

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2011년 4월 28일 (28.04.2011)



(10) 국제공개번호
WO 2011/049401 A2

- (51) 국제특허분류:
H04B 7/14 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/007274
- (22) 국제출원일: 2010년 10월 22일 (22.10.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/254,744 2009년 10월 25일 (25.10.2009) US
61/256,272 2009년 10월 29일 (29.10.2009) US
61/307,409 2010년 2월 23일 (23.02.2010) US
61/322,816 2010년 4월 9일 (09.04.2010) US
61/322,908 2010년 4월 11일 (11.04.2010) US
61/325,353 2010년 4월 18일 (18.04.2010) US
61/334,582 2010년 5월 14일 (14.05.2010) US
61/357,513 2010년 6월 22일 (22.06.2010) US
10-2010-0076740 2010년 8월 10일 (10.08.2010) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.)** [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).

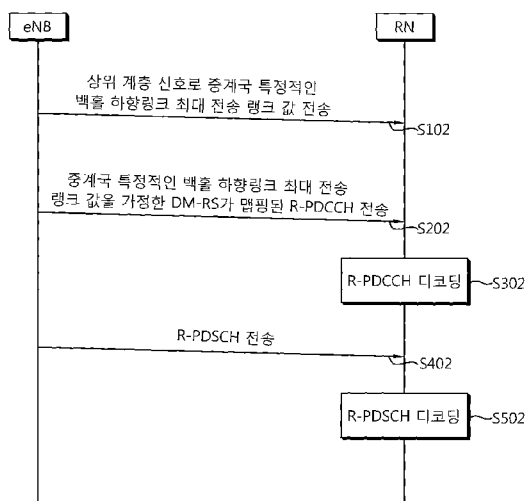
- (72) 발명자: **김**
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **서한별 (SEO, Han Byul)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **이대원 (LEE, Dae Won)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **김병훈 (KIM, Byoung Hoon)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **김학성 (KIM, Hak Seong)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **김기준 (KIM, Ki Jun)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: **양문옥 (YANG, Moon Ock)**; 서울 강남구 역삼동 735-10 삼흥역삼빌딩 2층 에센트허법률사무소, 135-080 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, KZ,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: BACKHAUL DOWNLINK SIGNAL DECODING METHOD OF RELAY STATION AND RELAY STATION USING SAME

(54) 발명의 명칭 : 중계국의 백홀 하향링크 신호 디코딩 방법 및 상기 방법을 이용하는 중계국

[Fig. 16]



S102 ... Backhaul downlink maximum transmission rank value specific to relay station is transmitted to upper layer signal
S202 ... R-PDCH mapped with DM-RS which supposes backhaul downlink maximum transmission rank value specific to a relay station is transmitted
S302 ... R-PDCH is decoded
S402 ... R-PDCH is transmitted
S502 ... R-PDCH is decoded

(57) Abstract: Disclosed is a backhaul downlink signal decoding method of a relay station. The method comprises the steps of: the relay station, receiving a transmission rank value for a backhaul downlink from a base station through an upper layer signal; receiving control information from the base station through a control area; and decoding the control information, wherein the transmission rank value for the backhaul downlink corresponds to a transmission rank value supposed when the relay station decodes the control information, and the control information is mapped with a resource element which is not overlapped with a dedicated reference signal resource element mapped with the control area by supposing the transmission rank value.

(57) 요약서: 중계국의 백홀 하향링크 신호 디코딩 방법을 제공한다. 상기 방법은 중계국이 기지국으로부터 상위 계층 신호를 통해 백홀 하향링크에 대한 전송랭크 값을 수신하는 단계; 상기 기지국으로부터 제어 영역을 통해 제어 정보를 수신하는 단계; 및 상기 제어 정보를 디코딩하는 단계를 포함하되, 상기 백홀 하향링크에 대한 전송랭크 값은 상기 중계국이 상기 제어 정보를 디코딩하는데 가정하는 전송랭크 값이고, 상기 제어 정보는, 상기 백홀 하향링크에 대한 전송랭크 값을 가정하여 상기 제어 영역에 맵핑된 전용 참조신호(dedicated reference signal) 자원요소와 겹치지 않는 자원요소에 맵핑되는 것을 특징으로 한다.



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.

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).

- (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,

공개:

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

명세서

발명의 명칭: 중계국의 백홀 하향링크 신호 디코딩 방법 및 상기 방법을 이용하는 중계국

기술분야

- [0001] 본 발명은 무선통신에 관한 것으로, 보다 상세하게는 중계국을 포함하는 무선통신 시스템에서 중계국이 기지국으로부터 수신한 백홀 하향링크 신호를 디코딩하는 방법 및 이러한 방법을 이용하는 중계국에 대한 것이다.

배경기술

- [0002] ITU-R(International Telecommunication Union Radio communication sector)에서는 3세대 이후의 차세대 이동통신 시스템인 IMT(International Mobile Telecommunication)-Advanced의 표준화 작업을 진행하고 있다. IMT-Advanced는 정지 및 저속 이동 상태에서 1Gbps, 고속 이동 상태에서 100Mbps의 데이터 전송률로 IP(Internet Protocol)기반의 멀티미디어 서비스 지원을 목표로 한다.
- [0003] 3GPP(3rd Generation Partnership Project)는 IMT-Advanced의 요구 사항을 충족시키는 시스템 표준으로 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)/SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) 전송방식 기반인 LTE(Long Term Evolution)를 개선한 LTE-Advanced(LTE-A)를 준비하고 있다. LTE-A는 IMT-Advanced를 위한 유력한 후보 중의 하나이다. LTE-A의 주요 기술에 중계국(relay station) 기술이 포함된다.
- [0004] 중계국은 기지국과 단말 사이에서 신호를 중계하는 장치로, 무선통신 시스템의 셀 커버리지(cell coverage)를 확장시키고 처리량(throughput)을 향상시키기 위해 사용된다.
- [0005] 이러한 중계국이 기지국으로부터 백홀 하향링크 신호를 수신하는 경우, 상기 백홀 하향링크 신호의 복조에 어떤 참조신호를 이용할 것인지 문제된다. 예를 들어, 중계국이 기지국으로부터 전송되는 제어 채널의 제어 정보를 복조하기 위해서는 제어 정보가 할당되는 무선자원 영역에 어떠한 참조신호가 맵핑되어 있는지를 알아야 한다.

발명의 요약

기술적 과제

- [0006] 중계국이 기지국으로부터 수신하는 백홀 하향링크 신호를 디코딩하는 방법 및 이러한 방법을 이용하는 중계국을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [0007] 본 발명의 일 측면에 따른 중계국의 백홀 하향링크 신호 디코딩 방법은 중계국이 기지국으로부터 상위 계층 신호를 통해 백홀 하향링크에 대한 전송률 값을 수신하는 단계; 상기 기지국으로부터 제어 영역을 통해 제어 정보를 수신하는 단계; 및 상기 제어 정보를 디코딩하는 단계를 포함하되, 상기

백홀 하향링크에 대한 전송 랭크 값은 상기 중계국이 상기 제어 정보를 디코딩하는데 가정하는 전송 랭크 값이고, 상기 제어 정보는, 상기 백홀 하향링크에 대한 전송 랭크 값을 가정하여 상기 제어 영역에 맵핑된 전용 참조신호(dedicated reference signal) 자원요소와 겹치지 않는 자원요소에 맵핑되는 것을 특징으로 한다.

- [0008] 상기 백홀 하향링크에 대한 전송랭크 값은 상기 기지국과 연결된 적어도 하나의 중계국 간에 최대로 전송될 수 있는 랭크 값과 동일할 수 있다.
- [0009] 상기 백홀 하향링크에 대한 전송랭크 값은 상기 기지국과 상기 중계국 간에 최대로 전송될 수 있는 랭크 값과 동일할 수 있다.
- [0010] 상기 중계국의 백홀 하향링크 신호 디코딩 방법은 상기 기지국으로부터 데이터 영역을 통해 데이터를 수신하는 단계; 및 상기 데이터를 디코딩하는 단계를 더 포함하되, 상기 데이터를 디코딩하는데 사용되는 전용 참조신호는 상기 제어 정보에 의해 지시될 수 있다.
- [0011] 상기 제어정보는 상기 데이터 영역에 대한 랭크 값을 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 상위 계층 신호는 RRC(radio resource control) 메시지일 수 있다.
- [0013] 상기 제어 영역은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심벌을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의 부반송파를 포함하는 서브프레임에서 상기 기지국이 매크로 단말에게 제어 채널을 전송하는 OFDM 심벌들 및 상기 중계국의 송수신 스위칭에 필요한 보호 구간 후에 위치한 적어도 하나의 OFDM 심벌을 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 중계국의 백홀 하향링크 신호 디코딩 방법은 상기 기지국으로부터 데이터 영역을 통해 제어정보를 수신하는 단계; 및 상기 데이터 영역을 통해 수신한 제어정보를 디코딩하는 단계를 더 포함하되, 상기 데이터 영역을 통해 수신한 제어정보는 미리 정해진 전송 랭크 값 및 상기 미리 정해진 전송 랭크 값에 따른 전용 참조신호 오버헤드를 가정하고 디코딩할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 다른 측면에 따른 중계국은 무선신호를 송수신하는 RF부; 및 상기 RF부에 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 기지국으로부터 상위 계층 신호를 통해 백홀 하향링크에 대한 전송랭크 값을 수신하고, 상기 기지국으로부터 제어 영역을 통해 제어 정보를 수신하고, 상기 제어 정보를 디코딩하되, 상기 백홀 하향링크에 대한 전송 랭크 값은 상기 중계국이 상기 제어 정보를 디코딩하는데 가정하는 전송 랭크 값이고, 상기 제어 정보는 상기 백홀 하향링크에 대한 전송 랭크 값을 가정하여 상기 제어 영역에 맵핑된 전용 참조신호(dedicated reference signal) 자원요소와 겹치지 않는 자원요소에 맵핑되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0016] 중계국은 상위 계층 신호를 통해 기지국으로부터 수신하는 제어 정보를 디코딩할 때의 참조신호의 오버헤드를 결정하기 위해 사용하는 전송 랭크 및

참조신호를 알 수 있으므로 제어 채널을 정확히 복조할 수 있다. 또한, 기지국으로부터 수신하는 제어 채널과 데이터 채널의 전송 랭크가 다른 경우에도 제어 채널을 정확히 복조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 중계국을 포함하는 무선통신 시스템을 나타낸다.
- [0018] 도 2는 중계국을 포함하는 무선통신 시스템에 존재하는 링크를 예시한다.
- [0019] 도 3은 3GPP LTE의 무선 프레임(radio frame) 구조를 나타낸다.
- [0020] 도 4는 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도이다.
- [0021] 도 5은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [0022] 도 6은 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [0023] 도 7은 MIMO 시스템을 나타낸다.
- [0024] 도 8은 다중 안테나 시스템에서 채널을 나타내는 예이다.
- [0025] 도 9는 노멀 CP에서 4개의 안테나 포트를 지원할 수 있는 RS 구조의 예를 나타낸다.
- [0026] 도 10은 확장 CP에서 4개의 안테나 포트를 지원할 수 있는 RS 구조의 예를 나타낸다.
- [0027] 도 11은 기지국과 중계국 간의 백홀 하향링크에 사용될 수 있는 서브프레임 구조의 일 예를 나타낸다.
- [0028] 도 12는 R-PDCCH와 R-PDSCH 모두에 DM-RS를 사용하는 경우, 기지국과 중계국 간의 시그널링 과정을 나타내는 도면이다.
- [0029] 도 13은 DM-RS 인덱스가 연속하는 DM-RS 집합이 R-PDSCH 전송에 사용되는 경우, R-PDCCH의 DM-RS 인덱스와 R-PDSCH의 DM-RS 인덱스와의 관계를 나타낸다.
- [0030] 도 14는 노멀 CP에서 백홀 하향링크 서브프레임 내에 할당될 수 있는 참조신호 자원요소의 예를 나타낸다.
- [0031] 도 15는 상술한 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크를 가정하는 방법을 적용하는 경우 기지국과 중계국 간의 시그널링 과정을 나타내는 예이다.
- [0032] 도 16은 상술한 중계국 특징적으로 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크를 가정하는 방법을 적용하는 경우 기지국과 중계국 간의 시그널링 과정을 나타내는 예이다.
- [0033] 도 17은 백홀 하향링크 서브프레임의 R-PDCCH 영역에서 중계국이 가정하는 DM-RS 자원요소의 예를 나타낸다.
- [0034] 도 18은 백홀 하향링크 서브프레임의 DM-RS 자원요소의 예를 나타낸다.
- [0035] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 전송기 구조의 일 예를 나타낸다.
- [0036] 도 20은 기지국이 R-PDCCH 영역과 R-PDSCH 영역에 랭크에 따라 DM-RS 자원요소를 맵핑하는 예를 나타낸다.

[0037] 도 21은 주파수 영역에서 하나의 자원블록 내에 복수의 R-PDCCH가 다중화되는 경우, 복수의 R-PDCCH를 서로 다른 공간 레이어로 전송하는 예를 나타낸다.

[0038] 도 22는 기지국 및 중계국을 나타내는 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[0039] 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 통신 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 802.16e (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)은 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-Advanced(LTE-A)는 3GPP LTE의 진화이다. 이하에서 설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A를 예로 설명하나 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0040] 도 1은 중계국을 포함하는 무선통신 시스템을 나타낸다.

[0041] 도 1을 참조하면, 중계국을 포함하는 무선통신 시스템(10)은 적어도 하나의 기지국(11; eNodeB, eNB)을 포함한다. 각 기지국(11)은 일반적으로 셀(cell)이라고 불리는 특정한 지리적 영역 (15)에 대해 통신 서비스를 제공한다. 셀은 다시 다수의 영역으로 나누어 질 수 있는데 각각의 영역은 섹터(sector)라고 칭한다. 하나의 기지국에는 하나 이상의 셀이 존재할 수 있다. 기지국(11)은 일반적으로 단말(13)과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, BS(Base Station), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point), AN(Access Network) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 기지국(11)은 중계국(12)과 단말(14) 간의 연결성(connectivity), 관리(management), 제어 및 자원 할당과 같은 기능을 수행할 수 있다.

[0042] 중계국(Relay Node, RN, 12)은 기지국(11)과 단말(14) 사이에서 신호를 중계하는 기기를 말하며, RS(Relay Station), 리피터(repeater), 중계기(relay) 등의 다른 용어로 불릴 수 있다. 중계국에서 사용하는 중계 방식으로 AF(amplify and forward) 및 DF(decode and forward) 등 어떠한 방식을 사용할 수 있으며, 본 발명의 기술적 사상은 이에 제한되지 않는다.

- [0043] 단말(13, 14; User Equipment, UE)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, MS(Mobile Station), UT(User Terminal), SS(Subscriber Station), 무선기기(Wireless Device), PDA(Personal Digital Assistant), 무선 모뎀(Wireless Modem), 휴대기기(Handheld Device), AT(Access Terminal) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 이하에서 매크로 단말(macro UE, Ma-UE, 13)은 기지국(11)과 직접 통신하는 단말이고, 중계국 단말(RN-UE, 14)은 중계국과 통신하는 단말을 칭한다. 기지국(11)의 셀 내에 있는 매크로 단말(13)이라 할지라도, 다이버시티(diversity) 효과에 따른 전송속도의 향상을 위하여 중계국(12)을 거쳐서 기지국(11)과 통신할 수 있다.
- [0044] 도 2는 중계국을 포함하는 무선통신 시스템에 존재하는 링크를 예시한다.
- [0045] 기지국과 단말 사이에 중계국이 위치하는 경우, 기지국과 단말 만 존재하는 무선통신 시스템에서의 링크와 차이가 발생할 수 있다. 기지국과 단말 간에서 하향링크는 기지국에서 단말로의 통신 링크를 의미하며, 상향링크는 단말에서 기지국으로의 통신 링크를 의미한다. TDD(Time division duplex)를 사용하는 경우, 서로 다른 서브프레임에서 하향링크 전송, 상향링크 전송이 수행된다. FDD(frequency division duplex)를 사용하는 경우 서로 다른 주파수 밴드에서 하향링크 전송, 상향링크 전송이 수행된다. TDD에서는 하향링크 전송과 상향링크 전송이 서로 다른 시간에서 수행되며 동일한 주파수 밴드를 사용할 수 있다. 반면, FDD에서는 하향링크 전송과 상향링크 전송이 동일한 시간에서 수행될 수 있으나 서로 다른 주파수 밴드를 사용한다.
- [0046] 기지국, 단말 사이에 중계국이 포함되는 경우, 상술한 상향링크, 하향링크에 부가하여 백홀 링크와 액세스 링크가 추가될 수 있다. 백홀 링크는 기지국과 중계국 간의 통신 링크를 지칭하며, 기지국이 중계국으로 신호를 전송하는 백홀 하향링크, 중계국이 기지국으로 신호를 전송하는 백홀 상향링크를 포함한다. 액세스 링크는 중계국과 중계국에 연결된 단말(이하 이러한 단말을 중계국 단말이라 칭한다) 간의 통신 링크를 지칭하며, 중계국이 중계국 단말에게 신호를 전송하는 액세스 하향링크, 중계국 단말이 중계국으로 신호를 전송하는 액세스 상향링크를 포함한다.
- [0047] 도 3은 3GPP LTE의 무선 프레임(radio frame) 구조를 나타낸다.
- [0048] 도 3을 참조하면, 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 한다. TTI는 스케줄링의 최소 단위일 수 있다.
- [0049] 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌을 포함할 수 있다. OFDM 심벌은 3GPP LTE가 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로 하나의 심벌 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것으로 다른 명칭으로 불리울 수 있다. 예를 들어, 상향링크 다중 접속 방식으로

SC-FDMA가 사용될 경우 SC-FDMA 심벌이라고 할 수 있다. 하나의 슬롯은 7 OFDM 심벌을 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, CP(Cyclic Prefix)의 길이에 따라 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심벌의 수는 바뀔 수 있다. 3GPP TS 36.211 V8.5.0(2008-12)에 의하면, 노멀(normal) CP에서 1 서브프레임은 7 OFDM 심벌을 포함하고, 확장(extended) CP에서 1 서브프레임은 6 OFDM 심벌을 포함한다. 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 및 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수는 다양하게 변경될 수 있다. 이하에서 심벌은 하나의 OFDM 심벌 또는 하나의 SC-FDMA 심벌을 의미할 수 있다.

[0050] 도 3을 참조하여 설명한 무선 프레임의 구조는 3GPP TS 36.211 V8.3.0 (2008-05) "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)"의 4.1절 및 4.2절을 참조할 수 있다.

[0051] 도 4는 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도이다.

[0052] FDD 또는 TDD에서 사용되는 무선 프레임에서 하나의 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(resource block, RB)을 포함한다. 자원 블록은 자원 할당 단위로 하나의 슬롯에서 복수의 연속하는 부반송파(subcarrier)를 포함한다.

[0053] 도 4를 참조하면, 하나의 하향링크 슬롯은 7 OFDM 심벌을 포함하고, 하나의 자원블록은 주파수 영역에서 12 부반송파를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 이에 제한되는 것은 아니다. 자원블록에서 부반송파는 예컨대 15KHz의 간격을 가질 수 있다.

[0054] 자원 그리드 상의 각 요소(element)를 자원요소(resource element)라 하며, 하나의 자원블록(resource block)은 12×7개의 자원요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록의 수 N_{DL} 은 셀에서 설정되는 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다. 도 4에서 설명한 자원 그리드는 상향링크에서도 적용될 수 있다.

[0055] 도 5은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

[0056] 도 5를 참조하면, 서브프레임은 2개의 연속적인(consecutive) 슬롯을 포함한다. 서브프레임 내에서 첫 번째 슬롯의 앞선 3 OFDM 심벌들이 PDCCH(physical downlink control channel)가 할당되는 제어영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심벌들은 PDSCH(physical downlink shared channel)가 할당되는 데이터영역(data region)이다. 제어영역에는 PDCCH 이외에도 PCFICH(physical control format indicator channel), PHICH(physical HARQ indicator channel) 등의 제어채널이 할당될 수 있다. 단말은 PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 디코딩하여 PDSCH를 통해 전송되는 데이터 정보를 읽을 수 있다. 여기서, 제어영역이 3 OFDM 심벌을 포함하는 것은 예시에 불과하며, 제어영역에는 2

OFDM 심벌 또는 1 OFDM 심벌이 포함될 수 있다. 서브프레임 내 제어영역이 포함하는 OFDM 심벌의 수는 PCFICH를 통해 알 수 있다. PHICH는 단말이 전송한 상향링크 데이터에 대한 수신 성공 여부를 나타내는 정보를 나른다.

