정될 수도 있다. 또는,
 릴레이 노드 백홀 하향링크 서브프레임이 연속으로 설정되어 있는 경우에 또는
 소정의 서브프레임 타이밍 정렬(timing alignment) 관계에 따라서, 서브프레임의
 마지막 부분의 가드시간은 정의되거나 설정되지 않을 수 있다. 이러한 가드 시간은
 565 역방향 호환성을 유지하기 위하여, 백홀 하향링크 서브프레임 전송을 위해
 설정되어 있는 주파수 영역에서만 정의될 수 있다 (액세스 하향링크 구간에서 가드
 시간이 설정되는 경우에는 레거시 단말을 지원할 수 없다). 가드 시간을 제외한
 백홀 하향링크 수신 구간에서 릴레이 노드는 기지국으로부터 PDCCH 및 PDSCH 를
 수신할 수 있다. 이를 릴레이 노드 전용 물리 채널이라는 의미에서 R-PDCCH
 570 (Relay-PDCCH) 및 R-PDSCH (Relay-PDSCH)로 표현할 수도 있다.

도 10은 시간-주파수 영역으로 구성된 자원을 구분하여 도시한 도면이다.

도 10 을 참조하면, $P_x\text{-}y_y$ ($x, y = 0, 1, 2, 3, \dots$)로 표기된 자원영역의 주파수 영역의 크기와 시간영역의 크기는 다양하게 구성할 수 있다. 특히, $P_x\text{-}y_1$ 은
 575 첫 번째 슬롯 또는 그 일부, $P_x\text{-}y_2$ 는 두 번째 슬롯 또는 그 일부를 의미한다.

3GPP LTE 시스템의 예를 들어 설명하자면, RB 단위로 구분되는 것으로 가정하면, $P_0\text{-}12$ 가 주파수 영역은 12 개의 부반송파, 시간 영역은 7 개의 OFDM 심볼로 구성된다. 또한, 4 개의 RB 로 구성된 RBG 단위로 구분되는 것으로 가정하면, $P_0\text{-}12$ 는 주파수 영역의 크기가 4 배 증가한 형태, 즉 48 개의 부반송파로 구성된다.

580 또한, $P_x\text{-}y_1$ 영역은 $P_x\text{-}y_2$ 영역보다 같거나 적은 수의 심볼로 구성된 자원 영역이다. 물론 CP(Cyclic Prefix) 길이에 따라서 심볼의 수는 달라질 수 있다. 예를 들어, RB 단위로 구분되는 것으로 가정하면, $P_x\text{-}y_1$ 는 주파수 영역으로 12 개의 부반송파와 시간영역은 4 개의 OFDM 심볼로 구성된다. 만약 RBG 단위로 구분되는 것으로 가정하면, 마찬가지로 주파수 영역이 RB 단위의 배수만큼 증가하게
 585 된다.

또한, 도 10 에서 P_n ($n=0,1,2,3\dots$)는 다중 안테나를 통한 다중 레이어 전송에서 사용하는 안테나 포트 또는 레이어 인덱스를 지시하며, 여기서 안테나 포트란 서로 다른 정보를 전송할 수 있는 구별될 수 있는 자원영역을 의미할 수 있다.

590 이하에서는, 상술한 자원 구성에서 제어 정보와 데이터를 할당하는 방법에 관하여 설명하며, 이하에서는, 설명의 편의상 상기 자원 구성이 RB 단위로 구분되는 것으로 가정한다.

기지국과 릴레이 노드 간의 제어정보(R-PDCCH)는 사전에 정해진 특정 영역에
전송되는 것이 바람직하며, 특히 LTE 시스템의 자원 할당 정보(resource
allocation; RA) 타입 0 를 사용할 경우, RBG 의 K 번째 RB(K 는 RBG 그룹 내
595 RB 수보다 작은 정수)로 한정하는 것을 제안한다. 즉 매 RBG 의 K 번째 RB 에 R-
PDCCH 를 전송할 가능성이 있다는 의미이다. K 는 RBG 그룹의 첫 번째 RB 일 수 도
있고 마지막 RB 일 수도 있다. RA 타입 1, 2 에서도 RBG 개념을 공유할 수 있으며
같은 논리로 RBG 의 특정 RB 를 R-PDCCH 전송을 위한 자원영역으로 사용할 수 있다.

600 도 11 은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 다중 사용자 MIMO 시스템에서의 R-
PDCCH 및 R-PDSCH 다중화를 예시한 도면이다. 특히 도 11 은 4 개의 안테나 포트를
통한 다중 안테나 전송을 가정한다.

도 11 과 같이, 릴레이 노드 1 및 릴레이 노드 2 각각에 대하여 2 개의
안테나 포트를 통하여 하향링크 신호를 전송한다면, 안테나 포트 0 및 1 을 릴레이
605 노드 1 에게, 안테나 포트 2 및 3 은 릴레이 노드 2 로 할당할 수 있다. 안테나 포트
1 과 안테나 포트 3 의 빈 영역은 릴레이 노드 1 을 위한 하향링크 그랜트와 릴레이
노드 2 를 위한 하향링크 그랜트의 성능을 보장하기 위하여, 데이터 또는 제어 정보
중 어떠한 정보도 전송하지 않는다.

R-PDCCH 의 경우 제어정보의 특성상 신뢰성을 높이기 위해서 가능한 적은
610 안테나 포트를 이용하여 전송하는 것이 바람직하다. 따라서 각 릴레이 노드로
전송되는 DL 그랜트는 1 개의 안테나 포트로만 전송되도록 설정하는 것이
바람직하다. 즉, R-PDCCH 자체로는 2 개의 안테나 포트만 사용하는 것이다.

각 릴레이 노드에 사용되는 안테나 포트를 구별하기 위한 수단으로서
 스크램블링 코드를 적용할 수 있다. 즉, 시스템 상 가용한 안테나 포트가 2 개인
 615 경우, 2 개의 스크램블링 코드를 이용하여, 총 4 개의 논리적 안테나 포트
 형성되는 것으로 볼 수 있다.

도 12 는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 다중 사용자 MIMO 시스템에서의 R-
 PDCCH 및 R-PDSCH 다중화를 예시한 도면이다.

620 도 12 와 도 11 의 차이점은, 도 12 에서는 제어 정보의 신뢰성을 보다
 향상시키기 위하여, 하향링크 그랜트가 전송되는 모든 포트의 대응 영역은 데이터
 또는 제어 정보 중 어떠한 정보도 전송하지 않는다는 점이다. 주파수 관점에서만
 살펴본다면, 릴레이 노드 1 을 위한 하향링크 그랜트와 릴레이 노드 2 를 위한
 하향링크 그랜트는 주파수 분할 다중화가 이루어진 것으로서, 서로 안테나 포트
 625 또한 달리한다는 것이 특징이라 할 수 있다.

한편, 도 12 를 참조하면, 본 발명에서는, 상향링크 그랜트 또는 R-PDSCH 의
 스케줄링 여부를 지시하는, 맵핑 및 다중화 정보(Mapping and Multiplexing
 Information; MAMI)를 R-PDCCH 에 삽입하여 전송하는 것을 제안한다. 이를 보다
 구체적으로 설명한다.

630 도 13 은 본 발명에서 제안하는 R-PDCCH 에 삽입되는 맵핑 및 다중화 정보를
 설명하기 위한 도면이다. 또한, 도 14 는 3 개의 RB 로 구성된 RBG 에서 스케줄링
 가능한 상향링크 그랜트 또는 R-PDSCH 조합을 도시한다. 특히 도 14 에서 P0-12
 영역에 표시된 “?” 는 상향링크 그랜트 또는 R-PDSCH 중 하나를 나타낸다.

도 13 을 참조하면, 하향링크 그랜트는 3 개의 RB 로 구성된 RBG 에서 P0-11 에
 635 위치하는 것으로 가정하며, 상기 하향링크 그랜트를 포함하는 서브프레임의 두
 번째 슬롯에서는 상향링크 그랜트 또는 R-PDSCH 가 스케줄링될 수 있다. 여기서
 상기 P0-11 에 위치하는 하향링크 그랜트에 맵핑 및 다중화 정보를 포함한다면,
 상기 3 개의 RB 로 구성된 RBG 에서 도 14 에서 도시하는 가능한 스케줄링 조합을
 모두 표현할 수 있다. 특히 3 개의 RB 로 구성된 RBG 라면 3 비트 정보로 모든
 640 경우를 표현할 수 있다.

도 15 는 본 발명에서 제안하는 R-PDCCH 에 삽입되는 맵핑 및 다중화 정보를
 설명하기 위한 다른 도면이다. 또한, 도 16 은 4 개의 RB 로 구성된 RBG 에서
 스케줄링 가능한 상향링크 그랜트 또는 R-PDSCH 조합을 도시한다. 특히 도 16 에서
 P0-12 영역에 표시된 “?” 는 상향링크 그랜트 또는 R-PDSCH 중 하나를 나타낸다.

645 도 17 은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 다중 사용자 MIMO 시스템에서의 R-
 PDCCH 및 R-PDSCH 다중화를 예시한 다른 도면이다.

