

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2011년 7월 21일 (21.07.2011)



(10) 국제공개번호
WO 2011/087260 A2

- (51) 국제특허분류: 미분류
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/000197
- (22) 국제출원일: 2011년 1월 12일 (12.01.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/295,741 2010년 1월 17일 (17.01.2010) US
61/298,553 2010년 1월 27일 (27.01.2010) US
61/298,550 2010년 1월 27일 (27.01.2010) US
61/305,966 2010년 2월 19일 (19.02.2010) US
61/320,775 2010년 4월 5일 (05.04.2010) US
10-2011-0001871 2011년 1월 7일 (07.01.2011) 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; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **한승희 (HAN, Seung Hee)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **정재훈 (CHUNG, Jae Hoon)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, 431-749

Gyeonggi-do (KR). **문성호 (MOON, Sung Ho)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **이문일 (LEE, Moon Il)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR).

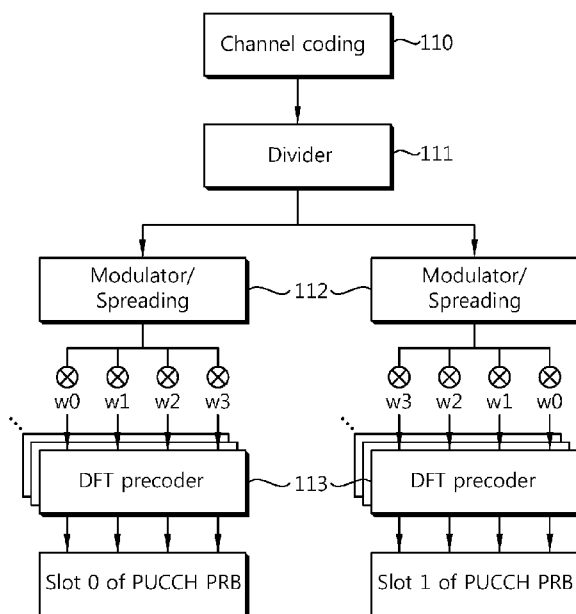
- (74) 대리인: **양문옥 (YANG, Moon Ock)**; 서울 강남구 역삼동 735-10 삼호역삼빌딩 2층 에센 특허법률사무소, 135-080 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, 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,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR TRANSMITTING UPLINK CONTROL INFORMATION IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 상향링크 제어 정보 전송 방법 및 장치

[Fig. 19]



(57) Abstract: The present invention provides a method and apparatus for transmitting uplink control information (UCI) by user equipment in a wireless communication. The user equipment performs channel coding on information bits of the UCI to generate encoding information bits; performs modulation on the thus generated encoding information bits to generate complex modulation symbols; spreads the complex modulation symbols block-wise to a plurality of single carrier-frequency division multiple access (SC-FDMA) symbols based on an orthogonal sequence; and transmits the spread complex modulation symbols to a base station.

(57) 요약서: 무선 통신 시스템에서 단말에 의한 상향링크 제어 정보(UCI; Uplink Control Information) 전송 방법 및 장치가 제공된다. 단말은 UCI의 정보 비트들에 대하여 채널 코딩(channel coding)을 수행하여 인코딩 정보 비트들을 생성하고, 상기 생성된 인코딩 정보 비트들에 대해 변조(modulation)를 수행하여 복소 변조 심벌(complex modulation symbol)들을 생성하고, 상기 복소 변조 심벌들을 직교 시퀀스(orthogonal sequence)를 기반으로 복수의 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) 심벌로 블록 단위로(block-wise) 스프레딩(spreading)하고, 상기 스프레딩된 복소 변조 심벌들을 기지국으로 전송한다.



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

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

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 상향링크 제어 정보 전송 방법 및 장치

기술분야

- [0001] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 보다 상세하게는 무선 통신 시스템에서 무선 통신 시스템에서 상향링크 제어 정보 전송 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 광대역 무선 통신 시스템의 경우 한정된 무선 자원의 효율성을 극대화하기 위하여 효과적인 송수신 기법 및 활용 방안들이 제안되어 왔다. 차세대 무선통신 시스템에서 고려되고 있는 시스템 중 하나가 낮은 복잡도로 심벌간 간섭(ISI; Inter-Symbol Interference) 효과를 감쇄시킬 수 있는 직교 주파수 분할 다중(OFDM; Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 시스템이다. OFDM은 직렬로 입력되는 데이터 심벌을 N개의 병렬 데이터 심벌로 변환하여 각각 분리된 N개의 부반송파(subcarrier)에 실어 전송한다. 부반송파는 주파수 차원에서 직교성을 유지하도록 한다. 각각의 직교 채널은 상호 독립적인 주파수 선택적 페이딩(frequency selective fading)을 경험하게 되고, 이에 따라 수신단에서의 복잡도가 감소하고 전송되는 심벌의 간격이 길어져 심벌간 간섭이 최소화될 수 있다.
- [0003] 직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal Frequency Division Multiple Access; 이하 OFDMA)은 OFDM을 변조 방식으로 사용하는 시스템에 있어서 이용 가능한 부반송파의 일부를 각 사용자에게 독립적으로 제공하여 다중 접속을 실현하는 다중 접속 방법을 말한다. OFDMA는 부반송파라는 주파수 자원을 각 사용자에게 제공하며, 각각의 주파수 자원은 다수의 사용자에게 독립적으로 제공되어 서로 중첩되지 않는 것이 일반적이다. 결국 주파수 자원은 사용자마다 상호 배타적으로 할당된다. OFDMA 시스템에서 주파수 선택적 스케줄링(frequency selective scheduling)을 통하여 다중 사용자에게 대한 주파수 다이버시티(frequency diversity)를 얻을 수 있으며, 부반송파에 대한 순열(permutation) 방식에 따라 부반송파를 다양한 형태로 할당할 수 있다. 그리고 다중 안테나(multiple antenna)를 이용한 공간 다중화 기법으로 공간 영역의 효율성을 높일 수 있다.
- [0004] MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) 기술은 다중 송신 안테나와 다중 수신 안테나를 사용하여 데이터의 송수신 효율을 향상시킨다. MIMO 시스템에서 다이버시티를 구현하기 위한 기법에는 SFBC(Space Frequency Block Code), STBC(Space Time Block Code), CDD(Cyclic Delay Diversity), FSTD(frequency switched transmit diversity), TSTD(time switched transmit diversity), PVS(Precoding Vector Switching), 공간 다중화(SM; Spatial Multiplexing) 등이 있다. 수신 안테나

수와 송신 안테나 수에 따른 MIMO 채널 행렬은 다수의 독립 채널로 분해될 수 있다. 각각의 독립 채널은 레이어(layer) 또는 스트림(stream)이라 한다. 레이어의 개수는 랭크(rank)라 한다.

[0005] 상향링크 제어 채널(PUCCH: Physical Uplink Control Channel)을 통해 상향링크 제어 정보(UCI; Uplink Control Information)가 전송될 수 있다. 상향링크 제어 정보는 스케줄링 요청(SR; Scheduling Request), HARQ(Hybrid ARQ)를 위한 ACK/NACK(Acknowledgement/Non-Acknowledgement) 신호, CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator), RI(Rank Indicator) 등의 다양한 종류의 정보를 포함할 수 있다. PUCCH는 포맷(format)에 따라서 다양한 종류의 제어 정보를 나른다.

[0006] 다양한 종류의 상향링크 제어 정보를 효율적으로 전송하기 위한 방법이 필요하다.

발명의 요약

기술적 과제

[0007] 본 발명의 기술적 과제는 무선 통신 시스템에서 상향링크 제어 정보 전송 방법 및 장치를 제공하는 데에 있다.

과제 해결 수단

[0008] 일 양태에 있어서, 무선 통신 시스템에서 단말에 의한 상향링크 제어 정보(UCI; Uplink Control Information) 전송 방법이 제공된다. 상기 UCI 전송 방법은 UCI의 정보 비트들에 대하여 채널 코딩(channel coding)을 수행하여 인코딩 정보 비트들을 생성하고, 상기 생성된 인코딩 정보 비트들에 대해 변조(modulation)를 수행하여 복소 변조 심벌(complex modulation symbol)들을 생성하고, 상기 복소 변조 심벌들을 직교 시퀀스(orthogonal sequence)를 기반으로 복수의 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) 심벌로 블록 단위로(block-wise) 스프레딩(spreading)하고, 상기 스프레딩 된 복소 변조 심벌들을 기지국으로 전송하는 것을 포함한다.

[0009] 상기 UCI의 정보 비트들은 제1 UCI의 정보 비트와 제2 UCI의 정보 비트를 포함하며, 상기 제1 UCI의 정보 비트와 제2 UCI의 정보 비트는 결합 코딩(joint coding)되어 채널 코딩이 수행될 수 있다. 상기 제1 UCI의 정보 비트는 복수의 서빙 셀(serving cell) 각각에 대한

ACK/NACK(Acknowledgement/Non-Acknowledgement) 정보 비트를 연결(concatenation)한 ACK/NACK 비트열이며, 상기 제2 UCI의 정보 비트는 스케줄링 요청(SR; Scheduling Request)일 수 있다. 상기 SR은 상기 ACK/NACK 비트열의 마지막에 추가될 수 있다. 상기 SR은 1비트일 수 있다. 상기 SR이 1인 경우 SR 전송 이벤트가 존재하는 것을 지시하고, 상기 SR이 0인 경우 SR 전송 이벤트가 존재하지 않는 것을 지시할 수 있다.

[0010] 상기 UCI의 정보 비트들은 미리 결정된 우선 순위에 따라 우선 순위가 앞서는

특정 UCI의 정보 비트들일 수 있다. 상기 UCI의 정보 비트들은 복수의 구성 반송파(CC; Component Carrier)에 대한 ACK/NACK 신호일 수 있다.

[0011] 상기 UCI의 정보 비트들은 복수의 CC에 대한 각 ACK/NACK 정보를 대표하는 대표 ACK/NACK 신호를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 UCI 전송 방법은 각 슬롯당 적어도 2개의 SC-FDMA 심벌을 이용하여 상향링크 참조 신호를 전송하는 것을 더 포함할 수 있다. 상기 적어도 2개의 SC-FDMA 심벌을 이용하여 전송되는 상향링크 참조 신호 중 적어도 하나의 상향링크 참조 신호에 대하여 -1로 위상 변조(phase modulation)가 수행될 수 있다.

[0013] 상기 UCI 전송 방법은 서브프레임당 적어도 하나의 SC-FDMA 심벌을 이용하여 사운딩 참조 신호(SRS; Sounding Reference Signal)를 전송하는 것을 더 포함할 수 있다. 상기 직교 코드의 길이는 상기 SRS가 전송되는 SC-FDMA 심벌의 개수에 따라 결정될 수 있다.

[0014] 상기 직교 코드는 Walsh 코드 또는 DFT 코드 중 어느 하나일 수 있다.

[0015] 다른 양태에 있어서, 단말이 제공된다. 상기 단말은 무선 신호를 전송 또는 수신하는 RF(Radio Frequency)부, 및 상기 RF부와 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 UCI의 정보 비트들에 대하여 채널 코딩을 수행하여 인코딩 정보 비트들을 생성하고, 상기 생성된 인코딩 정보 비트들에 대해 변조를 수행하여 복소 변조 심벌들을 생성하고, 상기 복소 변조 심벌들을 직교 시퀀스를 기반으로 복수의 SC-FDMA 심벌로 블록 단위로 스프레딩하도록 구성된다.

발명의 효과

[0016] 다양한 종류의 상향링크 제어 정보(UCI; Uplink Control Information)가 같은 서브프레임(subframe) 또는 같은 슬롯(slot)에서 전송될 필요가 있을 때 충돌 없이 효율적으로 전송할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 무선 통신 시스템이다.

[0018] 도 2는 3GPP LTE에서 무선 프레임(radio frame)의 구조를 나타낸다.

[0019] 도 3은 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일 예를 나타낸다.

[0020] 도 4는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

[0021] 도 5는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

[0022] 도 6은 노멀 CP 구조에서의 PUCCH 포맷 1a/1b를 나타낸다.

[0023] 도 7은 확장 CP 구조에서의 PUCCH 포맷 1a/1b를 나타낸다.

[0024] 도 8은 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 나타낸다.

[0025] 도 9는 SC-FDMA 시스템에서 전송기 구조의 일 예를 나타낸다.

[0026] 도 10은 부반송파 맵퍼가 복소수 심벌들을 주파수 영역의 각 부반송파에 맵핑하는 방식의 일 예를 나타낸다.

- [0027] 도 11 내지 도 13은 클러스터된 DFT-s OFDM 전송 방식을 적용한 전송기의 일 예이다.
- [0028] 도 14 내지 도 16은 반송파 집합 시스템을 구성하는 송신기와 수신기의 일 예이다.
- [0029] 도 17은 반송파 집합 시스템에서 5개의 하향링크 구성 반송파(DL CC)에 1개의 상향링크 구성 반송파(UL CC)가 대응되는 경우의 블록도이다.
- [0030] 도 18 및 도 19는 확장된 PUCCH 포맷의 일 예이다.
- [0031] 도 20 및 도 21은 확장된 PUCCH 포맷에서 변조된 QPSK 심벌에 대한 시간 스프레딩의 일 예이다.
- [0032] 도 22 및 도 23은 확장된 PUCCH 포맷의 또 다른 예이다.
- [0033] 도 24는 단말이 ACK/NACK와 SR을 전송하는 경우의 일 예이다.
- [0034] 도 25는 제안된 상향링크 제어 정보 전송 방법에 따른 ACK/NACK 번들링 구성의 일 예이다.
- [0035] 도 26은 제안된 제안된 상향링크 제어 정보 전송 방법에 따라 위상 변조가 수행되는 경우의 일 예이다.
- [0036] 도 27 내지 도 30은 확장된 PUCCH 포맷의 또 다른 예이다.
- [0037] 도 31 내지 도 33은 제안된 상향링크 제어 정보 전송 방법에 따른 서브프레임 구성의 일 예이다.
- [0038] 도 34는 확장된 PUCCH 포맷의 또 다른 예이다.
- [0039] 도 35는 본 발명의 실시예가 구현되는 기지국 및 단말의 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [0040] 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 802.16(WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. IEEE 802.16m은 IEEE 802.16e의 진화로, IEEE 802.16e에 기반한 시스템과의 하위 호환성(backward compatibility)를 제공한다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(Long Term Evolution)은 E-UTRA(Evolved-UMTS Terrestrial Radio Access)를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다.

- [0041] 설명을 명확하게 하기 위해, LTE-A를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0042] 도 1은 무선 통신 시스템이다.
- [0043] 무선 통신 시스템(10)은 적어도 하나의 기지국(11; Base Station, BS)을 포함한다. 각 기지국(11)은 특정한 지리적 영역(일반적으로 셀이라고 함)(15a, 15b, 15c)에 대해 통신 서비스를 제공한다. 셀은 다시 다수의 영역(섹터라고 함)으로 나누어질 수 있다. 단말(12; User Equipment, UE)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, MS(Mobile Station), MT(Mobile Terminal), UT(User Terminal), SS(Subscriber Station), 무선기기(wireless device), PDA(Personal Digital Assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 기지국(11)은 일반적으로 단말(12)과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [0044] 단말은 통상적으로 하나의 셀에 속하는데, 단말이 속한 셀을 서빙 셀(serving cell)이라 한다. 서빙 셀에 대해 통신 서비스를 제공하는 기지국을 서빙 기지국(serving BS)이라 한다. 무선통신 시스템은 셀룰러 시스템(cellular system)이므로, 서빙 셀에 인접하는 다른 셀이 존재한다. 서빙 셀에 인접하는 다른 셀을 인접 셀(neighbor cell)이라 한다. 인접 셀에 대해 통신 서비스를 제공하는 기지국을 인접 기지국(neighbor BS)이라 한다. 서빙 셀 및 인접 셀은 단말을 기준으로 상대적으로 결정된다.
- [0045] 이 기술은 하향링크(downlink) 또는 상향링크(uplink)에 사용될 수 있다. 일반적으로 하향링크는 기지국(11)에서 단말(12)로의 통신을 의미하며, 상향링크는 단말(12)에서 기지국(11)으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 송신기는 기지국(11)의 일부분이고, 수신기는 단말(12)의 일부분일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 단말(12)의 일부분이고, 수신기는 기지국(11)의 일부분일 수 있다.
- [0046] 무선 통신 시스템은 MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) 시스템, MISO(Multiple-Input Single-Output) 시스템, SISO(Single-Input Single-Output) 시스템 및 SIMO(Single-Input Multiple-Output) 시스템 중 어느 하나일 수 있다. MIMO 시스템은 다수의 전송 안테나(transmit antenna)와 다수의 수신 안테나(receive antenna)를 사용한다. MISO 시스템은 다수의 전송 안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SISO 시스템은 하나의 전송 안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SIMO 시스템은 하나의 전송 안테나와 다수의 수신 안테나를 사용한다. 이하에서, 전송 안테나는 하나의 신호 또는 스트림을 전송하는 데 사용되는 물리적 또는 논리적 안테나를 의미하고, 수신 안테나는 하나의 신호 또는 스트림을 수신하는 데 사용되는 물리적 또는 논리적 안테나를 의미한다.
- [0047] 도 2는 3GPP LTE에서 무선 프레임(radio frame)의 구조를 나타낸다.

- [0048] 이는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 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 5절을 참조할 수 있다. 도 2를 참조하면, 무선 프레임은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 무선 프레임 내 슬롯은 #0부터 #19까지 슬롯 번호가 매겨진다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(Transmission Time Interval)라 한다. TTI는 데이터 전송을 위한 스케줄링 단위라 할 수 있다. 예를 들어, 하나의 무선 프레임의 길이는 10ms이고, 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다.
- [0049] 하나의 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심벌을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의 부반송파를 포함한다. OFDM 심벌은 3GPP LTE가 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로 하나의 심벌 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것으로, 다중 접속 방식에 따라 다른 명칭으로 불리울 수 있다. 예를 들어, 상향링크 다중 접속 방식으로 SC-FDMA가 사용될 경우 SC-FDMA 심벌이라고 할 수 있다. 자원블록(RB; Resource Block)은 자원 할당 단위로 하나의 슬롯에서 복수의 연속하는 부반송파를 포함한다. 상기 무선 프레임의 구조는 일 예에 불과한 것이다. 따라서 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 개수나 서브프레임에 포함되는 슬롯의 개수, 또는 슬롯에 포함되는 OFDM 심벌의 개수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [0050] 3GPP LTE는 노멀(normal) 사이클릭 프리픽스(CP; Cyclic Prefix)에서 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심벌을 포함하고, 확장(extended) CP에서 하나의 슬롯은 6개의 OFDM 심벌을 포함하는 것으로 정의하고 있다.
- [0051] 무선 통신 시스템은 크게 FDD(Frequency Division Duplex) 방식과 TDD(Time Division Duplex) 방식으로 나눌 수 있다. FDD 방식에 의하면 상향링크 전송과 하향링크 전송이 서로 다른 주파수 대역을 차지하면서 이루어진다. TDD 방식에 의하면 상향링크 전송과 하향링크 전송이 같은 주파수 대역을 차지하면서 서로 다른 시간에 이루어진다. TDD 방식의 채널 응답은 실질적으로 상호적(reciprocal)이다. 이는 주어진 주파수 영역에서 하향링크 채널 응답과 상향링크 채널 응답이 거의 동일하다는 것이다. 따라서, TDD에 기반한 무선통신 시스템에서 하향링크 채널 응답은 상향링크 채널 응답으로부터 얻어질 수 있는 장점이 있다. TDD 방식은 전체 주파수 대역을 상향링크 전송과 하향링크 전송이 시분할되므로 기지국에 의한 하향링크 전송과 단말에 의한 상향링크 전송이 동시에 수행될 수 없다. 상향링크 전송과 하향링크 전송이 서브프레임 단위로 구분되는 TDD 시스템에서, 상향링크 전송과 하향링크 전송은 서로 다른 서브프레임에서 수행된다.
- [0052] 도 3은 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일 예를

나타낸다.