- [0057] 제어영역은 복수의 CCE(control channel elements)인 논리적인 CCE 열로 구성된다. CCE 열은 하나의 서브프레임 내에서 제어영역을 구성하는 전체 CCE들의 집합이다. CCE는 복수의 자원요소 그룹(resource element group, REG)에 대응된다. 예를 들어, CCE는 9 자원요소 그룹에 대응될 수 있다. 자원요소 그룹은 자원요소로 제어채널을 맵핑하는 것을 정의하기 위해 사용된다. 예를 들어, 하나의 자원요소 그룹은 4개의 자원요소로 구성될 수 있다.
- [0058] 복수의 PDCCH가 제어영역 내에서 전송될 수 있다. PDCCH는 스케줄링 할당과 같은 제어정보(control information)를 나른다. PDCCH는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE(control channel elements)의 집단(aggregation) 상으로 전송된다. CCE 집단을 구성하는 CCE의 수(Number of CCEs)에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트 수가 결정된다. PDCCH 전송을 위해 사용되는 CCE의 수를 CCE 집단 레벨(aggregation level)이라 한다. 또한, CCE 집단 레벨은 PDCCH를 검색하기 위한 CCE 단위이다. CCE 집단 레벨의 크기는 인접하는 CCE들의 수로 정의된다. 예를 들어, CCE 집단 레벨은 {1, 2, 4, 8}의 원소일 수 있다.
- [0059] PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(downlink control information, 이하 DCI)라고 한다. DCI는 상향링크 스케줄링 정보, 하향링크 스케줄링 정보, 시스템 정보(system information), 상향링크 전력 제어 명령(power control command), 페이징을 위한 제어정보, 랜덤 액세스 응답(RACH response)을 지시하기 위한 제어정보 등을 포함한다.
- [0060] DCI 포맷으로는 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 스케줄링을 위한 포맷 0, 하나의 PDSCH(Physical Downlink Shared channel) 코드워드의 스케줄링을 위한 포맷 1, 하나의 PDSCH 코드워드의 간단한(compact) 스케줄링을 위한 포맷 1A, 공간 다중화 모드에서 단일 코드워드의 랭크-1 전송에 대한 간단한 스케줄링을 위한 포맷 1B, DL-SCH(Downlink Shared Channel)의 매우 간단한 스케줄링을 위한 포맷 1C, 다중 사용자 공간 다중화 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 1D, 폐루프(Closed-loop) 공간 다중화 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2, 개루프(Open-loop) 공간 다중화 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2A, PUCCH 및 PUSCH를 위한 2비트 전력 조절의 TPC(Transmission Power Control) 명령의 전송을 위한 포맷 3, 및 PUCCH 및 PUSCH를 위한 1비트 전력 조절의 TPC 명령의 전송을 위한 포맷 3A 등이 있다.
- [0061] 도 6은 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [0062] 도 6을 참조하면, 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)가 할당되는 제어영역(control region)과 사용자 데이터를 나르는 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)가 할당되는 데이터영역으로 나눌 수 있다.

- [0063] 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록(RB) 쌍(pair, 51, 52)으로 할당되고, RB 쌍에 속하는 RB들(51,52)은 2개의 슬롯들 각각에서 서로 다른 부반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당되는 RB 쌍이 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다.
- [0064] PUCCH는 다중 포맷을 지원할 수 있다. 즉, 변조 방식(modulation scheme)에 따라 서브프레임당 서로 다른 비트 수를 갖는 상향링크 제어 정보를 전송할 수 있다. 예를 들어, BPSK(Binary Phase Shift Keying)을 사용하는 경우(PUCCH 포맷 1a) 1비트의 상향링크 제어 정보를 PUCCH 상으로 전송할 수 있으며, QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)을 사용하는 경우(PUCCH 포맷 1b) 2비트의 상향링크 제어 정보를 PUCCH 상으로 전송할 수 있다. PUCCH 포맷은 이외에도 포맷 1, 포맷 2, 포맷 2a, 포맷 2b 등이 있다(이는 3GPP TS 36.211 V8.2.0 (2008-03) "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)"의 5.4절을 참조할 수 있다).
- [0065] 무선통신 시스템 예컨대, 도 1에서 설명한 무선통신 시스템은 MIMO(Multi-Input Multi-Output)기술을 사용하는 시스템 즉, MIMO 시스템일 수 있다. MIMO 기술은 지금까지 하나의 송신 안테나와 하나의 수신 안테나를 사용했던 것에서 탈피하여, 다중 송신 안테나와 다중 수신 안테나를 채택해 송수신 데이터 전송 효율을 향상시킬 수 있는 방법이다. 다시 말해, MIMO 기술은 무선통신 시스템의 전송기나 수신기에서 복수의 안테나를 사용하는 기술이다. MIMO 기술을 사용하면 무선통신 시스템의 성능과 통신용량을 개선시킬 수 있다. MIMO 시스템을 다중안테나(Multi-antenna) 시스템이라고도 한다. MIMO 기술은 하나의 전체 메시지를 수신하기 위해 단일 안테나 경로에 의존하지 않고 여러 안테나에서 수신된 단편적인 데이터 조각을 한데 모아 완성하는 기술을 응용한 것이다. 그 결과, 특정 범위에서 데이터 전송 속도를 향상시키거나 특정 데이터 전송 속도에 대해 시스템 범위를 증가시킬 수 있다.
- [0066] 차세대 이동통신 기술은 종래 이동통신 기술보다 높은 데이터 전송율을 요구한다. 따라서, MIMO 기술은 차세대 이동통신 기술에 필수적인 기술이라고 할 수 있다. MIMO 기술은 기지국뿐 아니라 단말이나 중계국에게 적용되어 데이터 전송율의 한계를 극복하는데 사용될 수 있다. 또한, MIMO 기술은 추가적인 주파수 대역을 사용하거나 추가적인 전송 전력(power)을 요구하지 않고 데이터 전송 효율을 개선할 수 있는 기술적 장점 때문에 다양한 다른 기술보다 주목받는다.
- [0067] 먼저, MIMO 시스템의 수학적 모델링에 대해 설명한다.
- [0068] 도 7은 MIMO 시스템을 나타낸다.
- [0069] 도 7을 참조하면, 전송기(700)는 N_T 개의 전송 안테나를 가지고, 수신기(800)는 N_R 개의 수신 안테나를 가진다. 이러한 경우, 이론적 채널 전송 용량은 안테나들의 개수에 비례하여 증가한다.

[0070] 채널 전송 용량의 증가에 의해 얻어지는 전송률은 이론적으로 단일 안테나를 사용하는 경우 얻어지는 최대 전송률(R_0)과 다중 안테나 사용에 의해 발생하는 증가율(R_i)의 곱으로 나타낼 수 있다. 증가율(R_i)은 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$[0071] \quad R_i = \min(N_T, N_R)$$

[0072] 전송 정보는 전송 안테나의 개수가 N_T 개인 경우, 최대 N_T 개의 서로 다른 정보로 구성될 수 있다. 이러한 경우, 전송 정보는 다음 식 2와 같이 나타낼 수 있다.

$$[0073] \quad \mathbf{s} = [s_1, s_2, \dots, s_{N_T}]^T$$

[0074] 식 2에서 $\mathbf{s}$ 는 전송 정보 벡터를 나타내고, $s_1, s_2, \dots, s_{N_T}$ 는 전송 정보 벡터의 각 요소(element)인 정보를 나타낸다. 각 정보는 서로 다른 전송 전력을 가지고 전송될 수 있다. 각 전송 전력을 ($P_1, P_2, \dots, P_{N_T}$)라고 표시하는 경우, 전송 전력이 적용된 전송 정보 벡터는 다음 식 3과 같이 나타낼 수 있다.

$$[0075] \quad \hat{\mathbf{s}} = [\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_{N_T}]^T = [P_1 s_1, P_2 s_2, \dots, P_{N_T} s_{N_T}]^T$$

[0076] 식 3은 다음 식 4와 같이 전송 전력 대각 행렬(transmission power diagonal matrix)과 전송 정보 벡터의 곱으로 표시할 수 있다.

$$[0077] \quad \hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{P}\mathbf{s}$$

[0078] 전송 전력이 적용된 전송 정보 벡터에 가중치 행렬 $\mathbf{W}$ 가 곱해져서, 실제 N_T 개의 전송 안테나를 통해 전송되는 전송 신호($x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$)가 생성된다. 가중치 행렬 $\mathbf{W}$ 는 전송 채널 상황에 따라 전송 정보를 개별 안테나에 적절히 분산하는 역할을 수행한다. 전송 신호 벡터를 $\mathbf{x}$ 라고 하면 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

[0079]

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

[0080] 식 5에서 가중치 행렬의 요소 $w_{ij}(1 \leq i \leq N_T, 1 \leq j \leq N_T)$ 는 i 번째 전송 안테나, j 번째 전송 정보에 대한 가중치를 나타낸다. 가중치 행렬 $\mathbf{W}$ 는 프리코딩 행렬(precoding matrix)이라 칭하기도 한다.

[0081] 전송 신호 벡터는 전송 기법에 따라 다른 전송 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 공간 다이버시티 즉, 전송 다이버시티가 적용되는 경우, 전송 신호 벡터의 전송 정보는 모두 동일할 수 있다. 즉, $[s_1, s_2, \dots, s_{N_T}]$ 는 모두 동일한 정보 예컨대 $[s_1, s_1, \dots, s_1]$ 일 수 있다. 따라서, 동일한 전송 정보가 서로 다른 채널을 통해 수신기에게 전달되기 때문에 다이버시티 효과가 발생하며, 전송의 신뢰도가 증가한다.

[0082] 또는 공간 다중화가 적용되는 경우, 전송 신호 벡터의 전송 정보는 모두 다를 수 있다. 즉, $s_1, s_2, \dots, s_{N_T}$ 는 모두 다른 정보일 수 있다. 서로 다른 전송 정보가 서로 다른 채널을 통해 수신기에게 전달되기 때문에 전송할 수 있는 정보량이 증가하는 효과가 있다.

[0083] 물론, 공간 다이버시티와 공간 다중화를 함께 사용하여 전송 정보를 전송할 수도 있다. 즉, 상기 예에서 3개의 전송 안테나를 통해서는 동일한 정보가 공간 다이버시티에 의해 전송되고, 나머지 전송 안테나를 통해서는 공간 다중화에 의해 서로 다른 정보가 전송되는 방식으로 구성될 수도 있다. 이러한 경우, 전송 정보 벡터는 예컨대, $[s_1, s_1, s_1, s_2, s_3, \dots, s_{N_T-2}]$ 과 같이 구성될 수 있다.

[0084] 수신기에서 수신 안테나의 수가 N_R 개인 경우, 개별 수신 안테나에서 수신되는 신호를 $y_n(1 \leq n \leq N_R)$ 이라 표시할 수 있다. 이 때 수신 신호 벡터 $\mathbf{y}$ 는 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

[0085]

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1, y_2, \cdots, y_{N_R} \end{bmatrix}^T$$

[0086] MIMO 시스템에서 채널 모델링이 수행되는 경우 각 채널은 전송 안테나의 인덱스와 수신 안테나의 인덱스에 의해 서로 간에 구분될 수 있다. 전송 안테나의 인덱스를 j 라고 하고, 수신 안테나의 인덱스를 i 라고 하면, 이러한 전송

안테나와 수신 안테나 간의 채널을 h_{ij} 로 표시할 수 있다(채널을 표시하는 첨자에서 수신 안테나의 인덱스가 먼저 표시되고 전송 안테나의 인덱스가 나중에 표시되는 것에 주의할 필요가 있다).

[0087] 도 8은 다중 안테나 시스템에서 채널을 나타내는 예이다.

[0088] 도 8을 참조하면, N_T 개의 전송 안테나 각각과 수신 안테나 i 에 대한 채널이 $h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}$ 로 표시된다. 편의상 이러한 채널들을 행렬이나 벡터로 나타낼 수 있다. 그러면, 상기 채널들 $h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}$ 은 다음 식과 같이 벡터 형식으로 나타낼 수 있다.

$$[0089] \quad \mathbf{h}_i^T = \begin{bmatrix} h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T} \end{bmatrix}$$

[0090] 만약, N_T 개의 전송 안테나에서 N_R 개의 수신 안테나로의 모든 채널을 행렬 형태로 나타낸 것을 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 라 한다면, $\mathbf{H}$ 는 다음 식 8과 같이 나타낼 수 있다.

$$[0091] \quad \mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^T \\ \mathbf{h}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_i^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_{N_R}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \dots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix}$$

[0092] 전송 안테나를 통해 전송된 신호는 상기 식 8에서 나타낸 채널을 통과하여 수신 안테나에서 수신된다. 이 때 실제 채널에서는 잡음(noise)이 추가된다. 이러한 잡음은 수학적으로 AWGN(Additive White Gaussian Noise)으로 볼 수 있다. 각 수신 안테나에 추가되는 AWGN을 각각 $n_1, n_2, \dots, n_{N_R}$ 이라 표시하면, 편의상 이러한 AWGN들을 다음 식과 같은 벡터로 표시할 수 있다.

$$[0093] \quad \mathbf{n} = \begin{bmatrix} n_1, n_2, \dots, n_{N_R} \end{bmatrix}^T$$

[0094] 상술한 AWGN, 전송 신호 벡터 $\mathbf{x}$, 채널 행렬 등을 고려하여 수신 안테나에서 수신하는 수신 신호 벡터 $\mathbf{y}$ 를 나타내면 다음 식과 같다.

[0095]

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

[0096] 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 에서 행의 수와 열의 수는 전송 안테나의 개수, 수신 안테나의 개수에 따라 결정된다. 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 에서 행의 개수는 수신 안테나의 개수와 같다. 그리고, 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 에서 열의 개수는 전송 안테나의 개수와 같다. 따라서, 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 는 $N_R \times N_T$ 행렬이라고 표시할 수 있다.

[0097] 일반적으로 행렬의 랭크는 독립한 행의 개수와 독립한 열의 개수 중에서 더 작은 수에 의해 정의된다. 따라서, 행렬의 랭크는 열의 개수나 행의 개수보다 더 클 수는 없으며, 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 의 랭크는 다음 식과 같이 결정된다.

$$[0098] \quad \text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

[0099] 일반적으로 전송 정보 예컨대, 데이터는 무선채널을 통해 전송되는 동안 쉽게 왜곡, 변경된다. 따라서, 이러한 전송 정보를 오류없이 복조하기 위해서는 참조신호가 필요하다. 참조신호는 전송기와 수신기 사이에 미리 알고 있는 신호로 전송 정보와 함께 전송된다. 전송기로부터 전송되는 전송 정보는 각 전송 안테나마다 또는 레이어마다 대응하는 채널을 겪기 때문에, 참조신호는 각 전송 안테나별 또는 레이어별로 할당될 수 있다. 각 전송 안테나별 또는 레이어별 참조신호는 시간, 주파수, 코드 등의 자원을 이용하여 구별될 수 있다. 참조신호는 2가지 목적 즉, 전송 정보의 복조(demodulation)와 채널 추정을 위해 사용될 수 있다.

[0100] 참조신호는 참조신호를 미리 알고 있는 수신기의 범위에 따라 2가지 종류로 나눌 수 있다. 첫째는 특정한 수신기(예를 들어 특정 단말)만 알고 있는 참조신호로 이러한 참조신호를 전용 참조신호(dedicated RS, DRS)라 칭한다. 전용 참조신호는 이러한 의미에서 단말 특정적 참조신호(UE-specific RS)라 칭하기도 한다. 둘째는 셀 내의 모든 수신기 예컨대, 모든 단말이 알고 있는 참조신호로 이러한 참조신호를 공용 참조신호(common RS, CRS)라 칭한다. 공용 참조신호는 셀 특정적 참조신호(cell-specific RS)라 칭하기도 한다.

[0101] 또한, 참조신호는 용도에 따라 분류될 수도 있다. 예를 들어, 데이터의 복조를 위해 사용되는 참조신호를 복조 참조신호(demodulation RS, DM-RS)라 칭한다.

CQI/PMI/RI 등의 채널 상태를 나타내는 피드백 정보를 위해 사용되는 참조신호를 CSI-RS(channel state indicator-RS)라 칭한다. 상술한 전용 참조신호(DRS)는 복조 참조신호(DM-RS)로 사용될 수 있다. 이하에서 DM-RS는 DRS임을 전제로 한다.

- [0102] 도 9는 노멀 CP에서 4개의 안테나 포트를 지원할 수 있는 RS 구조의 예를 나타낸다. 도 10은 확장 CP에서 4개의 안테나 포트를 지원할 수 있는 RS 구조의 예를 나타낸다. 도 9 및 도 10의 RS 구조는 종래 3GPP LTE 시스템에서 사용되는 RS 구조이다.
- [0103] 도 9 및 도 10에서 0 내지 3 중 어느 하나의 숫자가 표시된 자원요소는 셀 특정적 참조신호 즉 공용 참조신호(CRS)가 전송되는 자원요소를 나타낸다. 이 때 0 내지 3 중 어느 하나의 숫자는 지원하는 안테나 포트를 나타낸다. 즉, p (p 는 0 내지 3 중 어느 하나)이 표시된 자원요소들은 안테나 포트 p 에 대한 공용 참조신호가 맵핑되는 자원요소라는 의미이다. 이러한 공용 참조신호는 각 안테나 포트에 대한 채널 측정 및 데이터 복조를 위해 사용된다. 공용 참조신호는 서브프레임의 제어 영역 및 데이터 영역에서 모두 전송된다.
- [0104] 도 9 및 도 10에서 'D'가 표시된 자원요소는 단말 특정적 참조신호 즉 전용 참조신호(DRS)가 맵핑되는 자원요소를 나타낸다. 단말 특정적 참조신호는 PDSCH의 단일 안테나 포트 전송에 사용될 수 있다. 단말은 상위 계층 신호를 통해 단말 특정적 참조신호가 전송되는지 여부, PDSCH가 전송되는 경우 단말 특정적 참조신호가 유효한지 여부를 지시받는다. 단말 특정적 참조신호는 데이터 복조가 필요한 경우에만 전송될 수 있다. 단말 특정적 참조신호는 서브프레임의 데이터 영역에서만 전송될 수 있다.
- [0105] 이제 기지국과 중계국 간의 백홀 하향링크에 적용될 수 있는 서브프레임 구조를 설명하고, 백홀 하향링크에서 사용할 수 있는 참조신호에 대해 설명한다.
- [0106] 먼저 설명의 편의상 용어를 정의한다. 이하에서 R-PDCCH는 기지국이 중계국에게 제어 정보를 전송하는 물리 제어 채널이며, R-PDSCH는 기지국이 중계국에게 데이터를 전송하는 물리 데이터 채널을 의미한다. 이하에서 x 영역은 x 가 전송되는 무선자원 영역을 의미한다. 예를 들면 R-PDCCH 영역은 기지국에 의해 R-PDCCH가 전송되는 무선자원 영역을 의미한다.
- [0107] 도 11은 기지국과 중계국 간의 백홀 하향링크에 사용될 수 있는 서브프레임 구조의 일 예를 나타낸다.
- [0108] 도 11을 참조하면, 기지국은 서브프레임의 최초 소정 개수의 OFDM 심벌에서 매크로 단말에게 PDCCH(이를 매크로 PDCCH라 칭할 수 있다)를 전송한다. 상기 최초 소정 개수의 OFDM 심벌 내에서 중계국은 중계국 단말에게 PDCCH를 전송할 수 있다. 중계국은 중계국 단말에게 PDCCH를 전송하는 OFDM 심벌 구간에서 자기 간섭으로 인해 기지국으로부터 백홀 신호를 수신하지 못한다.
- [0109] 기지국은 보호 구간(guard time, GT) 이후에 중계국으로 백홀 신호를 전송한다. 보호 구간은 중계국의 신호 송/수신 스위칭에 따른 안정화 기간으로 도 11에서는

하나의 OFDM 심벌인 경우를 예시하고 있다. 그러나, 보호 구간은 1 OFDM 심벌 이하의 구간일 수 있고 경우에 따라 1 OFDM 심벌 이상이 될 수도 있다. 또한, 보호 구간은 시간 영역에서 OFDM 심벌 단위의 구간으로 설정될 수도 있고 샘플링 시간(sampling time) 단위로 설정될 수도 있다. 도 11에서는 보호 구간이 백홀 수신 구간의 앞, 뒤에 모두 표시되어 있으나 이는 제한이 아니다. 즉, 시간적으로 백홀 수신 구간 뒤쪽에 위치한 보호 구간은 서브프레임의 타이밍 정렬 관계에 따라 설정되지 않을 수도 있다. 이러한 경우, 백홀 수신 구간이 서브프레임의 마지막 OFDM 심벌까지 확장될 수 있다. 보호 구간은 기지국이 중계국에게 신호를 전송하기 위해 설정되는 주파수 대역에 한해 정의될 수 있다.