도 17 에서는, 하향링크 그랜트가 존재하는 RB 의 두번째 슬롯에 위치하는
 데이터는 해당 릴레이 노드로 할당된 안테나 포트에 대하여만 공간 다중화를
 수행하되, 하향링크 그랜트가 존재하지 않는 RB 에서의 데이터 전송은 모든 안테나
 650 포트에 대하여 공간 다중화를 수행하는 것을 제안한다. 예를 들어, 안테나 포트
 2 의 P2-22 영역이 릴레이 노드 2 를 위한 하향링크 그랜트가 존재하는 RB 의 두번째
 슬롯에 위치하는 데이터 전송에 사용되므로, 안테나 포트 0 에서 P0-22 영역도
 사용하지 않는다.

655 도 18 은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 다중 사용자 MIMO 시스템에서의 R-PDCCH 및 R-PDSCH 다중화를 예시한 도면이다. 도 17 과의 차이점은 제어 정보를 동일한 안테나 포트에 위치시킨다는 점이다.

도 18 에서는, 안테나 포트 0 의 P0-22 와 안테나 포트 1 의 P1-22 는 릴레이 노드 2 를 위하여 사용 가능하다는 점과, 안테나 포트 2 의 P2-22 와 안테나 포트 660 3 의 P3-22 는 릴레이 노드 2 를 위하여 사용 가능하다는 점이 특징이다.

도 19 는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 다중 사용자 MIMO 시스템에서의 R-PDCCH 및 R-PDSCH 다중화를 예시한 다른 도면이다.

도 19 는 안테나 포트 0 에 위치한 릴레이 노드 2 의 하향링크 그랜트가 전송되는 다음 슬롯에 릴레이 노드 2 의 R-PDSCH 를 위치시키는 것이 특징이다. 665 이러한 맵핑 방법은 제어 정보를 동일한 안테나 포트를 사용하여 디코딩하고, 해당 RB 에서 동일한 안테나 포트를 통하여 데이터도 복조할 수 있다는 점이 장점이다. 특히 P0-22 영역에서 릴레이 노드 2 의 R-PDSCH 가 존재하기 때문에, P1-22 영역에 릴레이 노드 2 의 R-PDSCH 가 위치하도록 공간 다중화를 수행하는 것이 바람직하다. 이렇게 함으로써 동일한 안테나 포트 및/또는 스크램블링 코드를 이용하여 릴레이 670 노드 2 의 R-PDSCH 를 다중화할 수 있다.

특히, 도 19 에서 릴레이 노드 1 은 P1-11 에 존재하는 하향링크 그랜트의 블라인드 디코딩이 성공하면, 다음 슬롯에 자신의 데이터가 존재하는지 혹은 자신의 상향링크 그랜트가 존재하는지 파악(도 19 에서는 데이터)하여 복조 및 복호를 수행한다. 이 때 P0-12 와 P1-12 는 동일한 스크램블링 코드를 이용하여 다-

675 스크램블링되고, 각 안테나 포트 별로 듀얼 레이어 역다중화를 수행하여 R-PDSCH 를 복조한다.

또한, 도 19 에서 동일 RBG 에 있는 RB 중에서 릴레이 노드 1 의 하향링크
그랜트가 존재하는 RB 의 두 번째 슬롯(P0-12)과 릴레이 노드 1 또는 릴레이 노드
2 의 하향링크 그랜트가 존재하지 않는 RB (P0-31, P0-32)에 대해서 R-PDSCH 복호를
680 수행한다. 물론 공간 다중화가 적용되어 있다는 점을 고려하면, P1-12, P1-31, P1-
32 에 대해서 R-PDSCH 복호를 수행한다.

릴레이 노드 2 의 경우, P0-21 에 존재하는 하향링크 그랜트를 디코딩하여,
제어 정보를 획득하며, 릴레이 노드 2 도 하향링크 그랜트가 검출된 다음 슬롯에 R-
PDSCH 가 존재한다는 가정을 인지하고 있기 때문에, 이를 복조할 수 있다. 다만
685 릴레이 노드 2 의 R-PDSCH 의 경우 어느 안테나 포트에 위치하는지에 따라,
적용해야하는 스크램블링 코드가 다를 수 있다. 예를 들면 P0-22, P1-22 와 P2-31,
P2-32, P3-31, P3-32 는 동일한 릴레이 노드로 스케줄링되지만, 서로 다른
스크램블링 코드를 사용한다. 이와는 달리 릴레이 노드 1 의 경우, P0-12, P0-31,
P0-32, P1-12, P1-31, P1-32 는 모두 동일한 스크램블링 코드를 사용한다는 점에서
690 차이가 있다.

도 20 은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 다중 사용자 MIMO 시스템에서의 R-
PDCCH 및 R-PDSCH 다중화를 예시한 또 다른 도면이다. 도 20 과 같이 릴레이 노드
1 과의 대칭성을 위하여, 릴레이 노드 2 의 데이터인 P1-22 의 R-PDSCH 를 P3-22 에
위치하는 것도 가능하다.

695 한편, 본 발명에서는 제어 영역이 전송되는 RB 사이즈를 지시하는 방법도 고려할 수 있다. 이러한 RB 사이즈 정보는 R-PDCCH 를 통하여 또는 상위 계층 즉, RRC 시그널링을 통하여 지시하는 것도 가능하다.

도 12 를 예를 들면, 하향링크 그랜트가 차지하는 영역은 2 RB 이며, 이러한 2 RB 라는 정보 자체가 하향링크 그랜트 및 R-PDSCH 를 복조 및 복호하는 경우
700 도움이 될 수 있다. 즉, R-PDCCH 의 블라인드 디코딩 영역을 한정할 수 있으며, 이로 인하여, R-PDSCH 가 존재하는 영역을 명시적으로 알려줄 수 있다는 장점이 있다.

예를 들어, 하향링크 그랜트가 차지하는 영역이 2 RB 라는 정보를 R-PDCCH 를 통하여 시그널링 받은 경우, R-PDCCH 측면에서는, 안테나 포트 0 에서 DL 그랜트
705 영역이 포함된 RBG 의 첫 번째 RB 부터 블라인드 디코딩을 수행하고, 안테나 포트 1 에서 DL 그랜트 영역이 포함된 RBG 의 2 번째 RB 부터 역순으로 블라인드 디코딩을 수행한다.

만약 모든 릴레이 노드의 집성 레벨이 1 인 경우, 하향링크 그랜트가 차지하는 영역 사이즈에 관한 시그널링은 공간 다중화된 릴레이 노드의 개수를
710 시그널링한 것과 동일하다. 즉, 각 릴레이 노드의 R-PDCCH 는 각 릴레이 노드에 할당된 안테나 포트 짝 중 첫 번째 안테나 포트, 즉 안테나 포트 0 또는 안테나 포트 2 에 존재한다는 가정이 있다면, 릴레이 노드는 안테나 포트 0 또는 안테나 포트 2 에 존재하는 참조 신호에 기반하여 하향링크 그랜트를 블라인드 디코딩한다.

도 21 은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

715 도 21 을 참조하면, 통신 장치(2100)는 프로세서(2110), 메모리(2120), RF 모듈(2130), 디스플레이 모듈(2140) 및 사용자 인터페이스 모듈(2150)을 포함한다.

통신 장치(2100)는 설명의 편의를 위해 도시된 것으로서 일부 모듈은 생략될 수 있다. 또한, 통신 장치(2100)는 필요한 모듈을 더 포함할 수 있다. 또한, 통신 장치(2100)에서 일부 모듈은 보다 세분화된 모듈로 구분될 수 있다.

720 프로세서(2110)는 도면을 참조하여 예시한 본 발명의 실시예에 따른 동작을 수행하도록 구성된다. 구체적으로, 프로세서(2110)의 자세한 동작은 도 1 내지 도 20 에 기재된 내용을 참조할 수 있다.

메모리(2120)는 프로세서(2110)에 연결되며 오퍼레이팅 시스템, 어플리케이션, 프로그램 코드, 데이터 등을 저장한다. RF 모듈(2130)은

725 프로세서(2110)에 연결되며 기저대역 신호를 무선 신호를 변환하거나 무선신호를 기저대역 신호로 변환하는 기능을 수행한다. 이를 위해, RF 모듈(2130)은 아날로그 변환, 증폭, 필터링 및 주파수 상향 변환 또는 이들의 역과정을 수행한다.

디스플레이 모듈(2140)은 프로세서(2110)에 연결되며 다양한 정보를 디스플레이한다. 디스플레이 모듈(2140)은 이로 제한되는 것은 아니지만

730 LCD(Liquid Crystal Display), LED(Light Emitting Diode), OLED(Organic Light Emitting Diode)와 같은 잘 알려진 요소를 사용할 수 있다. 사용자 인터페이스 모듈(2150)은 프로세서(2110)와 연결되며 키패드, 터치 스크린 등과 같은 잘 알려진 사용자 인터페이스의 조합으로 구성될 수 있다.

이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로

735 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한

선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 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. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

본 문서에서 본 발명의 실시예들은 주로 릴레이 노드와 기지국 간의 데이터 송수신 관계를 중심으로 설명되었다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행된다고 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 그 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수 있다. 즉, 기지국을 포함하는 복수의 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.

기지국은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다.

본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 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, 콘트롤러, 마이크로 콘트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

760 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 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.