- [0053] 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심벌을 포함하고, 주파수 영역에서 N_{RB} 개의 자원 블록을 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원 블록의 수 N_{RB} 은 셀에서 설정되는 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다. 예를 들어, LTE 시스템에서 N_{RB} 은 60 내지 110 중 어느 하나일 수 있다. 하나의 자원 블록은 주파수 영역에서 복수의 부반송파를 포함한다. 상향링크 슬롯의 구조도 상기 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.
- [0054] 자원 그리드 상의 각 요소(element)를 자원 요소(resource element)라 한다. 자원 그리드 상의 자원 요소는 슬롯 내 인덱스 쌍(pair) (k, l) 에 의해 식별될 수 있다. 여기서, $k(k=0, \dots, N_{RB} \times 12 - 1)$ 는 주파수 영역 내 부반송파 인덱스이고, $l(l=0, \dots, 6)$ 은 시간 영역 내 OFDM 심벌 인덱스이다.
- [0055] 여기서, 하나의 자원 블록은 시간 영역에서 7 OFDM 심벌, 주파수 영역에서 12 부반송파로 구성되는 7×12 자원 요소를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 자원 블록 내 OFDM 심벌의 수와 부반송파의 수는 이에 제한되는 것은 아니다. OFDM 심벌의 수와 부반송파의 수는 CP의 길이, 주파수 간격(frequency spacing) 등에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 노멀 CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 7이고, 확장된 CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 6이다. 하나의 OFDM 심벌에서 부반송파의 수는 128, 256, 512, 1024, 1536 및 2048 중 하나를 선정하여 사용할 수 있다.
- [0056] 도 4는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [0057] 하향링크 서브프레임은 시간 영역에서 2개의 슬롯을 포함하고, 각 슬롯은 노멀 CP에서 7개의 OFDM 심벌을 포함한다. 서브프레임 내의 첫 번째 슬롯의 앞선 최대 3 OFDM 심벌들(1.4Mhz 대역폭에 대해서는 최대 4 OFDM 심벌들)이 제어 채널들이 할당되는 제어 영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심벌들은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)가 할당되는 데이터 영역이 된다.
- [0058] PDCCH는 DL-SCH(Downlink-Shared Channel)의 자원 할당 및 전송 포맷, UL-SCH(Uplink Shared Channel)의 자원 할당 정보, PCH 상의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 랜덤 액세스 응답과 같은 상위 계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 UE 그룹 내 개별 UE들에 대한 전송 파워 제어 명령의 집합 및 VoIP(Voice over Internet Protocol)의 활성화 등을 나눌 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링 할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE(Control Channel Elements)의 집합(aggregation) 상으로 전송된다. CCE는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group)에 대응된다. CCE의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트수가 결정된다.
- [0059] 기지국은 단말에게 보내려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어

정보에 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 붙인다. CRC에는 PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(RNTI; Radio Network Temporary Identifier)가 마스킹된다. 특정 단말을 위한 PDCCH라면 단말의 고유 식별자, 예를 들어 C-RNTI(Cell-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, 페이지 메시지를 위한 PDCCH라면 페이지 지시 식별자, 예를 들어 P-RNTI(Paging-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 시스템 정보(SIB; System Information Block)를 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자, SI-RNTI(System Information-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 랜덤 액세스 프리앰블의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위해 RA-RNTI(Random Access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

[0060] 도 5는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

[0061] 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 상기 제어 영역은 상향링크 제어 정보가 전송되기 위한 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)이 할당된다. 상기 데이터 영역은 데이터가 전송되기 위한 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)이 할당된다. 상위 계층에서 지시되는 경우, 단말은 PUSCH와 PUCCH의 동시 전송을 지원할 수 있다.

[0062] PUSCH는 전송 채널(transport channel)인 UL-SCH(Uplink Shared Channel)에 맵핑된다. PUSCH 상으로 전송되는 상향링크 데이터는 TTI 동안 전송되는 UL-SCH를 위한 데이터 블록인 전송 블록(transport block)일 수 있다. 상기 전송 블록은 사용자 정보일 수 있다. 또는, 상향링크 데이터는 다중화된(multiplexed) 데이터일 수 있다. 다중화된 데이터는 UL-SCH를 위한 전송 블록과 제어정보가 다중화된 것일 수 있다. 예를 들어, 데이터에 다중화되는 제어정보에는 CQI, PMI(Precoding Matrix Indicator), HARQ, RI(Rank Indicator) 등이 있을 수 있다. 또는 상향링크 데이터는 제어정보만으로 구성될 수도 있다.

[0063] 이하 PUCCH에 대해서 설명한다.

[0064] 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원 블록 쌍(RB pair)으로 할당된다. 자원 블록 쌍에 속하는 자원 블록들은 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각에서 서로 다른 부반송파를 차지한다. PUCCH에 할당되는 자원 블록 쌍에 속하는 자원 블록이 차지하는 주파수는 슬롯 경계(slot boundary)를 기준으로 변경된다. 이를 PUCCH에 할당되는 RB 쌍이 슬롯 경계에서 주파수가 홉핑(frequency-hopped)되었다고 한다. 단말이 상향링크 제어 정보를 시간에 따라 서로 다른 부반송파를 통해 전송함으로써, 주파수 다이버시티 이득을 얻을 수 있다. m 은 서브프레임 내에서 PUCCH에 할당된 자원블록 쌍의 논리적인 주파수 영역 위치를 나타내는 위치 인덱스이다.

[0065] PUCCH는 포맷(format)에 따라서 다양한 종류의 제어 정보를 나른다. PUCCH 포맷 1은 스케줄링 요청(SR; Scheduling Request)을 나른다. 이때 OOK(On-Off Keying) 방식이 적용될 수 있다. PUCCH 포맷 1a는 하나의 부호어(codeword)에 대하여 BPSK(Bit Phase Shift Keying) 방식으로 변조된

ACK/NACK(Acknowledgement/Non-Acknowledgement)을 나른다. PUCCH 포맷 1b는 2개의 부호어에 대하여 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 방식으로 변조된 ACK/NACK을 나른다. PUCCH 포맷 2는 QPSK 방식으로 변조된 CQI(Channel Quality Indicator)를 나른다. PUCCH 포맷 2a와 2b는 CQI와 ACK/NACK을 나른다.

[0066] 표 1은 PUCCH 포맷에 따른 변조 방식과 서브프레임 내의 비트의 개수를 나타낸다.

[0067]

PUCCH format	Modulation scheme	Number of bits per subframe, M bit
1	N/A	N/A
1a	BPSK	1
1b	QPSK	2
2	QPSK	20
2a	QPSK+BPSK	21
2b	QPSK+QPSK	22

[0068] 표 2는 슬롯당 PUCCH 복조 참조 신호로 사용되는 OFDM 심벌의 개수를 나타낸다.

[0069]

PUCCH format	Normal cyclic prefix	Extended cyclic prefix
1, 1a, 1b	3	2
2	2	1
2a, 2b	2	N/A

[0070] 표 3은 PUCCH 포맷에 따른 복조 참조 신호가 맵핑되는 OFDM 심벌의 위치를 나타낸다.

[0071]

PUCCH format	set of values for ℓ	
Normal cyclic prefix	Extended cyclic prefix	
1, 1a, 1b	2, 3, 4	2, 3
2, 2a, 2b	1, 5	3

[0072] ACK/NACK 신호는 각 단말 별로 CG-CAZAC(Computer Generated Constant Amplitude Zero Auto Correlation) 시퀀스를 기본 시퀀스로 하여 서로 다른 순환 쉬프트(cyclic shift) 값과 서로 다른 Walsh/DFT(Discrete Fourier Transform) 직교(orthogonal) 코드를 포함하는 서로 다른 자원을 이용하여 전송될 수 있다. 사용 가능한 순환 쉬프트 값과 Walsh/DFT 코드의 개수가 각각 6과 3일 때, 단일 안테나 포트를 가지는 총 18개의 단말이 하나의 PRB 내에서 다중화(multiplex) 될

수 있다.

[0073] 도 6은 노멀 CP 구조에서의 PUCCH 포맷 1a/1b를 나타낸다. 3번째 내지 5번째 SC-FDMA 심벌에서 상향링크 참조 신호가 전송된다. 도 6에서 w_0, w_1, w_2 및 w_3 는 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform) 변조 이후에 시간 영역에서 변조되거나 또는 IFFT 변조 이전에 주파수 영역에서 변조될 수 있다.

[0074] 도 7은 확장 CP 구조에서의 PUCCH 포맷 1a/1b를 나타낸다. 3번째 및 4번째 SC-FDMA 심벌에서 상향링크 참조 신호가 전송된다. 도 7에서 w_0, w_1, w_2 및 w_3 는 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform) 변조 이후에 시간 영역에서 변조되거나 또는 IFFT 변조 이전에 주파수 영역에서 변조될 수 있다.

[0075] SR과 영구적인 스케줄링을 위하여 단말에 할당되는 순환 쉬프트, Walsh/DFT 코드 및 PRB 등을 포함하는 ACK/NACK 자원은 RRC(Radio Resource Control) 시그널링을 통해 주어질 수 있다. 동적 ACK/NACK을 위한 비영구적 스케줄링을 위해서, 할당된 자원은 ACK/NACK을 위한 PDSCH에 대응되는 PDCCH의 가장 작은 CCE 인덱스에 의해서 주어질 수 있다.

[0076] 표 4는 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위한 길이 4의 직교 시퀀스의 일 예이다.

Sequence index $n_{oc}(n_s)$	Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{SF}^{PUCCH}-1)]$
0	[+1 +1 +1 +1]
1	[+1 -1 +1 -1]
2	[+1 -1 -1 +1]

[0078] 표 5는 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위한 길이 3의 직교 시퀀스의 일 예이다.

Sequence index $n_{oc}(n_s)$	Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{SF}^{PUCCH}-1)]$
0	[1 1 1]
1	$[1 e^{j2\pi/3} e^{j4\pi/3}]$
2	$[1 e^{j4\pi/3} e^{j2\pi/3}]$

[0080] 표 6은 PUCCH 포맷 1/1a/1b 내의 참조 신호 전송을 위한 직교 시퀀스의 일 예이다.

Sequence index $n_{oc2}(n_s)$	Normal cyclic prefix	Extended cyclic prefix
0	[1 1 1]	[1 1]
1	$[1 e^{j2\pi/3} e^{j4\pi/3}]$	[1 -1]
2	$[1 e^{j4\pi/3} e^{j2\pi/3}]$	N/A

[0082] 표 7은 노멀 CP 구조에서 $\Delta_{shift}^{PUCCH}=2$ 일 때의 ACK/NACK 채널화(channelization)의 일 예이다.

[0083]

Cell specific cyclic shift offset		RS orthogonal cover			ACK/NACK orthogonal cover		
$\delta_{\text{offset}}^{\text{PUCCH}}=1$	$\delta_{\text{offset}}^{\text{PUCCH}}=0$	$n_{\text{OC}}'=0$	$n_{\text{OC}}'=1$	$n_{\text{OC}}'=2$	$n_{\text{OC}}=0$	$n_{\text{OC}}=1$	$n_{\text{OC}}=2$
$n_{\text{CS}}=1$	$n_{\text{CS}}=0$	$n'=0$		12	$n'=0$		12
2	1		6			6	
3	2	1		13	1		13
4	3		7			7	
5	4	2		14	2		14
6	5		8			8	
7	6	3		15	3		15
8	7		9			9	
9	8	4		16	4		16
10	9		10			10	
11	10	5		17	5		17
0	11		11			11	

[0084] 표 7에서 $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}$ 는 CAZAC 시퀀스의 셀 특정 순환 쉬프트 값이며, 노멀 CP 구조나 확장 CP 구조에서 1 내지 3 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. $\delta_{\text{offset}}^{\text{PUCCH}}$ 는 셀 특정 순환 쉬프트 오프셋으로 0 내지 $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}-1$ 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 한편, n_{OC} 는 ACK/NACK을 위한 직교 시퀀스의 인덱스이며, n_{OC}' 는 참조 신호를 위한 직교 시퀀스의 인덱스이다. n_{CS} 는 CAZAC 시퀀스의 순환 쉬프트 값이며, n' 는 RB 내에서 채널화에 사용되는 ACK/NACK 자원 인덱스이다.

[0085] 표 8은 PRB 내에 PUCCH 포맷 1/1a/1b와 PUCCH 포맷 2/2a/2b가 혼합된 구조의 채널화의 일 예이다.

[0086]

	Orthogonal cover		
Cyclic Shift	OC _{index} =0	OC _{index} =1	OC _{index} =2
0	ACK/NACK		
1	ACK/NACK		
2	ACK/NACK		
3	ACK/NACK		
4	Guard shifts		
5	CQI		
6	CQI		
7	CQI		
8	CQI		
9	CQI		
10	CQI		
11	Guard shifts		

- [0087] 표 8을 참조하면 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위한 0 내지 3의 순환 쉬프트 값이 할당되고, PUCCH 포맷 2/2a/2b를 위한 5 내지 10의 순환 쉬프트 값이 할당된다. PUCCH 포맷 1/1a/1b 및 PUCCH 포맷 2/2a/2b 사이의 순환 쉬프트 값인 4와 11은 가드 쉬프트(guard shift)로 할당된다.
- [0088] 한편, ICI(Inter-Cell Interference) 임의화(randomization)를 위하여 심벌 기반으로 순환 쉬프트 홉핑(hopping)이 수행될 수 있다. 또한, ICI 임의화를 위하여 슬롯 수준에서 ACK/NACK 채널과 자원 사이에 CS/OC(Orthogonal Covering) 재매핑(remapping)이 수행될 수 있다.
- [0089] PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위한 자원은 심벌 레벨에서의 순환 쉬프트를 지시하는 n_{cs} , 슬롯 레벨에서의 직교 커버링을 지시하는 n_{oc} 및 주파수 영역에서의 자원 블록을 지시하는 n_{RB} 로 구성될 수 있다. PUCCH 포맷 1/1a/1b 자원 n_{cs} , n_{oc} , n_{RB} 를 대표하는 인덱스로 n_r 이 정의될 수 있다. 즉, $n_r=(n_{cs}, n_{oc}, n_{RB})$ 이다.
- [0090] PUCCH 포맷 2/2a/2b는 CQI, PMI(Precoding Matrix Indicator), RI(Rank Indicator) 및 CQI+ACK/NACK 등의 제어 정보를 나눌 수 있다. PUCCH 포맷 2/2a/2b에 RM(Reed-Muller) 채널 코딩 방식이 적용될 수 있다.
- [0091] 표 9는 3GPP LTE의 UCI(Uplink Control Information)의 채널 코딩에 사용되는 (20,A) RM 코드의 일 예이다. $a_0, a_1, a_2, \dots, a_{A-1}$ 의 비트열(bit stream)이 표 10의 (20,A)의 RM 코드를 이용하여 채널 코딩 블록의 입력으로 사용된다.
- [0092]

i	M _{i,0}	M _{i,1}	M _{i,2}	M _{i,3}	M _{i,4}	M _{i,5}	M _{i,6}	M _{i,7}	M _{i,8}	M _{i,9}	M _{i,10}	M _{i,11}	M _{i,12}
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
2	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
3	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
4	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
5	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
6	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
8	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
9	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
10	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
11	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
12	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
14	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
15	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
16	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1
17	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
18	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

[0093] 채널 인코딩 비트인 $b_0, b_1, b_2, \dots, b_{B-1}$ 은 수학식 1에 의해서 생성될 수 있다.

[0094] <수학식 1>

[0095]
$$b_i = \sum_{n=0}^{A-1} (a_n \cdot M_{i,n}) \bmod 2$$

[0096] 수학식 1에서 $i=0,1,2,\dots,B-1$ 이다.

[0097] 표 10은 광대역(wideband) 보고를 위한 CQI 피드백 UCI 필드의 크기의 일 예이다. 표 10은 단일 안테나 포트를 가정하고, 전송 다이버시티 또는 개루프(open-loop) 공간 다중화 PDSCH 전송을 가정한 경우이다.

[0098]

Field	Bitwidth
Wide-band CQI	4

[0099] 표 11은 광대역 보고를 위한 CQI 및 PMI 피드백 UCI 필드의 크기의 일 예이다. 표 11은 페루프 공간 다중화 PDSCH 전송의 경우이다.

[0100]

	Bitwidths			
Field	2 ports (Rank = 1)	2 ports (Rank = 2)	4 ports (Rank = 1)	4 ports (Rank > 1)
Wide-band CQI	4	4	4	4
Spatial differential CQI	0	3	0	3
Precoding matrix indication	2	1	4	4

[0101] 표 12는 광대역 보고를 위한 RI 피드백 UCI 필드의 크기의 일 예이다.

[0102]

	Bitwidths		
Field	2 antenna ports	4 antenna ports (Max 2 layers)	4 antenna ports (Max 4 layers)
Rank indication	1	1	2

[0103] 이때 a_0 와 a_{A-1} 은 각각 MSB(Most Significant Bit)과 LSB(Least Significant Bit)을 나타낸다. 확장 CP 구조에서 CQI와 ACK/NACK이 동시에 전송되는 경우를 제외하고 A는 최대 11이 될 수 있다. RM 코드를 이용하여 20비트로 인코딩된 제어 정보에 QPSK 변조가 적용될 수 있다. 또한 인코딩된 제어 정보는 QPSK 변조 이전에 스크램블링(scrambling)될 수 있다.

[0104] 도 8은 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 나타낸다. 도 8-(a)는 노멀 CP 구조, 도 8-(b)는 확장 CP 구조를 나타낸다. 도 8-(a)에서 참조 신호가 슬롯의 2번째 및 6번째 SC-FDMA 심벌에서 전송되고, 도 8-(b)에서 참조 신호가 슬롯의 4번째 SC-FDMA 심벌에서 전송된다.

[0105] 노멀 CP 구조에서, 하나의 서브프레임은 참조 신호 전송을 위한 SC-FDMA 심벌을 제외하고 10개의 QPSK 데이터 심벌을 포함한다. 즉, 각 QPSK 심벌은 20비트의 인코딩된 CQI를 이용하여 SC-FDMA 심벌 레벨에서 순환 쉬프트에 의해 스프레드될 수 있다.

[0106] 또한, SC-FDMA 심벌 레벨 순환 쉬프트 홉핑이 ICI를 임의화하기 위하여 적용될 수 있다. 참조 신호는 순환 쉬프트를 이용하여 CDM(Code Division Multiplexing) 방식에 의해 다중화될 수 있다. 예를 들어 사용할 수 있는 순환 쉬프트 값의 개수가 12개인 경우, 12개의 단말이 하나의 PRB 내에서 다중화될 수 있다. 즉, PUCCH 포맷 1/1a/1b 및 PUCCH 포맷 2/2a/2b 내의 복수인 단말이 각각 순환 쉬프트/직교 커버/자원 블록 및 순환 쉬프트/자원 블록에 의해서 다중화될

수 있다.

[0107] 슬롯 n_s 에서 PUCCH 전송에 사용되는 PRB는 수학식 2에 의해서 결정될 수 있다.

[0108] <수학식 2>

$$[0109] \quad n_{PRB} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{if } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 0 \\ N_{RB}^{UL} - 1 - \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{if } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

[0110] 수학식 2에서 n_{PRB} 는 PRB 인덱스를 나타낸다. N_{RB}^{UL} 은 N_{sc}^{RB} 의 배수로 표현된 상향링크 대역폭 구성(configuration)이다. N_{sc}^{RB} 는 부반송파의 개수로 표시한 주파수 영역에서의 자원 블록의 크기이다. PUCCH는 PRB에 맵핑될 때 바깥쪽의 PRB에서 안쪽의 PRB의 순서로 맵핑될 수 있다. 또한 PUCCH 포맷 2/2a/2b, ACK/NACK의 혼합 포맷, PUCCH 포맷 1/1a/1b의 순서로 맵핑될 수 있다.

[0111] PUCCH 포맷 1/1a/1b에서 m 은 수학식 3에 의해서 결정될 수 있다.

[0112] <수학식 3>

$$[0113] \quad m = \begin{cases} N_{RB}^{(2)} & \text{if } n_{PUCCH}^{(1)} < c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH} \\ \left\lfloor \frac{n_{PUCCH}^{(1)} - c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH}}{c \cdot N_{sc}^{RB} / \Delta_{shift}^{PUCCH}} \right\rfloor + N_{RB}^{(2)} + \left\lfloor \frac{N_{cs}^{(1)}}{8} \right\rfloor & \text{otherwise} \end{cases}$$

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

[0114] 수학식 3에서 $N_{RB}^{(2)}$ 은 각 슬롯에서 PUCCH 포맷 2/2a/2b로 사용 가능한 자원 블록으로 나타낸 대역폭을 나타낸다. $n_{PUCCH}^{(1)}$ 은 PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송에 사용되는 자원의 인덱스를 나타낸다. $N_{cs}^{(1)}$ 은 PUCCH 포맷 1/1a/1b와 포맷 2/2a/2b의 혼합 구조로 사용되는 자원 블록 내에서 PUCCH 포맷 1/1a/1b의 용도로 사용되는 순환 쉬프트 값의 개수를 나타낸다.

[0115] PUCCH 포맷 2/2a/2a에서 m 은 수학식 4에 의해서 결정될 수 있다.

[0116] <수학식 4>

$$[0117] \quad m = \left\lfloor n_{PUCCH}^{(2)} / N_{sc}^{RB} \right\rfloor$$

[0118] LTE-A 시스템에서 상향링크는 SC-FDMA 전송 방식을 적용한다. DFT 확산(spreading) 후 IFFT가 수행되는 전송 방식을 SC-FDMA라 한다. SC-FDMA는 DFT-s OFDM(DFT-spread OFDM)이라고도 할 수 있다. SC-FDMA에서는 PAPR(peak-to-average power ratio) 또는 CM(cubic metric)이 낮아질 수 있다. SC-FDMA 전송 방식을 이용하는 경우, 전력 증폭기(power amplifier)의 비선형(non-linear) 왜곡 구간을 피할 수 있으므로 전력 소모가 제한된 단말에서 전송 전력 효율이 높아질 수 있다. 이에 따라, 사용자 수율(user throughput)이

높아질 수 있다.