[0110] 기지국은 중계국에게 할당하는 백홀 하향링크 자원을 2가지 종류로 구분하여 할당할 수 있다.

[0111] 하나는 프라이머리 백홀 영역(primary backhaul region)으로 R-PDCCH 및 R-PDSCH가 전송될 수 있는 자원 영역이다. 프라이머리 백홀 영역에서 R-PDCCH와 R-PDSCH는 TDM(time division multiplexing)될 수 있다. 즉, R-PDCCH와 R-PDSCH는 시간 영역에서 구분되어 전송되며, R-PDSCH는 R-PDCCH 이후에 위치할 수 있다. 프라이머리 백홀 영역에 포함된 R-PDCCH는 R-PDCCH가 전송되는 주파수 대역의 R-PDSCH 뿐만 아니라 다른 주파수 대역에 위치하는 R-PDSCH에 대한 자원할당정보를 포함할 수 있다. 또한, 도 11에서는 프라이머리 백홀 영역에서 R-PDSCH도 전송되는 예를 나타내었으나, 이는 제한이 아니다. 즉, 프라이머리 백홀 영역의 모든 OFDM 심벌에서 R-PDSCH가 전송되지 않고 R-PDCCH만 전송될 수도 있다.

[0112] 다른 하나는 세컨더리 백홀 영역(secondary backhaul region)이다. 세컨더리 백홀 영역에서는 R-PDSCH만 전송되며, 상술한 바와 같이 프라이머리 백홀 영역에 포함된 R-PDCCH에 의해 지시될 수 있다.

[0113] 프라이머리 백홀 영역 및 세컨더리 백홀 영역에서 전송되는 백홀 신호는 매크로 단말에게 전송되는 PDSCH와 주파수 영역에서 다중화되어 전송될 수 있다.

[0114] 백홀 하향링크 서브프레임의 R-PDCCH와 R-PDSCH에 어떤 참조신호를 사용할 것인지 문제된다.

[0115] 본 발명에서는 DM-RS(DRS)를 R-PDCCH 및 R-PDSCH의 전송(기지국의 입장에서)/수신(중계국의 입장에서)에 모두 사용하는 것을 제안한다. 이러한 방법은 백홀 신호가 전송되는 영역에 개선된 다중 사용자(multi user, MU) MIMO(예를 들면, 제로 포싱(zero-forcing) MU-MIMO)를 적용하는데 장점이 있다. 다시 말해 기지국에 의해 전송되는 전체 백홀 신호(R-PDCCH, R-PDSCH를 모두 포함하는)에 DM-RS가 적용되기 때문에 각 R-PDCCH, R-PDSCH는 다른 백홀 신호와 공간 다중화될 수 있으며 매크로 단말에게 전송되는 PDSCH와도 효율적으로 공간 다중화될 수 있다.

[0116] 이하에서 R-PDCCH와 R-PDSCH 모두에 DM-RS를 사용하는 경우, 기지국과

중계국 간의 시그널링 방법과 중계국의 동작 방법을 상세히 설명한다.

[0117] 1. 기지국과 중계국 간의 시그널링.

[0118] 도 12는 R-PDCCH와 R-PDSCH 모두에 DM-RS를 사용하는 경우, 기지국과 중계국 간의 시그널링 과정을 나타내는 도면이다.

[0119] 도 12를 참조하면, 기지국은 R-PDCCH에 사용되는 DM-RS의 인덱스를 상위 계층 신호(예를 들면, RRC(radio resource control) 메시지)를 통해 알려줄 수 있다(S100). 여기서, DM-RS의 인덱스는 DM-RS를 식별할 수 있는 정보를 통칭하는 것으로, 예를 들면, 각 중계국에 대한 R-PDCCH의 DM-RS가 전송되는 안테나 포트에 대한 정보, 각 중계국에 대한 R-PDCCH의 DM-RS가 전송되는 안테나 포트 0에 적용되는 스크램블 ID에 대한 정보, 또는 상술한 R-PDCCH의 DM-RS가 전송되는 안테나 포트와 스크램블 ID 정보의 조합 등이 될 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 DM-RS가 전송되는 안테나 포트의 스크램블 ID는 공간 도메인에서 다른 다중 사용자 MIMO 자원을 스케줄링하기 위해 이용될 수 있는 DM-RS 안테나 포트의 스크램블 ID와 필수적으로 달라야 한다.

[0120] 단말의 경우, CRS를 이용하여 매크로 PDCCH 디코딩을 수행하고, 그 결과 매크로 PDSCH의 디코딩을 위해 사용하는 DM-RS의 인덱스를 알 수 있다. 그러나, 중계국은 기지국이 전송하는 매크로 PDCCH를 디코딩할 수 없는 경우가 발생할 수 있다. 상술한 바와 같이 기지국이 매크로 PDCCH를 전송하는 동안 중계국은 중계국 단말에게 PDCCH를 전송할 수 있기 때문이다. 즉, 중계국은 중계국 단말에게 PDCCH를 전송하는 동안 기지국으로부터 매크로 PDCCH를 수신할 수 없기 때문에 매크로 PDCCH를 디코딩할 수 없다. 따라서, 기지국은 중계국에게 R-PDCCH에 사용되는 DM-RS의 인덱스를 상위 계층 신호를 통해 알려주어야 한다.

[0121] R-PDCCH는 제한된 개수의 비트만을 포함하나 높은 신뢰성을 가지고 전송되어야 한다는 점을 고려하여, R-PDCCH의 전송 랭크는 특정 값으로 제한될 수 있다. 예를 들면, R-PDCCH의 전송 랭크는 1로 제한될 수 있다. 즉, 기지국은 중계국에게 전송하는 R-PDCCH에 공간 다중화를 사용하지 않을 수 있다.

[0122] 또는 기지국은 R-PDCCH 전송 시에 공간 다중화를 사용할 수도 있다. 기지국은 중계국이 블라인드 디코딩 또는 R-PDCCH의 전송 랭크를 블라인드 검출해야 하는 상황을 발생하지 않게 하기 위해 R-PDCCH의 전송 랭크 값을 상위 계층 신호(예를 들면 RRC 메시지)를 통해 중계국에게 전송할 수 있다. R-PDCCH 전송 랭크 값이 주어지면, 중계국은 R-PDCCH 영역에서 DM-RS가 할당되는 자원요소의 전체 개수 및 위치를 인식할 수 있다.

[0123] 도 12에서는 기지국이 상위 계층 신호를 통해 R-PDCCH를 위한 DM-RS의 인덱스 및/또는 R-PDCCH의 전송 랭크 값을 전송하는 예를 나타내었지만, 이러한 시그널링 오버헤드를 감소시키기 위해 상기 DM-RS 인덱스 또는 R-PDCCH의 전송 랭크 값은 특정 값으로 미리 고정될 수도 있다.

[0124] 기지국은 R-PDSCH에 사용되는 DM-RS의 인덱스를 R-PDCCH에 포함된 제어

정보를 통해 알려줄 수 있다(S200). 이 때, R-PDCCH에 사용되는 DM-RS 집합과 R-PDSCH에 사용되는 DM-RS 집합 간에 특정한 관계를 설정함으로써 R-PDCCH에 포함되는 제어 정보의 양을 줄일 수 있다.

- [0125] 예를 들어, 프라이머리 백홀 영역에 대해서는 R-PDCCH에 사용된 DM-RS를 R-PDSCH에 동일하게 사용할 수 있다. 다시 말해, 프라이머리 백홀 영역에 포함된 R-PDCCH, R-PDSCH에 대하여, R-PDCCH에 사용된 DM-RS는 언제나 R-PDSCH에 사용되는 것으로 미리 정할 수 있다. 즉, R-PDCCH에 사용되는 DM-RS의 집합은 R-PDSCH에 사용되는 DM-RS 집합의 서브집합이라고 표현할 수 있다.
- [0126] 이러한 관계 설정은 세컨더리 백홀 영역에서도 마찬가지로 적용할 수 있다. 즉, 프라이머리 백홀 영역에 포함된 R-PDCCH에 사용되는 DM-RS 집합은 세컨더리 백홀 영역에 포함된 R-PDSCH에 사용되는 DM-RS 집합의 서브 집합이다. 다시 말해 프라이머리 백홀 영역에 포함된 R-PDCCH에 사용된 DM-RS는 언제나 세컨더리 백홀 영역에 포함된 R-PDSCH에 사용된다.
- [0127] 이러한 방식에 의하여 R-PDSCH에 사용되는 DM-RS 집합을 결정하면, R-PDSCH에 사용되는 DM-RS 집합을 알려주기 위한 제어 정보 시그널링 오버헤드를 줄일 수 있다. 왜냐하면, 기지국과 중계국은 이미 R-PDSCH에 사용되는 DM-RS 인덱스 하나(즉, R-PDCCH에 사용되는 DM-RS 인덱스)를 상위 계층 신호를 통해 알고 있기 때문에 그 DM-RS 인덱스는 R-PDCCH의 제어 정보에서 생략할 수 있기 때문이다.
- [0128] 또한, DM-RS는 CRS/CSI-RS에 비해 빔포밍 이득(beamforming gain)을 제공한다. 예를 들어, R-PDSCH를 위한 DM-RS 인덱스를 지시하기 위해 비트맵이 사용되는 경우, 상기 비트맵에서 R-PDCCH에 사용되는 DM-RS 인덱스를 제외할 수 있다. 상술한 바와 같이 중계국은 이미 R-PDCCH에 사용되는 DM-RS가 R-PDSCH의 DM-RS로 사용된다 것을 알고 있기 때문이다.
- [0129] 또 다른 예로 DM-RS 인덱스가 연속하는 DM-RS 집합이 R-PDSCH 전송에 사용된다면, R-PDCCH를 통해 R-PDSCH의 전송 랭크 값만 알려주면 충분하다. 즉, R-PDCCH에 사용되는 DM-RS의 인덱스가 n 이라면, R-PDSCH를 위해 사용되는 DM-RS 인덱스는 $n, n+1, \dots, n+k-1$ 일 수 있다. 여기서 k 는 R-PDSCH의 전송 랭크 값을 나타낸다.
- [0130] 도 13은 DM-RS 인덱스가 연속하는 DM-RS 집합이 R-PDSCH 전송에 사용되는 경우, R-PDCCH의 DM-RS 인덱스와 R-PDSCH의 DM-RS 인덱스와의 관계를 나타낸다.
- [0131] 상위 계층 신호를 통해 R-PDCCH에 사용되는 DM-RS의 DM-RS 인덱스 값 n 을 알려주고, R-PDCCH의 제어 정보를 통해 R-PDSCH의 전송 랭크 값 k 를 알려주는 경우 R-PDSCH의 DM-RS는 DM-RS 인덱스 $n, n+1, \dots, n+k-1$ 의 값을 가질 수 있다.
- [0132] 다시 도 12를 참조하면, 중계국은 R-PDCCH를 디코딩한다(S300). 중계국은

R-PDCCH를 디코딩하여 R-PDSCH에 사용되는 DM-RS의 정확한 집합을 알 수 있다. 그리고, 기지국은 R-PDSCH를 전송하고(S400), 중계국은 R-PDSCH를 수신하여 디코딩한다(S500). 도 12에서는 중계국이 R-PDCCH를 디코딩한 후 기지국이 R-PDSCH를 전송하는 것으로 표현하였으나, 이는 설명의 편의를 위한 것일 뿐 제한이 아니다. 즉, 중계국은 R-PDCCH, R-PDSCH를 모두 수신한 후 R-PDCCH, R-PDSCH의 순으로 디코딩을 수행하거나, R-PDCCH의 디코딩 및 R-PDSCH의 수신이 동시에 수행될 수도 있다.

[0133] 2. R-PDCCH와 R-PDSCH에 사용되는 자원요소 맵핑.

[0134] 이하에서는 기지국이 R-PDCCH와 R-PDSCH에 사용되는 자원요소(resource element)를 결정하는 방법에 대해 설명한다.

[0135] 도 14는 노멀 CP에서 백홀 하향링크 서브프레임 내에 할당될 수 있는 참조신호 자원요소의 예를 나타낸다.

[0136] 도 14를 참조하면, 참조신호 자원요소는 시간 영역에서 하나의 서브프레임, 주파수 영역에서 12개의 부반송파를 포함하는 영역(이를 편의상 기본 단위 영역이라 칭한다)에 특정한 패턴을 가지고 할당된다. 예를 들어, CRS를 위한 참조신호 자원요소는 각 슬롯에서 첫번째, 두번째, 다섯번째 OFDM 심벌(만약, 슬롯 내의 OFDM 심벌들을 0부터 차례로 인덱싱한다면, OFDM 심벌 #0, OFDM 심벌 #1, OFDM 심벌 #4로 표현할 수도 있다)에서 3개의 부반송파 간격을 가지고 할당될 수 있다. DM-RS(DRS)를 위한 참조신호 자원요소(이하 DM-RS 자원요소)는 각 슬롯에서 6번째, 7번째 OFDM 심벌에 할당될 수 있다.

[0137] DM-RS(즉, DRS)의 경우, 랭크 2까지의 전송을 위해서는 기본 단위 영역에서 12개의 자원요소가 사용되고, 랭크 3 이상의 전송을 위해서는 기본 단위 영역에서 상기 랭크 2까지의 전송을 위한 12개의 자원요소와 추가로 12개의 자원요소가 사용되어 총 24개의 자원요소가 사용된다(물론 랭크에 따라 사용되는 자원요소의 개수는 예시일 뿐, 다른 개수의 자원요소가 사용될 수도 있다). 즉, DM-RS 자원요소는 R-PDSCH의 전송 랭크에 따라 그 개수 및 패턴이 결정된다.

[0138] 종래 중계국은 R-PDCCH를 디코딩한 후에야 R-PDSCH의 전송 랭크를 알 수 있다. 즉, 중계국은 R-PDCCH를 디코딩하기 전에는 R-PDSCH의 전송 랭크를 알 수 없다. 그런데, 문제는 중계국은 R-PDCCH를 디코딩하는데 DM-RS를 이용하는데, DM-RS 자원요소는 R-PDSCH의 전송 랭크에 따라 달라질 수 있다는 점이다.

[0139] 예를 들어, 도 14과 같이 4개의 OFDM 심벌(첫번째 슬롯의 네번째 OFDM 심벌부터 7번째 OFDM 심벌까지)이 R-PDCCH로 사용되는 경우, 중계국이 기본 단위 영역 내에 DM-RS 자원요소가 12개인지 24개인지를 알 수 없고, 상기 4개의 OFDM 심벌 내에 포함된 DM-RS 자원요소를 알 수 없다. 따라서, 중계국은 블라인드 디코딩을 통해 R-PDCCH를 디코딩하여야 한다. 즉, 상기 4개의 OFDM 심벌에서 모든 가능한 자원요소 조합에 대해 디코딩을 수행하는 방식으로

R-PDCCH를 디코딩하는 것이다. 이것은 중계국의 수신기 부담을 과도하게 증가시킨다.

- [0140] 이러한 문제를 해결하기 위해 기지국은 R-PDCCH 자원요소(즉, R-PDCCH의 제어정보가 맵핑되는 자원요소)는 DM-RS 전송에 사용될 수 있는 모든 자원요소(이를 DM-RS 후보 자원요소라 칭한다)와 겹치지 않는 자원요소로 제한할 수 있다. 즉, 기지국은 R-PDCCH 영역에서 DM-RS가 할당될 수 있는 모든 DM-RS 후보 자원요소를 천공(puncturing)하고 나머지 자원요소에 R-PDCCH로 전송되는 제어정보를 맵핑하여 전송할 수 있다. 이 때, 추가적으로 CSI-RS가 할당될 수 있는 모든 후보위치의 자원요소도 제외할 수 있다. 이 경우, CSI-RS에 대해 기지국은 시스템 정보를 통해 알려줄 수 있고, 중계국은 미리 어떤 자원요소를 통해 CSI-RS가 전송되는지 알 수 있다. 중계국은 DM-RS 자원요소가 DM-RS 후보 자원요소 즉, R-PDSCH의 최대 전송 랭크 값에 따른 패턴을 가진다는 가정하에 R-PDCCH를 디코딩할 수 있다.
- [0141] 기지국이 R-PDCCH 자원요소를 DM-RS 후보 자원요소와 겹치지 않는 자원요소로 제한하고 중계국이 R-PDCCH, R-PDSCH를 디코딩하는 과정은 구체적으로 다음 2가지 방법 중 어느 하나의 방법으로 구현될 수 있다.
- [0142] 1. 전체 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크를 가정하는 방법.
- [0143] 예를 들어, 기지국과 중계국 1, 중계국 2이 통신하는 경우를 가정한다. 이 때, 기지국과 중계국 1간의 백홀 하향링크에서 최대 전송 랭크는 2이고, 기지국과 중계국 2간의 백홀 하향링크에서 최대 전송 랭크는 8이라고 가정하자. 그러면 전체 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크는 8이 된다.
- [0144] 이러한 경우, 기지국은 중계국 1, 중계국 2 모두에 대해 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크인 8을 가정하고, R-PDCCH 영역에서 R-PDCCH 자원요소를 맵핑할 수 있다. 즉, 중계국 1, 중계국 2 모두 자신의 R-PDCCH를 디코딩하는 경우 DM-RM 자원요소는 랭크 3이상인 경우에 대하여 맵핑되었음을 가정하고 R-PDCCH 영역에서 DM-RS 자원요소를 제외한 나머지 자원요소를 R-PDCCH 자원요소로 가정한다. 다시 말해, 중계국 1, 중계국 2 모두 기본 단위 영역에서 24개의 자원요소에 DM-RS가 맵핑되어 있는 경우를 가정하고 R-PDCCH 영역에서 DM-RS 자원요소와 겹치지 않는 자원요소를 이용하여 R-PDCCH를 디코딩한다.
- [0145] 다른 예로, 기지국과 중계국 1, 중계국 2가 통신하는 경우에 기지국과 중계국 1간의 백홀 하향링크에서 최대 전송 랭크는 2이고, 기지국과 중계국 2간의 백홀 하향링크에서도 최대 전송 랭크가 2일 수 있다. 이러한 경우, 전체 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크는 2가 된다. 이러한 경우에는 기지국과 모든 중계국 간의 각 백홀 하향링크에서 3 이상의 랭크 값을 가지는 전송 가능성이 없다. 따라서, 기지국은 DM-RS 자원요소가 기본 단위 영역에 12개인 경우에 있어서의 R-PDCCH 영역과 같이 R-PDCCH 자원요소를 맵핑하고, 각 중계국은 DM-RS 자원요소가 기본 단위 영역에 12개인 경우에 있어서의 R-PDCCH 영역을 가정하고 R-PDCCH를 디코딩할 수 있다.