765 본 발명은 본 발명의 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

【산업상 이용가능성】

770 상술한 바와 같은 다중 사용자-다중 안테나 무선 통신 시스템에서 기지국과 릴레이 노드 간의 신호 송수신 방법 및 이를 위한 장치는 3GPP LTE 시스템에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, 3GPP LTE 시스템 이외에도 다양한 다중 안테나 무선 통신 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

775 **【청구의 범위】** **【청구항 1】**

다중 사용자-다중 안테나(Multi User-MIMO) 무선 통신 시스템에서 기지국이
릴레이 노드로 신호를 송신하는 방법으로서,

하나 이상의 릴레이 노드 각각에 하나 이상의 안테나 포트를 할당하는 단계;

780 상기 하나 이상의 릴레이 노드를 위한 하향링크 그랜트 신호 각각을 상기
할당된 안테나 포트 중 하나에 대응하는 자원 영역 중 기 설정된 자원 영역에
맵핑하는 단계;

상기 하나 이상의 릴레이 노드를 위한 상향링크 그랜트 신호 또는 데이터
신호를 상기 할당된 안테나 포트에 대응하는 자원 영역에 맵핑하는 단계; 및

785 상기 맵핑된 신호를 상기 하나 이상의 릴레이 노드로 송신하는 단계를
포함하는 것을 특징으로 하는,

신호 송신 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

790 상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역은 특정
서브프레임의 첫 번째 슬롯인 것을 특징으로 하는,

신호 송신 방법.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서,

795 상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역의 두 번째

슬롯은,

상기 하향링크 그랜트 신호에 대응하는 릴레이 노드의 데이터 신호가
맵핑되는 것을 특징으로 하는,

신호 송신 방법.

800 **【청구항 4】**

제 1 항에 있어서,

상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역은,

동일한 안테나 포트에 대응하는 자원 영역에 포함되는 것을 특징으로 하는,

신호 송신 방법.

805 **【청구항 5】**

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 릴레이 노드를 위한 하향링크 그랜트 신호 각각은,

대응하는 릴레이 노드를 위한 상향링크 그랜트 신호 또는 데이터 신호가
맵핑된 자원 영역에 대한 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는,

810 신호 송신 방법.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서,

상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역은 상기 하나
이상의 릴레이 노드 별로 다른 것을 특징으로 하는,

815 신호 송신 방법.

【청구항 7】

제 6 항에 있어서,

상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역은,

다른 안테나 포트에 대응하는 자원 영역에서 신호 맵핑을 위하여 사용되지

820 않는 것을 특징으로 하는,

신호 송신 방법.

【청구항 8】

제 1 항에 있어서,

상기 안테나 포트는,

825 물리적 안테나 포트와 스크램블링 코드의 조합으로 정의되는 것을 특징으로 하는,

신호 송신 방법.

【청구항 9】

다중 사용자-다중 안테나(Multi User-MIMO) 무선 통신 시스템에서의 기지국

830 장치로서,

하나 이상의 릴레이 노드 각각에 하나 이상의 안테나 포트를 할당하고, 상기

하나 이상의 릴레이 노드를 위한 하향링크 그랜트 신호 각각을 상기 할당된 안테나

포트 중 하나에 대응하는 자원 영역 중 기 설정된 자원 영역에 맵핑하며, 상기

하나 이상의 릴레이 노드를 위한 상향링크 그랜트 신호 또는 데이터 신호를 상기

835 할당된 안테나 포트에 대응하는 자원 영역에 맵핑하는 프로세서; 및

상기 맵핑된 신호를 상기 하나 이상의 릴레이 노드로 송신하는 송신 모듈을

포함하는 것을 특징으로 하는,

기지국 장치.

【청구항 10】

840 제 9 항에 있어서,

상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역은 특정 서브프레임의 첫 번째 슬롯인 것을 특징으로 하는,

기지국 장치.

【청구항 11】

845 제 10 항에 있어서,

상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역의 두 번째 슬롯은,

상기 하향링크 그랜트 신호에 대응하는 릴레이 노드의 데이터 신호가 맵핑되는 것을 특징으로 하는,

850 기지국 장치.

【청구항 12】

제 9 항에 있어서,

상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역은,

동일한 안테나 포트에 대응하는 자원 영역에 포함되는 것을 특징으로 하는,

855 기지국 장치.

【청구항 13】

제 9 항에 있어서,

상기 하나 이상의 릴레이 노드를 위한 하향링크 그랜트 신호 각각은,

대응하는 릴레이 노드를 위한 상향링크 그랜트 신호 또는 데이터 신호가
860 맵핑된 자원 영역에 대한 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는,
기지국 장치.

【청구항 14】

제 9 항에 있어서,
상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역은 상기 하나
865 이상의 릴레이 노드 별로 다른 것을 특징으로 하는,
기지국 장치.

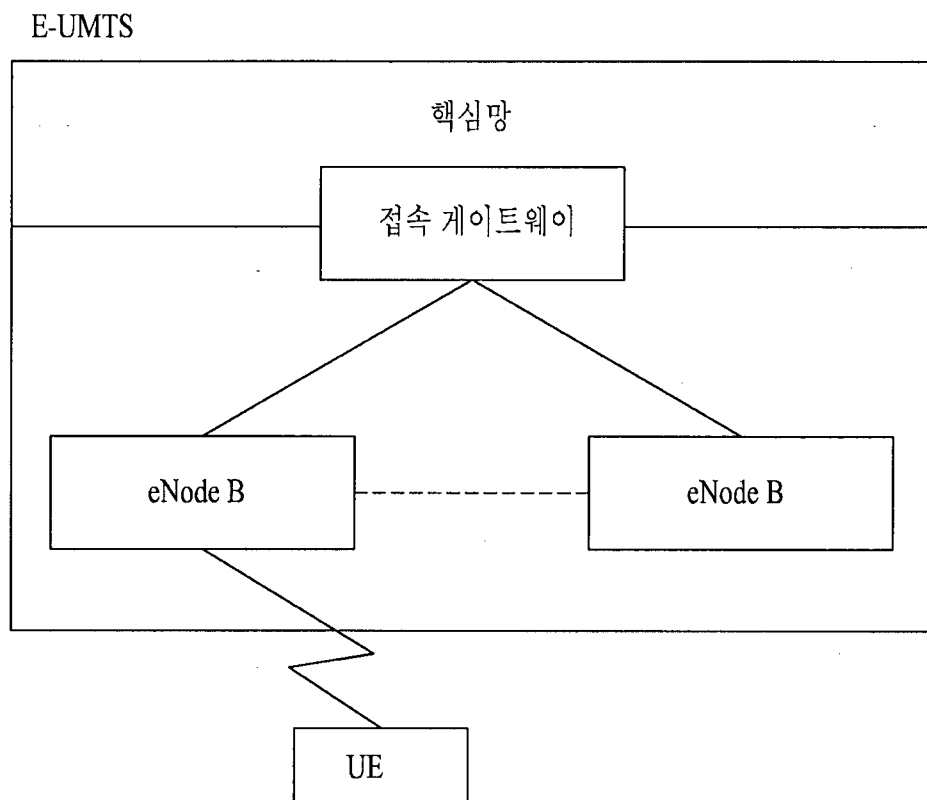
【청구항 15】

제 14 항에 있어서,
상기 하향링크 그랜트 신호가 맵핑되는 기 설정된 자원 영역은,
870 다른 안테나 포트에 대응하는 자원 영역에서 신호 맵핑을 위하여 사용되지
않는 것을 특징으로 하는,
기지국 장치.

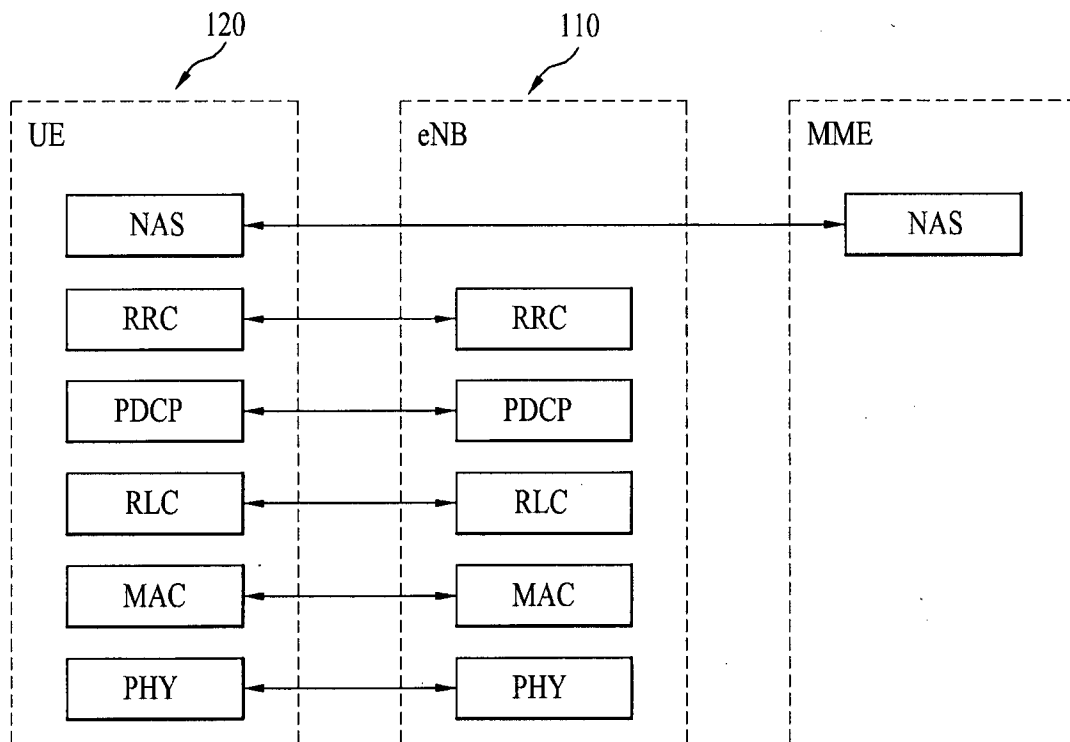
【청구항 16】

제 9 항에 있어서,
875 상기 안테나 포트는,
물리적 안테나 포트와 스캐램블링 코드의 조합으로 정의되는 것을 특징으로
하는,
기지국 장치.