[0119] 도 9는 SC-FDMA 시스템에서 전송기 구조의 일 예를 나타낸다.

[0120] 도 9를 참조하면, 전송기(50)는 DFT(Discrete Fourier Transform)부(51), 부반송파 매퍼(52), IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)부(53) 및 CP 삽입부(54)를 포함한다. 전송기(50)는 스�크램블 유닛(미도시; scramble unit), 모듈레이션 매퍼(미도시; modulation mapper), 레이어 매퍼(미도시; layer mapper) 및 레이어 퍼뮤테이터(미도시; layer permutator)를 포함할 수 있으며, 이는 DFT부(51)에 앞서 배치될 수 있다.

[0121] DFT부(51)는 입력되는 심벌들에 DFT를 수행하여 복소수 심벌들(complex-valued symbol)을 출력한다. 예를 들어, N_{sc} 심벌들이 입력되면(단, N_{sc} 는 자연수), DFT 크기(size)는 N_{sc} 이다. DFT부(51)는 변환 프리코더(transform precoder)라 불릴 수 있다. 부반송파 매퍼(52)는 상기 복소수 심벌들을 주파수 영역의 각 부반송파에 맵핑시킨다. 상기 복소수 심벌들은 데이터 전송을 위해 할당된 자원 블록에 대응하는 자원 요소들에 맵핑될 수 있다. 부반송파 매퍼(52)는 자원 매퍼(resource element mapper)라 불릴 수 있다. IFFT부(53)는 입력되는 심벌에 대해 IFFT를 수행하여 시간 영역 신호인 데이터를 위한 기본 대역(baseband) 신호를 출력한다. CP 삽입부(54)는 데이터를 위한 기본 대역 신호의 뒷부분 일부를 복사하여 데이터를 위한 기본 대역 신호의 앞부분에 삽입한다. CP 삽입을 통해 ISI(Inter-Symbol Interference), ICI(Inter-Carrier Interference)가 방지되어 다중 경로 채널에서도 직교성이 유지될 수 있다.

[0122] 도 10은 부반송파 매퍼가 복소수 심벌들을 주파수 영역의 각 부반송파에 맵핑하는 방식의 일 예를 나타낸다.

[0123] 도 10-(a)를 참조하면, 부반송파 매퍼는 DFT부로부터 출력된 복소수 심벌들을 주파수 영역에서 연속된 부반송파들에 맵핑한다. 복소수 심벌들이 맵핑되지 않는 부반송파에는 '0'이 삽입된다. 이를 집중된 맵핑(localized mapping)이라 한다. 3GPP LTE 시스템에서는 집중된 맵핑 방식이 사용된다. 도 10-(b)를 참조하면, 부반송파 매퍼는 DFT부로부터 출력된 연속된 2개의 복소수 심벌들 사이마다 $L-1$ 개의 '0'을 삽입한다(L 은 자연수). 즉, DFT부로부터 출력된 복소수 심벌들은 주파수 영역에서 등간격으로 분산된 부반송파들에 맵핑된다. 이를 분산된 맵핑(distributed mapping)이라 한다. 부반송파 매퍼가 도 10-(a)와 같이 집중된 맵핑 방식 또는 도 10-(b)와 같이 분산된 맵핑 방식을 사용하는 경우, 단일 반송파 특성이 유지된다.

[0124] 클러스터된(clustered) DFT-s OFDM 전송 방식은 기존의 SC-FDMA 전송 방식의 변형으로, 프리코더를 거친 데이터 심벌들을 복수의 서브 블록으로 나누고 이를 주파수 영역에서 서로 분리시켜 맵핑하는 방법이다.

[0125] 도 11은 클러스터된 DFT-s OFDM 전송 방식을 적용한 전송기의 일 예이다.

[0126] 도 11을 참조하면, 전송기(70)는 DFT부(71), 부반송파 매퍼(72), IFFT부(73) 및

CP 삽입부(74)를 포함한다. 전송기(70)는 스크램블 유닛(미도시), 모듈레이션 매퍼(미도시), 레이어 매퍼(미도시) 및 레이어 퍼뮤테이터(미도시)를 더 포함할 수 있으며, 이는 DFT부(71)에 앞서 배치될 수 있다.

- [0127] DFT부(71)로부터 출력되는 복소수 심벌들은 N 개의 서브 블록으로 나뉜다(N 은 자연수). N 개의 서브 블록은 서브 블록 #1, 서브 블록 #2,..., 서브 블록 # N 으로 나타낼 수 있다. 부반송파 매퍼(72)는 N 개의 서브 블록들을 주파수 영역에서 분산시켜 부반송파들에 맵핑한다. 연속된 2개의 서브블록들 사이마다 NULL이 삽입될 수 있다. 하나의 서브 블록 내 복소수 심벌들은 주파수 영역에서 연속된 부반송파에 맵핑될 수 있다. 즉, 하나의 서브 블록 내에서는 집중된 맵핑 방식이 사용될 수 있다.
- [0128] 도 11의 전송기(70)는 단일 반송파(single carrier) 전송기 또는 다중 반송파(multi-carrier) 전송기에 모두 사용될 수 있다. 단일 반송파 전송기에 사용되는 경우, N 개의 서브 블록들이 모두 하나의 반송파에 대응된다. 다중 반송파 전송기에 사용되는 경우, N 개의 서브 블록들 중 각각의 서브 블록마다 하나의 반송파에 대응될 수 있다. 또는, 다중 반송파 전송기에 사용되는 경우에도, N 개의 서브 블록들 중 복수의 서브 블록들은 하나의 반송파에 대응될 수도 있다. 한편, 도 11의 전송기(70)에서 하나의 IFFT부(73)를 통해 시간 영역 신호가 생성된다. 따라서, 도 11의 전송기(70)가 다중 반송파 전송기에 사용되기 위해서는 연속된 반송파 할당(contiguous carrier allocation) 상황에서 인접한 반송파 간 부반송파 간격이 정렬(alignment)되어야 한다.
- [0129] 도 12는 클러스터된 DFT-s OFDM 전송 방식을 적용한 전송기의 또 다른 예이다.
- [0130] 도 12를 참조하면, 전송기(80)는 DFT부(81), 부반송파 매퍼(82), 복수의 IFFT부(83-1, 83-2,...,83- N)(N 은 자연수) 및 CP 삽입부(84)를 포함한다. 전송기(80)는 스크램블 유닛(미도시), 모듈레이션 매퍼(미도시), 레이어 매퍼(미도시) 및 레이어 퍼뮤테이터(미도시)를 더 포함할 수 있으며, 이는 DFT부(71)에 앞서 배치될 수 있다.
- [0131] N 개의 서브 블록들 중 각각의 서브 블록에 대해 개별적으로 IFFT가 수행된다. 제 n IFFT부(83- N)는 서브 블록 # n 에 IFFT를 수행하여 제 n 기본 대역 신호를 출력한다($n=1,2,...,N$). 제 n 기본 대역 신호에 제 n 반송파 신호가 곱해져 제 n 무선 신호가 생성된다. N 개의 서브 블록들로부터 생성된 N 개의 무선 신호들은 더해진 후, CP 삽입부(84)에 의해 CP가 삽입된다. 도 12의 전송기(80)는 전송기가 할당 받은 반송파들이 인접하지 않는 불연속된 반송파 할당(non-contiguous carrier allocation) 상황에서 사용될 수 있다.
- [0132] 도 13은 클러스터된 DFT-s OFDM 전송 방식을 적용한 전송기의 또 다른 예이다.
- [0133] 도 13은 청크(chunk) 단위로 DFT 프리코딩을 수행하는 청크 특정 DFT-s OFDM 시스템이다. 이는 N_x SC-FDMA로 불릴 수 있다. 도 13을 참조하면, 전송기(90)는

코드 블록 분할부(91), 청크(chunk) 분할부(92), 복수의 채널 코딩부(93-1,...,93-N), 복수의 변조기(94-1,...,94-N), 복수의 DFT부(95-1,...,95-N), 복수의 부반송파 매퍼(96-1,...,96-N), 복수의 IFFT부(97-1,...,97-N) 및 CP 삽입부(98)를 포함한다. 여기서, N은 다중 반송파 전송기가 사용하는 다중 반송파의 개수일 수 있다. 채널 코딩부(93-1,...,93-N) 각각은 스크램블 유닛(미도시)을 포함할 수 있다. 변조기(94-1,...,94-N)는 모듈레이션 매퍼라 칭할 수도 있다. 전송기(90)는 레이어 매퍼(미도시) 및 레이어 퍼뮤테이터(미도시)를 더 포함할 수 있으며, 이는 DFT부(95-1,...,95-N)에 앞서 배치될 수 있다.

- [0134] 코드 블록 분할부(91)는 전송 블록을 복수의 코드 블록으로 분할한다. 청크 분할부(92)는 코드 블록을 복수의 청크로 분할한다. 여기서, 코드 블록은 다중 반송파 전송기로부터 전송되는 데이터라 할 수 있고, 청크는 다중 반송파 중 하나의 반송파를 통해 전송되는 데이터 조각이라 할 수 있다. 전송기(90)는 청크 단위로 DFT를 수행한다. 전송기(90)는 불연속된 반송파 할당 상황 또는 연속된 반송파 할당 상황에서 모두 사용될 수 있다.
- [0135] 3GPP LTE-A 시스템은 반송파 집합(carrier aggregation) 시스템을 지원한다. 반송파 집합 시스템은 3GPP TR 36.815 V9.0.0 (2010-3)을 참조할 수 있다.
- [0136] 반송파 집합 시스템은 무선 통신 시스템이 광대역을 지원하려고 할 때 목표로 하는 광대역보다 작은 대역폭을 가지는 1개 이상의 반송파를 모아서 광대역을 구성하는 시스템을 의미한다. 반송파 집합 시스템은 대역폭 집합(bandwidth aggregation) 시스템 등의 다른 명칭으로 불릴 수 있다. 반송파 집합 시스템은 각 반송파가 연속한 연속(contiguous) 반송파 집합 시스템과 각 반송파가 서로 떨어져 있는 불연속(non-contiguous) 반송파 집합 시스템으로 구분될 수 있다. 연속 반송파 집합 시스템에서 각 반송파 사이에 주파수 간격(frequency spacing)이 존재할 수 있다. 1개 이상의 반송파를 모을 때 대상이 되는 반송파는 기존 시스템과의 하위 호환성(backward compatibility)을 위하여 기존 시스템에서 사용하는 대역폭을 그대로 사용할 수 있다. 예를 들어 3GPP LTE 시스템에서는 1.4MHz, 3MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz 및 20MHz의 대역폭을 지원하며, 3GPP LTE-A 시스템에서는 상기 3GPP LTE 시스템의 대역폭만을 이용하여 20MHz 이상의 광대역을 구성할 수 있다. 또는 기존 시스템의 대역폭을 그대로 사용하지 않고 새로운 대역폭을 정의하여 광대역을 구성할 수도 있다.
- [0137] 반송파 집합 시스템에서 단말은 용량에 따라서 하나 또는 복수의 반송파를 동시에 전송 또는 수신할 수 있다. LTE-A 단말은 복수의 반송파를 동시에 전송 또는 수신할 수 있다. LTE Rel-8 단말은 반송파 집합 시스템을 구성하는 각 반송파가 LTE Rel-8 시스템과 호환될 때 하나의 반송파만을 송신 또는 수신할 수 있다. 따라서 적어도 상향링크와 하향링크에서 사용되는 반송파의 개수가 같은 경우, 모든 구성 반송파가 LTE Rel-8 시스템과 호환되도록 구성될 필요가 있다.
- [0138] 복수의 반송파를 효율적으로 사용하기 위하여 복수의 반송파를 MAC(Media Access Control)에서 관리할 수 있다. 복수의 반송파를 송/수신하기 위해서

송신기 및 수신기가 모두 복수의 반송파를 송/수신할 수 있어야 한다.

[0139] 도 14는 반송파 집합 시스템을 구성하는 송신기와 수신기의 일 예이다.

[0140] 도 14-(a)의 송신기에서는 하나의 MAC이 n 개의 반송파를 모두 관리 및 운영하여 데이터를 송수신한다. 이는 도 14-(b)의 수신기에서도 마찬가지이다. 수신기의 입장에서 구성 반송파 당 하나의 전송 블록(transport block)과 하나의 HARQ 엔티티(entity)가 존재할 수 있다. 단말은 복수의 반송파에 대하여 동시에 스케줄링 될 수 있다. 도 14의 반송파 집합 시스템은 연속 반송파 집합 시스템 또는 불연속 반송파 집합 시스템에 모두 적용될 수 있다. 하나의 MAC에서 관리하는 각각의 반송파는 서로 인접할 필요가 없으며, 따라서 자원 관리 측면에서 유연하다는 장점이 있다.

[0141] 도 15 및 도 16은 반송파 집합 시스템을 구성하는 송신기와 수신기의 또 다른 예이다.

[0142] 도 15-(a)의 송신기 및 도 15-(b)의 수신기에서는 하나의 MAC이 하나의 반송파만을 관리한다. 즉, MAC와 반송파가 1대1로 대응된다. 도 16-(a)의 송신기 및 도 16-(b)의 수신기에서는 일부 반송파에 대해서는 MAC과 반송파가 1대1로 대응되고, 나머지 반송파에 대해서는 하나의 MAC이 복수의 반송파를 제어한다. 즉, MAC과 반송파의 대응 관계로 다양한 조합이 가능하다.

[0143] 도 14 내지 도 16의 반송파 집합 시스템은 n 개의 반송파를 포함하며, 각 반송파는 서로 인접할 수도 있고 떨어져 있을 수도 있다. 반송파 집합 시스템은 상향링크 또는 하향링크에 모두 적용될 수 있다. TDD 시스템에서는 각각의 반송파가 상향링크 전송과 하향링크 전송을 수행할 수 있도록 구성되며, FDD 시스템에서는 복수의 반송파를 상향링크 용과 하향링크 용으로 구분하여 사용할 수 있다. 일반적인 TDD 시스템에서 상향링크와 하향링크에서 사용되는 구성 반송파의 개수와 각 반송파의 대역폭은 동일하다. FDD 시스템에서는 상향링크와 하향링크에서 사용하는 반송파의 수와 대역폭을 각각 달리 함으로써 비대칭(asymmetric) 반송파 집합 시스템을 구성하는 것도 가능하다.

[0144] 한편, 단말의 입장에서 스케줄링 된 구성 반송파 별로 하나의 전송 블록(transport block)과 하나의 HARQ(Hybrid Automatic Repeat request) 엔티티(entity)가 존재한다. 각 전송 블록은 하나의 구성 반송파에만 맵핑된다. 단말은 복수의 구성 반송파에 동시에 맵핑될 수 있다.

[0145] 이하, 확장된(extended) PUCCH 포맷에 대해서 설명한다.

[0146] LTE rel-8의 PUCCH 포맷 1a/1b는 1비트 또는 2비트의 ACK/NACK을 나눌 수 있다. 만약 반송파 집합 시스템이 5개의 구성 반송파를 포함하고, 각 구성 반송파 당 2개의 부호어가 전송된다면, 5개의 구성 반송파에 대하여 ACK/NACK을 나르기 위하여 10비트가 필요하다. 또한, 각 구성 반송파당 DTX(Discontinuous Transmission) 상태까지 정의한다면, 총 12비트($5^5=3125=11.61$ 비트)가 필요하다. 이를 지원하기 위하여 현재의 PUCCH 포맷은 사용할 수 없고, 새로운 PUCCH 포맷이 정의될 필요가 있다.

- [0147] 도 17은 반송파 집합 시스템에서 5개의 하향링크 구성 반송파(DL CC)에 1개의 상향링크 구성 반송파(UL CC)가 대응되는 경우의 블록도이다. DL CC #0 내지 #4가 나르는 신호에 대한 ACK/NACK이 모두 UL CC #0에 의해서 전송된다. 5개의 DL CC에 대한 ACK/NACK을 1개의 UL CC에서 전송하기 위하여 새로운 PUCCH 포맷이 요구된다. ACK/NACK과 마찬가지로, CQI(Channel Quality Indicator)/PMI(Precoding Matrix Indicator)/RI(Rank Indicator)를 반송파 집합 시스템에서 각 구성 반송파 별로 전송하는 경우에도 페이로드(payload)가 증가하므로 새로운 PUCCH 포맷이 요구된다.
- [0148] 도 18은 확장된 PUCCH 포맷의 일 예이다. 도 18의 확장된 PUCCH 포맷은 DFT-s OFDM 전송 방식을 적용한 PUCCH 포맷이라 할 수 있다. 도 18의 확장된 PUCCH 포맷은 특정한 PUCCH 포맷에 제한되지 않으나, 설명의 용이함을 위해 ACK/NACK을 나르기 위한 PUCCH 포맷 1의 노멀 CP 구조를 기반으로 설명한다. 확장된 PUCCH 포맷은 CQI/PMI/RI 등의 상향링크 제어 정보(UCI; Uplink Control Information)의 전송을 위한 PUCCH 포맷 2/2a/2b에 대해서도 적용이 가능하다. 즉, 확장된 PUCCH 포맷은 임의의 제어 정보에 대해서 적용이 가능하다. 예를 들어 최대 13비트의 페이로드를 지원하는 PUCCH 포맷 2에서 그 이상의 페이로드를 지원하기 위하여 제안되는 확장된 PUCCH 포맷을 사용할 수 있다.
- [0149] 도 18을 참조하면, 먼저 각 구성 반송파에 대한 ACK/NACK 등의 정보 비트에 대해 채널 코딩(channel coding)이 수행된다(100). 채널 코딩 방식으로 단순 반복(repetition), 심플렉스 코딩(simplex coding), RM 코딩, 펄스형(puncturing)된 RM 코딩, TBCC(Tail-Biting Convolutional Coding), LDPC(Low Density Parity Check) 코딩 또는 터보 코딩(turbo coding) 등의 다양한 종류의 코딩 방식 중 어느 하나가 사용될 수 있다. 채널 코딩에 결과 생성되는 인코딩 정보 비트는 적용될 변조 심벌 순서(modulation symbol order)와 맵핑되는 자원을 고려하여 레이트 매칭(rate-matching)될 수 있다. 생성되는 인코딩 정보 비트에 대하여 셀간 간섭(ICI; Inter-Cell Interference) 임의화(randomization)을 위하여, 셀 ID에 대응되는 스크램블링 코드(scrambling code)를 이용한 셀 특정 스크램블링(cell-specific scrambling) 또는 단말 ID(예를 들어, RNTI(Radio Network Temporary Identifier))에 대응되는 스크램블링 코드를 이용한 단말 특정 스크램블링이 적용될 수 있다.
- [0150] 인코딩 정보 비트는 분주기(divider)를 통해 각 슬롯으로 분산된다(101). 일코딩 정보 비트는 다양한 방식으로 2개의 슬롯으로 분산될 수 있다. 예를 들어 인코딩 정보 비트의 앞부분은 제1 슬롯으로, 뒷부분은 제2 슬롯으로 분산될 수 있다. 또는 인터리빙(interleaving) 방식을 적용하여 짝수 번째 인코딩 정보 비트는 제1 슬롯으로, 홀수 번째 인코딩 정보 비트는 제2 슬롯으로 분산될 수 있다. 각 슬롯으로 분산된 인코딩 정보 비트는 변조기(modulator)를 통해 변조된다(101). 인코딩 정보 비트가 변조되어 QPSK 심벌이 생성될 수 있다. 한편, 변조기와

분주기의 순서는 바뀔 수 있다.