- [0146] 도 15는 상술한 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크를 가정하는 방법을 적용하는 경우 기지국과 중계국 간의 시그널링 과정을 나타내는 예이다.
- [0147] 기지국은 RRC 메시지와 같은 상위 계층 신호를 통해 전체 백홀 하향링크 최대 전송 랭크 값을 전송한다(S101). 전체 백홀 하향링크 최대 전송 랭크 값은 백홀 하향링크에서 최대로 전송될 수 있는 독립적인 스트림의 개수와 같다. 도면에는 도시하지 않았지만, 기지국은 상위 계층 신호를 통해 R-PDCCH를 위한 DM-RS의 인덱스도 함께 전송할 수 있다. 전체 백홀 하향링크 최대 전송 랭크 값은 중계국이 기지국으로부터 수신하는 제어정보 즉, R-PDCCH를 통해 수신하는 제어정보를 디코딩할 때의 DM-RS의 오버헤드를 결정하기 위해 사용하는 전송 랭크 값으로 기지국 및 중계국이 가정하는 값이다.
- [0148] 기지국은 전체 백홀 하향링크 최대 전송 랭크 값을 가정한 DM-RS가 맵핑된 R-PDCCH를 중계국에게 전송한다(S201). 중계국은 백홀 하향링크에서 전체 백홀 하향링크 최대 전송 랭크 값을 가질 때의 DM-RS 맵핑을 가정하고 R-PDCCH 제어정보를 디코딩한다(S301). 기지국은 R-PDSCH를 중계국에게 전송한다(S401). 중계국은 R-PDSCH를 디코딩한다(S501). 상술한 바와 같이 R-PDSCH는 실제 전송 랭크 값에 따라 맵핑된 DM-RS를 이용하여 디코딩된다.
- [0149] 도 15에서는 R-PDSCH 영역에서 중계국에 대한 데이터 채널 즉, R-PDSCH가 전송되는 예를 나타내었는데 경우에 따라 R-PDSCH 영역에서 제어 채널이 전송될 수도 있다. 이러한 경우, 편의상 R-PDCCH 영역에서 전송되는 중계국에 대한 제어채널을 제1 R-PDCCH라 하고, R-PDSCH 영역에서 전송되는 중계국에 대한 제어채널을 제2 R-PDCCH라 칭할 수 있다. 제1 R-PDCCH와 제2 R-PDCCH는 동일한 중계국에 대한 제어정보를 포함할 수도 있고, 서로 다른 중계국에 대한 제어정보를 포함할 수도 있다. 이 때, 제2 R-PDCCH의 실제 전송 랭크 및 그에 따른 DM-RS의 오버헤드(기본 단위 영역에서 DM-RS의 개수 또는 패턴)는 사전에 정의된 값(예를 들어 전송 랭크 1 및 그에 따른 DM-RS의 오버헤드)으로 가정될 수 있다.
- [0150] 2. 중계국 특정적으로 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크를 가정하는 방법.
- [0151] 기지국은 상위 계층 신호를 통해 각 중계국에게 알려준 각 중계국의 개별적인 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크를 가정하고 R-PDCCH 자원요소를 맵핑할 수 있다.
- [0152] 예를 들어, 기지국과 중계국 1간의 백홀 하향링크에서 최대 전송 랭크가 2이고, 기지국과 중계국 2간의 백홀 하향링크에서 최대 전송 랭크는 8이라고 가정하자.
- [0153] 이러한 경우 기지국은 중계국 1에 대해서는 최대 전송 랭크가 2라는 가정하에 R-PDCCH 영역에서 DM-RS 자원요소를 맵핑하고 DM-RS 자원요소와 겹치지 않는 자원요소에 R-PDCCH 제어정보를 맵핑할 수 있다. 그러면 중계국 1은 기본 단위 영역에서 12개의 자원요소에 DM-RS가 맵핑되어 있는 경우를 가정하고 R-PDCCH 영역에서 DM-RS 자원요소와 겹치지 않는 자원요소를 이용하여 R-PDCCH를 디코딩한다.

- [0154] 기지국은 중계국 2에 대해서는 최대 전송 랭크가 8이라는 가정하에 R-PDCCH 영역에 DM-RS 자원요소를 맵핑하고 DM-RS 자원요소와 겹치지 않는 자원요소에 R-PDCCH 제어정보를 맵핑할 수 있다. 그러면, 중계국 2는 기본 단위 영역에서 24개의 자원요소에 DM-RS가 맵핑되어 있는 경우를 가정하고 R-PDCCH 영역에서 DM-RS 자원요소와 겹치지 않는 자원요소를 이용하여 R-PDCCH를 디코딩한다.
- [0155] 도 16은 상술한 중계국 특징적으로 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크를 가정하는 방법을 적용하는 경우 기지국과 중계국 간의 시그널링 과정을 나타내는 예이다.
- [0156] 기지국은 RRC 메시지와 같은 상위 계층 신호를 통해 중계국 특징적인 백홀 하향링크 최대 전송 랭크 값을 전송한다(S102). 중계국 특징적인 백홀 하향링크 최대 전송 랭크 값은 각각의 중계국이 기지국으로부터 수신하는 제어정보 즉, R-PDCCH를 통해 수신하는 제어정보를 디코딩할 때의 DM-RS의 오버헤드를 결정하기 위해 사용하는 전송 랭크 값으로 기지국 및 중계국이 가정하는 값이다. 중계국 특징적인 백홀 하향링크 최대 전송 랭크 값은 각 중계국 별로 달라질 수 있다. 도면에는 도시하지 않았지만, 기지국은 상위 계층 신호를 통해 R-PDCCH를 위한 DM-RS의 인덱스도 함께 전송할 수 있다.
- [0157] 기지국은 중계국 특징적인 백홀 하향링크 최대 전송 랭크 값을 가정한 DM-RS가 맵핑된 R-PDCCH를 중계국에게 전송한다(S202). 중계국은 백홀 하향링크에서 중계국 특징적인 백홀 하향링크 최대 전송 랭크 값을 가질 때의 DM-RS 맵핑을 가정하고 R-PDCCH 제어정보를 디코딩한다(S302). 기지국은 R-PDSCH를 중계국에게 전송한다(S402). 중계국은 R-PDSCH를 디코딩한다(S502). 경우에 따라 R-PDSCH 영역에서는 상기 '1. 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크를 가정하는 방법'에서 설명한 바와 마찬가지로 제 2의 R-PDCCH가 전송될 수 있으며, 이 경우 제 2의 R-PDCCH의 실제 전송 랭크 및 그에 따른 DM-RS 오버헤드는 사전에 정의된 값(예를 들어, 전송 랭크 1 및 이에 따른 DM-RS 오버헤드)으로 가정될 수 있다.
- [0158] 상술한 '1. 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크를 가정하는 방법' 및 '2. 중계국 개별적으로 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크를 가정하는 방법'의 2 가지 방법 중 어느 하나에 의해 중계국이 R-PDCCH를 성공적으로 디코딩하면, 중계국은 R-PDSCH의 전송 랭크를 알 수 있다. 따라서, 기지국은 R-PDSCH 영역에 대해서는 각 중계국에 대한 실제의 전송 랭크에 따라 DM-RS 자원요소를 맵핑할 수 있다. 즉, 기지국은 R-PDSCH 영역에 대해서는 R-PDCCH 영역과 같이 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크나 각 중계국 개별적인 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크를 가정하여 DM-RS 및 R-PDSCH 데이터를 맵핑하는 것이 아니라 실제 전송 랭크에 따라 DM-RS 및 R-PDSCH 데이터를 맵핑한다. 따라서, R-PDSCH 영역에서 R-PDSCH 자원요소(R-PDSCH에서 데이터가 맵핑되는 자원요소)는 DM-RS 후보 자원요소 중에서 실제로 DM-RS 전송에 사용되지 않는 자원요소를

포함할 수 있다. 중계국은 R-PDCCH를 디코딩하여 R-PDSCH를 실제 전송 랭크에 따라 정확히 디코딩할 수 있다.

- [0159] 이하의 설명에서 중계국이 R-PDCCH 영역에 대해 백홀 링크의 최대 전송 랭크를 가정한다는 표현은 상술한 1. 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크를 가정하는 방법 및 2. 중계국 개별적으로 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크를 가정하는 방법을 포괄한다.
- [0160] 도 17은 백홀 하향링크 서브프레임의 R-PDCCH 영역에서 중계국이 가정하는 DM-RS 자원요소의 예를 나타낸다.
- [0161] 도 17을 참조하면, 중계국은 R-PDSCH가 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크 값으로 전송되는 경우 배치되는 DM-RS 자원요소를 가정하고, R-PDCCH 디코딩을 수행한다. 즉, R-PDCCH 영역 내에 DM-RS 자원요소는 R-PDSCH 전송이 랭크 3 이상인 경우 배치되는 DM-RS 자원요소를 가정한다.
- [0162] 중계국은 R-PDCCH를 디코딩하면 실제 R-PDSCH 전송의 랭크 값을 알 수 있다. 따라서, 중계국은 R-PDSCH 영역은 R-PDSCH 전송의 랭크 값에 따른 DM-RS 자원요소를 고려하여 디코딩하면 된다. 도 17은 R-PDSCH 전송이 랭크 1 또는 랭크 2 전송 중 어느 하나인 경우를 예시한다.
- [0163]
- [0164] 도 18은 백홀 하향링크 서브프레임의 DM-RS 자원요소의 예를 나타낸다.
- [0165] 도 18과 같이 기지국은 실제 R-PDSCH의 전송 랭크 값에 관계없이 최대 전송 랭크 값에 대한 DM-RS를 가정하고, DM-RS가 할당되지 않은 자원요소에 R-PDCCH, R-PDSCH를 할당할 수 있다. 중계국은 R-PDSCH의 최대 전송 랭크 값에 대한 DM-RS를 가정하고, DM-RS가 할당될 수 있는 자원요소와 겹치지 않는 자원요소에 대해 R-PDCCH, R-PDSCH 디코딩을 수행할 수 있다. 즉, 기지국은 백홀 하향링크 서브프레임의 각 슬롯에서 DM-RS의 구조를 동일하게 유지할 수 있다. 이는 복잡도 증가를 방지하고 구현의 편의성을 높이는 방법이다.
- [0166]
- [0167] 3. R-PDCCH와 R-PDSCH에 적용되는 프리코딩 행렬/벡터
- [0168] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 전송기 구조의 일 예를 나타낸다.
- [0169] 도 19를 참조하면, 전송기는 MIMO 프로세서(171), 참조신호 생성기(172), 프리코더(173)를 포함한다. 전송기는 기지국의 일 부분일 수 있다.
- [0170] MIMO 프로세서(171)는 중계국에게 전송할 제어 정보 및 데이터를 생성한다. MIMO 프로세서(171)는 상기 제어 정보 및 데이터를 정보 스트림(information stream, IS)으로 R개(IS#1 내지 IS#R) 생성한다. 여기서, R은 공간 레이어의 개수를 나타낸다.
- [0171] 프리코더(172)는 MIMO 프로세서(171)로부터 공간 스트림(spatial stream, SS)을 입력 받아 프리코딩 행렬/벡터를 적용하여 전송 안테나 개수 N_T 와 같은 전송 스트림(transmit stream, TS)을 생성한다(TS#1 내지 TS# N_T).

- [0172] 참조신호 생성기(173)는 참조신호 시퀀스를 생성하여 프리코더(172)의 입력 또는 출력에 제공한다. 상술한 DM-RS로 사용되는 DRS는 프리코더(172)의 입력에 제공되어 프리코더(172)에 의해 프리코딩된 후 전송 스트림에 포함되어 출력된다. 즉, DRS는 프리코딩된 참조신호가 된다. CRS는 프리코더(173)의 출력에 더해져서 전송 스트림에 포함된다.
- [0173] 만약, DRS가 R-PDCCH, R-PDSCH를 위해 사용되는 경우, 프리코딩된 참조신호를 지원하기 위해 상기 2개의 채널(R-PDCCH, R-PDSCH)에 대한 프리코딩 행렬이 필요하다. 이러한 경우, 기지국은 R-PDCCH를 위한 프리코딩 행렬/벡터를 R-PDSCH를 위해 사용되는 프리코딩 행렬/벡터의 부분집합(subset)으로 설정할 수 있다.
- [0174] 예를 들어, R-PDSCH에 사용되는 프리코딩 행렬 $\mathbf{W}$ 는 다음 식 12와 같이 나타낼 수 있다.

[0175]

$$\mathbf{W} = (\mathbf{w}_0 \quad \mathbf{w}_1 \quad \cdots \quad \mathbf{w}_{R-1}) = \begin{pmatrix} w_{01} & w_{11} & \cdots & w_{(R-1)1} \\ w_{02} & w_{12} & \cdots & w_{(R-1)2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{0Nt} & w_{1Nt} & \cdots & w_{(R-1)Nt} \end{pmatrix}$$

- [0176] 여기서, $\mathbf{w}_i$ 는 프리코딩 행렬 $\mathbf{W}$ 의 i 번째 열 벡터(column vector)를 나타낸다($i=0, \dots, R-1$). 만약, R-PDSCH의 랭크가 3인 경우, 상기 프리코딩 행렬 $\mathbf{W}$ 는 $(\mathbf{w}_0, \mathbf{w}_1, \mathbf{w}_2)$ 로 나타낼 수 있다. 이 때, R-PDCCH의 랭크가 1이라면, R-PDCCH를 위한 프리코딩 벡터는 R-PDSCH의 랭크 3 프리코딩 행렬에서 어느 하나의 열 벡터로 선택될 수 있다. 즉, 상기 $\mathbf{w}_0, \mathbf{w}_1, \mathbf{w}_2$ 중 어느 하나를 선택할 수 있다.
- [0177] 만약, R-PDCCH의 전송 랭크가 X 로 주어진다면, 다양한 방법에 의해 프리코딩 벡터를 선택할 수 있다. 예를 들면, R-PDSCH에 적용되는 프리코딩 행렬에서 첫번째 X 개의 열 벡터를 선택할 수도 있고, 마지막 X 개의 열 벡터를 선택할 수도 있다. 또는 명시적인 시그널링을 통해 프리코딩 행렬에서 임의의 X 개의 열 벡터를 선택할 수도 있다.
- [0178] 상술한 방법은 R-PDCCH에 사용되는 프리코딩 벡터/행렬이 R-PDSCH에 사용되는 프리코딩 행렬/벡터의 부분집합(subset)임을 의미한다. 또한, DRS(즉, DM-RS) 전송 안테나 포트(또는 레이어)가 R-PDCCH와 R-PDSCH에 모두 사용된다는 의미이다. 즉, R-PDCCH와 R-PDSCH는 시간/주파수 영역에서 자원요소가 배타적으로 다중화되거나(서로 다른 자원요소에 할당된다는 의미이다), 공간적으로 배타적인 것은 아니다.
- [0179] 한편, DM-RS 자원요소가 서브프레임의 슬롯을 경계로 양 슬롯에 동일하게 배치되고, R-PDCCH가 맵핑되는 R-PDCCH 자원요소는 디코딩 지원을 방지하기

위해 첫번째 슬롯에만 존재한다는 점을 고려하여 다른 방법을 사용할 수도 있다. 즉, 첫번째 슬롯의 DM-RS 자원요소는 R-PDCCH의 복조를 위해서 사용하고, 두번째 슬롯의 DM-RS 자원요소는 R-PDSCH의 복조를 위해서 사용하는 것이다. 그러면, DM-RS에는 채널 타입 즉, R-PDCCH인가 아니면 R-PDSCH인가에 따라서 서로 다른 프리코딩 행렬이 적용될 수 있다. 이러한 방법을 지원하기 위해 기지국은 R-PDCCH에 사용되는 DM-RS의 인덱스는 상위 계층 신호를 통해 반정적(semi-statically)으로 시그널링하고, R-PDSCH에 사용되는 DM-RS의 인덱스는 해당하는 R-PDCCH에서 시그널링할 수 있다. R-PDCCH와 R-PDSCH의 복조 시에 서로 다른 슬롯의 DM-RS 자원요소를 사용하게 되면 동일한 DM-RS 인덱스를 가지고 R-PDCCH와 R-PDSCH를 복조하더라도 2개의 DM-RS 사용에 중복되는 부분이 없다. 따라서, R-PDSCH의 랭크에 관계없이 R-PDCCH를 복조하기 위한 DM-RS 자원요소를 알 수 있다. 중계국은 R-PDCCH 자원요소와 DM-RS 자원요소를 구분하기 위해 블라인드 디코딩을 수행할 필요가 없다.

[0180] 또는 R-PDCCH는 R-PDSCH에 의해 사용되지 않는 하나의 전용 DM-RS 전송 안테나 포트를 사용하여 전송할 수 있다(R-PDCCH에 전송 다이버시티가 적용되는 경우 R-PDCCH를 2개의 DM-RS 전송 안테나 포트를 사용하여 전송할 수 있다). 이러한 방법에서는 R-PDCCH와 R-PDSCH가 배타적으로 공간 다중화된다. 이 때, R-PDCCH는 CDD(cyclic delay diversity)나 전송 다이버시티 기법 예를 들면, STBC(space-time block coding), SFBC(space-frequency block coding) 또는 STBC와 SFBC의 조합을 사용하여 전송될 수 있다.

[0181] 또는 기지국이 R-PDCCH가 전송되는 서브프레임에서 CRS를 전송하고, 중계국이 R-PDCCH는 CRS를 이용하여 복조하고, R-PDSCH는 DM-RS를 이용하여 복조하도록 할 수 있다. 일반적으로 CRS는 시스템 대역 전체에 걸쳐 전송되며 서브프레임 전체에 걸쳐 전송되는데, LTE-A 서브프레임(예를 들어, MBSFN 서브프레임 또는 페이크 MBSFN 서브프레임)에서는 기지국이 최소 소정 개수의 OFDM 심벌에서만 CRS를 전송한다. 여기서, MBSFN 서브프레임 또는 페이크 MBSFN 서브프레임은 MBMS를 위한 MBSFN 서브프레임과 동일한 구조를 가지나 MBMS를 위한 용도로 사용되는 서브프레임은 아니다. 즉, MBSFN 서브프레임 또는 페이크 MBSFN 서브프레임은 기지국이 중계국에게 백홀 신호를 전송하기 위한 서브프레임으로, 서브프레임의 최소 소정 개수의 OFDM 심벌에서 매크로 단말에게 신호 수신 및 측정이 불필요한 서브프레임이라는 정보를 주고 이후의 OFDM 심벌에서 중계국에게 백홀 신호를 전송하는 서브프레임이다. 이러한 LTE-A 서브프레임에서 중계국은 CRS가 R-PDCCH가 전송되는 자원블록(물론 이러한 자원블록에 R-PDSCH도 포함될 수 있다)에만 위치한다고 가정하고, R-PDCCH를 복조할 수 있다. 기지국이 중계국에게 LTE-A 서브프레임을 알려주면, 상술한 방법에 따라 시스템 전체 대역에 걸쳐 전송되는 CRS를 이용하여 R-PDCCH를 복조할 수 있다. 기지국에 의해 R-PDCCH는 SFBC와 같은 전송 다이버시티 기법을 이용하여 전송될 수

있고, 중계국은 R-PDCCH가 전송되는 자원 블록에서 CRS만 존재한다고 가정하고 복조할 수 있다. 그리고 R-PDSCH는 DM-RS를 이용하여 복조할 수 있다. 만약, 백홀 전송에 사용되는 자원이 매크로 단말에 대한 전송에 사용되는 자원과 공간 다중화된다면(즉, 단말과 중계국 간에 다중 사용자 MIMO가 사용된다면), 공간 다중화된 단말은 그 서브프레임에 다중 사용자 MIMO 전송을 위해 CRS가 있다는 것을 전달받아야 한다.

[0182] 기지국은 R-PDCCH를 CRS가 전송되는 안테나 포트와 동일한 안테나 포트를 통해 전송할 수 있다. 반면, R-PDSCH는 DM-RS가 전송되는 안테나 포트와 동일한 안테나 포트를 통해 전송할 수 있다. 이러한 방법에 의하면, 기지국이 R-PDCCH를 전송할 때 CRS를 사용하여 전송 다이버시티나 공간 다중화 기법으로 전송할 수 있도록 한다. 동시에 R-PDSCH는 R-PDCCH와 다르게 프리코딩하거나 서브밴드 프리코딩할 수 있다.

[0183]

[0184] 경우에 따라 R-PDCCH 영역에서 DM-RS가 전송될 수 있는 모든 자원요소를 천공하는 것이 어려울 수 있다. 참조신호 오버헤드가 과도하게 증가하기 때문이다. 이러한 경우, R-PDCCH가 전송되는 OFDM 심벌 구간에서는 특정 레이어에 대한 DM-RS 참조신호만 맵핑할 수 있다. 여기서, 특정 레이어는 R-PDCCH가 전송될 수 있는 특정 랭크까지의 레이어일 수 있다.

[0185] 도 20은 기지국이 R-PDCCH 영역과 R-PDSCH 영역에 랭크에 따라 DM-RS 자원요소를 맵핑하는 예를 나타낸다.