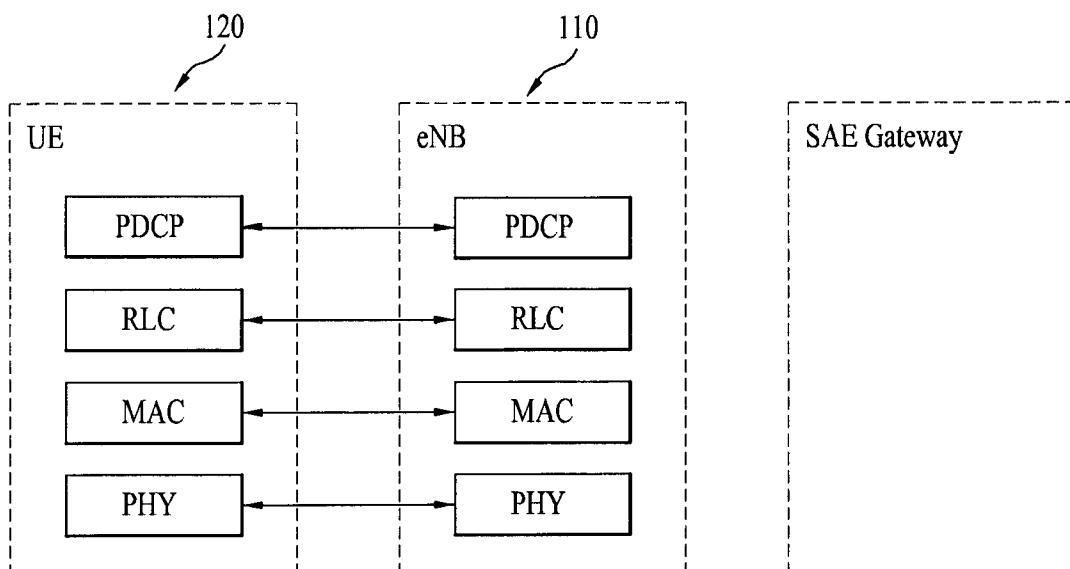
[도 1]



[도 2]

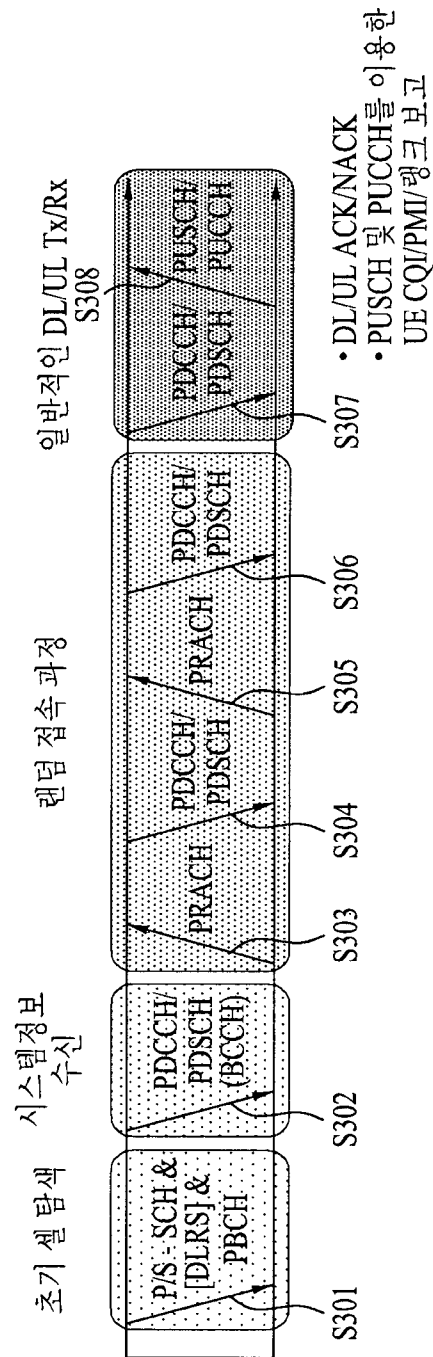


(a) 제어-평면 프로토콜 스택

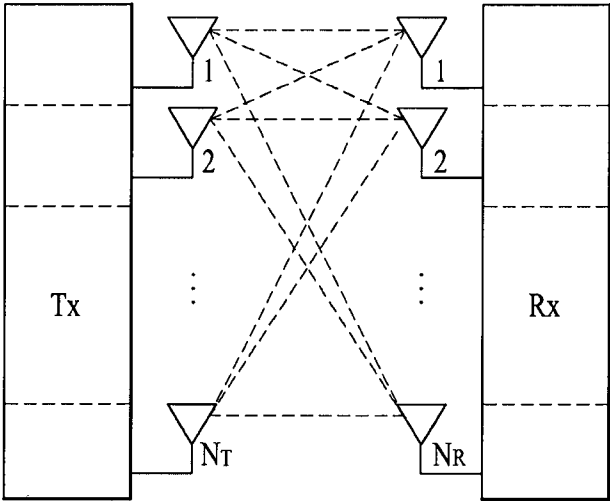


(b) 사용자-평면 프로토콜 스택

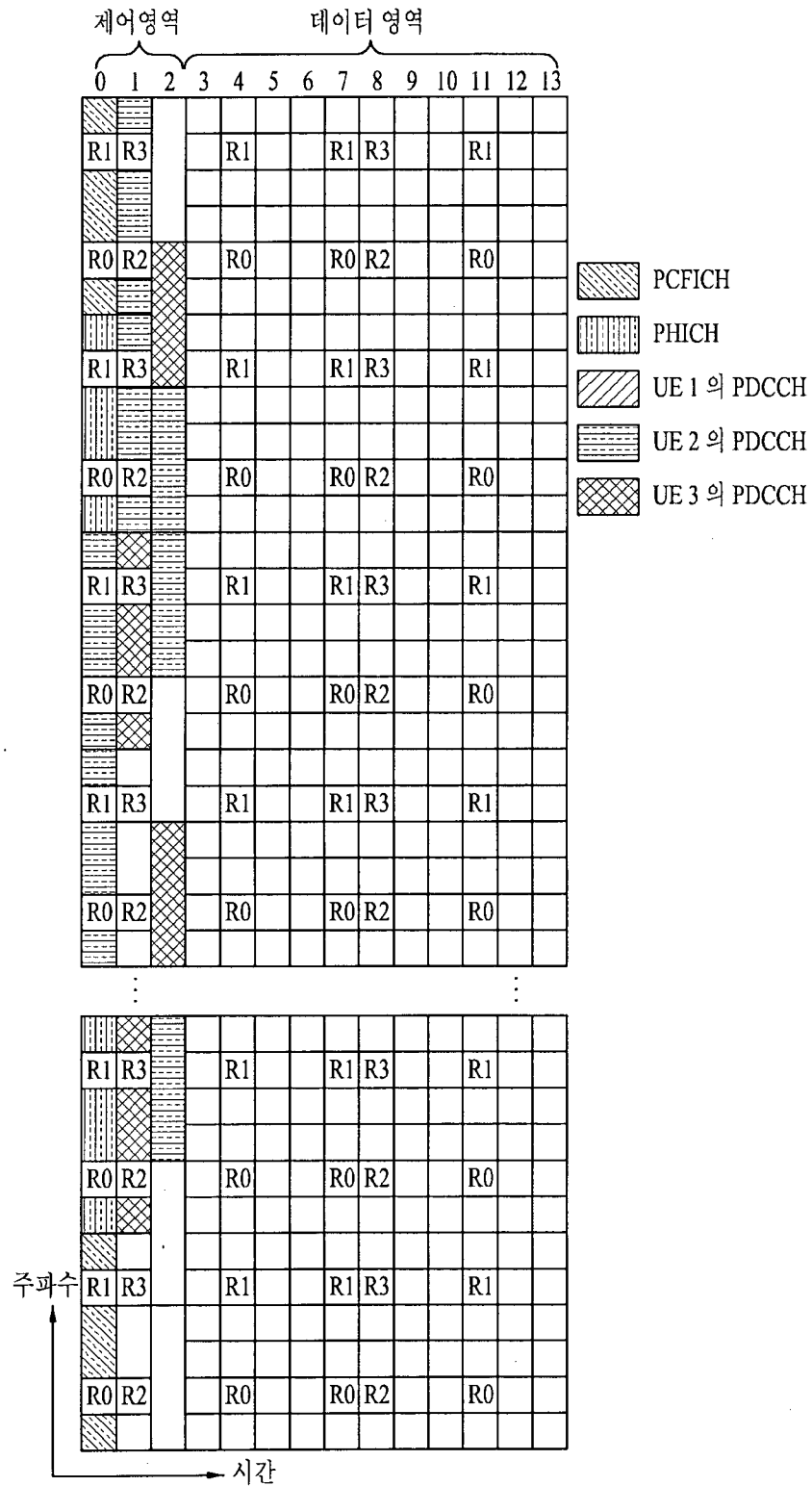
[도 3]