- [0151] 각 슬롯 내의 QPSK 심벌들에 대하여 각각의 슬롯에서 단일 반송파 파형(single carrier waveform)을 생성하기 위한 DFT(Discrete Fourier Transform) 프리코딩이 수행된다(103). DFT 프리코딩 이외에 이에 상응하는 Walsh 프리코딩 등의 동작이 수행될 수도 있으나, 이후의 설명에서 특별한 언급이 없는 한 DFT 프리코딩이 수행되는 것으로 가정한다.
- [0152] DFT 프리코딩이 수행된 QPSK 심벌들에 대하여, 미리 지정되거나 동적 시그널링(dynamic signaling) 또는 RRC(Radio Resource Control) 시그널링 등을 통해 결정된 인덱스 m 의 직교 코드(orthogonal code)를 통해 SC-FDMA 심벌 레벨로 시간 스프레딩(time spreading)이 수행된다(104). 인덱스 m 의 직교 코드는 스프레딩 인자(SF; Spreading Factor)가 4인 경우, $\mathbf{w}_m=[w_0 \ w_1 \ w_2 \ w_3]$ 로 표현될 수 있다. 상기 직교 코드가 Walsh 코드이고 SF가 4인 경우, $w_0=[1 \ 1 \ 1 \ 1]$, $w_1=[1 \ -1 \ 1 \ -1]$, $w_2=[1 \ 1 \ -1 \ -1]$, $w_3=[1 \ -1 \ -1 \ 1]$ 일 수 있다. 상기 직교 코드가 DFT 코드인 경우, $\mathbf{w}_m=[w_0 \ w_1 \ \dots \ w_{k-1}]$ 일 수 있고, 이때 $w_k=\exp(j2\pi km/SF)$ 일 수 있다. 또한 상기 직교 코드로 Walsh 코드, DFT 코드 또는 이외의 직교 코드가 사용될 수도 있다. 스프레딩 인자는 데이터가 스프레딩 되는 인자를 의미하며, 다중화(multiplexing)되는 단말의 개수 또는 안테나의 개수와 관련될 수 있다. 스프레딩 인자는 시스템에 따라 가변될 수 있으며, 미리 지정되거나 DCI 또는 RRC 시그널링 등을 통해 단말에 알려질 수 있다. 또한, SC-FDMA 심벌 레벨로 적용되는 직교 코드는 슬롯 레벨에서 인덱스가 서로 바뀌어서 적용될 수 있다. 즉, 직교 코드는 슬롯 레벨에서 홉핑(hopping)될 수 있다.
- [0153] 상기와 같이 생성된 신호는 PRB 내의 부반송파에 맵핑된 후 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)에 의해 시간 영역의 신호로 변환되고, CP가 붙어서 RF(Radio Frequency)부를 통해 전송된다.
- [0154] 도 19는 확장된 PUCCH 포맷의 또 다른 예이다. 도 19를 참조하면, 먼저 각 구성 반송파에 대한 ACK/NACK 등의 정보 비트에 대해 채널 코딩이 수행되고(110), 인코딩 정보 비트는 분주기(divider)를 통해 각 슬롯으로 분산된다(111). 각 슬롯으로 분산된 인코딩 정보 비트는 변조기를 통해 변조되며, 변조 결과 생성된 QPSK 심벌은 인덱스 m 의 직교 코드에 의해 시간 스프레딩 된다(112). 인덱스 m 의 직교 코드는 SF=4인 경우, $\mathbf{w}_m=[w_0 \ w_1 \ w_2 \ w_3]$ 로 표현될 수 있다. 시간 스프레딩 된 QPSK 심벌들에 대하여 SC-FDMA 레벨로 DFT 프리코딩이 수행되며(113), 이에 따라 생성된 신호는 PRB 내의 부반송파에 맵핑된다. 즉, 도 19의 확장된 PUCCH 포맷은 도 18의 확장된 PUCCH 포맷과 비교하여, 시간 스프레딩이 DFT 프리코딩 이전에 수행된다.
- [0155] 도 20은 확장된 PUCCH 포맷에서 변조된 QPSK 심벌에 대한 시간 스프레딩의 일 예이다. 도 20은 노멀 CP 구조에서 QPSK 심벌이 시간 스프레딩 되는 경우이다. 도 20을 참조하면, QPSK 심벌은 하나의 슬롯에서 각각 5개의 SC-FDMA 심벌에 걸쳐 시간 스프레딩 된다. 참조 신호는 각 슬롯에서 2번째 및

6번째 SC-FDMA 심벌에 맵핑된다. 이는 LTE rel-8에서 PUCCH 포맷 2/2a/2b에서 참조 신호가 맵핑되는 위치와 동일하다. QPSK 심벌이 시간 스프레딩 될 때, 미리 지정되거나 동적 시그널링 또는 RRC 시그널링 등을 통해 결정된 인덱스 m 의 직교 코드가 사용될 수 있다. 인덱스 m 의 직교 코드는 SF=5인 경우, $w_m=[w_0 w_1 w_2 w_3 w_4]$ 로 표현될 수 있다. 또한, 직교 코드는 슬롯 레벨에서 홉핑될 수 있다.

[0156] 도 21은 확장된 PUCCH 포맷에서 변조된 QPSK 심벌에 대한 시간 스프레딩의 일 예이다. 도 21은 확장 CP 구조에서 QPSK 심벌이 시간 스프레딩 되는 경우이다. 도 21을 참조하면, QPSK 심벌은 하나의 슬롯에서 각각 5개의 SC-FDMA 심벌에 걸쳐 시간 스프레딩 된다. 참조 신호는 각 슬롯에서 4번째 SC-FDMA 심벌에 맵핑된다. 이는 LTE rel-8에서 PUCCH 포맷 2/2a/2b에서 참조 신호가 맵핑되는 위치와 동일하다. QPSK 심벌이 시간 스프레딩 될 때, 미리 지정되거나 동적 시그널링 또는 RRC 시그널링 등을 통해 결정된 인덱스 m 의 직교 코드가 사용될 수 있다. 인덱스 m 의 직교 코드는 SF=5인 경우, $w_m=[w_0 w_1 w_2 w_3 w_4]$ 로 표현될 수 있다. 또한, 직교 코드는 슬롯 레벨에서 홉핑될 수 있다.

[0157] 도 22는 확장된 PUCCH 포맷의 또 다른 예이다. 도 22의 확장된 PUCCH 포맷은 서브프레임 내의 2개의 슬롯에 대해서 결합 코딩(joint coding)이 수행되는 경우이다. 도 22를 참조하면, 먼저 각 구성 반송파에 대한 ACK/NACK 등의 정보 비트에 대해 채널 코딩이 수행된다(120). 본 실시예에서는 QPSK 변조 방식이 적용되고, 12개의 부반송파로 구성된 1개의 PRB를 통해 2개의 슬롯으로 맵핑되므로, 48개의 인코딩 비트가 생성될 수 있다. 인코딩 정보 비트는 변조기를 통해 변조된다(121). 본 실시예에서는 QPSK 변조 방식이 적용되므로 24개의 QPSK 심벌이 생성된다. QPSK 심벌은 분주기를 통해 각 슬롯으로 분산된다(122). QPSK 심벌은 다양한 방식으로 2개의 슬롯으로 분산될 수 있다. 분주기를 통해 각 슬롯으로 분산된 QPSK 심벌들에 대하여 DFT 프리코딩이 수행된다(103). 본 실시예에서는 각 슬롯으로 12개의 QPSK 심벌이 분산되므로, 12-point DFT 프리코딩이 수행된다. DFT 프리코딩이 수행된 QPSK 심벌들에 대하여 인덱스 m 의 직교 코드를 통해 SC-FDMA 심벌 레벨로 시간 스프레딩이 수행된다(104). 직교 코드는 슬롯 레벨에서 홉핑(hopping)될 수 있다.

[0158] 상기와 같이 생성된 신호는 PRB 내의 부반송파에 맵핑된 후 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)에 의해 시간 영역의 신호로 변환되고, CP가 붙어서 RF(Radio Frequency)부를 통해 전송된다. SF가 4일 때, 5개의 구성 반송파에 대한 ACK/NACK을 나르는 12비트의 정보는 0.0625(=12/48/4)의 코딩률(coding rate)로 전송될 수 있으며, 하나의 PRB 당 4개의 단말이 다중화될 수 있다.

[0159] 한편, 참조 신호에 대해서는 LTE rel-8과 마찬가지로 SF=3인 DFT 코드와 순환 쉬프트(cyclic shift)가 적용될 수 있다. SF=4인 경우 Walsh 코드에서 [1 1 -1 -1]은 SF=3에 의해 제한되어 사용되지 않았지만, 사용되도록 할 수도 있다. 일반적으로 슬롯 내의 데이터 부분에 대한 다중화 차수(multiplexing order)가 참조 신호 부분에 대한 다중화 차수보다 작은 경우에 사용되지 않았던 Walsh 코드 부분을

사용할 수 있다. 또한, 데이터 부분의 특정 SC-FDMA 심벌이 SRS(Sounding Reference Signal) 등에 의해 평처링(puncturing)되는 경우 해당 슬롯에서 SF=3인 스프레딩 코드가 적용될 수 있다.

[0160] 도 23은 확장된 PUCCH 포맷의 또 다른 예이다. 도 23의 확장된 PUCCH 포맷은 서브프레임 내의 하나의 슬롯이 또 다른 슬롯에서 반복되고 2개의 슬롯이 각각 분리 코딩(separate coding)이 수행되는 경우이다. 도 23을 참조하면, 먼저 각 구성 반송파에 대한 ACK/NACK 등의 정보 비트에 대해 채널 코딩이 수행되고(130), 인코딩 정보 비트는 변조기를 통해 변조된다(131). 본 실시예에서는 QPSK 변조 방식이 적용되어 12개의 QPSK 심벌이 생성된다. QPSK 심벌들에 대하여 DFT 프리코딩이 수행되며(132), 직교 코드를 통해 SC-FDMA 심벌 레벨로 시간 스프레딩이 수행된다(133). 직교 코드는 슬롯 레벨에서 홉핑(hopping)될 수 있다.

[0161] 도 18 내지 도 23의 확장된 PUCCH 포맷은 2개의 전송 안테나를 통해 전송될 수 있다. 이에 따라 전송 다이버시티(transmit diversity)를 얻을 수 있다. 확장된 PUCCH 포맷을 2개의 전송 안테나를 통해 전송할 때, 하나의 PRB를 기반으로 2개의 직교 코드를 선택하여 각각의 안테나를 통해 전송할 수 있다. 이때 2개의 직교 코드는 SF=4의 Walsh 코드 중 어느 2개일 수 있다. 이때 데이터 부분은 각 안테나 별로 서로 다른 직교 코드를 선택하여 전송될 수 있다. 서로 다른 직교 코드는 다른 인덱스의 Walsh 코드 또는 DFT 코드일 수 있다. 참조 신호 부분은 순환 쉬프트와 OCC(Orthogonal Code Covering)이 조합된 2개의 직교 자원을 통해 전송될 수 있다. 또한, 확장된 PUCCH 포맷을 2개의 전송 안테나를 통해 전송할 때, 서로 다른 PRB를 기반으로 각각의 안테나를 통해 전송할 수 있다. 서로 다른 PRB를 기반으로 하므로, 각 안테나로 전송되는 신호에 적용되는 직교 코드나 참조 신호가 적용되는 직교 자원에는 제한이 없다. 이때 데이터 부분의 2개의 직교 코드와 참조 신호 부분의 2개의 직교 자원은 미리 지정되거나 PDCCH 또는 RRC 시그널링을 통해 주어질 수 있다. 데이터 부분의 직교 코드와 참조 신호 부분의 직교 자원은 각각 개별적으로 시그널링될 수도 있고, 어느 하나의 안테나에 대한 직교 코드 또는 직교 자원이 시그널링되는 경우 다른 하나의 안테나에 대한 직교 코드 또는 직교 자원은 이로부터 유추될 수도 있다.

[0162] 단말은 상향링크 데이터 전송을 위한 자원이 필요한 경우에 SR을 기지국으로 전송할 수 있다. 즉, SR의 전송은 이벤트에 의해서 유발된다(event-triggered). 단말은 SR의 전송을 위하여 RRC(Radio Resource Control) 메시지를 통하여 sr-PUCCH-ResourceIndex 파라미터와 SR 구성 인덱스를 지시하는 sr-ConfigIndex 파라미터(I_{SR})를 수신한다. 단말은 SR을 전송하는 이벤트가 발생하게 되면 sr-PUCCH-ResourceIndex에 의해서 지시되는 직교 자원(orthogonal resource)을 통해 SR을 전송한다. 한편, sr-ConfigIndex 파라미터에 의해서 SR이 전송되는 주기를 지시하는 $SR_{PERIODICITY}$ 와 SR이 전송되는 서브프레임을 지시하는 $N_{OFFSET,SR}$ 가 설정될 수 있다. 즉, SR은 상위 계층에 의해 주어지는 I_{SR} 에 따라 주기적으로 반복되는 특정 서브프레임에서 전송된다. 또한, SR을 위한 자원은 서브프레임

자원과 CDM(Code Division Multiplexing)/FDM(Frequency Division Multiplexing) 자원을 할당될 수 있다. 표 13은 SR 구성 인덱스에 따른 SR 전송 주기와 SR 서브프레임을 오프셋을 나타낸다.

[0163]

SR configuration Index I_{SR}	SR periodicity (ms) SR PERIODICITY	SR subframe offset N OFFSET,SR
0 - 4	5	I_{SR}
5 - 14	10	$I_{SR}-5$
15 - 34	20	$I_{SR}-15$
35 - 74	40	$I_{SR}-35$
75 - 154	80	$I_{SR}-75$
155	reserved	

[0164]

도 24는 단말이 ACK/NACK와 SR을 전송하는 경우의 일 예이다. 기지국이 서브프레임 n 에서 단말로 하향링크 데이터를 전송하면, 단말은 서브프레임 $(n+4)$ 에서 상기 하향링크 데이터에 대한 응답으로 ACK/NACK을 전송할 수 있다. 또한, SR을 전송할 수 있는 주기가 표 13에 의해서 일정하게 설정되어 있다. 이에 따라 SR을 전송하는 이벤트와 ACK/NACK을 전송하는 이벤트가 같은 서브프레임 또는 같은 슬롯에서 발생할 수 있다. LTE rel-8에서는 이때 단말이 SR을 위해 할당된 직교 자원을 이용하여 ACK/NACK을 전송한다. 기지국은 SR을 전송하는 이벤트와 ACK/NACK을 전송하는 이벤트가 동시에 발생할 수 있음을 인지할 수 있다. 따라서 기지국은 SR을 위해 할당된 직교 자원과 ACK/NACK을 위해 할당된 직교 자원을 모두 디코딩하여 SR과 ACK/NACK이 동시에 전송되었는지 또는 ACK/NACK만이 전송되었는지를 알 수 있다.

[0165]

LTE-A에서도 SR이 전송되는 이벤트와 ACK/NACK가 전송되는 이벤트가 동시에 발생할 수 있다. 그런데 그러나 LTE-A에서 반송파 집합 시스템이 적용될 때, SR을 위해 할당되는 자원은 단말 특정(UE-specific)한 자원이고 ACK/NACK을 위해 할당되는 자원은 구성 반송파 특정(CC-specific)한 자원이므로, LTE rel-8과 같이 SR 자원을 통해 ACK/NACK을 전송할 수 없다. 따라서 이를 해결하기 위한 방법이 제안될 필요가 있다.

[0166]

이하에서 설명되는 본 발명은 반송파 집합 시스템에서 SR과 복수의 ACK/NACK을 나르는 확장된 PUCCH 포맷이 같은 서브프레임에서 전송될 때의 문제점을 해결하기 위하여 적용될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 즉, 본 발명은 제1 UCI가 확장된 PUCCH 포맷을 통해 전송되고, 제2 UCI가 상기 제1 UCI와 같은 서브프레임에서 전송되는 경우에 모두 적용될 수 있다. 상기 제1 UCI는 ACK/NACK, SR, CQI, PMI, RI, CSI(Channel State Information) 등이 될 수 있다. 제2 UCI는 특정 포맷에 제한되지 않으나, 특히 LTE rel-8의 PUCCH 포맷일

수 있다. 이하의 실시예에서는 제1 UCI가 DL CC를 위한 복수의 ACK/NACK, 제2 UCI가 LTE rel-8의 PUCCH 포맷을 통해 전송되는 SR인 경우를 가정한다. 또한, 반송파 집합 시스템이 적용되어 복수의 DL CC에 대한 ACK/NACK 신호가 전송되는 경우를 가정하나, 이에 제한되지 않으며 DL CC는 엔티티(entity)의 일 예에 불과하다. 즉, 엔티티는 DL CC뿐만 아니라 부호어, 상향링크 구성 반송파(UL CC), 셀, 기지국, 단말, 중계국 또는 피코/페모 셀(pico/femto cell) 등을 나타낼 수 있다. 이에 따라 이하의 설명에서 DL CC는 다른 엔티티로 대체 가능하다. 또한, 본 발명은 확장된 PUCCH 포맷뿐만 아니라 채널 코딩을 사용하는 구조에 범용적으로 적용될 수 있다. 예를 들어 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 통해 ACK/NACK을 전송하는 경우에 적용이 가능하다.

- [0167] SR 전송 이벤트와 ACK/NACK 전송 이벤트가 같은 서브프레임 또는 같은 슬롯에서 발생하는 경우, 다음과 같은 방법으로 해결할 수 있다.
- [0168] 1) SR과 ACK/NACK의 결합 코딩(joint coding)
- [0169] 단말이 SR을 전송할 수 있는 서브프레임 또는 슬롯에서 ACK/NACK을 전송해야 하는 경우에, SR과 관련된 정보 비트를 ACK/NACK에 임베디드(embedded)하고 결합 코딩을 수행하여 전송할 수 있다. 확장된 PUCCH 포맷을 통해 복수의 DL CC에 대한 ACK/NACK을 전송하는 경우, 각 DL CC에 대한 ACK/NACK 비트가 연결된 형태로 전송될 수 있다. ACK/NACK을 나르는 확장된 PUCCH 포맷을 위한 자원은 암묵적으로(implicitly) 또는 RRC 시그널링 등을 통하여 명시적으로(explicitly) 결정될 수 있다. 또한, SR 정보 비트는 1비트일 수 있다. 1비트의 정보 비트는 정보 비트 필드가 ACK/NACK 내에 따로 정의되는 형태로 ACK/NACK에 끼워질 수 있고, 또는 원래 ACK/NACK 내의 상태(state)를 더 사용하는 형태로 ACK/NACK에 끼워질 수도 있다.
- [0170] 1비트의 SR 정보 비트가 ACK/NACK에 끼워져 전송되는 경우가 도 18 내지 도 23의 확장된 PUCCH 포맷에 의해서 설명될 수 있다. 일반적으로 5개의 DL CC를 가정할 때, 이에 대한 ACK/NACK를 전송하기 위하여 12비트가 필요하다. SR 전송 이벤트와 ACK/NACK 전송 이벤트가 서브프레임 또는 슬롯에서 겹치는 경우, ACK/NACK을 전송하기 위한 12비트와 SR을 위한 1비트 등 총 13비트의 정보 비트를 채널 코딩하여 48비트의 인코딩 정보 비트를 생성하고, 이에 대하여 QPSK 변조를 수행하여 생성된 QPSK 심벌을 맵핑한다. 이때 1비트의 SR 정보 비트는 0일 경우 SR이 전송되는 이벤트가 없는 것을 나타내고, 1일 경우 SR이 전송되는 이벤트가 존재하는 것을 나타낼 수 있다. 또는 반대로 SR 정보 비트가 0일 경우 SR이 전송되는 이벤트가 존재하는 것을, 1일 경우 SR이 전송되는 이벤트가 없는 것을 나타낼 수 있다. 이때 SR 정보 비트 또는 ACK/NACK 내의 SR 상태 정보의 위치는 미리 결정될 수 있다. 예를 들어 SR 정보 비트는 ACK/NACK 비트열의 가장 처음 또는 마지막에 위치할 수 있고, SR 상태 정보는 마지막 상태에 위치할 수 있다. 이에 따라 해당 비트 또는 해당 상태가 SR과 관련된 정보임을 미리 알 수 있다.

[0171] 2) ACK/NACK 번들링(bundling)

[0172] SR 전송 이벤트와 ACK/NACK 전송 이벤트가 동시에 발생하는 경우, 복수의 DL CC에 대한 ACK/NACK를 묶어 전송할 수 있다. 그리고 번들링 된 대표(representative) ACK/NACK가 SR을 위해 할당된 자원을 통해 전송될 수 있다. CQI 전송 이벤트와 ACK/NACK 전송 이벤트가 동시에 발생하는 경우에도 복수의 DL cc에 대한 ACK/NACK를 묶어 전송할 수 있다 이때 번들링 된 대표 ACK/NACK는 CQI가 전송되는 채널에서 슬롯의 2번째 참조 신호 심벌을 통해 전송될 수 있다.

[0173] 복수의 ACK/NACK는 다양한 방법으로 번들링 될 수 있다. 예를 들어 복수의 DL CC에 대한 ACK/NACK는 논리적(logical) AND 연산에 의해서 묶일 수 있다. 즉, 모든 DL CC에 대한 ACK/NACK 정보가 ACK인 경우, 대표 ACK/NACK는 ACK을 나를 수 있다. 적어도 하나의 CC에 대한 ACK/NACK 정보가 NACK인 경우, 대표 ACK/NACK는 NACK을 나를 수 있다. 또한, 적어도 하나의 CC에 대한 ACK/NACK 정보가 DTX 상태인 경우, 대표 ACK/NACK는 DTX를 나를 수 있다. 또는, SR이 positive인 경우에 할당된 SR PUCCH 자원을 사용하여 b(0), b(1)을 전송한다. b(0) 및 b(1)의 값은 표 14에 의해서 결정될 수 있다.