[0186] 예를 들어, R-PDSCH의 전송 랭크가 3 이상이고, R-PDCCH의 전송 랭크는 2로 제한하는 경우, R-PDCCH가 전송되는 OFDM 심벌 구간에서는 레이어 1 및 2를 위한 DM-RS(DRS) 자원요소만 맵핑된다. 반면 R-PDSCH 영역에는 레이어 1 및 2를 위한 DM-RS 자원요소 및 레이어 3이상을 위한 DM-RS 자원요소가 모두 맵핑된다. 즉, 전송 랭크 2까지의 DM-RS는 R-PDCCH 영역 및 R-PDSCH 영역에서 모두 사용되고, 랭크 3 이상의 DM-RS는 R-PDSCH 영역에서만 사용된다. CSI-RS를 위한 자원요소들은 CSI-RS에 의해 사용되는 자원요소에 전용되어야 할 심벌이 없기 때문에 DM-RS가 배치되는 심벌과 동일한 심벌에 위치할 수 있다. 이것은 확장 CP를 위해 유용하다.

[0187]

[0188] 기지국은 DM-RS가 맵핑될 수 있는 자원요소에 R-PDCCH가 맵핑되는 것을 방지하기 위해 R-PDCCH를 DM-RS가 포함되지 않는 'N'개의 OFDM 심벌 구간에 맵핑할 수 있다. 이러한 방법은 R-PDCCH의 검출과 디코딩을 빠르게 하며 R-PDSCH의 검출과 디코딩도 빠르게 할 수 있다. 여기서, N은 상위 계층 신호에 의해 설정될 수 있다. 또는 미리 고정된 특정한 값일 수도 있다.

[0189] R-PDCCH가 맵핑되는 OFDM 심벌 구간 내에서 CSI-RS를 맵핑하는 경우, CSI-RS가 맵핑되는지 여부에 따라 R-PDCCH의 맵핑이 달라질 수 있다. 따라서, CSI-RS가 맵핑되는 OFDM 심벌에도 R-PDCCH를 맵핑하지 않을 수 있다. 또는

CSI-RS가 맵핑되는 자원요소를 제외한 다른 자원요소에 R-PDCCH를 맵핑할 수 있다. 두번째 방법은 추가적인 수신기 검출 및 디코딩 복잡도 없이 가능하다. 왜냐하면, 중계국은 R-PDCCH 영역 내에 CSI-RS가 있는지 여부를 시스템 정보를 통해 알 수 있기 때문이다.

[0190]

[0191] 기지국은 중계국에게 백홀 링크에 할당되는 백홀 서브프레임의 타입에 대한 정보를 전송하고, 중계국은 백홀 서브프레임의 타입에 따라 R-PDCCH가 맵핑되는 자원요소를 구분하여 복조할 수 있다.

[0192] 중계국이 R-PDCCH나 R-PDSCH를 수신하는 백홀 서브프레임을 기지국이 MBSFN 서브프레임 또는 페이크 MBSFN 서브프레임(이하 MBSFN 서브프레임)으로 설정하는 경우, 기지국은 상기 백홀 서브프레임의 1, 2번째 OFDM 심벌을 제외한 OFDM 심벌에서는 CRS 전송을 하지 않는다. 이것은 기지국이 백홀 서브프레임을 MBSFN 서브프레임으로 설정하는지 여부에 따라 R-PDCCH 자원요소 맵핑이 달라질 수 있다는 것을 의미한다. 백홀 서브프레임에 CRS 자원요소가 어떤 OFDM 심벌 구간에 삽입되는지 여부가 달라지기 때문이다.

[0193] 만약, 기지국이 특정 백홀 서브프레임이 MBSFN 서브프레임임을 중계국에게 시그널링하고 따라서 중계국이 CRS의 존부를 미리 알 수 있다면, 기지국은 R-PDCCH를 CRS 자원요소가 아닌 자원요소에 매핑하여 전송할 수 있다. 구체적으로 기지국은 CRS가 존재하는 서브프레임에서는 R-PDCCH를 CRS 자원요소에 매핑하지 않는 반면, CRS가 존재하지 않는 서브프레임에서는(예를 들어 MBSFN 서브프레임) R-PDCCH를 CRS가 배치될 수 있는 자원요소에도 매핑시키는 것이 가능하다.

[0194] 중계국에게 백홀 서브프레임의 타입에 대한 정보가 주어지지 않는 경우, 기지국은 실제로 CRS가 전송되는지 여부에 관계없이 R-PDCCH를 CRS가 할당될 수 있는 자원요소를 제외한 자원요소에 맵핑한다. 즉, 중계국이 특정 백홀 서브프레임이 MBSFN 서브프레임인지 여부를 미리 알 수 없다면, R-PDCCH는 CRS가 할당될 수 있는 자원요소가 아닌 자원요소에 맵핑되어 전송된다.

[0195]

[0196] 도 21은 주파수 영역에서 하나의 자원블록 내에 복수의 R-PDCCH가 다중화되는 경우, 복수의 R-PDCCH를 서로 다른 공간 레이어로 전송하는 예를 나타낸다.

[0197] R-PDSCH와 R-PDCCH가 주파수 영역에서 분리되어 다중화될 수 있다. 예를 들어, 주파수 영역에서 하나의 자원블록(즉, 12 부반송파) 내에 R-PDCCH의 자원요소와 R-PDSCH의 자원요소가 다중화되지 않고 서로 다른 자원블록에 포함되는 경우이다. 이 때, 주파수 영역에서 하나의 자원블록에 기지국이 중계국에게 R-PDCCH를 신뢰성 있게 전송하는데 필요한 자원요소보다 더 많은

자원요소를 포함할 수 있다. 이러한 경우, 서로 다른 중계국에게 전송되는 복수의 R-PDCCH가 주파수 영역에서 동일한 자원블록 내에 다중화될 수 있다. 만약, 기지국이 상술한 복수의 R-PDCCH 전송 시에 프리코딩된 DM-RS를 이용한다면, 이격된 중계국에 대해 좋은 SINR(signal to interference plus noise ratio)을 제공하는 프리코딩 벡터를 찾는 것이 어려울 수 있다.

[0198] 이러한 이유로 기지국은 복수의 중계국 간에 직교한 공간 레이어 전송을 수행할 수 있다. 예를 들어, 주파수 영역에서 하나의 자원블록에 2개의 R-PDCCH(R-PDCCH FOR RN#1, R-PDCCH FOR RN#2)가 다중화되는 경우, 각 R-PDCCH는 서로 다른 슬롯에서 전송될 수 있다.

[0199] 이와 동시에 각 R-PDCCH는 서로 다른 DM-RS 안테나 포트에서 전송될 수 있다. 이것은 서로 다른 R-PDCCH는 하나의 자원블록 내에서 서로 다른 시간/주파수 상의 자원요소에 맵핑된다는 것과 실질적으로 동일한 의미이다. 각 R-PDCCH에 서로 다른 프리코딩을 적용하기 위해서 기지국은 각 R-PDCCH를 서로 다른 DM-RS 안테나 포트를 통해 전송한다. 이 경우, 각각의 서로 다른 중계국으로 전송되는 R-PDCCH는 서로 다른 공간 레이어에서 전송되고, 각 R-PDCCH를 위한 DM-RS는 동일한 시간/주파수 영역의 자원요소에서 전송되고 직교 코드에 의해 코드 영역에서 다중화된다. 이러한 방법에 의하면 각 R-PDCCH 자원요소의 개수가 하나의 자원블록 내에 복수의 R-PDCCH가 포함되는지 여부에 따라 변경되는 것을 방지할 수 있다.

[0200]

[0201] R-PDCCH와 R-PDSCH가 PRB(physical resource block) 쌍 내에서 전송되는 경우, R-PDCCH의 전송 레이어의 수와 R-PDSCH의 전송 레이어의 수는 서로 다를 수 있다(도 13 참조). 이러한 경우, 기지국은 R-PDCCH가 전송되는 자원요소 그룹 중 일부에는 R-PDSCH 전송 레이어의 프리코딩 벡터들의 선형 결합으로 이루어지는 프리코딩 벡터로 프리코딩하여 전송하고, 다른 자원요소 그룹에는 R-PDSCH 전송 레이어의 프리코딩 벡터들의 다른 선형 결합으로 이루어지는 프리코딩 벡터로 프리코딩하여 전송할 수 있다.

[0202] 예를 들어, R-PDCCH는 하나의 전송 레이어를 가지고, R-PDSCH는 K개의 전송 레이어를 가지는 경우를 가정하자. 이 때, R-PDSCH의 k 레이어(k는 0, 1, ..., K-1 중 어느 하나)는 DM-RS 안테나 포트 $n_0, n_1, \dots, n_{K-1}$ 에 맵핑된다. 이 때, 프리코딩 벡터 $\mathbf{v}_m = [v_{m,0} \ v_{m,1} \ \dots \ v_{m,P-1}]$ (여기서, P는 전송 안테나 포트의 개수를 나타낸다)는 R-PDSCH의 전송 레이어 m 및 DM-RS 안테나 포트 n_m 에 공통적으로 적용된다고 가정한다.

[0203] 그러면, R-PDCCH 전송에 사용되는 자원요소들을 G 개의 자원요소 그룹(R-PDCCH 자원요소 그룹)으로 그룹핑할 수 있다. 이러한 자원요소 그룹핑은 바람직하게는 시간/주파수 영역에서 인접한 자원요소가 동일한 그룹 내에 포함되지 않도록 그룹핑된다(그룹핑 설정은 미리 정해지거나 중계국에게 시그널링될 수 있다). 자원요소 그룹 g(g는 1 내지 G 중 어느 하나의 자연수)는

자신의 조합 가중치 $a_g = [a_{g,0} \ a_{g,1} \ \dots \ a_{g,k-1}]$ 을 가지는데, 이러한 조합 가중치는 미리 정해지거나 중계국에게 시그널링될 수 있다.

- [0204] 기지국은 R-PDCCH를 전송할 때, 자원요소 그룹 g 의 자원요소들에 맵핑되는 신호를 프리코딩 벡터 $a_{g,0} \cdot v_0 + a_{g,1} \cdot v_1 + \dots + a_{g,k-1} \cdot v_{k-1}$ 에 의해 프리코딩한다. 즉, R-PDSCH의 프리코딩 벡터들에 자원요소 그룹 g 의 조합 가중치를 적용한 선형 결합 벡터로 프리코딩한다. 다시 말해, R-PDCCH 자원요소 집합들은 R-PDSCH 프리코딩 벡터들에 자신의 조합 가중치를 적용한 선형 결합 벡터로 각각 프리코딩된다. 이러한 방법을 이용하면, 기지국이 R-PDCCH를 전송할 때 더 많은 공간 다이버시티 이득(spatial diversity gain)을 얻을 수 있다.
- [0205] 상술한 예에서 중계국은 R-PDCCH를 다음 과정을 거쳐 복조할 수 있다.
- [0206] 1. 각 R-PDSCH 전송 레이어의 실효 채널(프리코딩 벡터가 곱해진 채널)을 추정한다.
- [0207] 2. 각 R-PDCCH 자원요소 그룹의 조합 가중치를 적용하여 각 R-PDCCH 자원요소 그룹의 실효채널을 찾는다.
- [0208] 3. 해당 R-PDCCH 자원요소 그룹의 실효채널로부터 R-PDCCH 자원요소들을 복조한다.
- [0209] 모든 R-PDCCH 자원요소를 위한 조합 가중치는 예를 들어, $[1 \ 0 \ \dots \ 0]$ 일 수 있다. 이것은 R-PDSCH 전송 레이어 0의 프리코딩 벡터(R-PDSCH 전송 레이어 0의 DM-RS 안테나 포트)가 R-PDCCH를 위해 사용된다는 것을 의미한다.
- [0210] 다른 예로 $g = k$ 이고, $a_0 = [1 \ 0 \ \dots \ 0]$, $a_1 = [0 \ 1 \ 0 \ \dots \ 0]$, ..., $a_g = [0 \ \dots \ 0 \ 1]$ 일 수 있다. 이러한 경우, R-PDSCH 전송 레이어 g 의 프리코딩 벡터(그리고, DM-RS 안테나 포트)가 R-PDCCH 자원요소 그룹 g 를 위해 사용되는데, 이것은 각 R-PDSCH 전송 레이어의 프리코딩 벡터와 DM-RS 안테나 포트가 R-PDCCH에 적용된다는 것을 의미한다. 또는 g 가 미리 정해지거나 중계국에게 시그널링되는 특정 값인 경우, $a_0 = [1 \ 0 \ \dots \ 0]$, $a_1 = [0 \ 1 \ 0 \ \dots \ 0]$, ..., $a_g = [0 \ \dots \ 0 \ 1]$ 를 사용할 수 있다.
- [0211] 또 다른 예로 각 자원요소 그룹(R-PDCCH 자원요소 그룹)의 조합 가중치로, 특정 공통 벡터의 순환 쉬프트(circular shift)를 사용하는 것이다. 예컨대, DFT(discrete Fourier transform) 시퀀스 $a_g = [\exp(0 \cdot j2\pi g/k) \ \exp(1 \cdot j2\pi g/k) \ \dots \ \exp((k-1) \cdot j2\pi g/k)]$ 를 자원요소 그룹의 조합 가중치로 사용할 수 있다. 만약, R-PDSCH 전송 레이어의 개수가 2이고 R-PDCCH 자원요소 그룹의 개수가 2라면, $a_0 = [1 \ 1]$, $a_1 = [1 \ -1]$ 을 사용할 수 있다. 이는 $(v_0 + v_1)$ 이 자원요소 그룹 0에 적용되고, $(v_0 - v_1)$ 이 자원요소 그룹 1에 적용된다는 것을 의미한다. 또는 DFT 시퀀스 $a_g = [\exp(0 \cdot j2\pi g/L) \ \exp(1 \cdot j2\pi g/L) \ \dots \ \exp((L-1) \cdot j2\pi g/L)]$ 을 자원요소 그룹의 조합 가중치로 사용할 수 있다. 여기서, L 은 미리 정해진 값 또는 중계국에게 시그널링되는 값일 수 있다.
- [0212] 상술한 방법 즉, R-PDCCH DM-RS 시퀀스로 하나 이상의 R-PDSCH DM-RS 시퀀스의 조합을 사용하는 방법은 복수의 R-PDCCH(또는 복수의 R-PDCCH의 일부)를 하나의 PRB 쌍에서 전송하는 경우에도 적용할 수 있다.

- [0213] 예를 들어 하나의 PRB 쌍에서 서로 다른 L 개의 R-PDCCH가 전송된다고 가정하자(여기서 L 은 미리 정해진 값 또는 중계국에게 시그널링되는 값일 수 있다). 그리고, k 개의 DM-RS 안테나 포트가 상기 L 개의 R-PDCCH를 위해 사용된다고 가정하자(여기서 k 는 미리 정해진 값 또는 중계국에게 시그널링되는 값일 수 있다). 그러면, 서로 다른 R-PDCCH로부터 전송되는 신호들은 서로 다른 자원요소에 맵핑된다. 즉, 직교한 시간/주파수 자원에 맵핑된다. 그리고, R-PDCCH 전송에 사용되는 자원요소들은 상술한 방법과 마찬가지로 그룹화된다. 자원요소 그룹 g 는 조합 가중치 a_g 를 가지며 자원요소 그룹 g 에서 전송되는 R-PDCCH 신호는 프리코딩 벡터 $a_{g,0} * v_0 + a_{g,1} * v_1 + \dots + a_{g,k-1} * v_{k-1}$ 에 의해 프리코딩될 수 있다.
- [0214] 예를 들어, $L=2$, $k=2$, $a_0 = [1 \ 1]$, $a_1 = [1 \ -1]$ 이라고 가정하자. 그리고 PRB 쌍의 자원요소들 중 짝수번째 자원요소들(예를 들어, 자원요소 0, 2, 4...)은 자원요소 그룹 0에 포함되고, 홀수번째 자원요소들(자원요소 1, 3, 5, ...)은 자원요소 그룹 1에 포함된다고 가정하자. 그러면, 2개의 R-PDCCH가 다음과 같이 전송될 수 있다.
- [0215] 1. 자원요소 0은 R-PDCCH 0에 사용되며 프리코딩 벡터 $(v_0 + v_1)$ 이 사용될 수 있다. 2. 자원요소 1은 R-PDCCH 0에 사용되며, 프리코딩 벡터 $(v_0 - v_1)$ 이 사용될 수 있다. 3. 자원요소 2는 R-PDCCH 1에 사용되며 프리코딩 벡터 $(v_0 + v_1)$ 이 사용될 수 있다. 4. 자원요소 3은 R-PDCCH 1에 사용되며 프리코딩 벡터 $(v_0 - v_1)$ 이 사용될 수 있다. 상술한 1 내지 4의 자원요소 할당이 PRB 쌍의 모든 자원요소들에 대해 반복된다.
- [0216]
- [0217] 백홀 자원에서 효율적인 다중 사용자 MIMO를 지원하기 위해 R-PDCCH가 DM-RS를 이용하여 복조되는 경우, 기지국은 각 중계국에 대한 R-PDCCH의 DM-RS의 안테나 포트를 지시할 수 있다. 또는 기지국은 각 중계국에 전송되는 R-PDCCH의 DM-RS 안테나 포트 0의 스크램블 ID를 지시할 수 있다. 또는 기지국은 각 중계국에 전송되는 R-PDCCH의 DM-RS 안테나 포트와 스크램블 ID의 조합을 지시할 수 있다. DM-RS 안테나 포트의 스크램블 ID는 공간 도메인에서 다른 다중 사용자 MIMO 자원을 스케줄링하기 위해 사용되는 DM-RS 안테나 포트와는 다른 DM-RS 안테나 포트에 대한 것이다. 전술한 DM-RS 인덱스는 상기 DM-RS 안테나 포트, 스크램블 ID, 또는 이들의 조합으로 주어질 수 있다.
- [0218]
- [0219] 기지국의 중계국에 대한 R-PDCCH 전송은 미리 설정되지 않은 DM-RS 안테나 포트를 사용하여 수행될 수도 있다. 이것은 중계국이 잠재적인 R-PDCCH 자원에서 미리 알 수 없는 DM-RS 안테나 포트(및/또는 스크램블 ID)를 이용하여 R-PDCCH를 블라인드 검출한다는 의미이다. 이러한 방법에 의하면 기지국은 중계국에게 R-PDCCH와 R-PDSCH의 DM-RS 안테나 포트(및/또는 스크램블 ID)

정보를 미리 전송하지 않고, 중계국 자원에 대해 다중 사용자 MIMO 전송을 동적으로 수행할 수 있다.