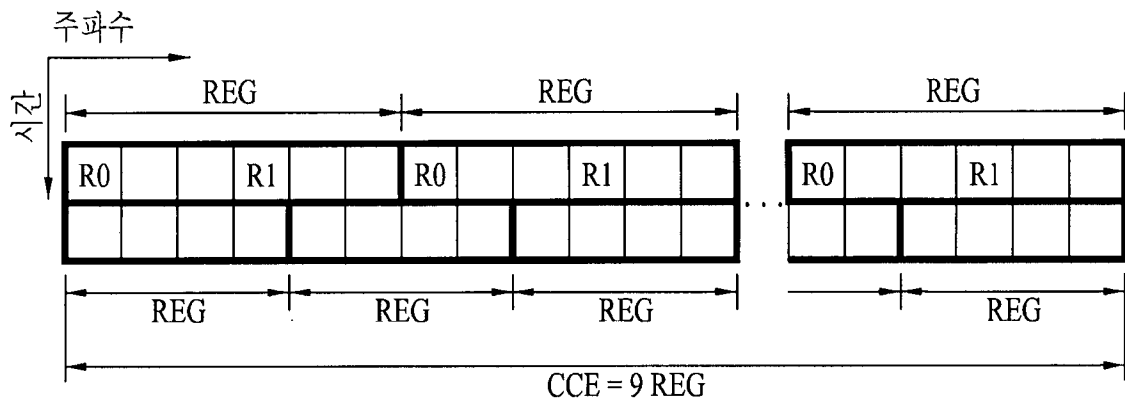
[도 4]



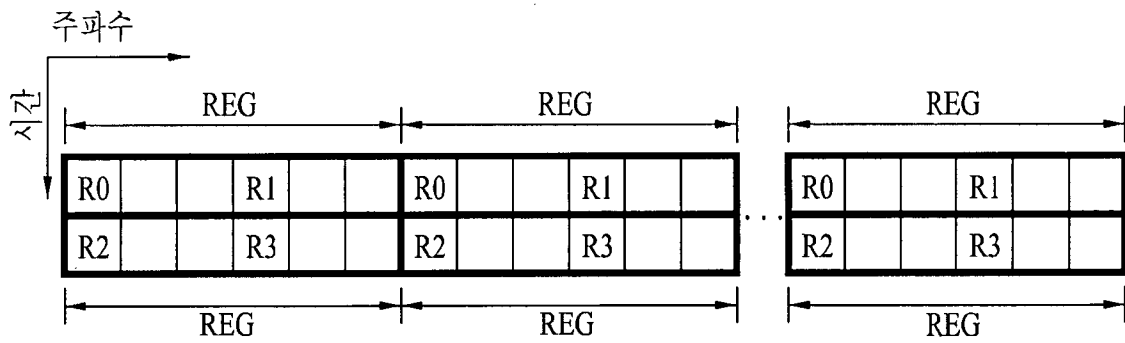
[도 5]



[도 6]

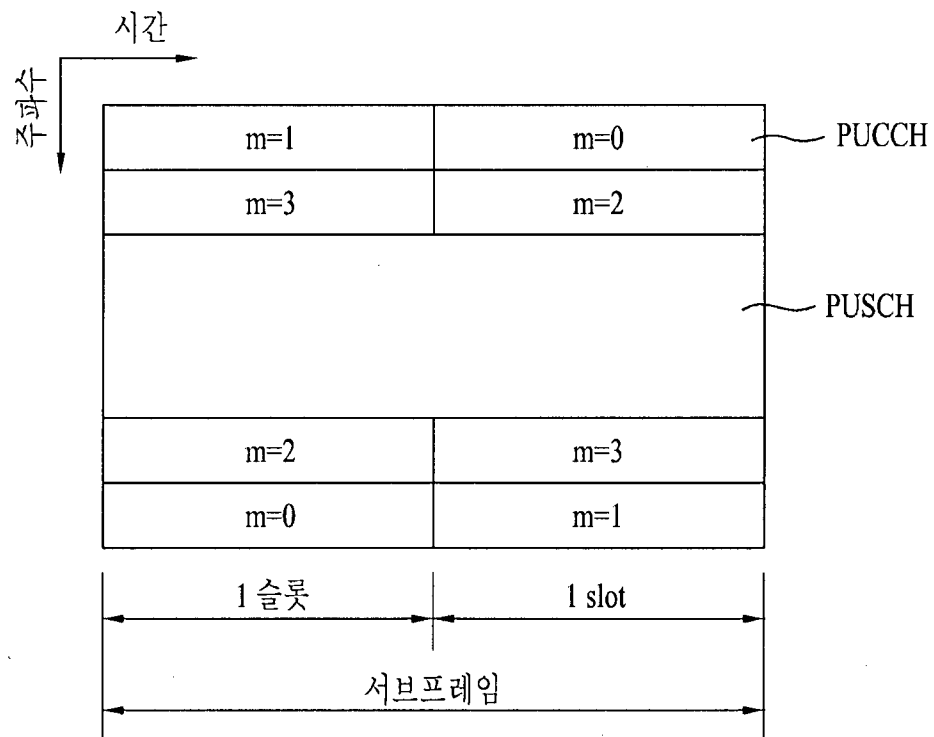


(a) 1TX 또는 2TX

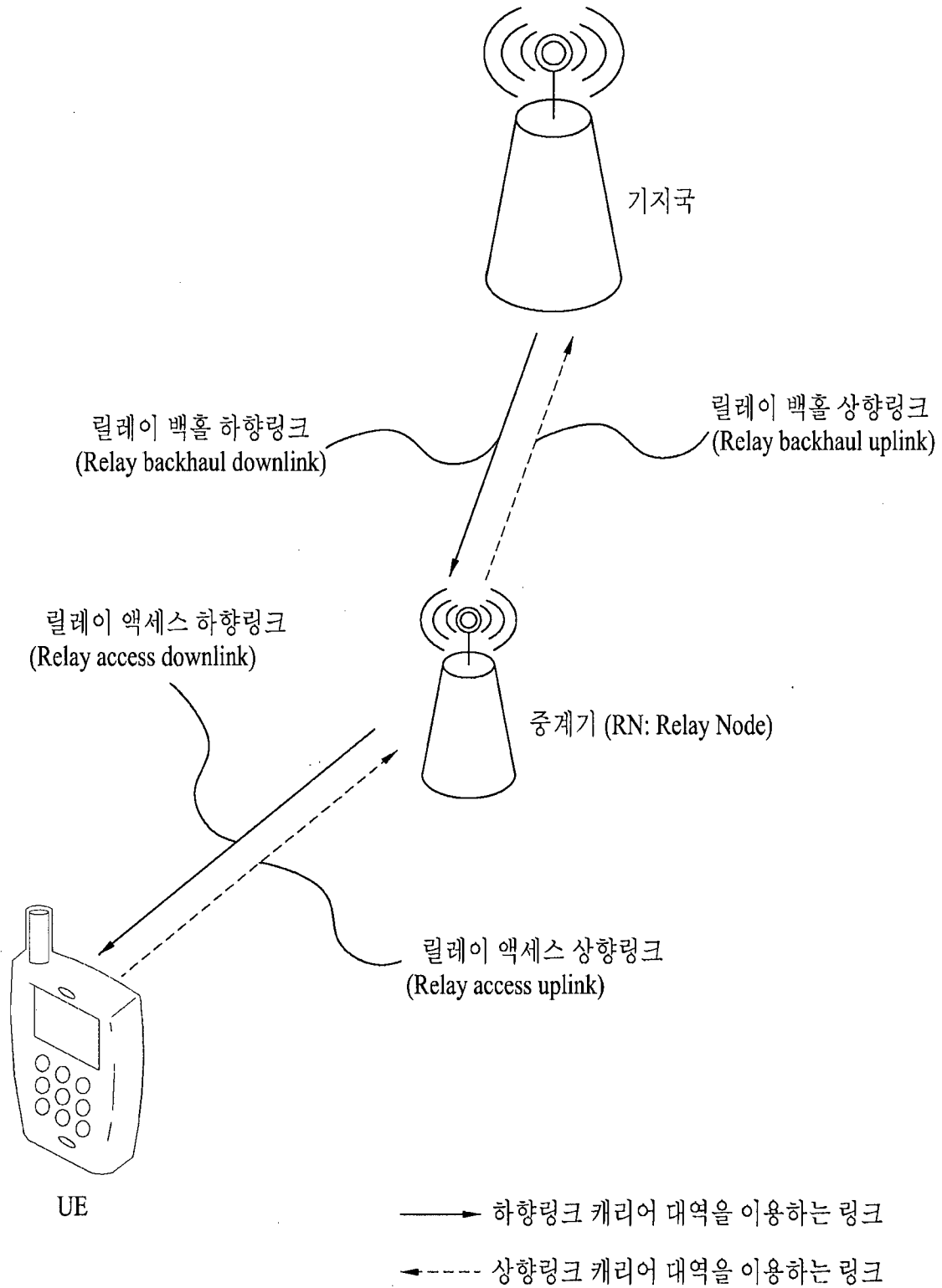


(b) 4 TX

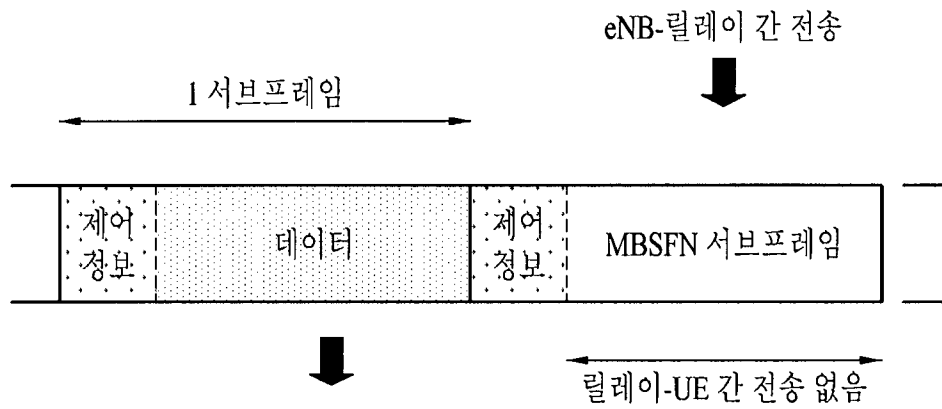
[도 7]