[0174]

Number of ACK among multiple ($U_{DAI} + N_{SPS}$) ACK/NACK responses	b(0), b(1)
0 or None (UE detect at least one DL assignment is missed)	0, 0
1	1, 1
2	1, 0
3	0, 1
4	1, 1
5	1, 0
6	0, 1
7	1, 1
8	1, 0
9	0, 1

[0175] 표 14를 참조하면, 검출된 ACK의 개수에 따라 b(0), b(1)이 결정된다. 즉, 검출된 ACK의 개수에 대하여 모듈로(modulo)-4 연산을 수행한 값과 맵핑되는 b(0), b(1)이 전송된다. 도 25는 제안된 상향링크 제어 정보 전송 방법에 따른 ACK/NACK 번들링 구성의 일 예이다. 3개의 DL CC와 각 DL CC당 2개의 부호어를 가정하는 경우, 이에 대응되는 ACK/NACK를 위하여 DTX 상태를 포함하여 7비트($5^3=125$)가 필요하다. 도 25-(a)는 3개의 DL CC에 대한 ACK/NACK 정보가 모두 ACK인 경우 대표 ACK/NACK로 ACK이 전송되는 경우를 나타낸다. 도 25-(b)는 3개의 DL CC에 대한 ACK/NACK 정보 중 DL CC

#1에 대한 ACK/NACK 정보가 NACK인 경우 대표 ACK/NACK로 NACK이 전송되는 경우를 나타낸다.

[0176] 3) 위상 변조(phase modulation)

[0177] PUCCH 포맷 2 또는 DFT-s OFDM 전송 방식이 적용된 확장된 PUCCH 포맷에서 참조 신호가 전송되는 SC-FDMA 심벌이 적어도 2개 있을 때, SR 전송 이벤트의 존재 여부에 따라서 어느 하나의 참조 신호 SC-FDMA 심벌에 대해서 위상 변조를 수행할 수 있다. 즉, SR 전송 이벤트가 없을 때에는 위상 변조를 수행하지 않고(또는 1로 위상 변조), SR 전송 이벤트가 있을 때에는 -1로 위상 변조를 수행할 수 있다. 이때 적어도 하나의 참조 신호 SC-FDMA 심벌에 대해서는 위상 변조가 수행되지 말아야 한다. 이는 기준이 되는 위상 변조되지 않은 참조 신호 SC-FDMA 심벌이 필요하기 때문이다.

[0178] 도 26은 제안된 제안된 상향링크 제어 정보 전송 방법에 따라 위상 변조가 수행되는 경우의 일 예이다. 도 21의 PUCCH 포맷은 2개의 참조 신호 SC-FDMA 심벌을 포함한다. 도 26-(a)는 SR 전송 이벤트가 존재하지 않는 경우이다. 2개의 참조 신호 SC-FDMA 심벌은 +1로 위상 변조, 즉 위상 변조가 수행되지 않는다. 도 26-(b)는 SR 전송 이벤트가 존재하는 경우이다. 제1 참조 신호 SC-FDMA 심벌(RS0)은 +1로 위상 변조, 즉 위상 변조가 수행되지 않는다. 위상 변조되지 않은 RS0은 기준 참조 신호의 역할을 한다. 제2 참조 신호 SC-FDMA 심벌(RS1)은 -1로 위상 변조가 수행된다. 이에 따라 SR 전송 이벤트가 존재함을 기지국에 알릴 수 있다. 도 26에서는 RS0이 기준 참조 신호의 역할을 하는 것을 가정하였으나, 반대로 RS1이 기준 참조 신호의 역할을 하고 RS0에 대하여 SR 전송 이벤트에 따라 위상 변조가 수행될 수도 있다. 또한 도 26에서는 1비트의 SR에 대하여 +1 또는 -1로 위상 변조가 수행되는 경우를 가정하였으나, 제2 UCI가 M비트의 길이를 가진다면 2^M -PSK 또는 2^M -QAM의 변조 방식을 적용하여 복소수(complex value)로 위상 변조를 수행할 수 있다. 이때 변조 방식과 복소수는 미리 지정될 수 있다.

[0179] 4) 탈락(dropping)

[0180] 제1 UCI의 전송 이벤트와 제2 UCI의 전송 이벤트가 겹치는 경우, UCI의 우선 순위를 설정하고 그에 따라 어느 하나의 UCI를 전송하지 않을 수 있다. 예를 들어, 제1 UCI가 확장된 PUCCH 포맷을 통해 전송되는 복수의 DL CC에 대한 ACK/NACK이고 제2 UCI가 PUCCH 포맷 2를 통해 전송되는 특정 DL CC에 대한 CQI/PMI/RI일 때, ACK/NACK이 CQI보다 우선 순위가 높을 때 CQI를 전송하지 않고 ACK/NACK만을 전송할 수 있다. LTE-A에서 우선 순위는 SR, ACK/NACK, RI, CQI/PMI의 순서일 수 있다.

[0181] 5) 임베디드(embedded) PUCCH 포맷

[0182] 복수의 PUCCH 포맷이 어느 하나의 PUCCH 포맷으로 임베디드 될 수 있다. 즉, PUCCH 포맷 타입 A를 통해 전송되는 제1 UCI와 PUCCH 포맷 타입 B를 통해 전송되는 제2 UCI가 같은 서브프레임에서 전송되는 경우, 어느 하나의 PUCCH

포맷 타입이 다른 하나의 PUCCH 포맷 타입으로 임베디드 되어 전송될 수 있다. 임베디드 된 PUCCH 포맷을 채널 코딩할 때에는 각 UCI 별로 분리 코딩을 수행하거나 UCIs들을 결합 코딩할 수 있다. 예를 들어 PUCCH 포맷 타입 A는 도 18 내지 도 23의 확장된 PUCCH 포맷, PUCCH 포맷 타입 B는 PUCCH 포맷 2이며, 제1 UCI는 복수의 DL CC에 대한 5비트의 ACK/NACK, 제2 UCI는 5비트의 CQI 정보일 때, 제1 UCI와 제2 UCI의 총 10비트의 정보가 PUCCH 포맷 타입 A를 통해 결합 코딩되어 전송될 수 있다.

[0183] 도 27 및 도 28은 확장된 PUCCH 포맷의 또 다른 예이다. 도 27 및 도 28의 확장된 PUCCH 포맷은 서브프레임 내의 2개의 슬롯에 대해서 결합 코딩이 수행되는 경우이다. 즉, 도 22의 확장된 PUCCH 포맷과 유사한 구조를 가진다. 다만, 생성된 신호가 주파수 영역에 맵핑될 때, 인터리빙(interleaving) 방식으로 맵핑되거나 집중된(localized) 방식으로 맵핑되는 것이 차이점이다. 도 27 및 도 28에서 설명의 용이함을 위해 ACK/NACK을 나르기 위한 PUCCH 포맷 1의 노멀 CP 구조를 기반으로 설명한다. 또한, 확장된 PUCCH 포맷은 CQI/PMI/RI 등의 UCI의 전송을 위한 PUCCH 포맷 2/2a/2b에 대해서도 적용이 가능하다. 즉, 확장된 PUCCH 포맷은 임의의 제어 정보에 대해서 적용이 가능하다. 예를 들어 최대 13비트의 페이로드를 지원하는 PUCCH 포맷 2에서 그 이상의 페이로드를 지원하기 위하여 제안되는 확장된 PUCCH 포맷을 사용할 수 있다.

[0184] 도 27 및 도 28을 참조하면, 먼저 각 구성 반송파에 대한 ACK/NACK 등의 정보 비트에 대해 채널 코딩이 수행된다(200, 210). 채널 코딩 방식으로 단순 반복, 심플렉스 코딩, RM 코딩, 평처링된 RM 코딩, TBCC, LDPC 코딩 또는 터보 코딩 등의 다양한 종류의 코딩 방식 중 어느 하나가 사용될 수 있다. 채널 코딩에 결과 생성되는 인코딩 정보 비트는 적용될 변조 심벌 순서와 맵핑되는 자원을 고려하여 레이트 매칭될 수 있다. 본 실시예에서는 QPSK 변조 방식이 적용되고, 12개의 부반송파로 구성된 1개의 PRB 내의 6개의 부반송파를 통해 각각 2개의 슬롯으로 맵핑되므로, 24개의 인코딩 비트가 생성될 수 있다. 생성되는 인코딩 정보 비트에 대하여 ICI 임의화를 위하여, 셀 ID에 대응되는 스크램블링 코드를 이용한 셀 특정 스크램블링 또는 단말 ID(예를 들어, RNTI)에 대응되는 스크램블링 코드를 이용한 단말 특정 스크램블링이 적용될 수 있다.

[0185] 인코딩 정보 비트는 변조기를 통해 변조된다(201, 211). 본 실시예에서는 QPSK 변조 방식이 적용되므로 12개의 QPSK 심벌이 생성된다. QPSK 심벌은 분주기(divider)를 통해 각 슬롯으로 분산된다(202, 212). QPSK 심벌은 다양한 방식으로 2개의 슬롯으로 분산될 수 있다. 예를 들어 QPSK 심벌의 앞부분은 제1 슬롯으로, 뒷부분은 제2 슬롯으로 분산될 수 있다. 또는 인터리빙 방식을 적용하여 인코딩 정보 비트 중 짝수 번째 QPSK 심벌은 제1 슬롯으로, 홀수 번째 QPSK 심벌은 제2 슬롯으로 분산될 수 있다. 한편, 변조기와 분주기의 순서는 바뀔 수 있다.

[0186] 분주기를 통해 각 슬롯으로 분산된 QPSK 심벌들에 대하여 각각의 슬롯에서

단일 반송파 파형을 생성하기 위한 DFT 프리코딩이 수행된다(203, 213). 본 실시예에서는 각 슬롯으로 6개의 QPSK 심벌이 분산되므로, 6-point DFT 프리코딩이 수행된다. DFT 프리코딩 이외에 이에 상응하는 Walsh 프리코딩 등의 동작이 수행될 수도 있으나, 이후의 설명에서 특별한 언급이 없는 한 DFT 프리코딩이 수행되는 것으로 가정한다.

- [0187] DFT 프리코딩이 수행된 QPSK 심벌들에 대하여, 미리 지정되거나 동적 시그널링 또는 RRC 시그널링 등을 통해 결정된 인덱스 m 의 직교 코드를 통해 SC-FDMA 심벌 레벨로 시간 스프레딩이 수행된다(204, 214). 인덱스 m 의 직교 코드는 SF가 4인 경우, $\mathbf{w}_m=[w_0 \ w_1 \ w_2 \ w_3]$ 로 표현될 수 있다. 상기 직교 코드가 Walsh 코드이고 SF가 4인 경우, $w_0=[1 \ 1 \ 1 \ 1]$, $w_1=[1 \ -1 \ 1 \ -1]$, $w_2=[1 \ 1 \ -1 \ -1]$, $w_3=[1 \ -1 \ -1 \ 1]$ 일 수 있다. 상기 직교 코드가 DFT 코드인 경우, $\mathbf{w}_m=[w_0 \ w_1 \ \dots \ w_{k-1}]$ 일 수 있고, 이때 $w_k=\exp(j2\pi km/SF)$ 일 수 있다. 또한 상기 직교 코드로 Walsh 코드, DFT 코드 또는 이외의 직교 코드가 사용될 수도 있다. SF는 시스템에 따라 가변될 수 있으며, 미리 지정되거나 DCI 또는 RRC 시그널링 등을 통해 단말에 알려질 수 있다. 또한, SC-FDMA 심벌 레벨로 적용되는 직교 코드는 슬롯 레벨에서 곱셈될 수 있다.
- [0188] 상기와 같이 생성된 신호는 PRB 내의 부반송파에 맵핑된다. 도 27에서는 SC-FDMA 신호가 인터리빙 방식으로 부반송파에 맵핑된다. 즉, SC-FDMA 신호가 부반송파에 맵핑될 때 일정한 간격을 두고 맵핑된다. 도 27에서는 2 부반송파 간격으로 맵핑되는 것을 예시로 하고 있으나, 3/4/6 부반송파 등 다양한 간격으로 SC-FDMA 신호를 맵핑할 수 있다. 도 28에서는 SC-FDMA 신호가 집중된 방식으로 부반송파에 맵핑된다. 즉, SC-FDMA 신호가 PRB 내의 일부 부반송파에 연속하여 맵핑된다. 도 28에서는 PRB 내의 처음 6개의 부반송파에 SC-FDMA 신호가 맵핑되는 것을 예시로 하고 있으나, 이에 제한되지는 않는다.
- [0189] 부반송파에 맵핑된 SC-FDMA 신호는 IFFT에 의해 시간 영역의 신호로 변환되고, CP가 붙어서 RF부를 통해 전송된다. SF가 4일 때, 12비트의 정보는 $0.0625(=12/24/4)$ 의 코딩률로 전송될 수 있으며, 하나의 PRB 당 8개의 단말이 다중화될 수 있다. 또한, 인터리빙 방식에 의해서 SC-FDMA 심벌을 부반송파에 맵핑할 때, 3 부반송파 간격으로 맵핑하면 12개의 단말이, 4/6 부반송파의 간격으로 맵핑하면 각각 16/24개의 단말이 다중화될 수 있다. 즉, 맵핑되는 부반송파의 간격을 조절함으로써 다중화될 수 있는 단말의 개수를 결정할 수 있다.
- [0190] 한편, 참조 신호에 대해서는 LTE rel-8과 마찬가지로 SF=3인 DFT 코드와 순환 쉬프트가 적용될 수 있다. SF=4인 경우 Walsh 코드에서 $[1 \ 1 \ -1 \ -1]$ 은 SF=3에 의해 제한되어 사용되지 않았지만, 사용되도록 할 수도 있다. 또한, 데이터 부분의 특정 SC-FDMA 심벌이 SRS 등에 의해 평처링되는 경우 해당 슬롯에서 SF=3인 스프레딩 코드가 적용될 수 있다.
- [0191] 도 29 및 도 30은 확장된 PUCCH 포맷의 또 다른 예이다. 도 29 및 도 30의

확장된 PUCCH 포맷은 서브프레임 내의 하나의 슬롯이 또 다른 슬롯에서 반복되고 2개의 슬롯이 각각 분리 코딩이 수행되는 경우이다. 즉, 도 23의 확장된 PUCCH 포맷과 유사한 구조를 가진다. 다만, 생성된 신호가 주파수 영역에 맵핑될 때, 인터리빙 방식으로 맵핑되거나 집중된 방식으로 맵핑되는 것이 차이점이다.

[0192] 도 29 및 도 30을 참조하면, 먼저 각 구성 반송파에 대한 ACK/NACK 등의 정보 비트에 대해 채널 코딩이 수행되고(220, 230), 인코딩 정보 비트는 변조기를 통해 변조된다(221, 231). 본 실시예에서는 QPSK 변조 방식이 적용되어 6개의 QPSK 심벌이 생성된다. QPSK 심벌들에 대하여 DFT 프리코딩이 수행되며(222, 232), 직교 코드를 통해 SC-FDMA 심벌 레벨로 시간 스프레딩이 수행된다(223, 233). 직교 코드는 슬롯 레벨에서 곱셈될 수 있다. 생성된 SC-FDMA 신호는 PRB 내의 부반송파에 맵핑된다. 도 29에서는 SC-FDMA 신호가 인터리빙 방식으로 부반송파에 맵핑되며, 도 30에서는 SC-FDMA 신호가 집중된 방식으로 부반송파에 맵핑된다.

[0193] 도 27 내지 도 30의 확장된 PUCCH 포맷에서도 SR 전송 이벤트와 ACK/NACK 전송 이벤트가 같은 서브프레임 또는 같은 슬롯에서 발생할 수 있다. 이때에도 앞에서 설명한 방식을 적용하여 문제를 해결할 수 있다.

[0194] 1) SR과 ACK/NACK의 결합 코딩

[0195] SR과 관련된 정보 비트를 ACK/NACK에 임베디드하고 결합 코딩을 수행하여 전송할 수 있다. 1비트의 SR 정보 비트가 ACK/NACK에 임베디드 되어 전송되는 경우가 도 29의 확장된 PUCCH 포맷에 의해서 설명될 수 있다. 5개의 DL CC를 가정할 때, ACK/NACK을 전송하기 위한 12비트와 SR을 위한 1비트 등 총 13비트의 정보 비트를 채널 코딩하여 24비트의 인코딩 정보 비트를 생성하고, 이에 대하여 QPSK 변조를 수행하여 생성된 QPSK 심벌을 맵핑한다. 이때 1비트의 SR 정보 비트는 0일 경우 SR이 전송되는 이벤트가 없는 것을 나타내고, 1일 경우 SR이 전송되는 이벤트가 존재하는 것을 나타낼 수 있다. 또는 반대로 SR 정보 비트가 0일 경우 SR이 전송되는 이벤트가 존재하는 것을, 1일 경우 SR이 전송되는 이벤트가 없는 것을 나타낼 수 있다.

[0196] 2) ACK/NACK 번들링

[0197] SR 전송 이벤트와 ACK/NACK 전송 이벤트가 동시에 발생하는 경우, 복수의 DL CC에 대한 ACK/NACK를 묶어 전송할 수 있다. 그리고 번들링된 대표 ACK/NACK가 SR을 위해 할당된 자원을 통해 전송될 수 있다. 이때 복수의 DL CC에 대한 ACK/NACK는 논리적 AND 연산에 의해서 묶일 수 있다. 즉, 모든 DL CC에 대한 ACK/NACK 정보가 ACK인 경우, 대표 ACK/NACK는 ACK을 나눌 수 있다. 적어도 하나의 CC에 대한 ACK/NACK 정보가 NACK인 경우, 대표 ACK/NACK는 NACK을 나눌 수 있다. 또한, 적어도 하나의 CC에 대한 ACK/NACK 정보가 DTX 상태인 경우, 대표 ACK/NACK는 DTX를 나눌 수 있다.

[0198] 도 27 내지 도 30의 확장된 PUCCH 포맷은 2개의 전송 안테나를 통해 전송될 수

있으며, 이에 따라 전송 다이버시티를 얻을 수 있다. 설명의 편의를 위해 데이터 부분의 전송에 사용되는 직교 자원을 제1 직교 자원, 참조 신호 부분의 전송에 사용되는 직교 자원을 제2 직교 자원이라 한다. 제1 직교 자원과 제2 직교 자원의 논리 인덱스는 서로 연결될 수 있다. 예를 들어 제2 직교 자원의 논리 인덱스가 주어지면 제1 직교 자원의 논리 인덱스는 이에 따라 자동적으로 주어질 수 있다. 또한 제1 직교 자원과 제2 직교 자원의 논리 인덱스의 물리적 구성 방법은 서로 다를 수 있다.

[0199] 확장된 PUCCH 포맷을 2개의 전송 안테나를 통해 전송할 때, 하나의 PRB를 기반으로 2개의 제1 직교 자원을 선택하여 각각의 안테나를 통해 전송할 수 있다. 제1 직교 자원은 직교 코드와 주파수 인자(frequency factor)의 결합일 수 있다. 주파수 인자는 N_{sc}/N_{freq} 로 주어질 수 있다. N_{sc} 는 PRB 내의 부반송파의 개수, N_{freq} 는 PRB 내의 하나의 주파수 자원으로 정의되는 부반송파의 개수이다. 데이터 부분은 각 안테나 별로 서로 다른 제1 직교 자원을 선택하여 전송될 수 있다. 서로 다른 제1 직교 자원은 다른 인덱스의 Walsh 코드 또는 DFT 코드일 수 있다. 참조 신호 부분은 순환 쉬프트와 OCC이 조합된 2개의 제2 직교 자원을 통해 전송될 수 있다. 또한, 확장된 PUCCH 포맷을 2개의 전송 안테나를 통해 전송할 때, 서로 다른 PRB를 기반으로 각각의 안테나를 통해 전송할 수 있다. 서로 다른 PRB를 기반으로 하므로, 데이터 부분에 적용되는 제1 직교 자원이나 참조 신호 부분에 적용되는 제2 직교 자원에는 제한이 없다. 이때 데이터 부분의 2개의 제1 직교 자원과 참조 신호 부분의 2개의 제2 직교 자원은 미리 지정되거나 PDCCH 또는 RRC 시그널링을 통해 주어질 수 있다. 데이터 부분의 직교 코드와 참조 신호 부분의 직교 자원은 각각 개별적으로 시그널링될 수도 있고, 어느 하나의 안테나에 대한 직교 코드 또는 직교 자원이 시그널링되는 경우 다른 하나의 안테나에 대한 직교 코드 또는 직교 자원은 이로부터 유추될 수도 있다.