- [0220] 중계국이 R-PDCCH를 블라인드 검출하는 경우, R-PDCCH 전송을 위해 사용되는 DM-RS 안테나 포트를 제한하는 것이 유용할 수 있다. 예를 들어, R-PDCCH의 복조를 위해서 DM-RS 안테나 포트 0, DM-RS 안테나 포트 1 만 사용하도록 제한할 수 있다. 이러한 예에 따르면, 2개의 안테나 포트가 동일한 자원요소들을 공유하고 코드 축으로 구분되도록 하여(CDM) 참조신호 오버헤드를 최소화할 수 있다.
- [0221] 또는 R-PDCCH 복조를 위해 DM-RS 안테나 포트 0, 2만을 사용하도록 제한할 수도 있다. 이러한 방법에 의하면 다중 사용자 MIMO에서 각 중계국에 대한 R-PDSCH의 전송 랭크를 2까지 확장하기 쉬운 장점이 있다. 중계국은 자신의 R-PDCCH를 DM-RS 안테나 포트 0을 이용하여 복조함과 동시에 전송 랭크 2로 수신한 R-PDSCH를 DM-RS 안테나 포트 0, 2를 이용하여 복조할 수 있다. 자신의 R-PDCCH를 DM-RS 안테나 포트 2를 통해 복조하는 중계국은 전송 랭크 2인 R-PDSCH를 수신하여 DM-RS 안테나 포트 2, 3을 이용하여 복조할 수 있다. 이러한 동작을 위해 중계국은 R-PDCCH 신호가 최대 DM-RS 오버헤드(예를 들면 24개의 자원요소가 자원블록 내에 맵핑되어 있음을 가정)를 가지고 맵핑되었음을 가정하고 복조를 수행한다. 그러나, 전체 전송 랭크가 2보다 같거나 작은 경우, 실제 DM-RS 오버헤드는 보다 낮을 수 있다(자원 블록 내에 12개의 자원요소에 맵핑되는 경우). 결과적으로 R-PDCCH가 전송되는 첫번째 슬롯에서는 R-PDSCH가 전송되는 두번째 슬롯보다 높은 DM-RS 오버헤드를 가질 수 있다.
- [0222] 도 22는 기지국 및 중계국을 나타내는 블록도이다.
- [0223] 기지국(100)은 프로세서(processor, 110), 메모리(memory, 120) 및 RF부(RF(radio frequency) unit, 130)를 포함한다. 프로세서(110)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 즉, 프로세서(110)는 중계국에게 상위 계층 신호를 통해 R-PDCCH의 복조에 사용되는 전용 참조신호에 대한 정보를 전송하고, R-PDCCH에서 R-PDSCH에 대한 전용 참조신호에 대한 정보를 전송한다. 프로세서(110)는 상위 계층 신호를 통해 백홀 하향링크의 최대 전송랭크 값 또는 중계국 특징적인 백홀 하향링크의 최대 전송랭크 값을 전송하고, 이러한 랭크 값을 가정한 R-PDCCH를 중계국에게 전송한다. 메모리(120)는 프로세서(110)와 연결되어, 프로세서(110)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(130)는 프로세서(110)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신한다.
- [0224] 중계국(200)은 프로세서(210), 메모리(220) 및 RF부(230)를 포함한다. 프로세서(210)는 기지국으로부터 RRC 메시지와 같은 상위 계층 신호를 통해 백홀 하향링크의 최대 전송랭크 값 또는 중계국 특징적인 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크 값을 수신하고, 기지국으로부터 제어 영역을 통해 제어 정보를 수신하고, 제어 정보를 디코딩한다. 제어 정보를 디코딩하는 과정에서

프로세서(210)는 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크 값 또는 중계국 특징적인 백홀 하향링크의 최대 전송 랭크 값을 가정하고 R-PDCCH를 디코딩한다. R-PDCCH를 디코딩한 후 디코딩된 제어정보를 이용하여 R-PDSCH를 디코딩할 수 있다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(210)에 의해 구현될 수 있다.

메모리(220)는 프로세서(210)와 연결되어, 프로세서(210)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(230)는 프로세서(210)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신한다.

[0225] 프로세서(110,210)는 ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로, 데이터 처리 장치 및/또는 베이스밴드 신호 및 무선 신호를 상호 변환하는 변환기를 포함할 수 있다. 메모리(120,220)는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부(130,230)는 무선 신호를 전송 및/또는 수신하는 하나 이상의 안테나를 포함할 수 있다. 실시예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리(120,220)에 저장되고, 프로세서(110,210)에 의해 실행될 수 있다. 메모리(120,220)는 프로세서(110,210) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(110,210)와 연결될 수 있다.

[0226] 이상 본 발명에 대하여 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시켜 실시할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 상술한 실시예에 한정되지 않고, 본 발명은 이하의 특허청구범위의 범위 내의 모든 실시예들을 포함한다고 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 중계국의 백홀 하향링크 신호 디코딩 방법에 있어서,
중계국이 기지국으로부터 상위 계층 신호를 통해 백홀 하향링크에 대한 전송랭크 값을 수신하는 단계;
상기 기지국으로부터 제어 영역을 통해 제어 정보를 수신하는 단계; 및
상기 제어 정보를 디코딩하는 단계를 포함하되,
상기 백홀 하향링크에 대한 전송 랭크 값은 상기 중계국이 상기 제어 정보를 디코딩하는데 가정하는 전송 랭크 값이고,
상기 제어 정보는, 상기 백홀 하향링크에 대한 전송 랭크 값을 가정하여 상기 제어 영역에 맵핑된 전용 참조신호(dedicated reference signal) 자원요소와 겹치지 않는 자원요소에 맵핑되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 백홀 하향링크에 대한 전송랭크 값은 상기 기지국과 연결된 적어도 하나의 중계국 간에 최대로 전송될 수 있는 랭크 값과 동일한 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 백홀 하향링크에 대한 전송랭크 값은 상기 기지국과 상기 중계국 간에 최대로 전송될 수 있는 랭크 값과 동일한 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
상기 기지국으로부터 데이터 영역을 통해 데이터를 수신하는 단계; 및
상기 데이터를 디코딩하는 단계를 더 포함하되, 상기 데이터를 디코딩하는데 사용되는 전용 참조신호는 상기 제어 정보에 의해 지시되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서, 상기 제어정보는 상기 데이터 영역에 대한 랭크 값을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서, 상기 상위 계층 신호는 RRC(radio resource control) 메시지인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서, 상기 제어 영역은
시간 영역에서 복수의 OFDM 심벌을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의 부반송파를 포함하는 서브프레임에서 상기 기지국이 매크로 단말에게 제어 채널을 전송하는 OFDM 심벌들 및 상기 중계국의 송수신 스위칭에 필요한 보호 구간 후에 위치한 적어도 하나의 OFDM 심벌을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

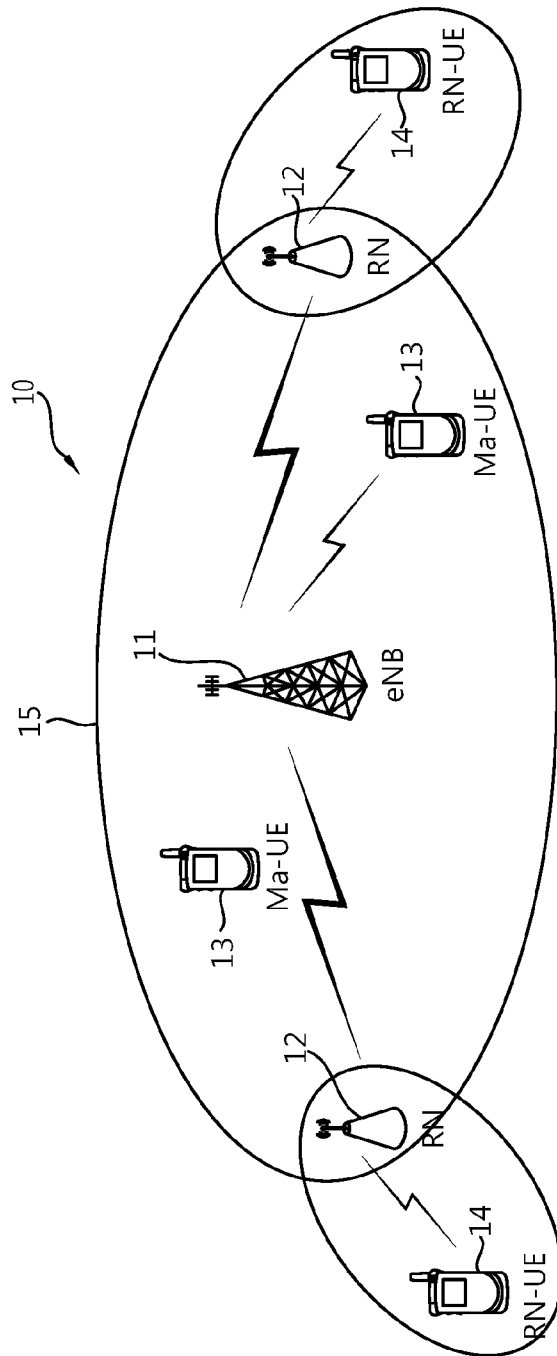
[청구항 8]

제 1 항에 있어서,
상기 기지국으로부터 데이터 영역을 통해 제어정보를 수신하는 단계; 및
상기 데이터 영역을 통해 수신한 제어정보를 디코딩하는 단계를 더 포함하되, 상기 데이터 영역을 통해 수신한 제어정보는 미리 정해진 전송 랭크 값 및 상기 미리 정해진 전송 랭크 값에 따른 전용 참조신호 오버헤드를 가정하고 디코딩하는 것을 특징으로 하는 방법.

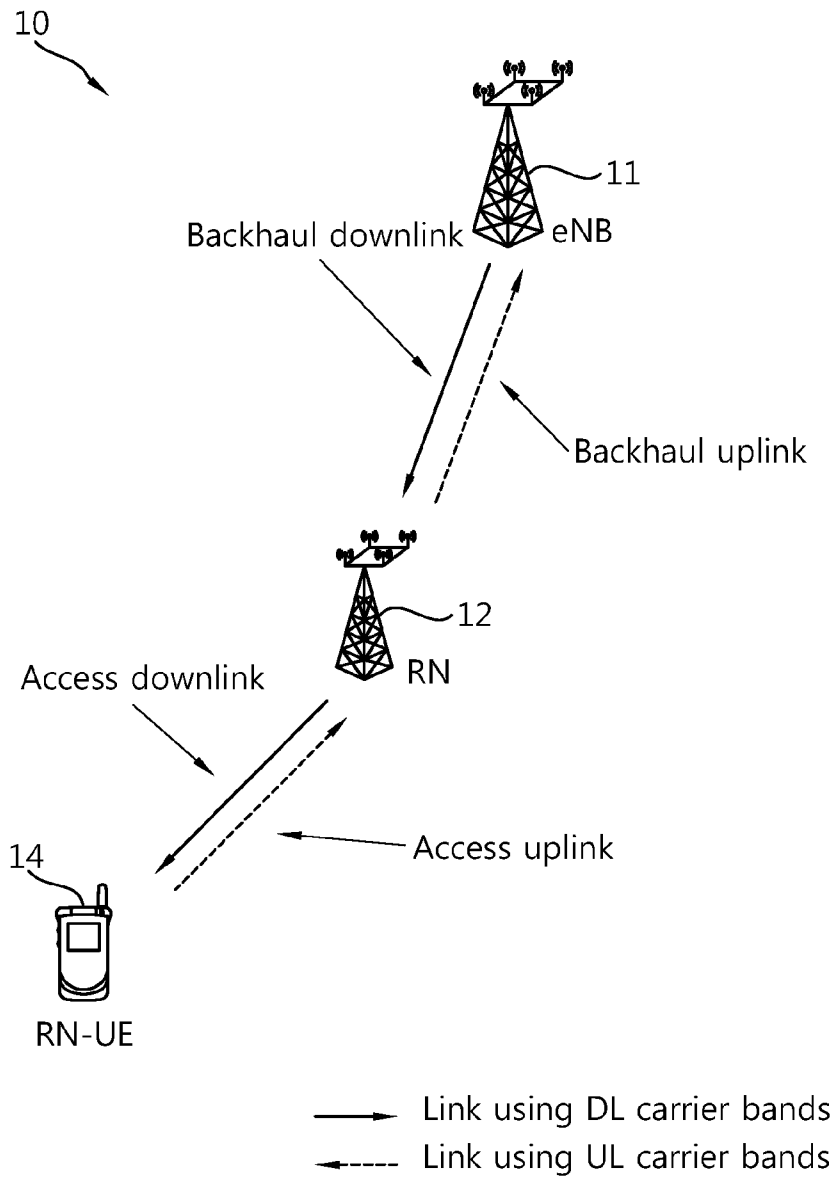
[청구항 9]

무선신호를 송수신하는 RF부; 및
상기 RF부에 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 기지국으로부터 상위 계층 신호를 통해 백홀 하향링크에 대한 전송랭크 값을 수신하고, 상기 기지국으로부터 제어 영역을 통해 제어 정보를 수신하고, 상기 제어 정보를 디코딩하되, 상기 백홀 하향링크에 대한 전송 랭크 값은 상기 중계국이 상기 제어 정보를 디코딩하는데 가정하는 전송 랭크 값이고, 상기 제어 정보는 상기 백홀 하향링크에 대한 전송 랭크 값을 가정하여 상기 제어 영역에 맵핑된 전용 참조신호(dedicated reference signal) 자원요소와 겹치지 않는 자원요소에 맵핑되는 것을 특징으로 하는 중계국.

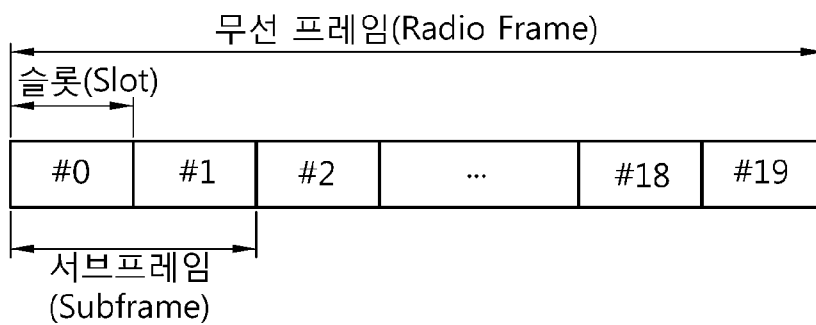
[Fig. 1]



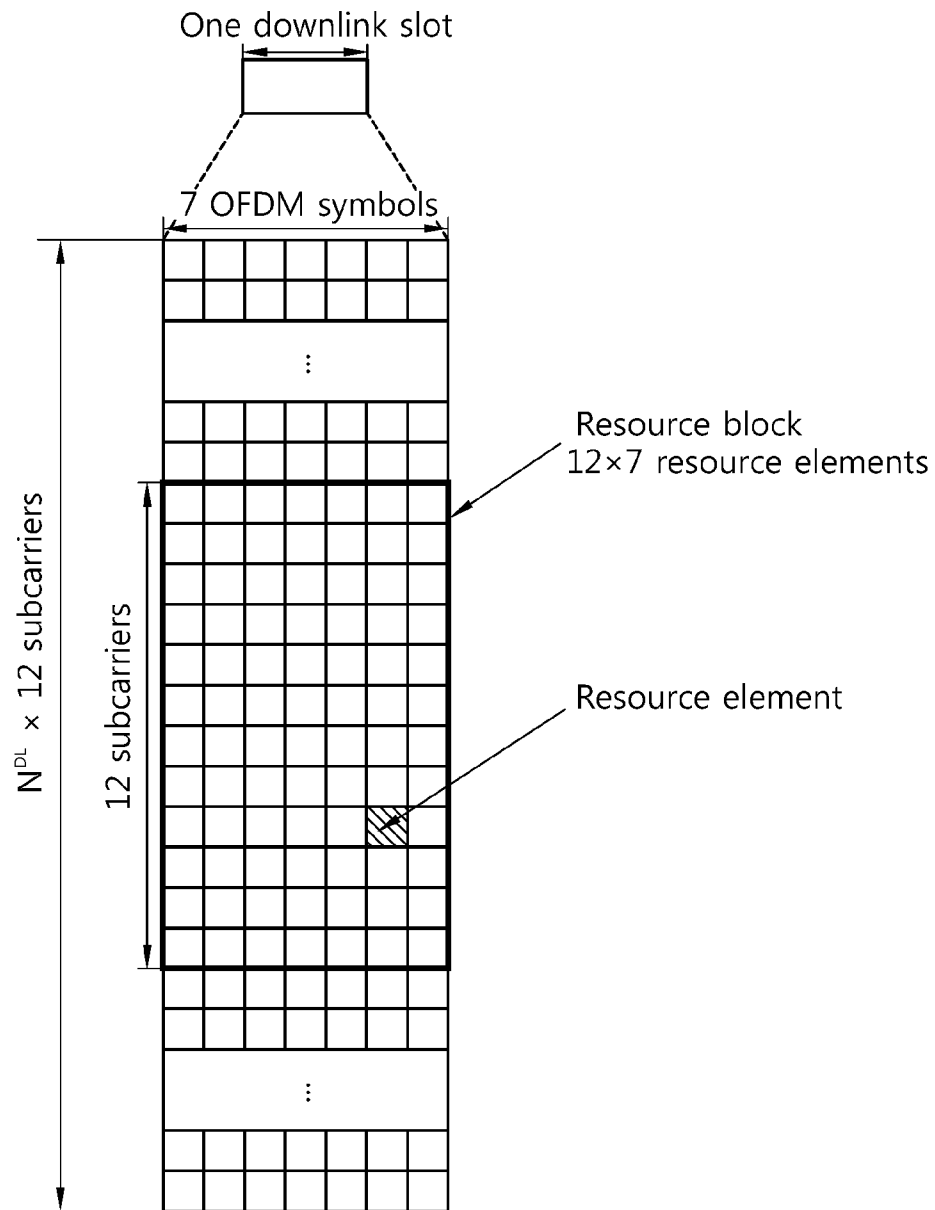
[Fig. 2]



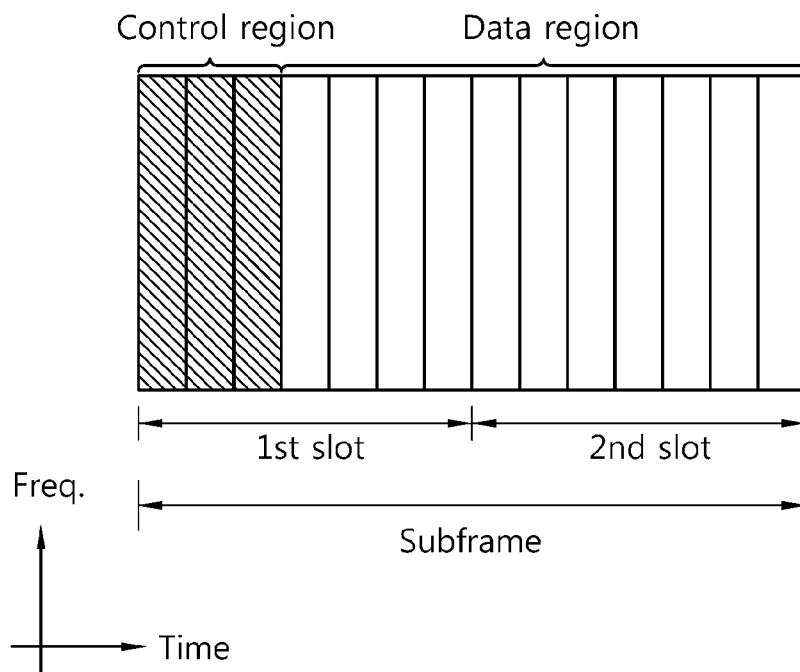
[Fig. 3]



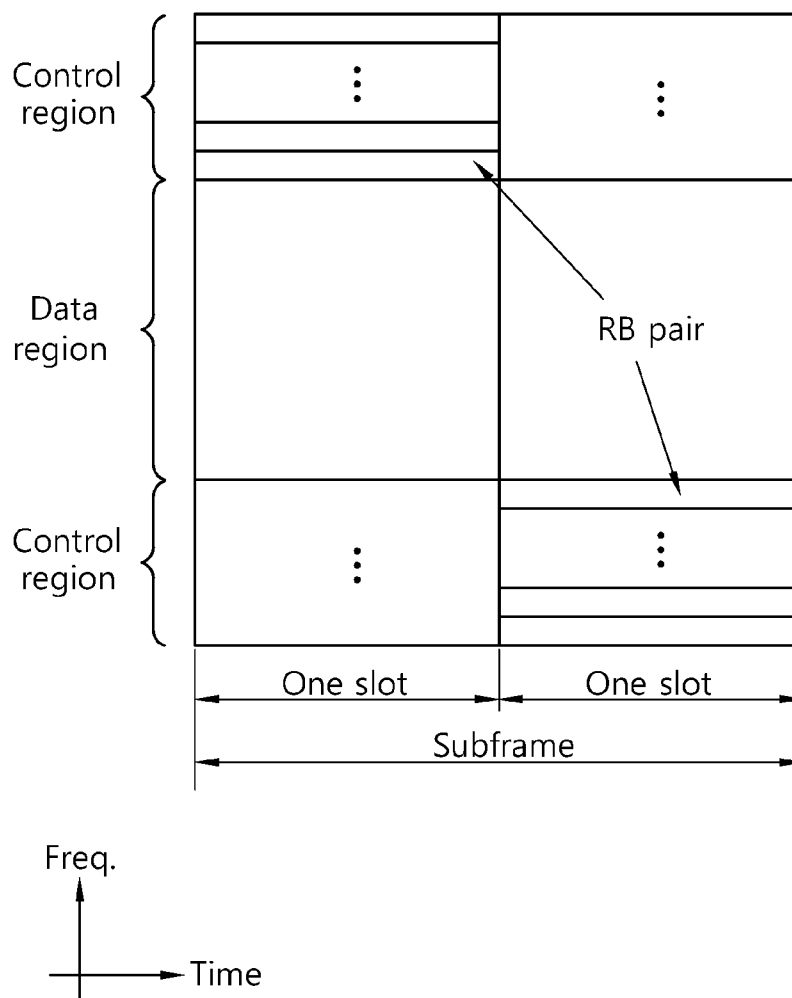
[Fig. 4]