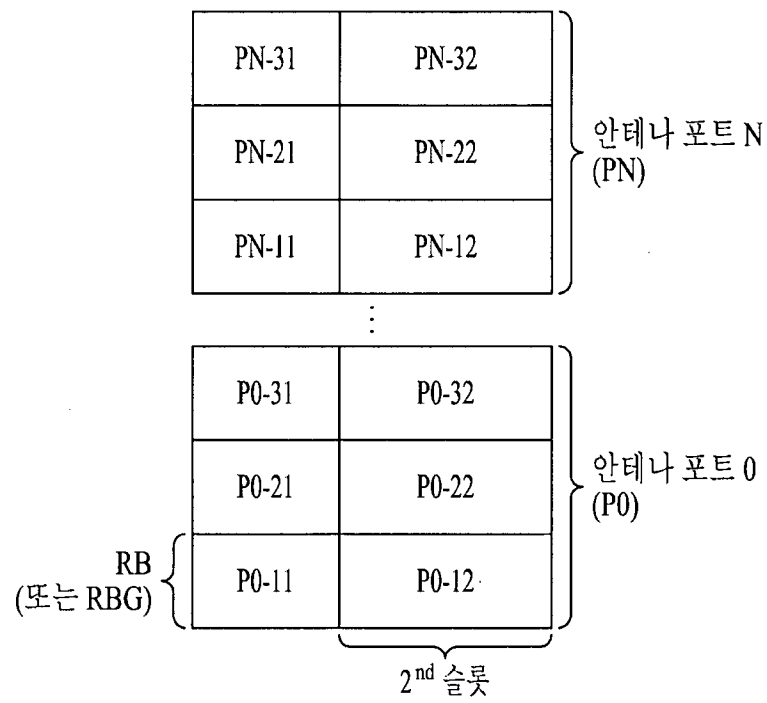
[도 8]



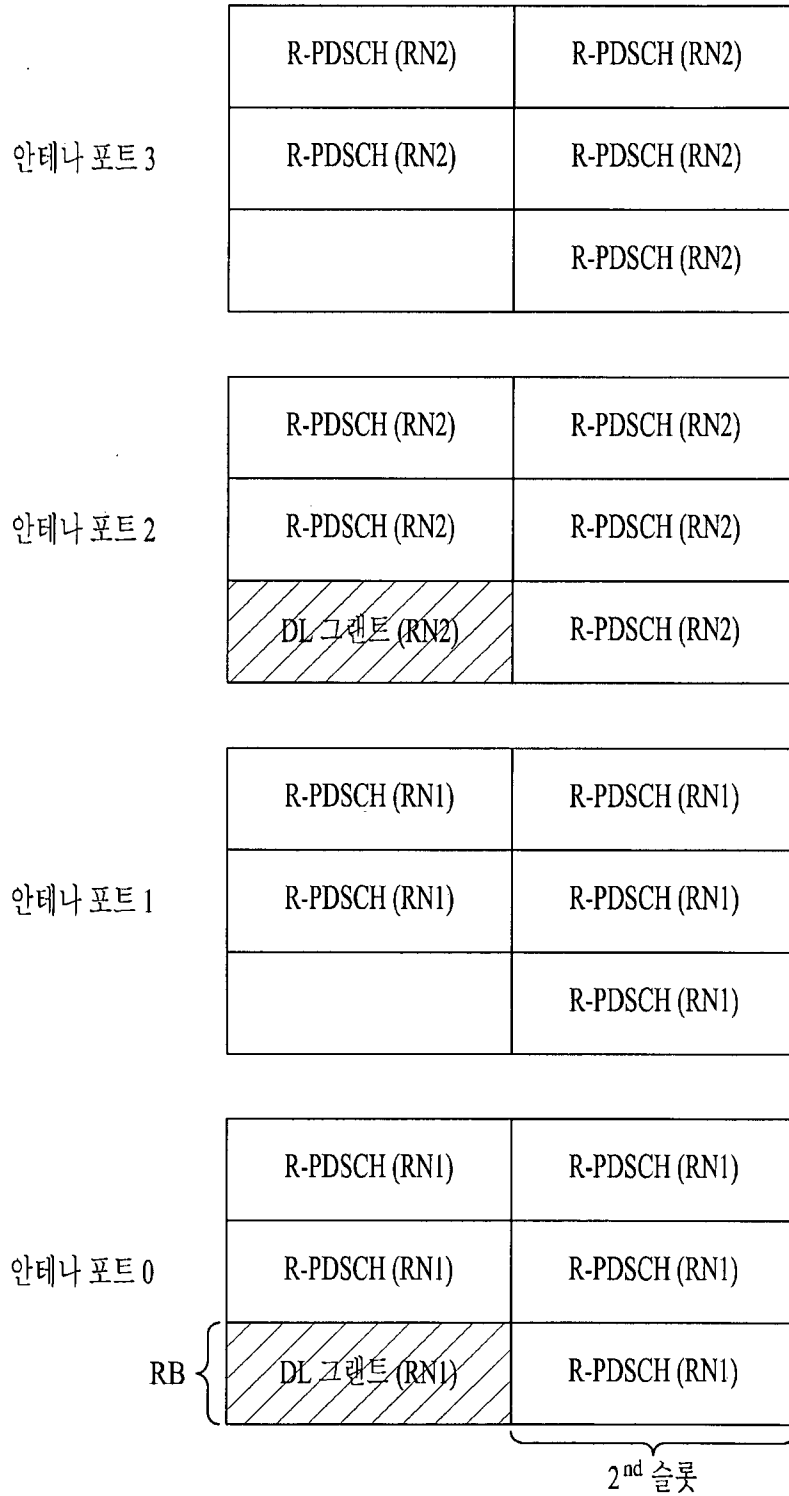
[도 9]



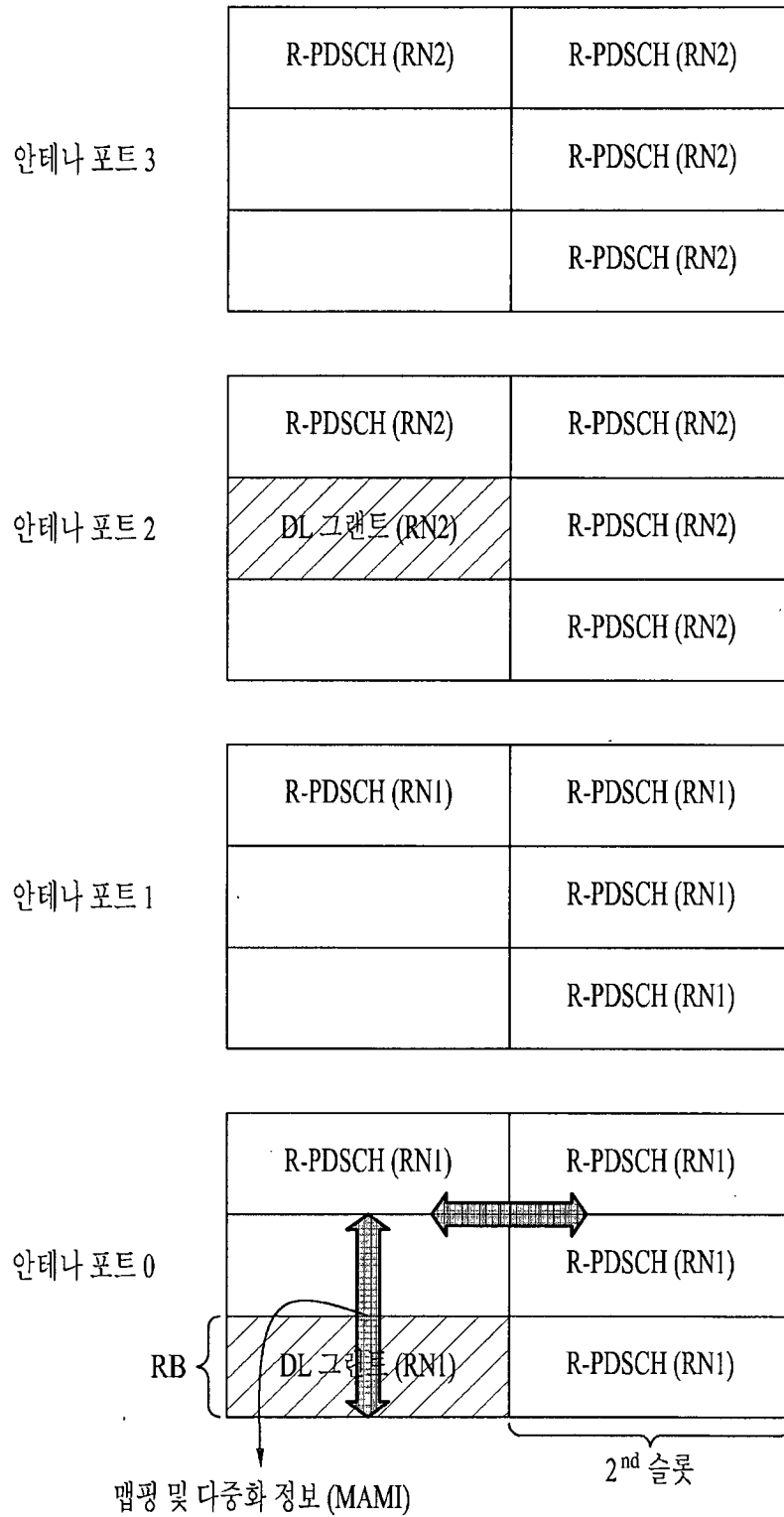
[도 10]