[0200] 한편, 앞에서 설명된 확장된 PUCCH 포맷이 SRS와 동시에 전송될 수 있다. SRS는 확장된 PUCCH 포맷이 전송되는 서브프레임의 마지막 SC-FDMA 심벌을 차지하여 전송될 수 있다. 즉, 확장된 PUCCH 포맷의 마지막 SC-FDMA 심벌이 평처링 된다. 이때 평처링 되는 SC-FDMA 심벌의 개수에 맞춰 확장된 PUCCH 포맷의 데이터 부분에 적용되는 OCC의 길이를 조절할 수 있다. 또는 확장된 PUCCH 포맷인 ACK/NACK를 전송할 때에는 ACK/NACK의 높은 중요도에 따라 SRS를 전송하지 않는다. 즉, 단말은 ACK/NACK와 SRS를 동일한 서브프레임에서 전송해야 할 때 확장된 PUCCH 포맷을 변화시키지 않고 SRS를 전송하지 않는다. 이하의 설명에서는 확장된 PUCCH 포맷을 통해 ACK/NACK가 전송되는 것을 가정한다. 그러나 이에 제한되지 않고 CQI, PMI, RI 등의 UCI 등이 확장된 PUCCH 포맷을 통해 전송될 수도 있다.

[0201] 도 31은 제안된 상향링크 제어 정보 전송 방법에 따른 서브프레임 구성의 일 예이다.

- [0202] 도 31-(a)는 일반적인 확장된 PUCCH 포맷의 서브프레임 구성의 일 예이다. 각 슬롯당 3개의 SC-FDAM 심벌이 참조 신호를 위하여 할당된다. 도 31-(a)에서는 각 슬롯의 3번째 내지 5번째 SC-FDMA 심벌이 참조 신호의 용도로 할당되는 것을 가정하나, 이에 제한되지 않는다. 참조 신호 SC-FDMA 심벌은 길이 3의 OCC를 기반으로 스프레딩 된다. 참조 신호 SC-FDMA 심벌에 적용되는 OCC는 DFT 코드일 수 있다. 나머지 4개의 데이터 SC-FDMA 심벌은 길이 4의 OCC를 기반으로 스프레딩 된다. 데이터 SC-FDMA 심벌에 적용되는 OCC는 Walsh 코드일 수 있다. 또한, 슬롯 간에 홉핑이 수행될 수 있다.
- [0203] 도 31-(b)는 평처링 된 확장된 PUCCH 포맷의 서브프레임 구성의 일 예이다. 즉, 확장된 PUCCH 포맷과 SRS를 같은 서브프레임에서 전송하기 위하여, 확장된 PUCCH 포맷이 전송되는 서브프레임의 마지막 SC-FDMA 심벌이 평처링 된다. 제2 슬롯(slot 1)의 마지막 SC-FDMA 심벌이 SRS의 전송을 위하여 평처링 되며, 제2 슬롯(slot 1)의 나머지 3개의 데이터 SC-FDMA 심벌은 길이 3의 OCC를 기반으로 스프레딩 된다. 이때 평처링 된 확장된 PUCCH 포맷은 상위 계층(higher layer)의 시그널링을 통해 구성될 수 있으며, LTE rel-8에서 PUCCH 포맷 1/1a/1b을 위한 상위 계층 시그널링과 함께 묶여 사용됨으로써 시그널링 오버헤드(signaling overhead) 없이 정의될 수 있다.
- [0204] 도 32는 제안된 상향링크 제어 정보 전송 방법에 따른 서브프레임 구성의 또 다른 예이다.
- [0205] 도 32-(a)는 일반적인 확장된 PUCCH 포맷의 서브프레임 구성의 일 예이다. 각 슬롯당 2개의 SC-FDAM 심벌이 참조 신호를 위하여 할당된다. 도 32-(a)에서는 각 슬롯의 2번째 및 6번째 SC-FDMA 심벌이 참조 신호의 용도로 할당되는 것을 가정하나, 이에 제한되지 않는다. 참조 신호 SC-FDMA 심벌은 길이 2의 OCC를 기반으로 스프레딩 된다. 참조 신호 SC-FDMA 심벌에 적용되는 OCC는 DFT 코드일 수 있다. 나머지 5개의 데이터 SC-FDMA 심벌은 길이 5의 OCC를 기반으로 스프레딩 된다. 데이터 SC-FDMA 심벌에 적용되는 OCC는 Walsh 코드일 수 있다. 또한, 슬롯 간에 홉핑이 수행될 수 있다.
- [0206] 도 32-(b)는 평처링 된 확장된 PUCCH 포맷의 서브프레임 구성의 일 예이다. 제2 슬롯(slot 1)의 마지막 SC-FDMA 심벌이 SRS의 전송을 위하여 평처링 되며, 제2 슬롯(slot 1)의 나머지 4개의 데이터 SC-FDMA 심벌은 길이 4의 OCC를 기반으로 스프레딩 된다. 이때 평처링 된 확장된 PUCCH 포맷은 상위 계층의 시그널링을 통해 구성될 수 있으며, LTE rel-8에서 PUCCH 포맷 1/1a/1b을 위한 상위 계층 시그널링과 함께 묶여 사용됨으로써 시그널링 오버헤드 없이 정의될 수 있다.
- [0207] 도 33은 제안된 상향링크 제어 정보 전송 방법에 따른 서브프레임 구성의 또 다른 예이다. 도 33-(a)는 PUCCH 포맷 2를 통해 채널 코딩 된 ACK/NACK가 전송될 때의 서브프레임 구성의 일 예이다. 각 슬롯당 2개의 SC-FDAM 심벌이 참조 신호를 위하여 할당된다. 도 33-(a)에서는 각 슬롯의 2번째 및 6번째

SC-FDMA 심벌이 참조 신호의 용도로 할당되는 것을 가정하나, 이에 제한되지 않는다.

[0208] 도 33-(b)는 평처링 PUCCH 포맷 2를 통해 채널 코딩 된 ACK/NACK 및 SRS가 전송될 때의 서브프레임 구성의 일 예이다. 도 33-(a)에 대하여 제2 슬롯(slot 1)의 마지막 SC-FDMA 심벌인 $d(9)$ 가 평처링 되며, $d(9)$ 을 통해 SRS가 전송된다. 마지막 SC-FDMA 심벌을 평처링 하는 것은 QPSK 변조 방식을 사용하는 경우 채널 코딩 된 마지막 2비트를 평처링 하는 것과 실질적으로 동일하다. 이때 평처링 된 PUCCH 포맷 2는 상위 계층의 시그널링을 통해 구성될 수 있으며, LTE rel-8에서 PUCCH 포맷 1/1a/1b을 위한 상위 계층 시그널링과 함께 묶여 사용됨으로써 시그널링 오버헤드 없이 정의될 수 있다.

[0209] 도 34는 확장된 PUCCH 포맷의 또 다른 예이다. 도 34의 확장된 PUCCH 포맷은 서브프레임 내의 2개의 슬롯에 대해서 결합 코딩이 수행되는 경우이다. 즉, 도 22의 확장된 PUCCH 포맷과 유사한 구조를 가진다. 다만, 도 22에서 DFT 프리코딩(103)이 수행되는 반면, 도 34에서는 CAZAC 변조(303)가 수행된다. CAZAC 변조에 의해서 PSK 또는 QAM 변조를 거친 심벌이 CAZAC 시퀀스 또는 LTE rel-8 CG-CAZAC 시퀀스에 의해서 한번 더 변조된다. LTE rel-8 CG-CAZAC 시퀀스는 $\{r_0, r_1, \dots, r_{L/2-1}\}$ 이라 할 때, CAZAC 변조를 거친 시퀀스 $d_n = c_n * r_n$ 또는 $d_n = \text{conj}(c_n) * r_n$ 일 수 있다. 도 34에서 사용하는 CAZAC 시퀀스 또는 LTE rel-8 CG-CAZAC 시퀀스는 셀 특정 시퀀스이므로, 셀 특정 스크램블링 코드는 사용되지 않을 수 있다. 또한, ICI 임의화를 위하여 단말 특정 스크램블링 코드만이 사용될 수 있다. 한편, 도 34의 확장된 PUCCH 포맷은 서브프레임 내의 하나의 슬롯이 또 다른 슬롯에서 반복되고 2개의 슬롯이 각각 분리 코딩이 수행되는 경우에도 적용될 수 있다.

[0210] 도 35는 본 발명의 실시예가 구현되는 기지국 및 단말의 블록도이다.

[0211] 기지국(800)은 프로세서(810; processor), 메모리(820; memory) 및 RF부(830; Radio Frequency unit)을 포함한다. 프로세서(810)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(810)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(820)는 프로세서(810)와 연결되어, 프로세서(810)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(830)는 프로세서(810)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신한다.

[0212] 단말(900)은 프로세서(910), 메모리(920) 및 RF부(930)를 포함한다. 프로세서(910)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(910)에 의해 구현될 수 있다. 프로세서(910)는 UCI의 정보 비트들에 대하여 채널 코딩을 수행하여 인코딩 정보 비트들을 생성하고, 상기 생성된 인코딩 정보 비트들에 대해 변조를 수행하여 복소 변조 심벌들을 생성하고, 상기 복소 변조 심벌들을 직교 시퀀스를 기반으로 복수의 SC-FDMA 심벌로 블록 단위로(block-wise) 스프레딩한다. 메모리(920)는 프로세서(910)와 연결되어, 프로세서(910)를 구동하기 위한 다양한 정보를

저장한다. RF부(930)는 프로세서(910)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신하며, 상기 스프레딩 된 복소 변조 심벌들을 기지국으로 전송한다.

- [0213] 프로세서(810, 910)은 ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로 및/또는 데이터 처리 장치를 포함할 수 있다. 메모리(820, 920)는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부(830, 930)은 무선 신호를 처리하기 위한 베이스밴드 회로를 포함할 수 있다. 실시예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리(820, 920)에 저장되고, 프로세서(810, 910)에 의해 실행될 수 있다. 메모리(820, 920)는 프로세서(810, 910) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(810, 910)와 연결될 수 있다.
- [0214] 상술한 예시적인 시스템에서, 방법들은 일련의 단계 또는 블록으로써 순서도를 기초로 설명되고 있지만, 본 발명은 단계들의 순서에 한정되는 것은 아니며, 어떤 단계는 상술한 바와 다른 단계와 다른 순서로 또는 동시에 발생할 수 있다. 또한, 당업자라면 순서도에 나타낸 단계들이 배타적이지 않고, 다른 단계가 포함되거나 순서도의 하나 또는 그 이상의 단계가 본 발명의 범위에 영향을 미치지 않고 삭제될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0215] 상술한 실시예들은 다양한 양태의 예시들을 포함한다. 다양한 양태들을 나타내기 위한 모든 가능한 조합을 기술할 수는 없지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 다른 조합이 가능함을 인식할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 이하의 특허청구범위 내에 속하는 모든 다른 교체, 수정 및 변경을 포함한다고 할 것이다.

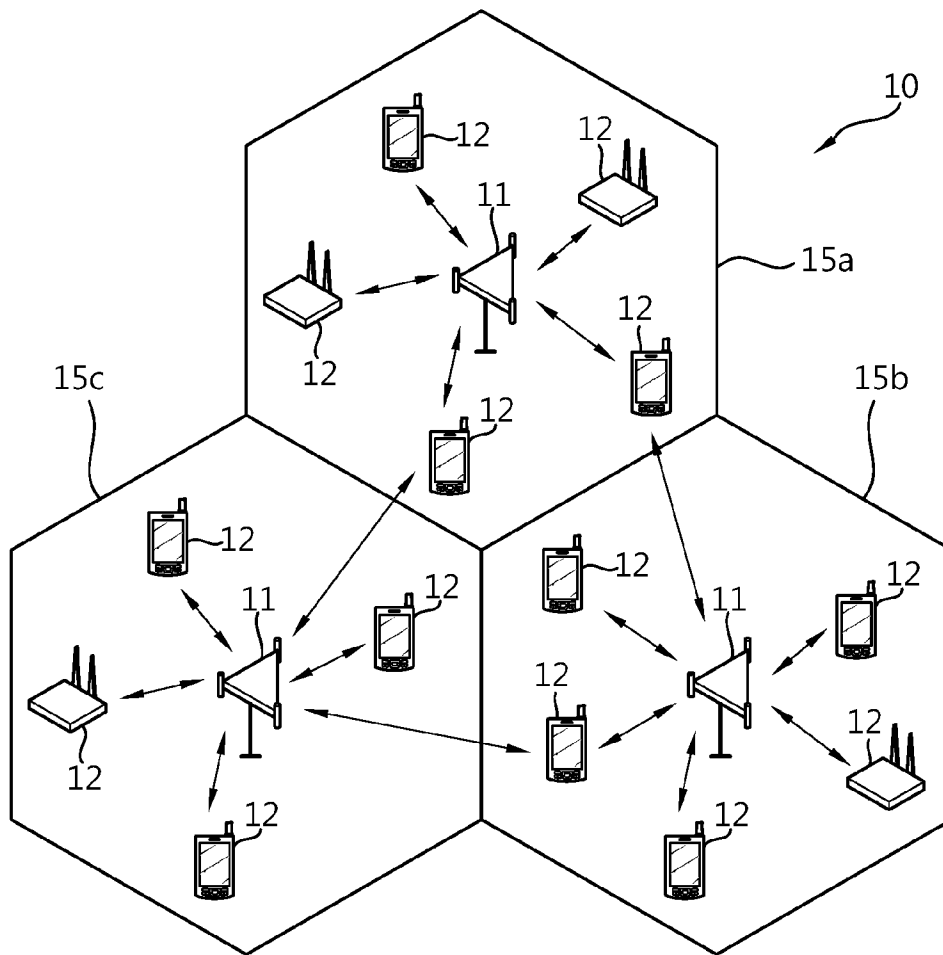
청구범위

- [청구항 1] 무선 통신 시스템에서 단말에 의한 상향링크 제어 정보(UCI; Uplink Control Information) 전송 방법에 있어서,
UCI의 정보 비트들에 대하여 채널 코딩(channel coding)을 수행하여 인코딩 정보 비트들을 생성하고,
상기 생성된 인코딩 정보 비트들에 대해 변조(modulation)를 수행하여 복소 변조 심벌(complex modulation symbol)들을 생성하고,
상기 복소 변조 심벌들을 직교 시퀀스(orthogonal sequence)를 기반으로 복수의 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) 심벌로 블록 단위로(block-wise) 스프레딩(spreading)하고,
상기 스프레딩 된 복소 변조 심벌들을 기지국으로 전송하는 것을 포함하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 UCI의 정보 비트들은 제1 UCI의 정보 비트와 제2 UCI의 정보 비트를 포함하며,
상기 제1 UCI의 정보 비트와 제2 UCI의 정보 비트는 결합 코딩(joint coding)되어 채널 코딩이 수행되는 것을 특징으로 하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서,
상기 제1 UCI의 정보 비트는 복수의 서빙 셀(serving cell) 각각에 대한 ACK/NACK(Acknowledgement/Non-Acknowledgement) 정보 비트를 연결(concatenation)한 ACK/NACK 비트열이며,
상기 제2 UCI의 정보 비트는 스케줄링 요청(SR; Scheduling Request)인 것을 특징으로 하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 SR은 상기 ACK/NACK 비트열의 마지막에 추가되는 것을 특징으로 하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 5] 제 3 항에 있어서,
상기 SR은 1비트인 것을 특징으로 하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 6] 제 3 항에 있어서,
상기 SR이 1인 경우 SR 전송 이벤트가 존재하는 것을 지시하고,
상기 SR이 0인 경우 SR 전송 이벤트가 존재하지 않는 것을 지시하는 것을 특징으로 하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,

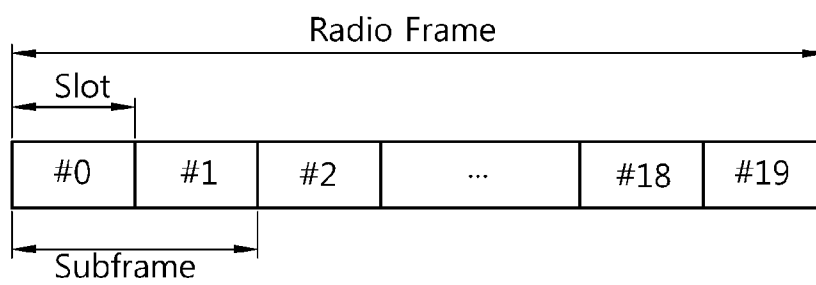
- 상기 UCI의 정보 비트들은 미리 결정된 우선 순위에 따라 우선 순위가 앞서는 특정 UCI의 정보 비트들인 것을 특징으로 하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서,
상기 UCI의 정보 비트들은 복수의 구성 반송파(CC; Component Carrier)에 대한 ACK/NACK 신호인 것을 특징으로 하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 9] 제 1 항에 있어서,
상기 UCI의 정보 비트들은 복수의 CC에 대한 각 ACK/NACK 정보를 대표하는 대표 ACK/NACK 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서,
각 슬롯당 적어도 2개의 SC-FDMA 심벌을 이용하여 상향링크 참조 신호를 전송하는 것을 더 포함하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 11] 제 10 항에 있어서,
상기 적어도 2개의 SC-FDMA 심벌을 이용하여 전송되는 상향링크 참조 신호 중 적어도 하나의 상향링크 참조 신호에 대하여 -1로 위상 변조(phase modulation)가 수행되는 것을 특징으로 하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 12] 제 1 항에 있어서,
서브프레임당 적어도 하나의 SC-FDMA 심벌을 이용하여 사운드링 참조 신호(SRS; Sounding Reference Signal)를 전송하는 것을 더 포함하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 13] 제 12 항에 있어서,
상기 직교 코드의 길이는 상기 SRS가 전송되는 SC-FDMA 심벌의 개수에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 14] 제 1 항에 있어서,
상기 직교 코드는 Walsh 코드 또는 DFT 코드 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 상향링크 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 15] 무선 신호를 전송 또는 수신하는 RF(Radio Frequency)부; 및
상기 RF부와 연결되는 프로세서를 포함하되,
상기 프로세서는,
UCI(Uplink Control Information)의 정보 비트들에 대하여 채널 코딩(channel coding)을 수행하여 인코딩 정보 비트들을 생성하고,
상기 생성된 인코딩 정보 비트들에 대해 변조(modulation)를 수행하여 복소 변조 심벌(complex modulation symbol)들을

생성하고,
상기 복소 변조 심벌들을 직교 시퀀스(orthogonal sequence)를
기반으로 복수의 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division
Multiple Access) 심벌로 블록 단위로(block-wise)
스프레딩(spreading)하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 단말.