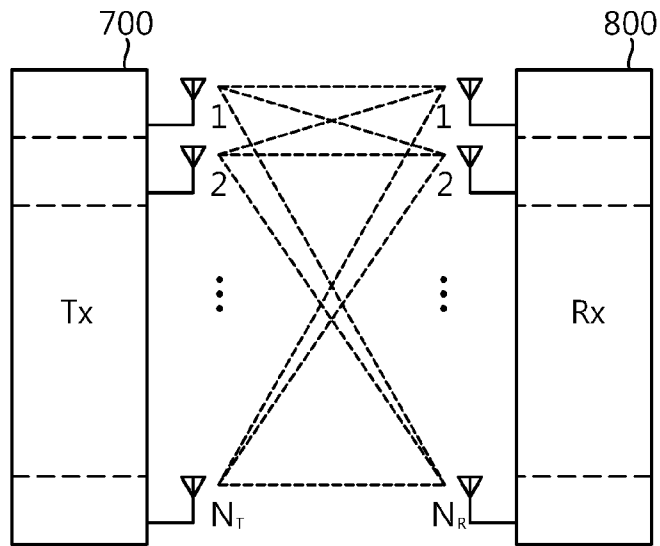
[Fig. 5]



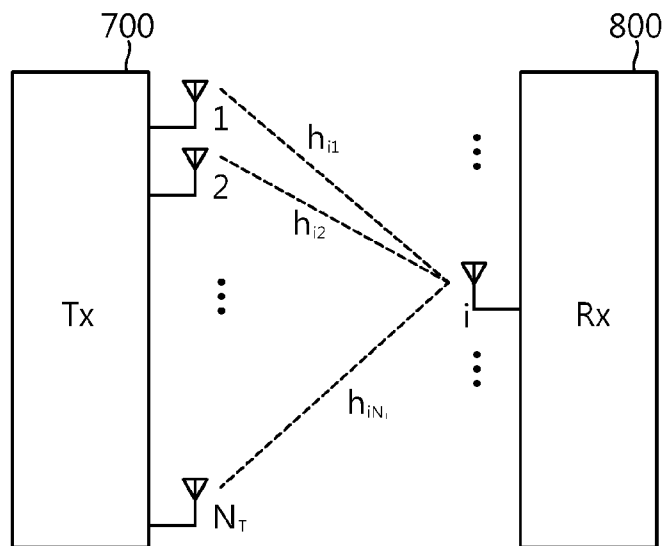
[Fig. 6]



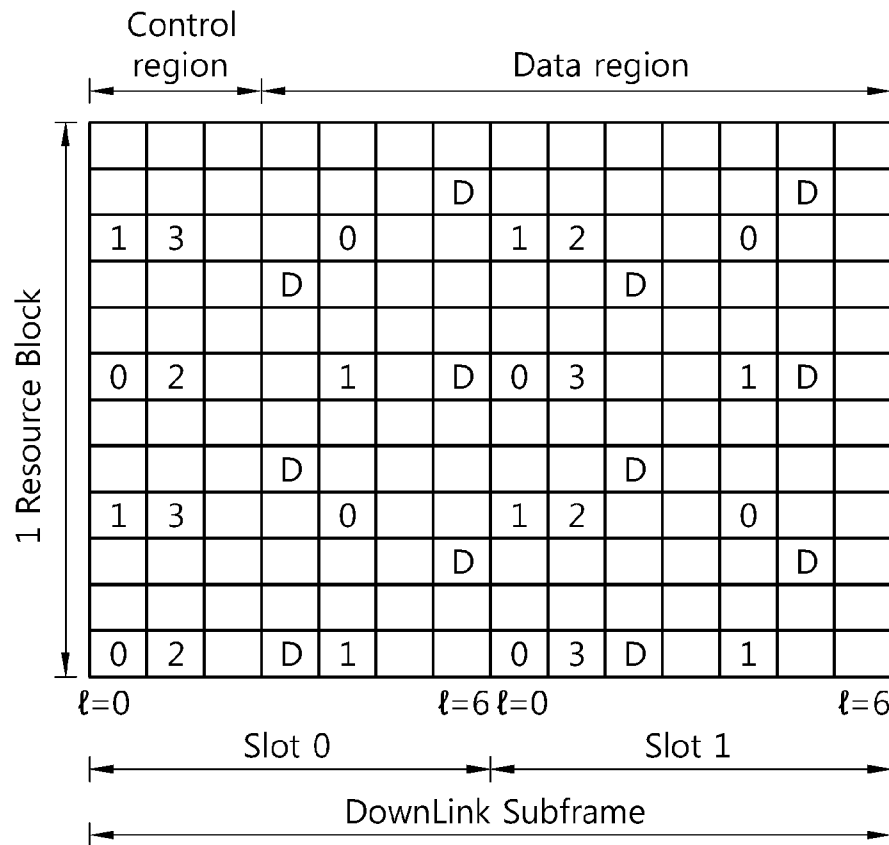
[Fig. 7]



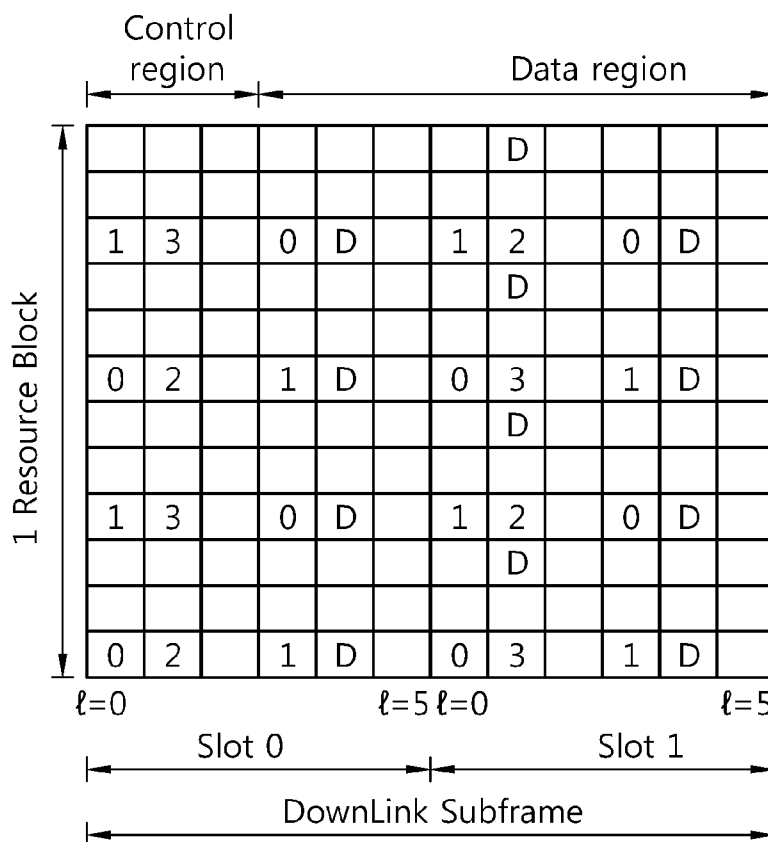
[Fig. 8]



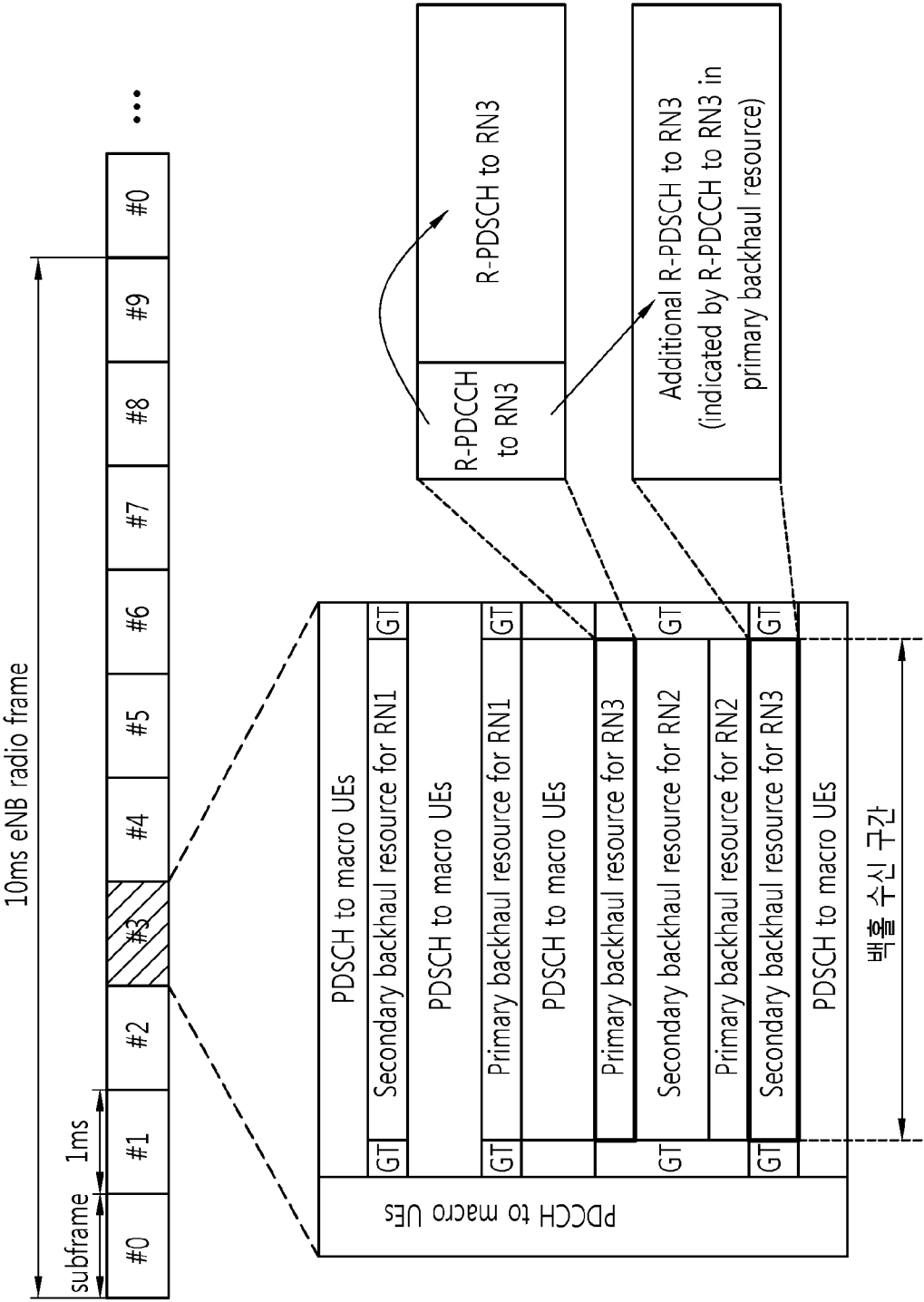
[Fig. 9]



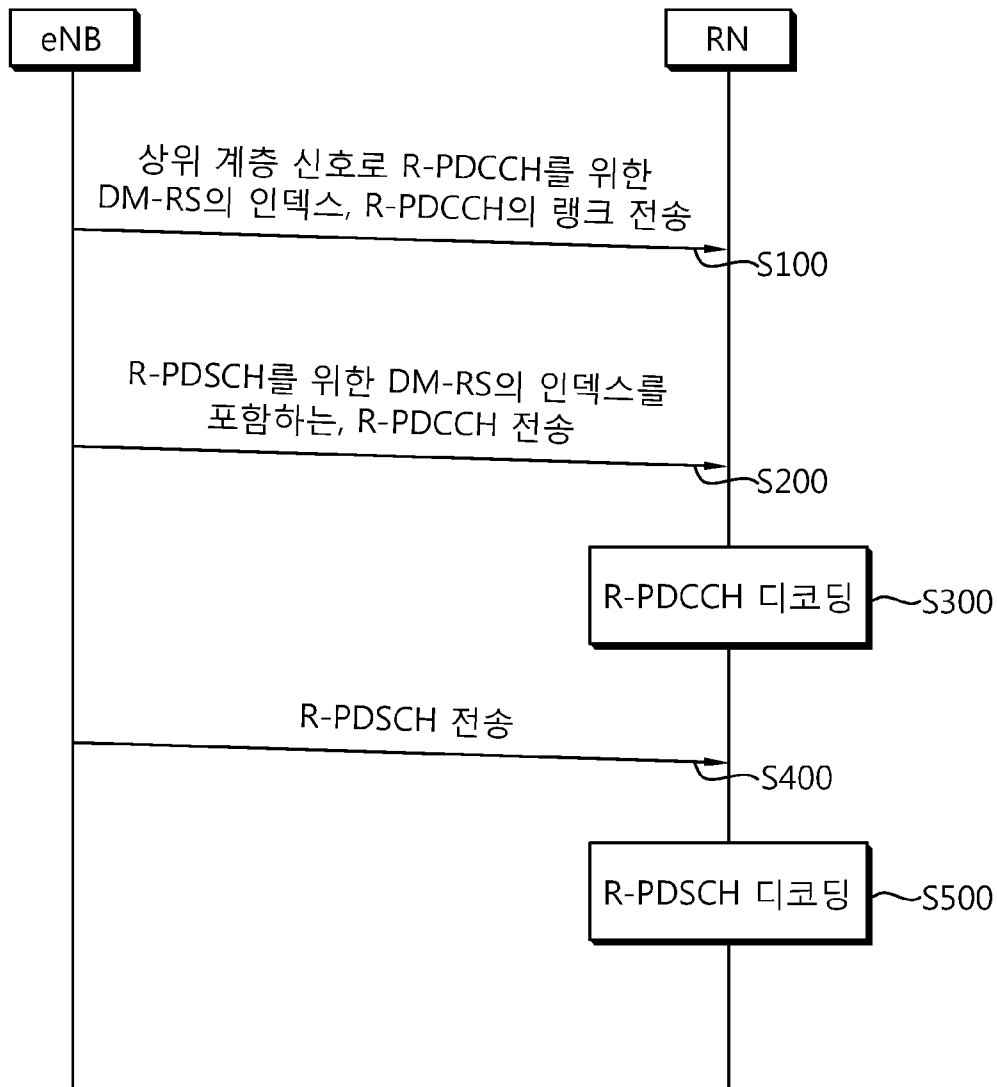
[Fig. 10]



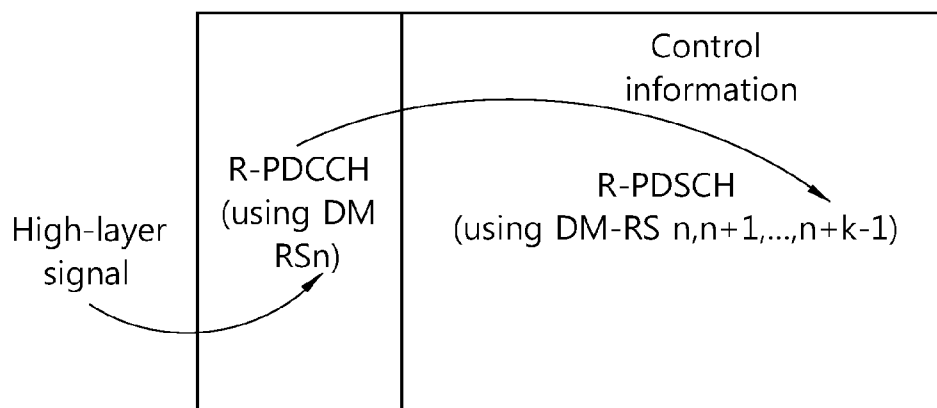
[Fig. 11]



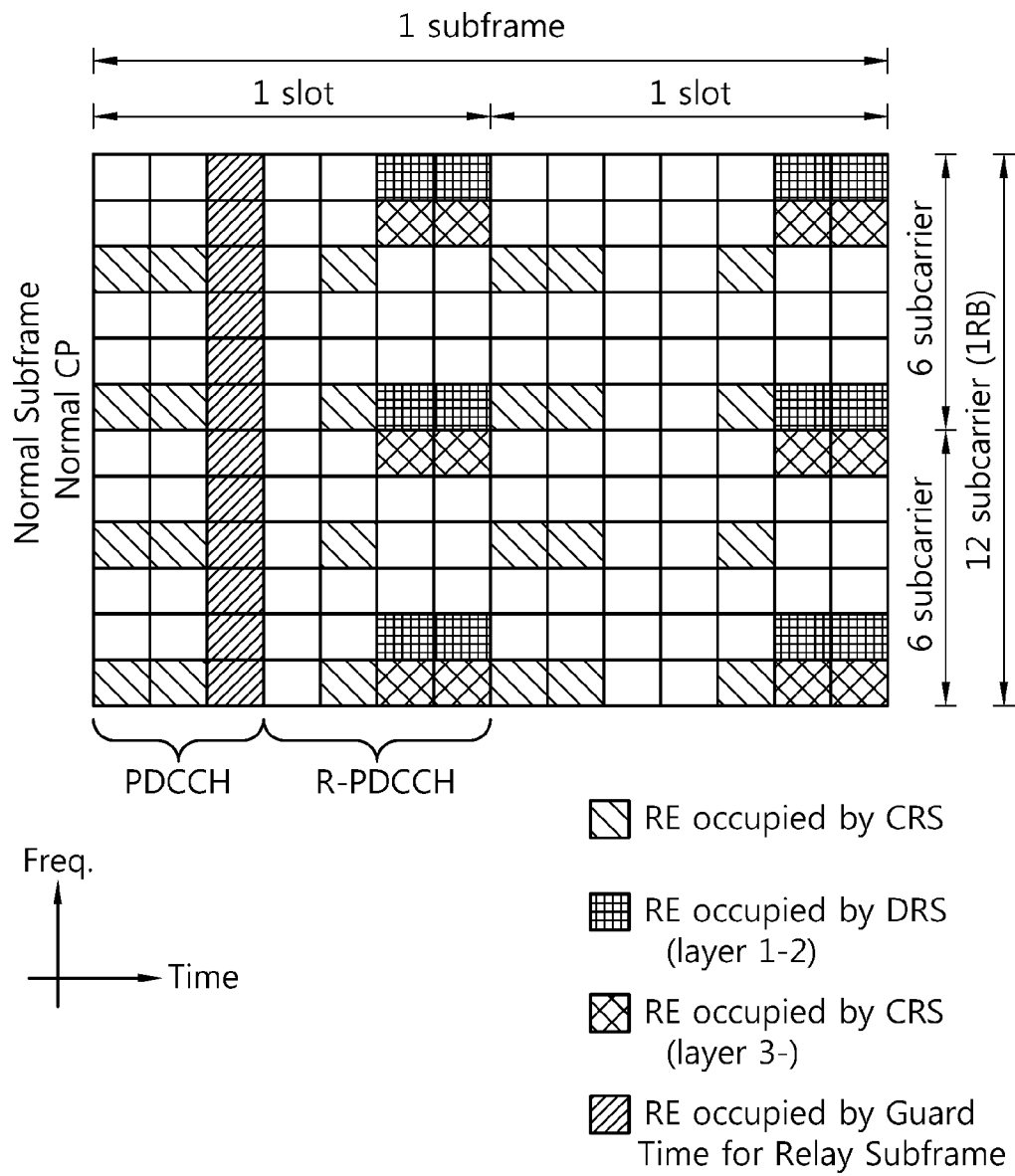
[Fig. 12]