[도 11]



[도 12]



[도 13]

P0-31	P0-32
P0-21	P0-22
DL 그랜트	UL 그랜트 또는 R-PDSCH

[도 14]

P0-31	P0-32
DL 그랜트	P0-22
DL 그랜트	?

P0-31	P0-32
DL 그랜트	UL 그랜트
DL 그랜트	?

DL 그랜트	P0-32
DL 그랜트	P0-22
DL 그랜트	?

DL 그랜트	P0-32
DL 그랜트	UL 그랜트
DL 그랜트	?

DL 그랜트	UL 그랜트
DL 그랜트	UL 그랜트
DL 그랜트	?

[도 15]

P0-41	P0-42
P0-31	P0-32
P0-21	P0-22
DL 그랜트	UL 그랜트 또는 R-PDSCH

[도 16]

P0-41	P0-42
P0-31	P0-32
DL 그랜트	P0-22
DL 그랜트	?

P0-41	P0-42
P0-31	P0-32
DL 그랜트	UL 그랜트
DL 그랜트	?

P0-41	P0-42
DL 그랜트	P0-32
DL 그랜트	P0-22
DL 그랜트	?

P0-41	P0-42
DL 그랜트	P0-32
DL 그랜트	UL 그랜트
DL 그랜트	?

P0-41	P0-42
DL 그랜트	P0-32
DL 그랜트	P0-22
DL 그랜트	?

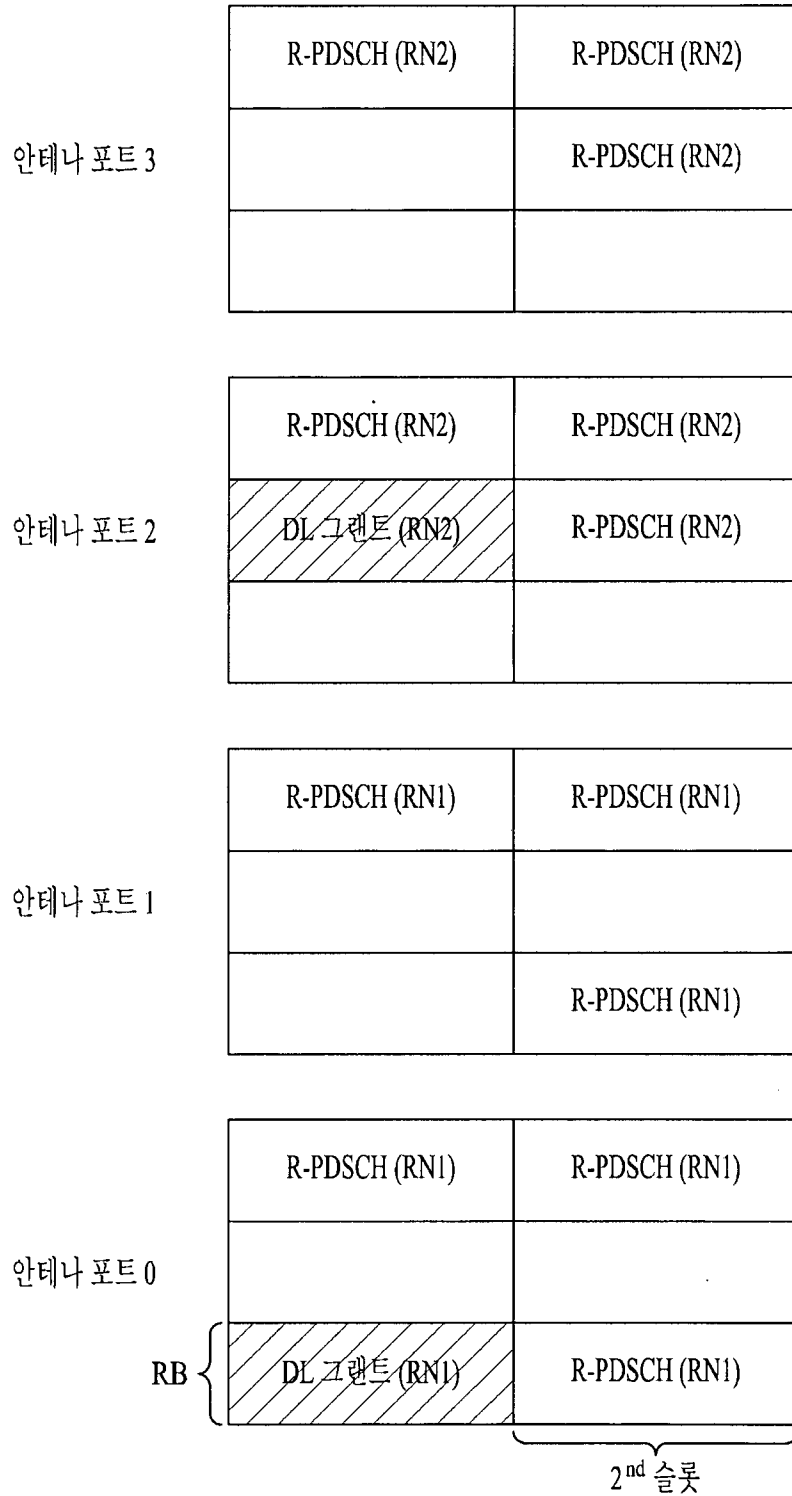
DL 그랜트	P0-42
DL 그랜트	P0-32
DL 그랜트	P0-22
DL 그랜트	?

DL 그랜트	P0-42
DL 그랜트	P0-32
DL 그랜트	UL 그랜트
DL 그랜트	?

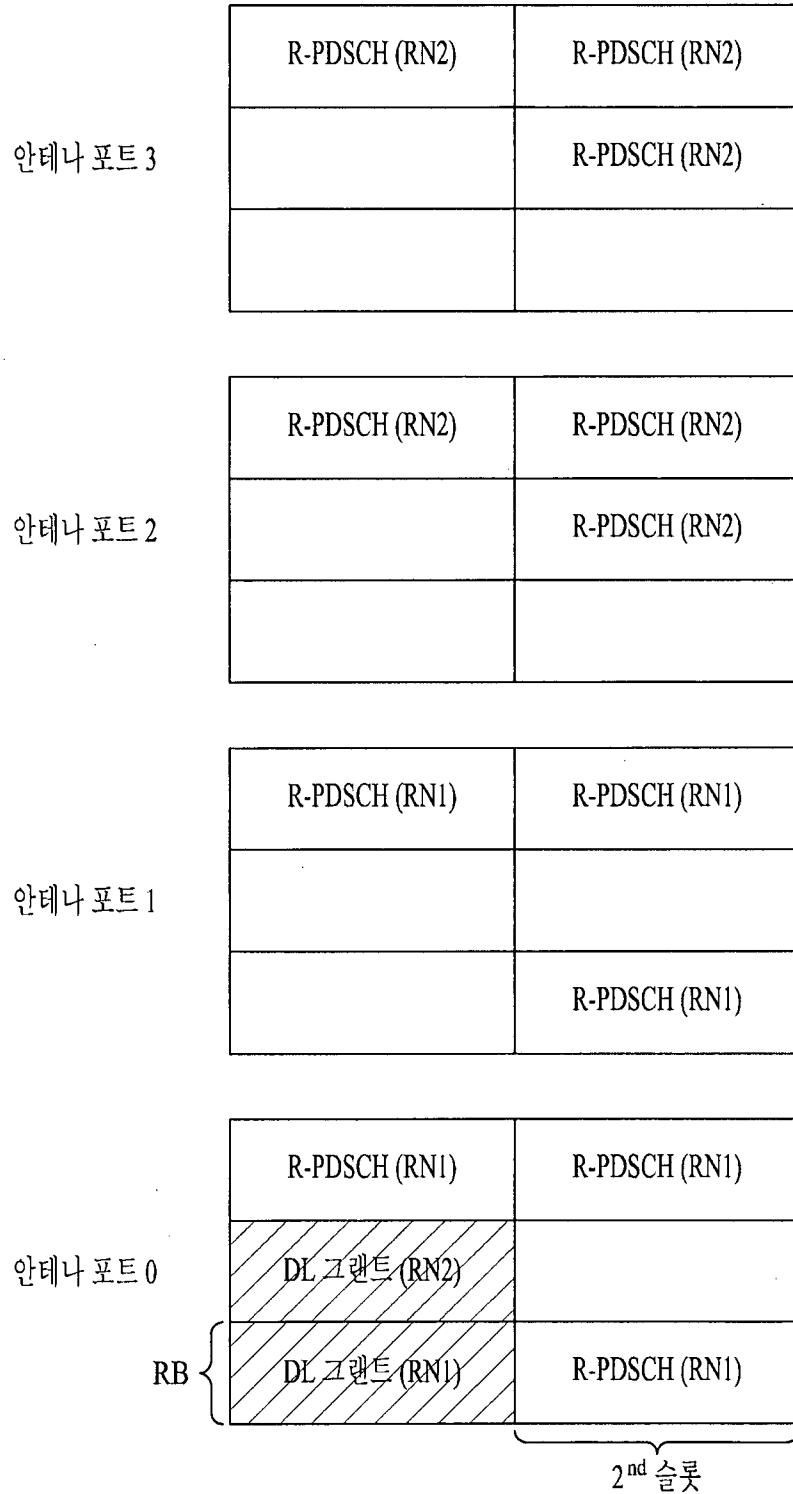
DL 그랜트	P0-42
DL 그랜트	UL 그랜트
DL 그랜트	UL 그랜트
DL 그랜트	?