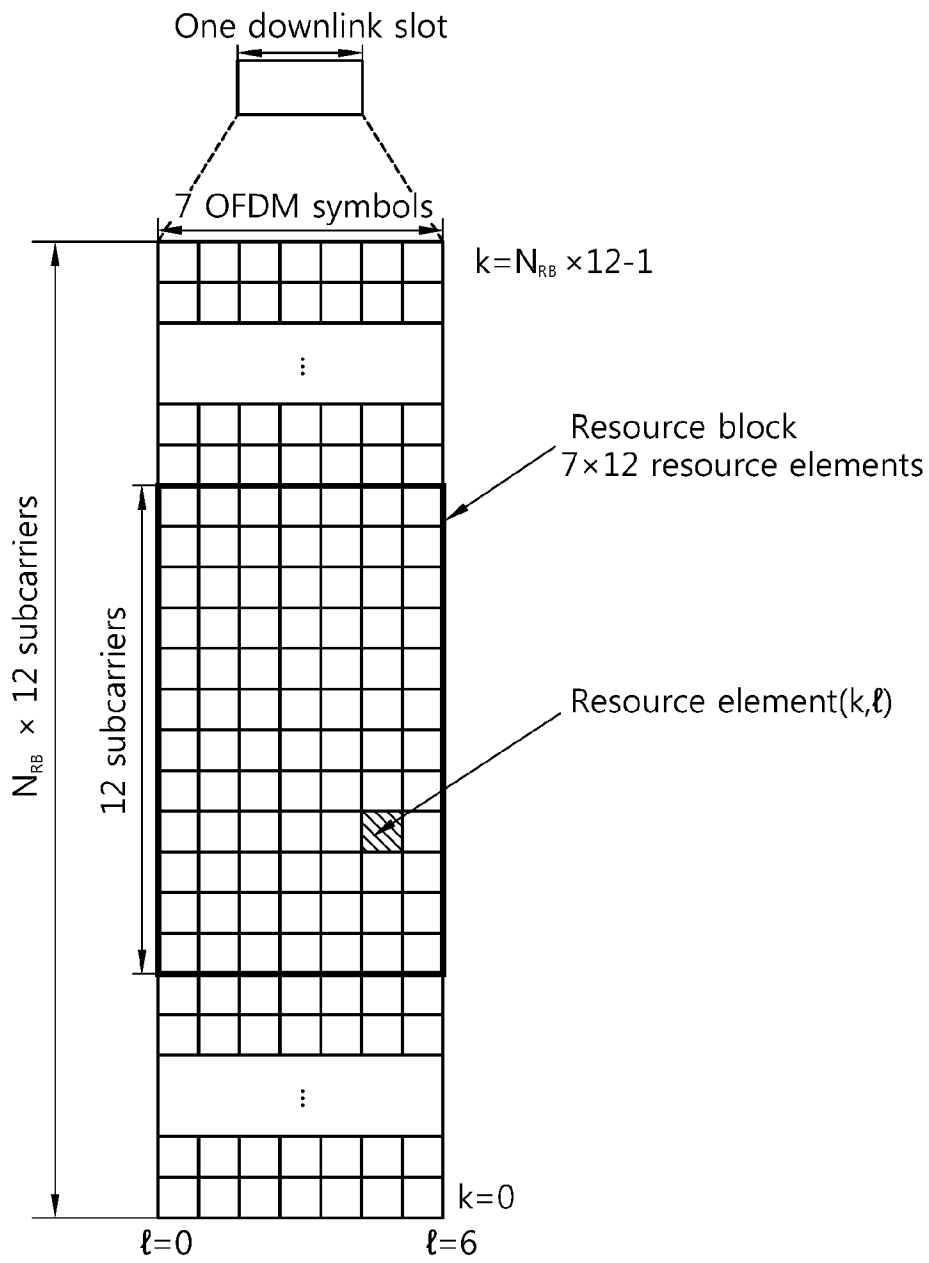
[Fig. 1]



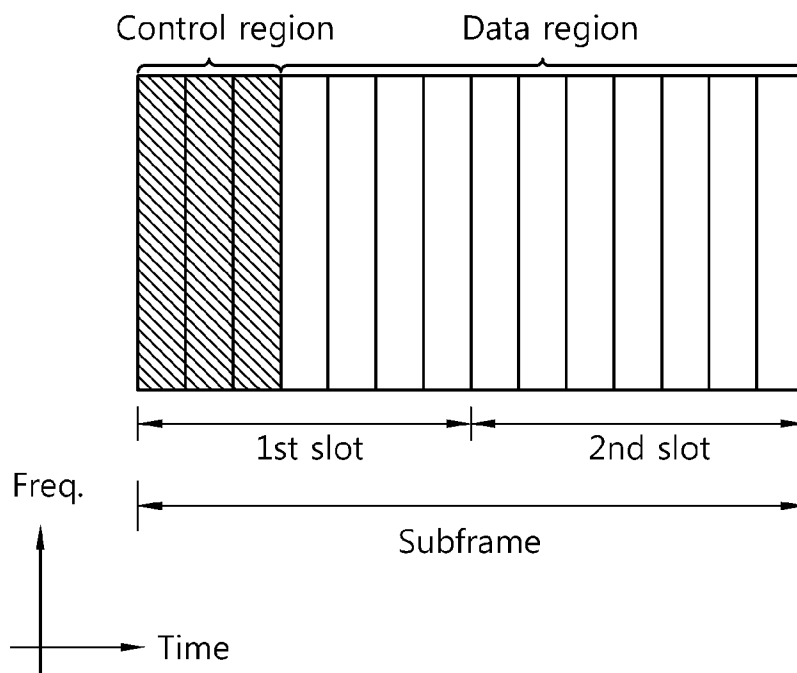
[Fig. 2]



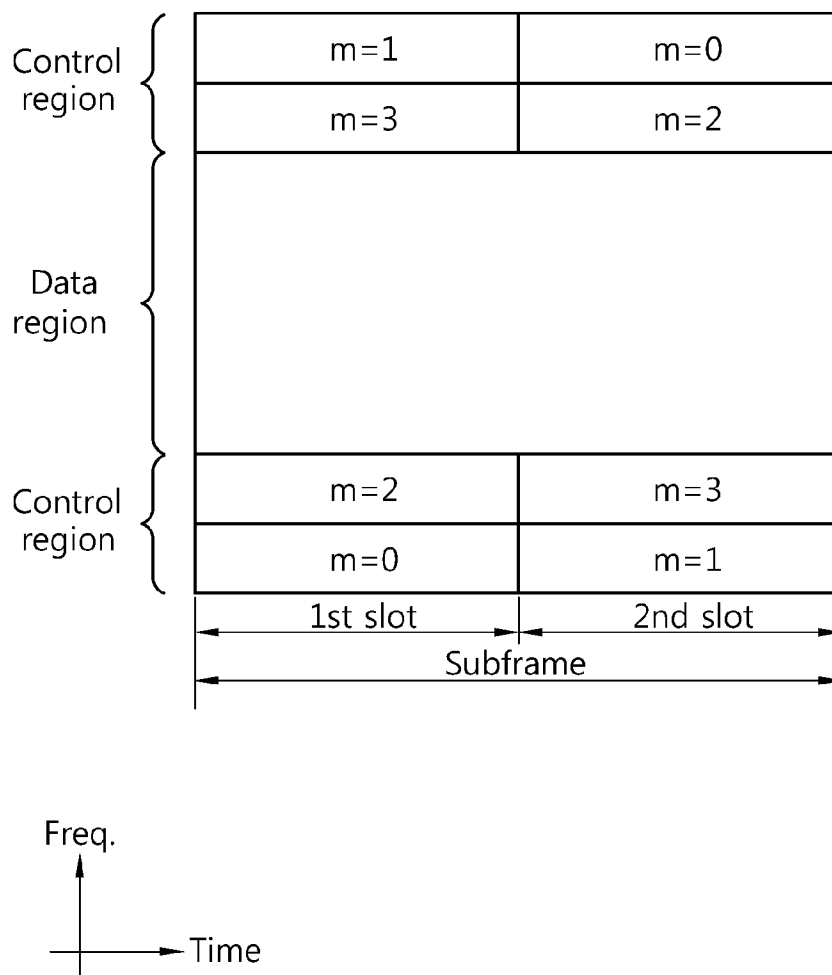
[Fig. 3]



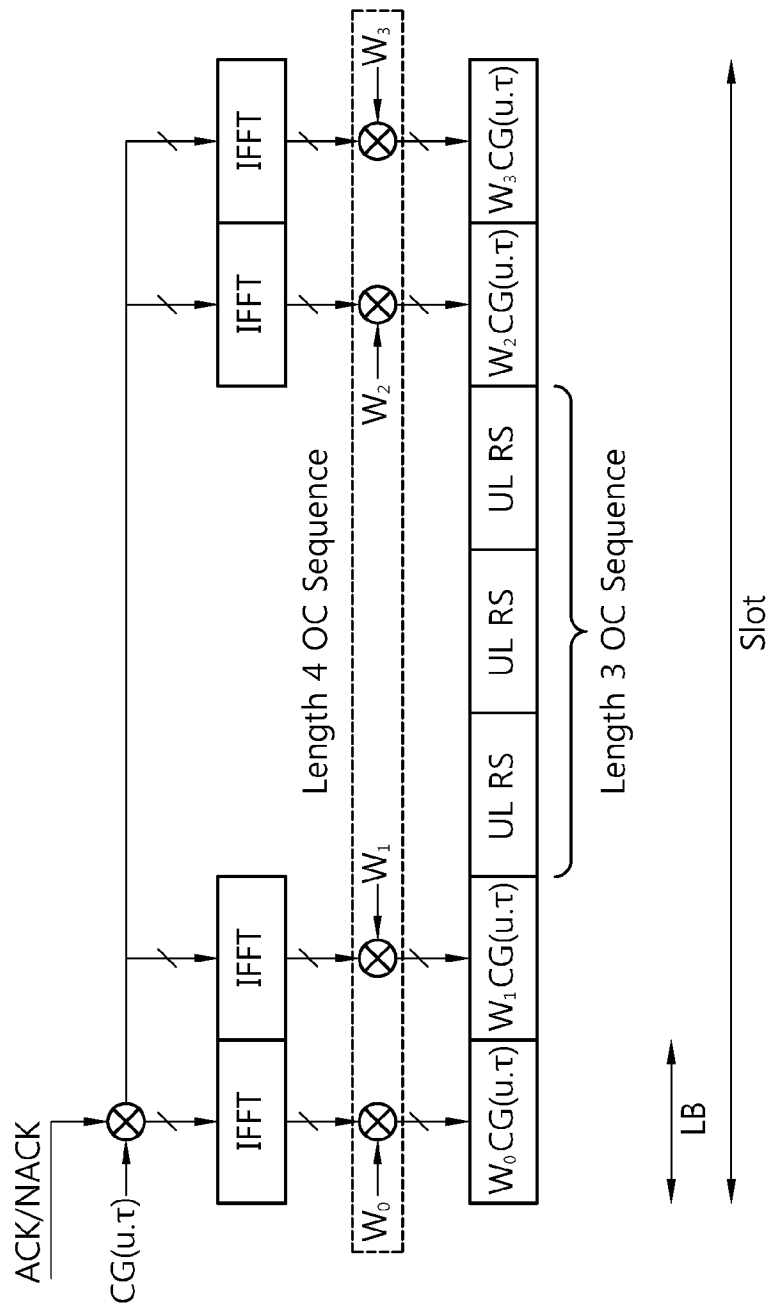
[Fig. 4]



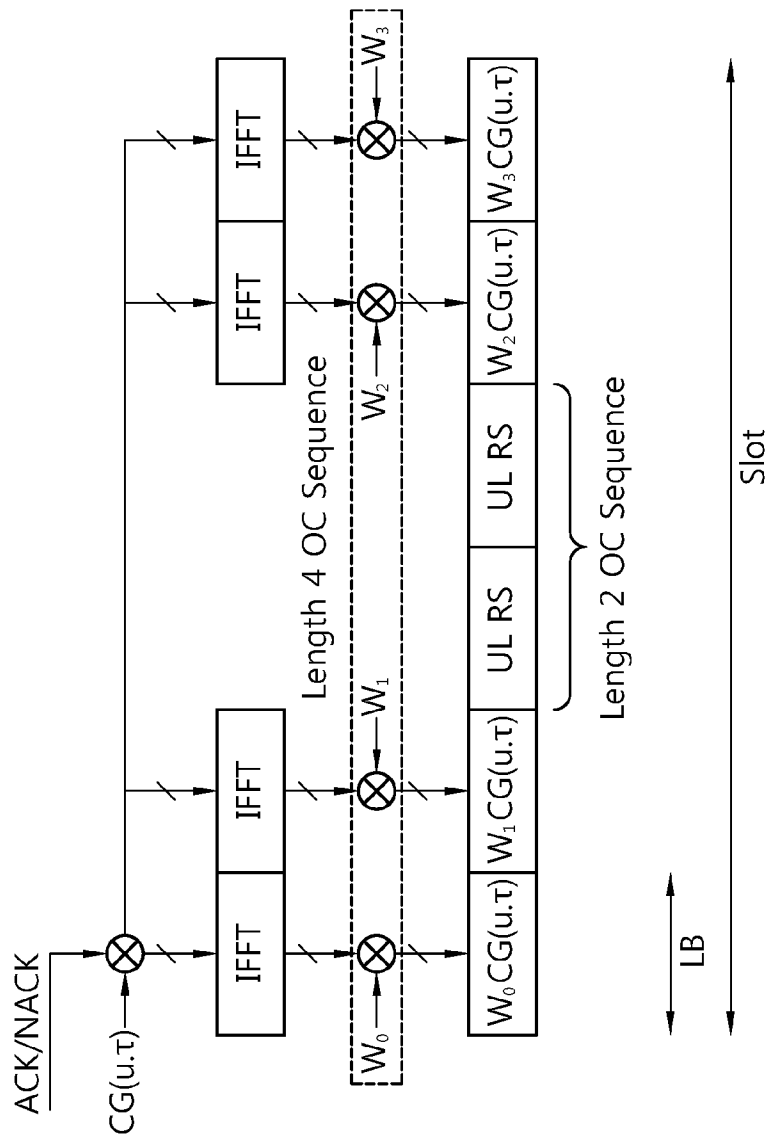
[Fig. 5]



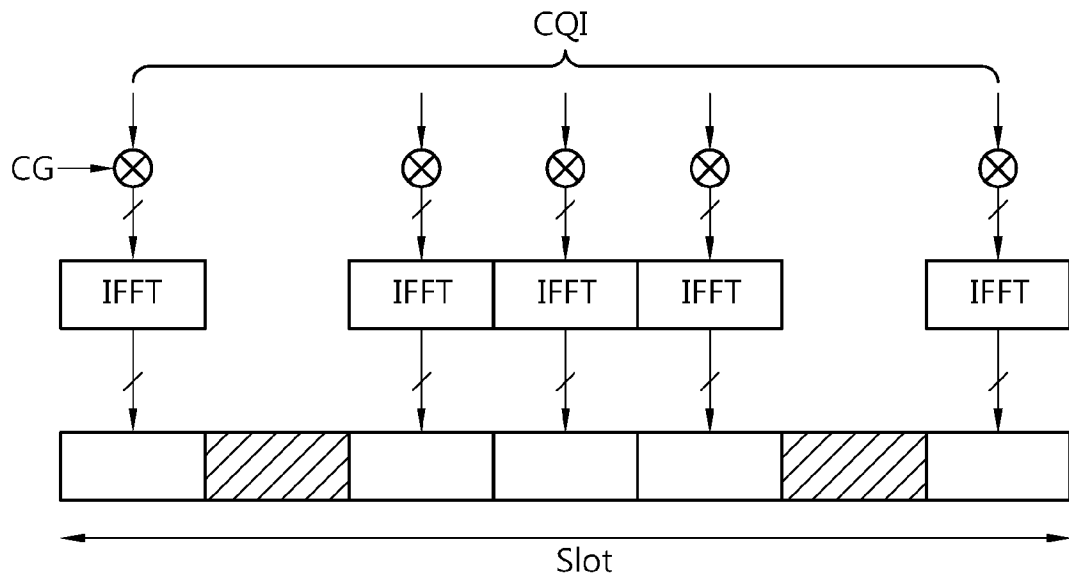
[Fig. 6]



[Fig. 7]

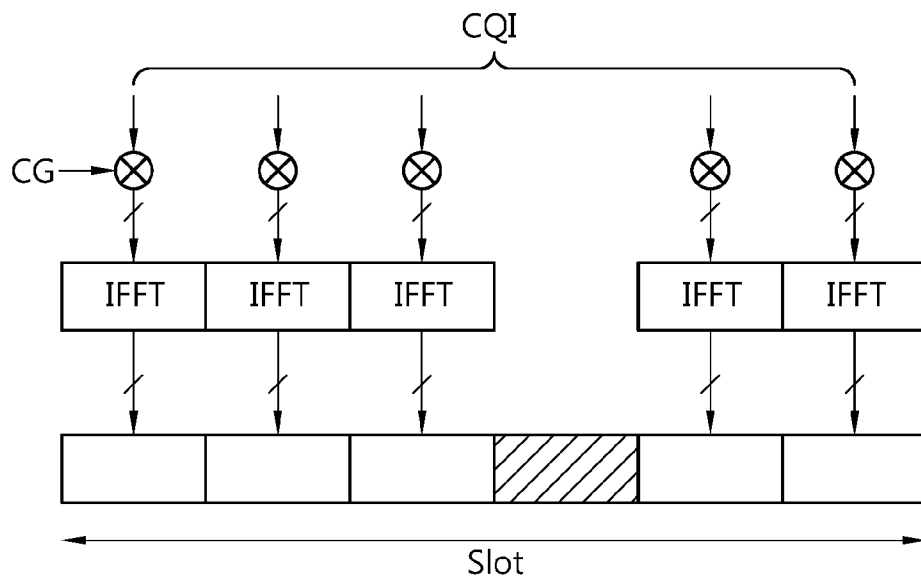


[Fig. 8]



Normal CP case

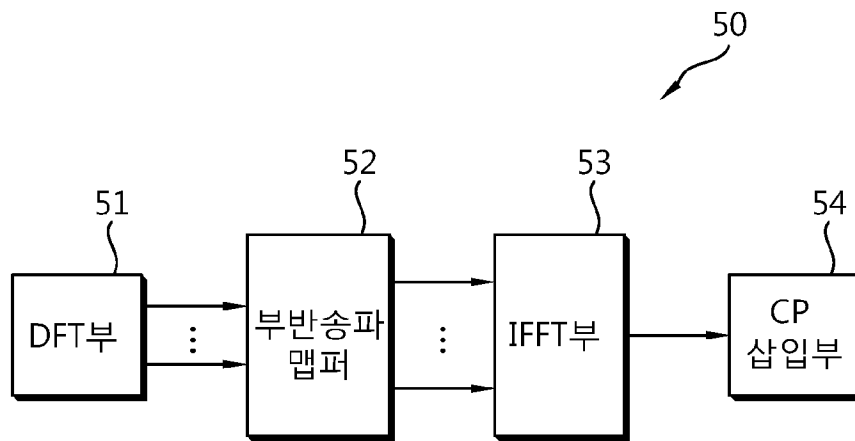
(a)



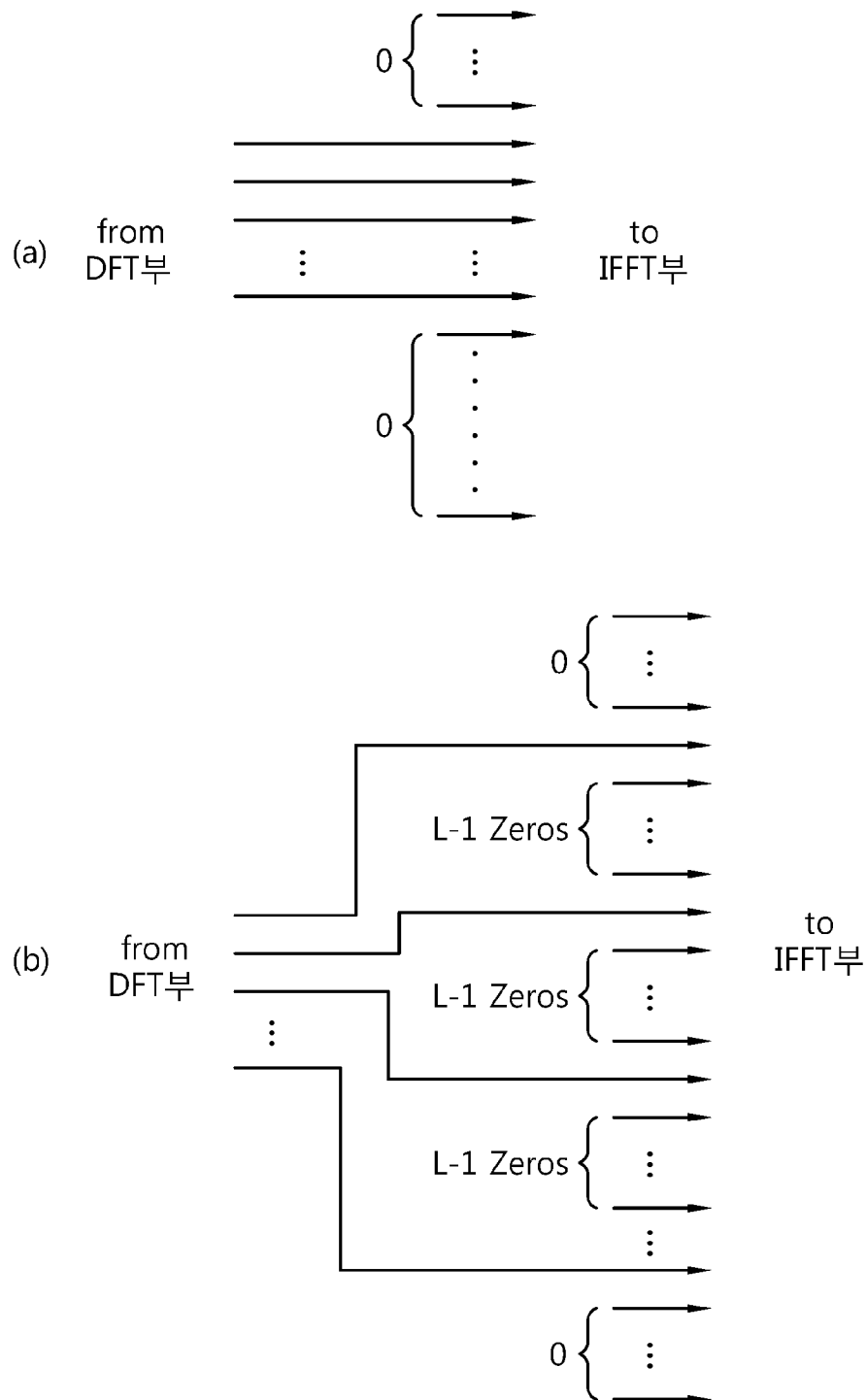
Extended CP case

(b)