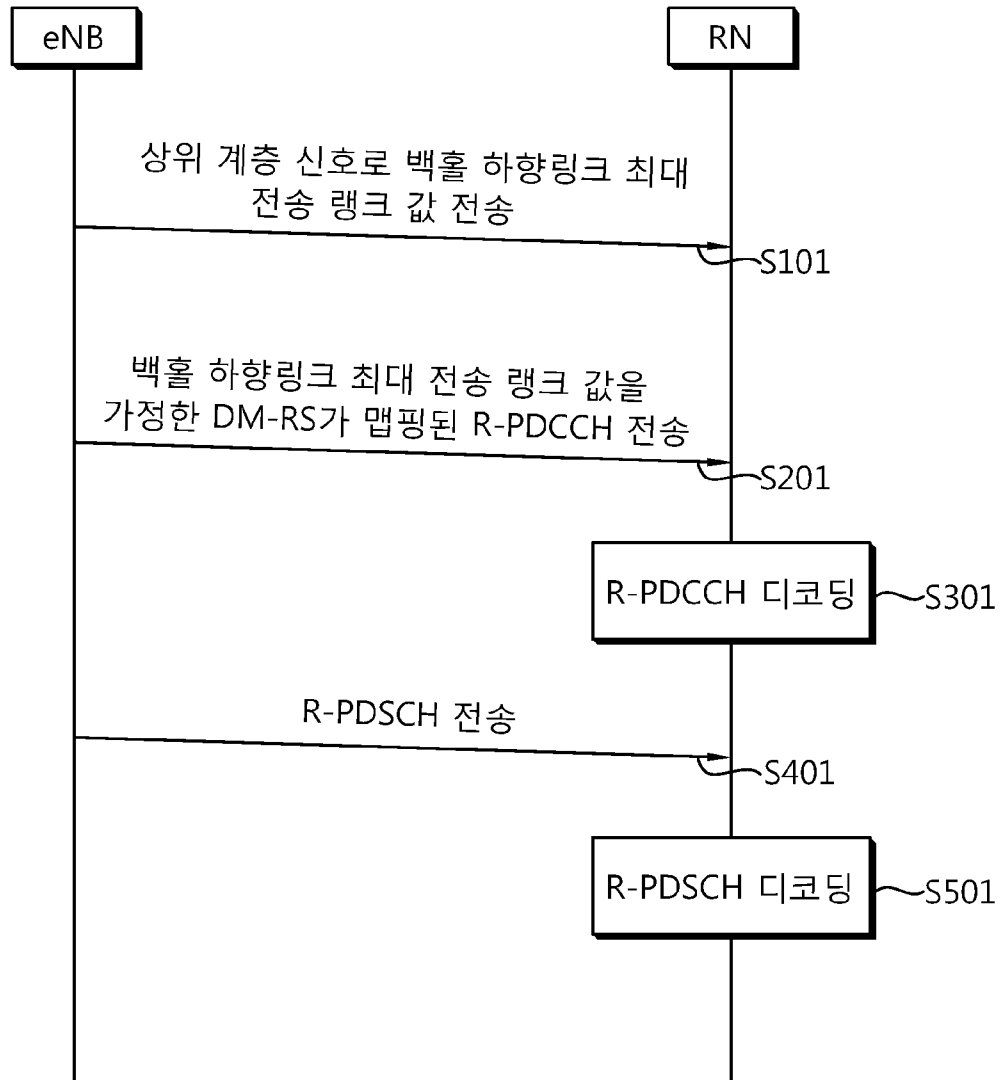
[Fig. 13]



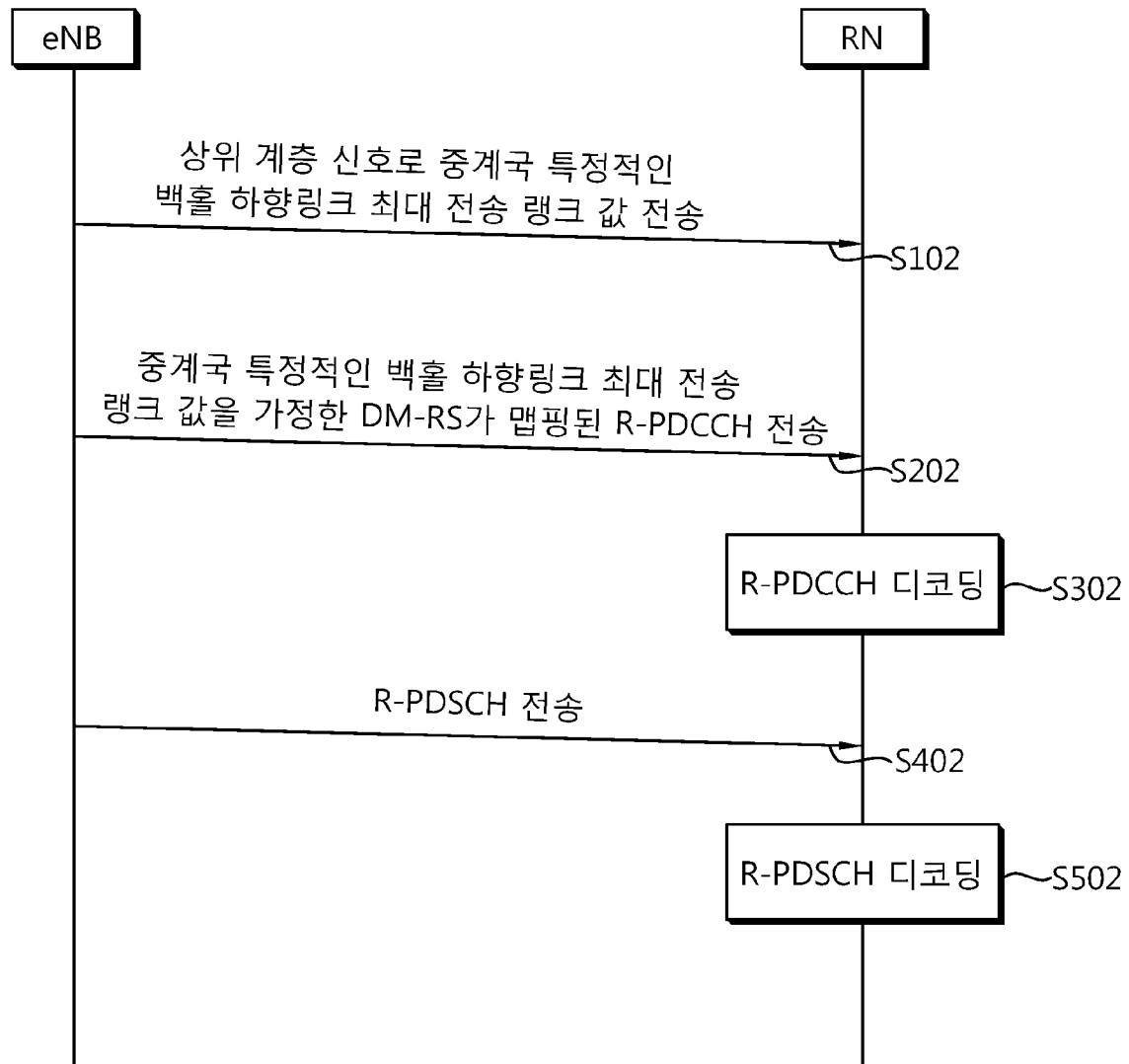
[Fig. 14]



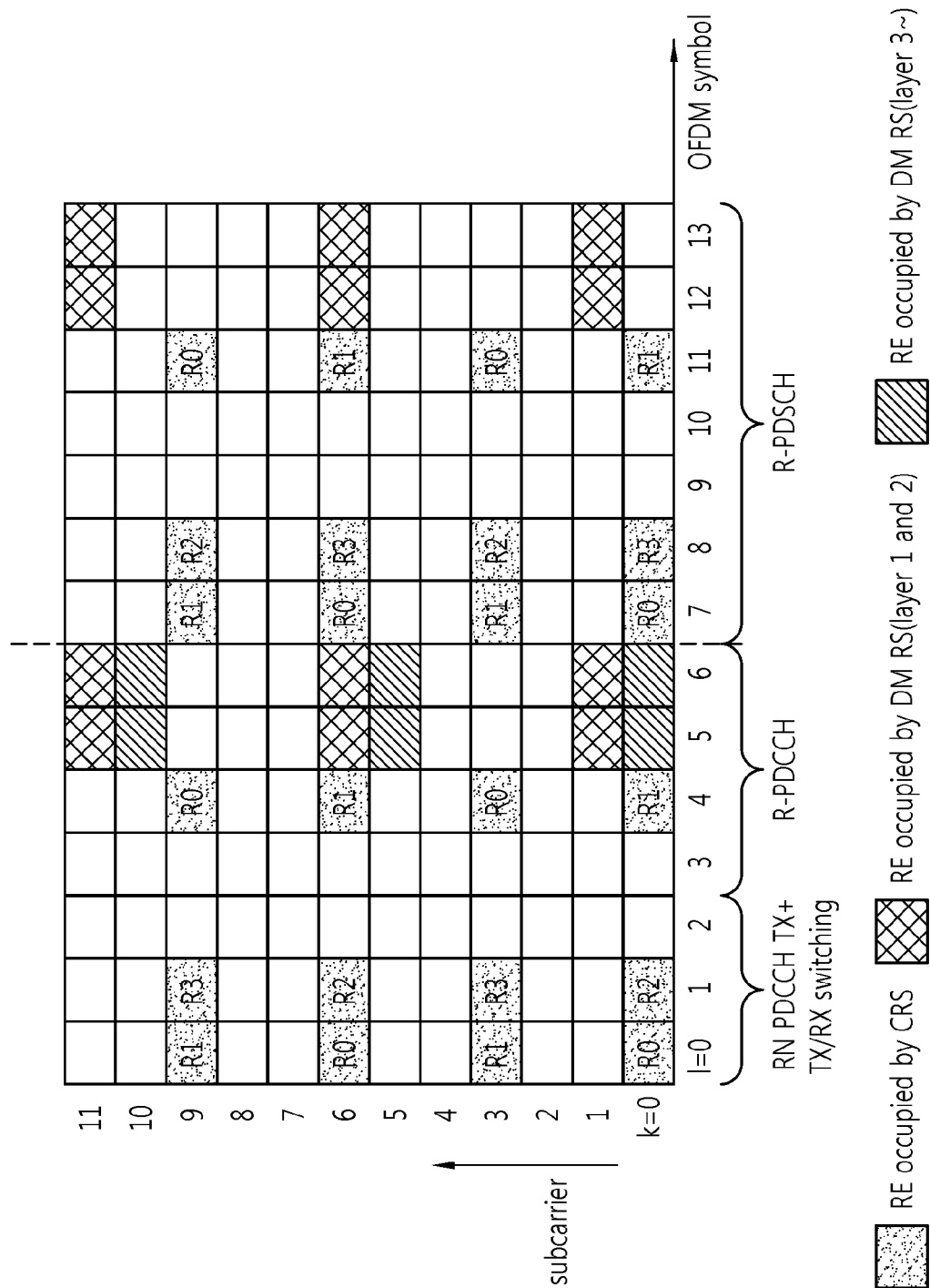
[Fig. 15]



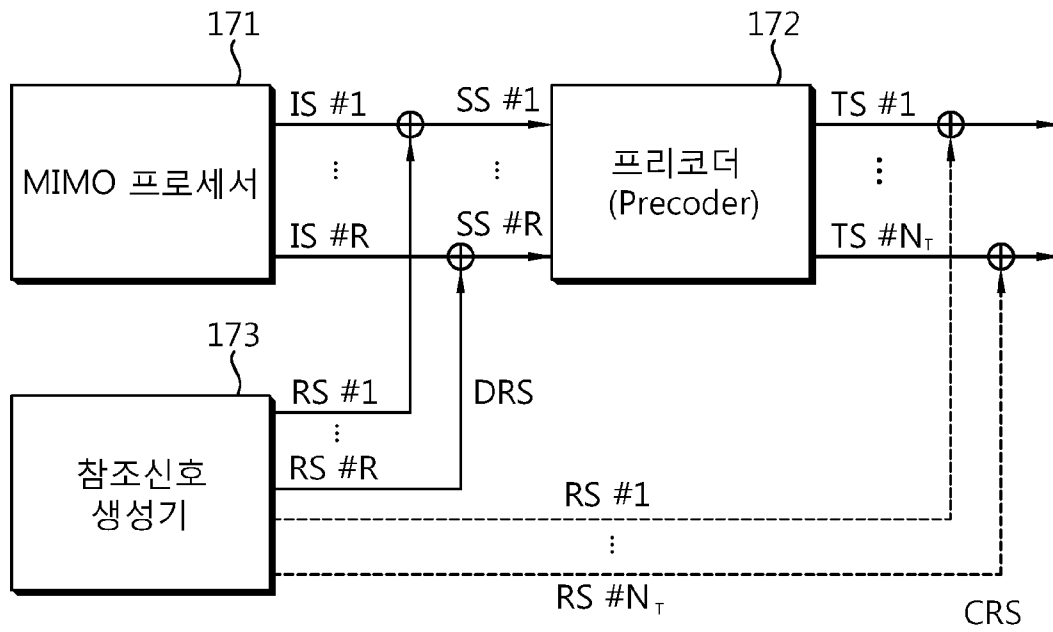
[Fig. 16]



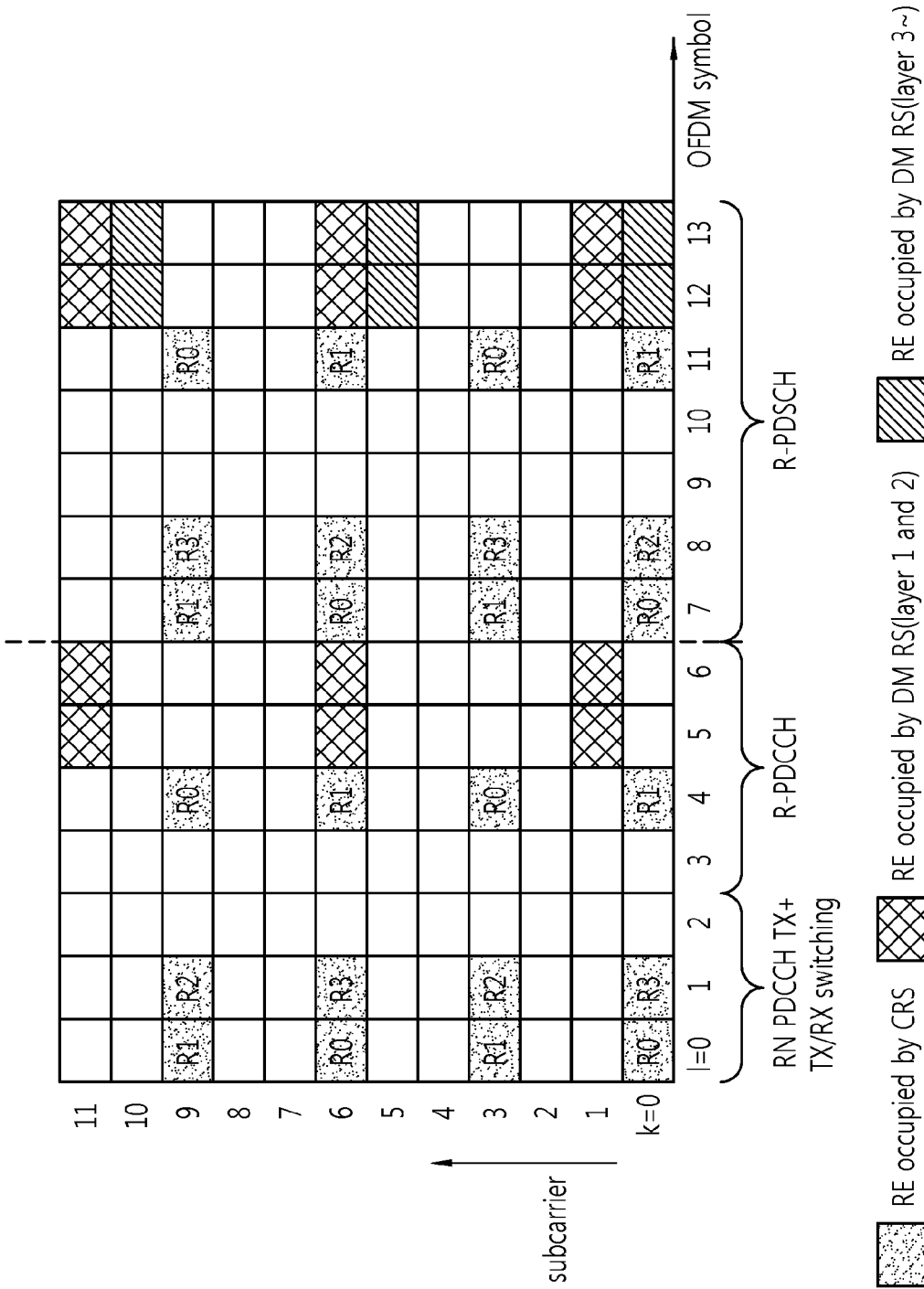
[Fig. 17]



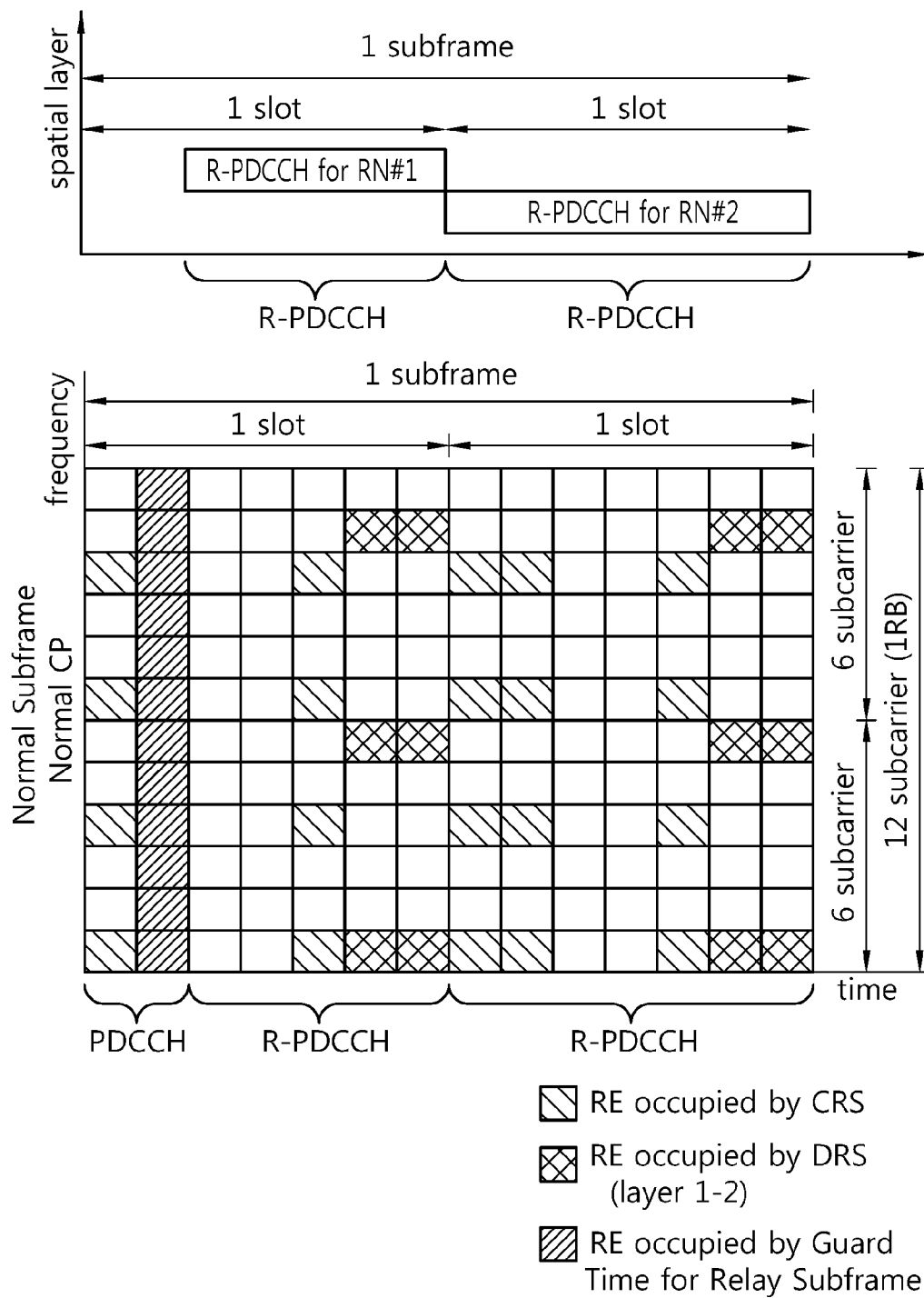
[Fig. 19]



[Fig. 20]



[Fig. 21]



[Fig. 22]