DL 그랜트	UL 그랜트
DL 그랜트	UL 그랜트
DL 그랜트	UL 그랜트
DL 그랜트	?

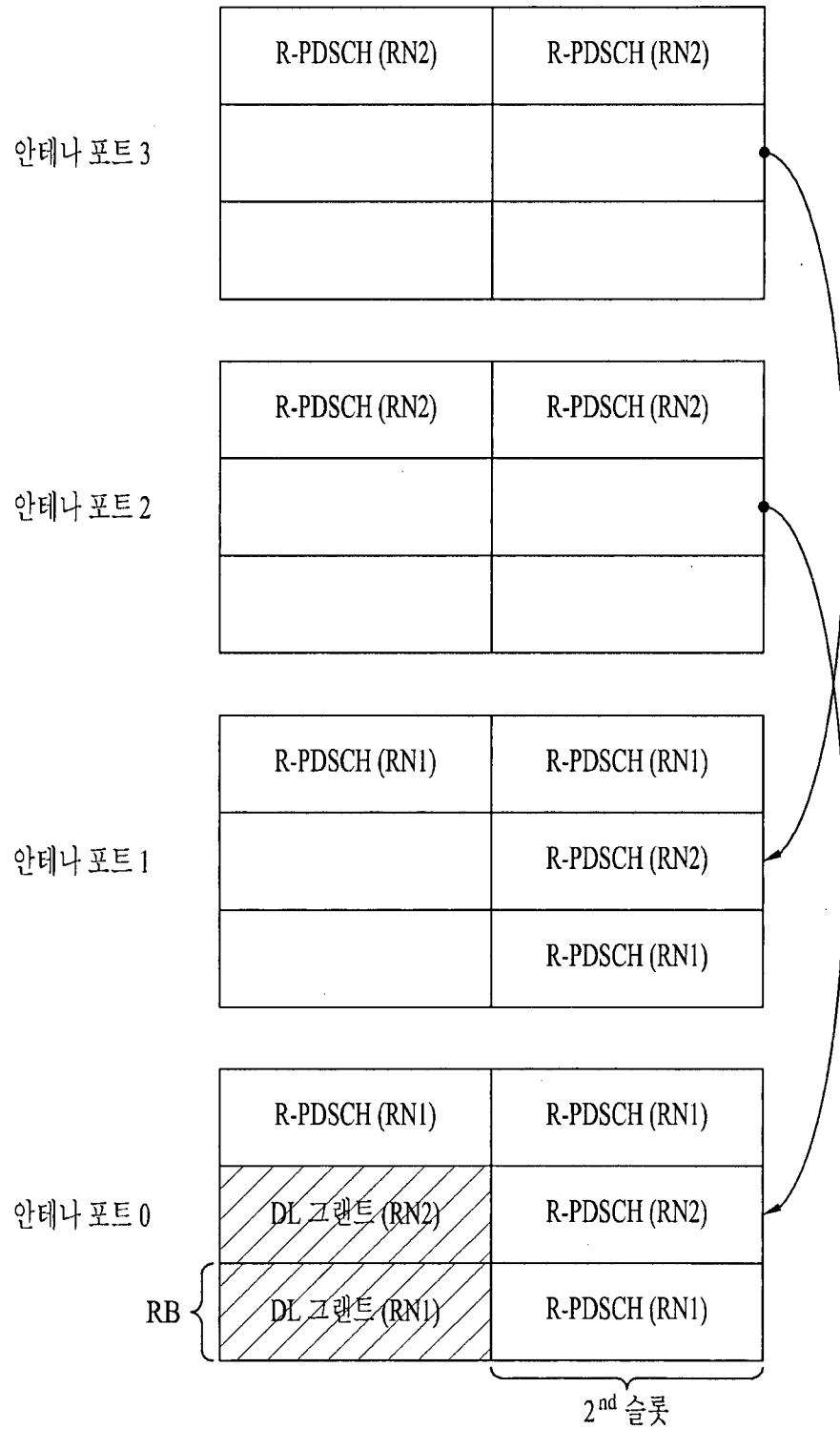
[도 17]



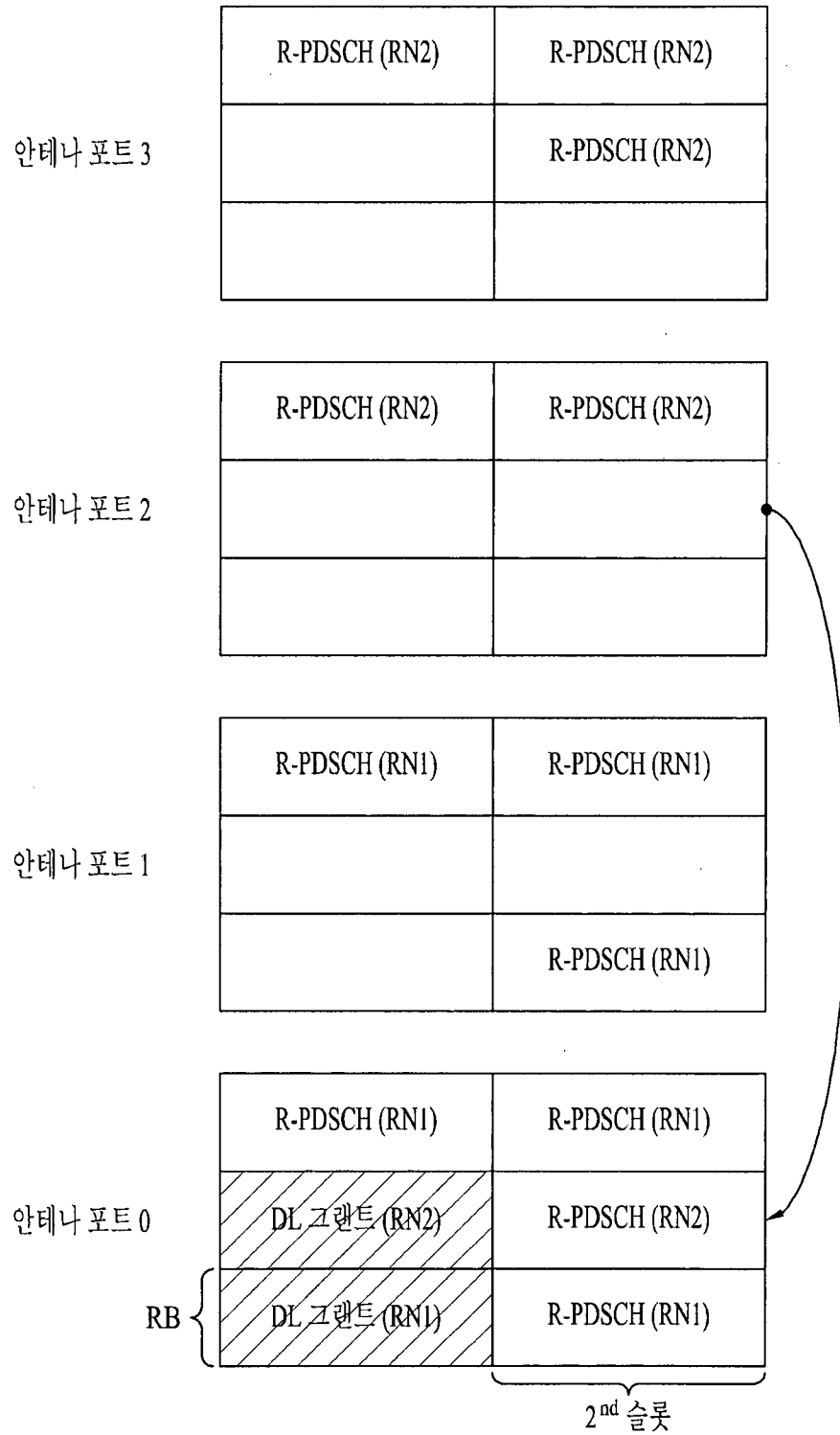
[도 18]



[도 19]



[도 20]



[도 21]