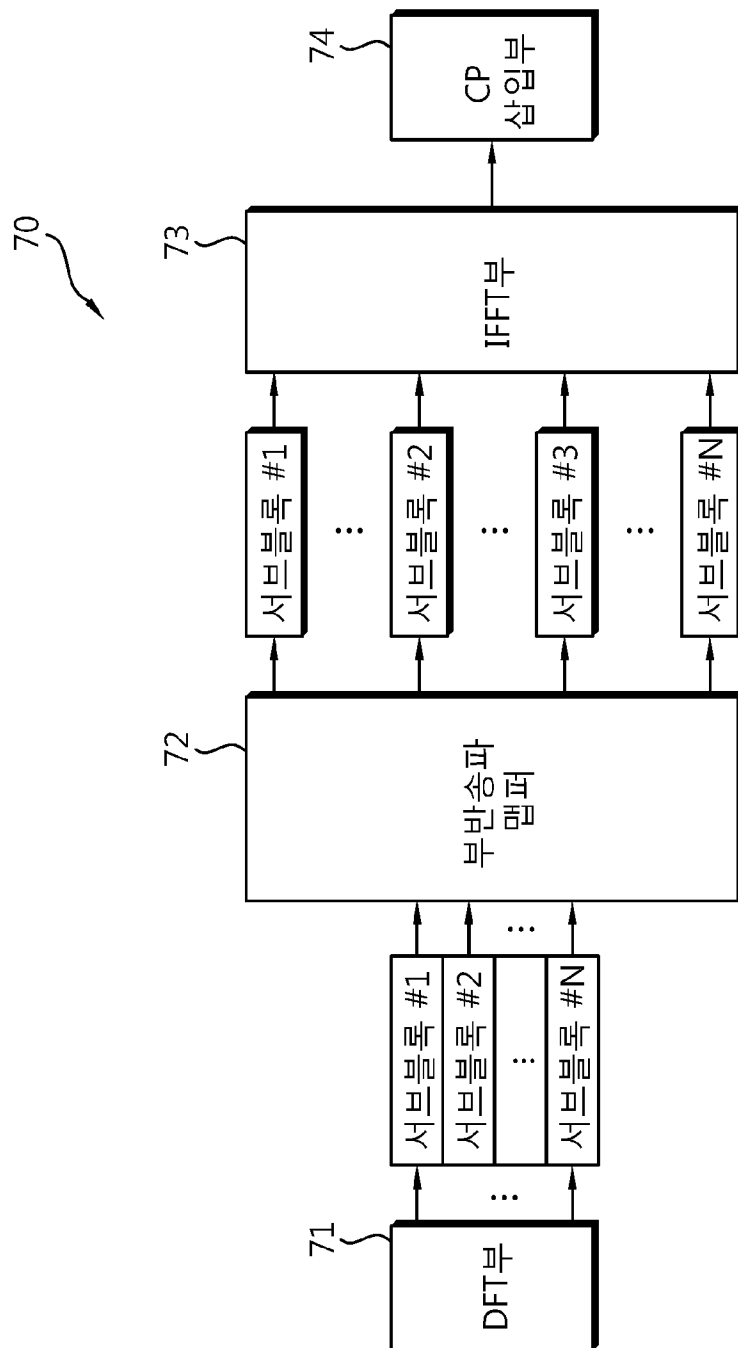
[Fig. 9]



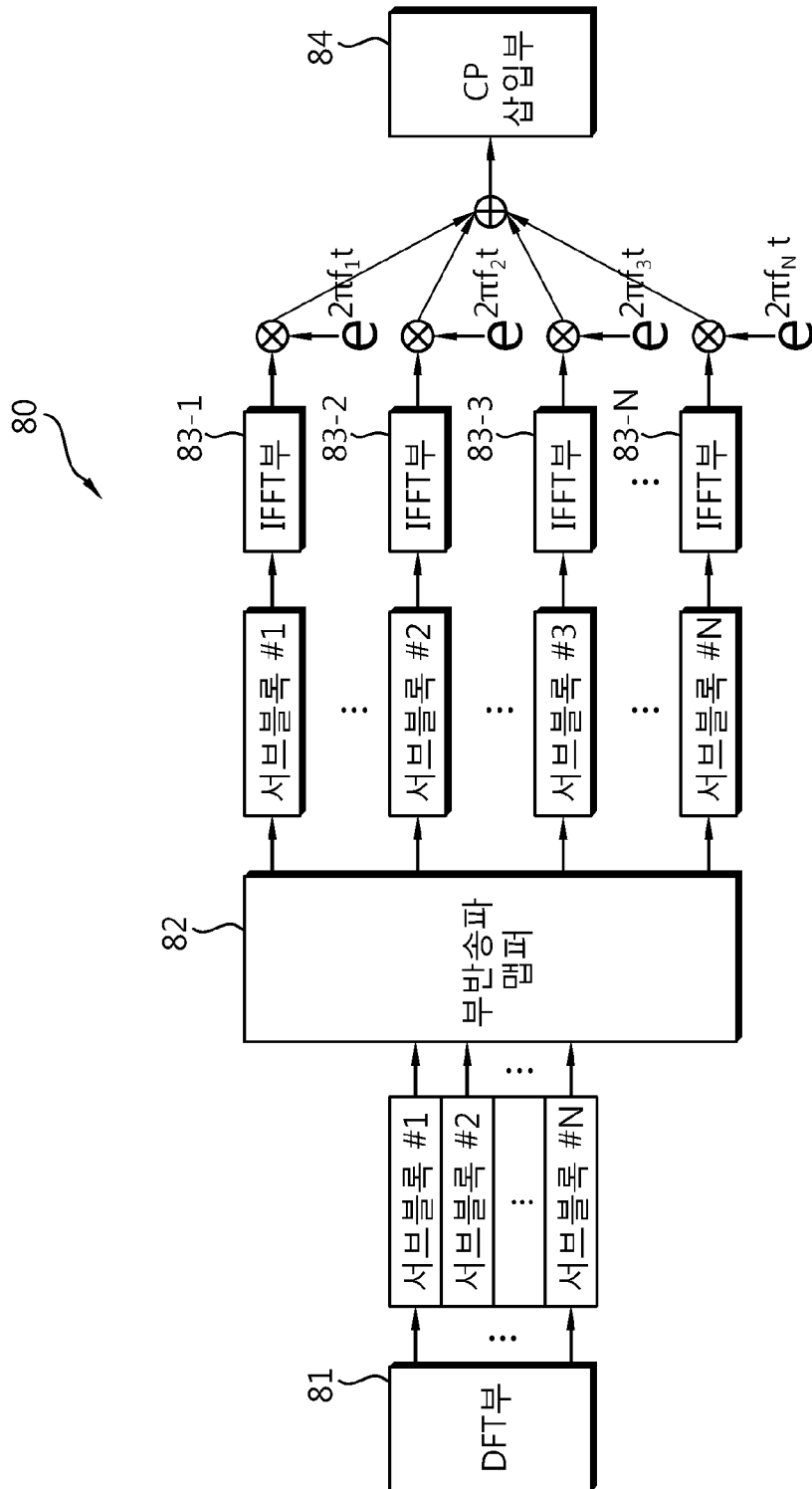
[Fig. 10]



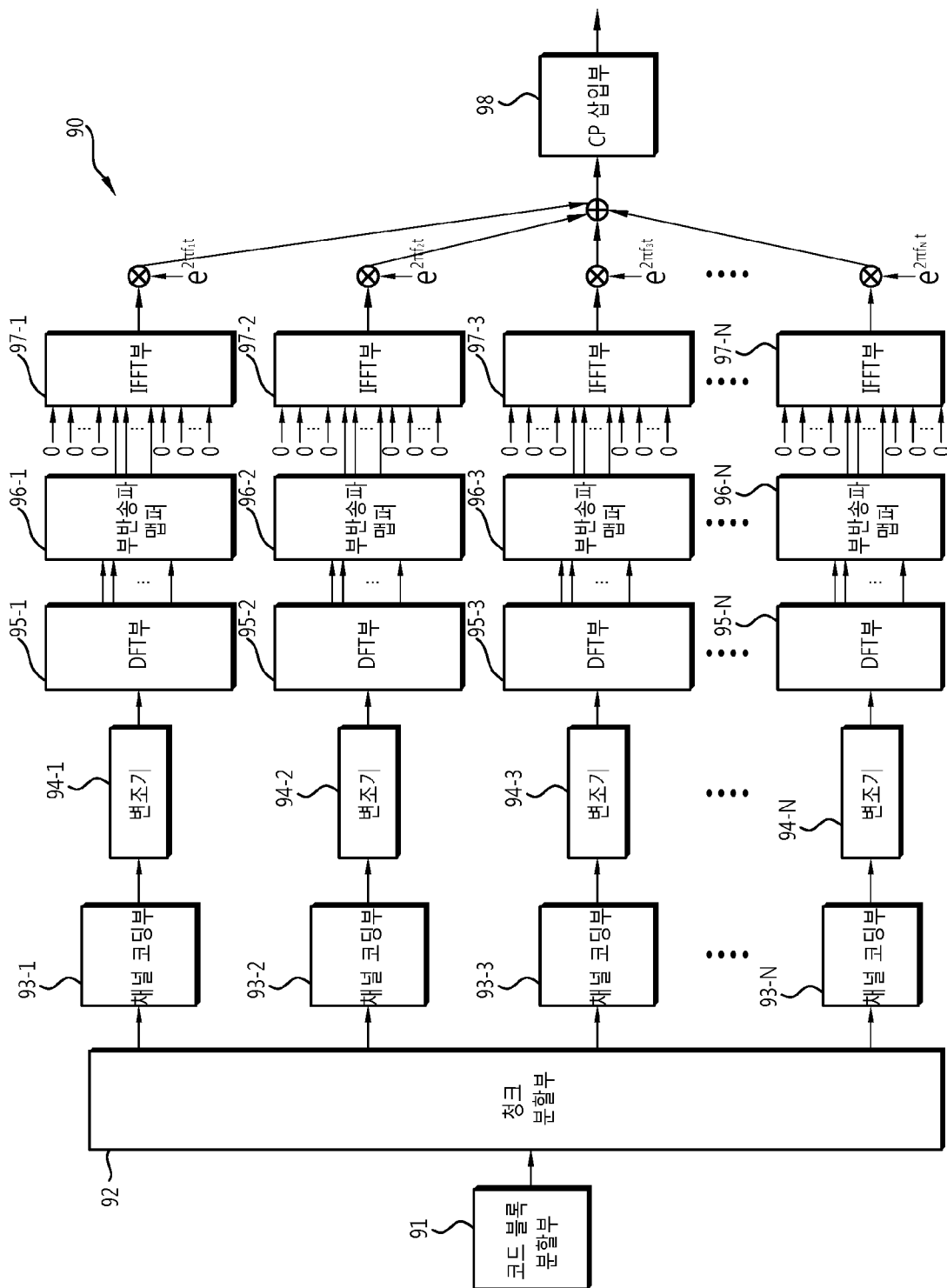
[Fig. 11]



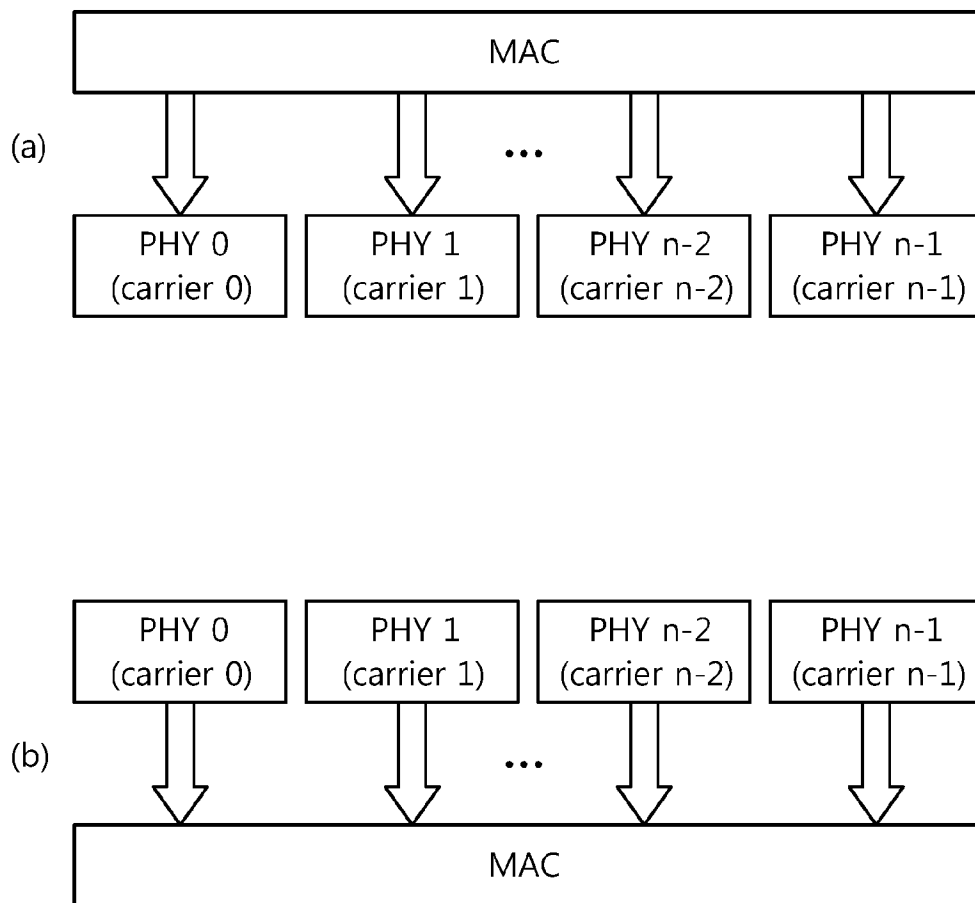
[Fig. 12]



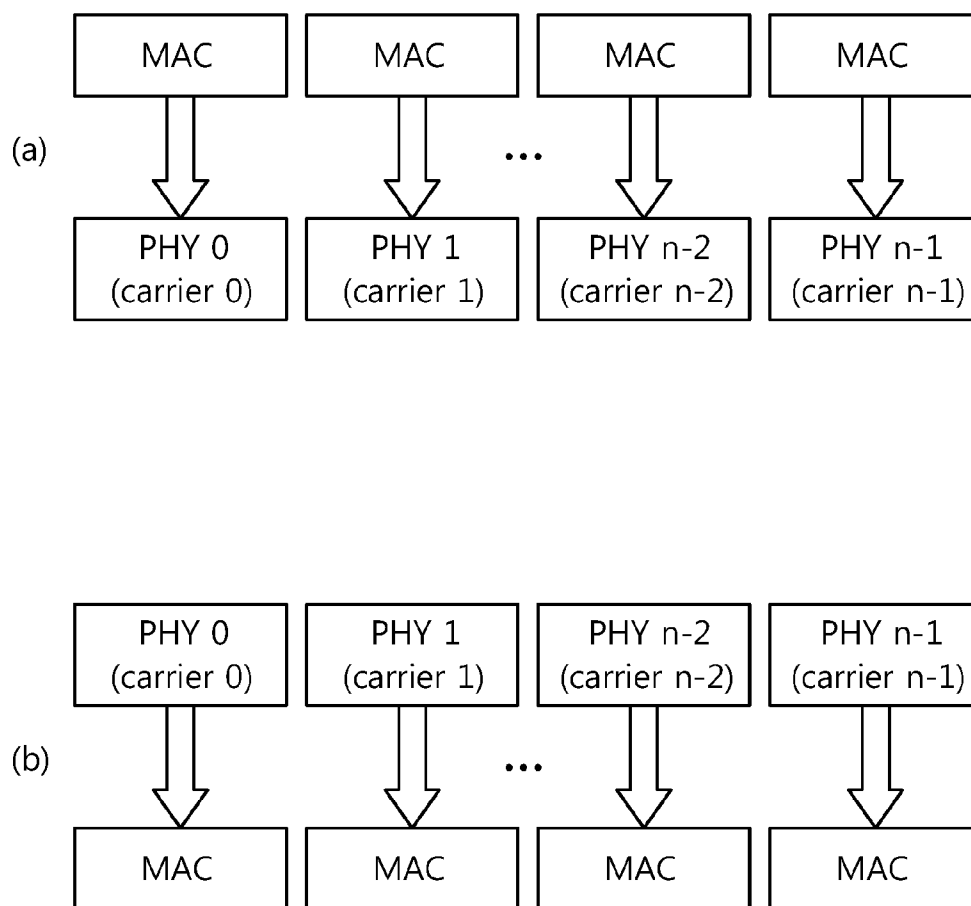
[Fig. 13]



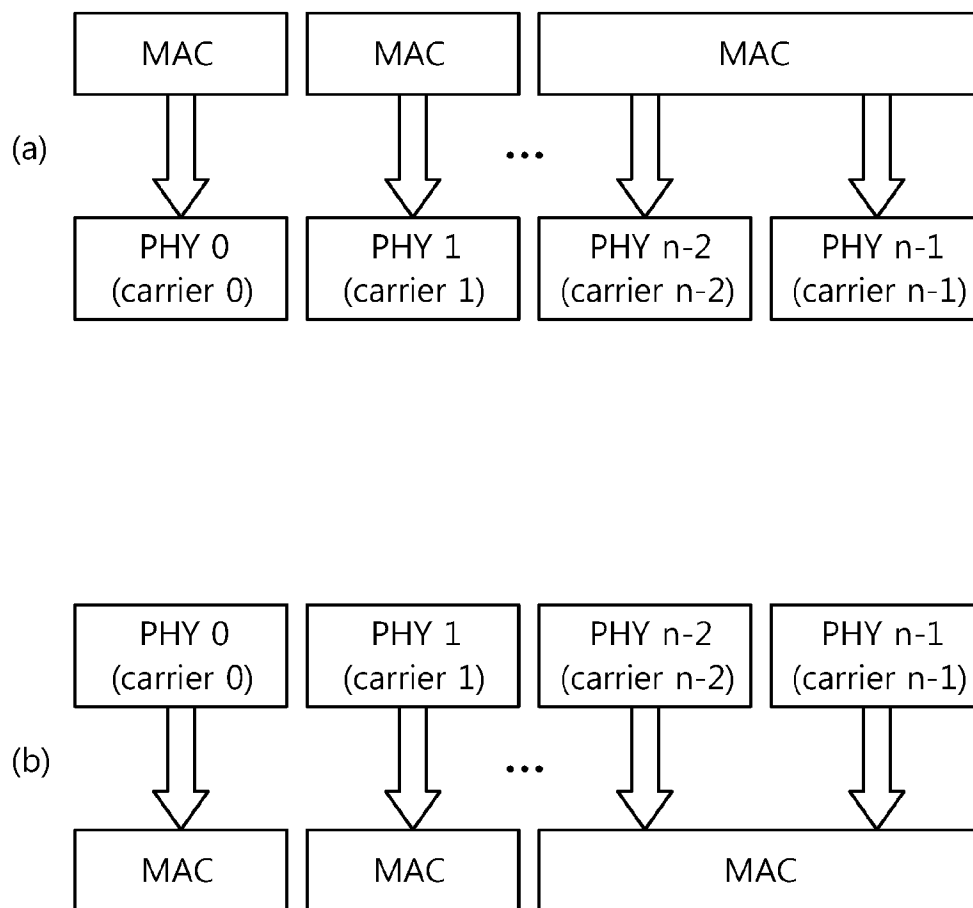
[Fig. 14]



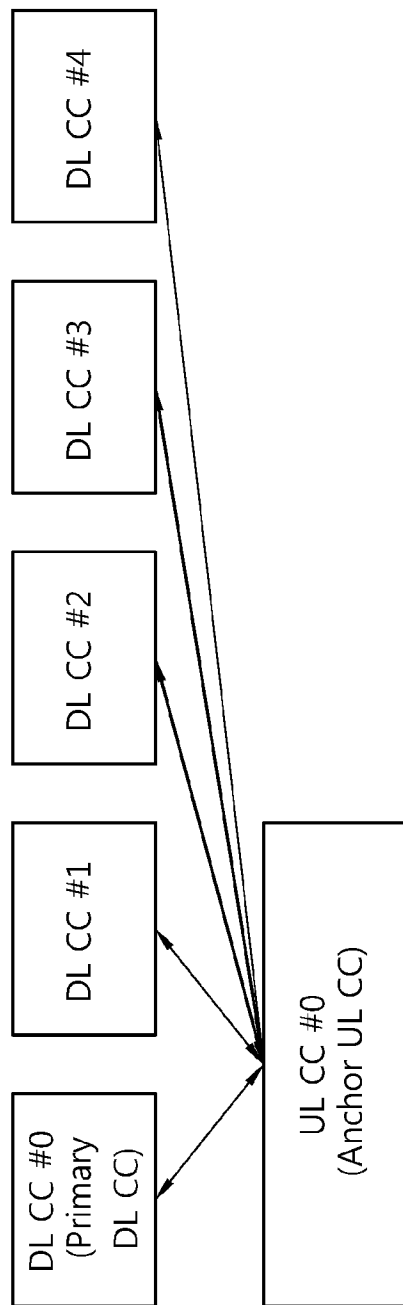
[Fig. 15]



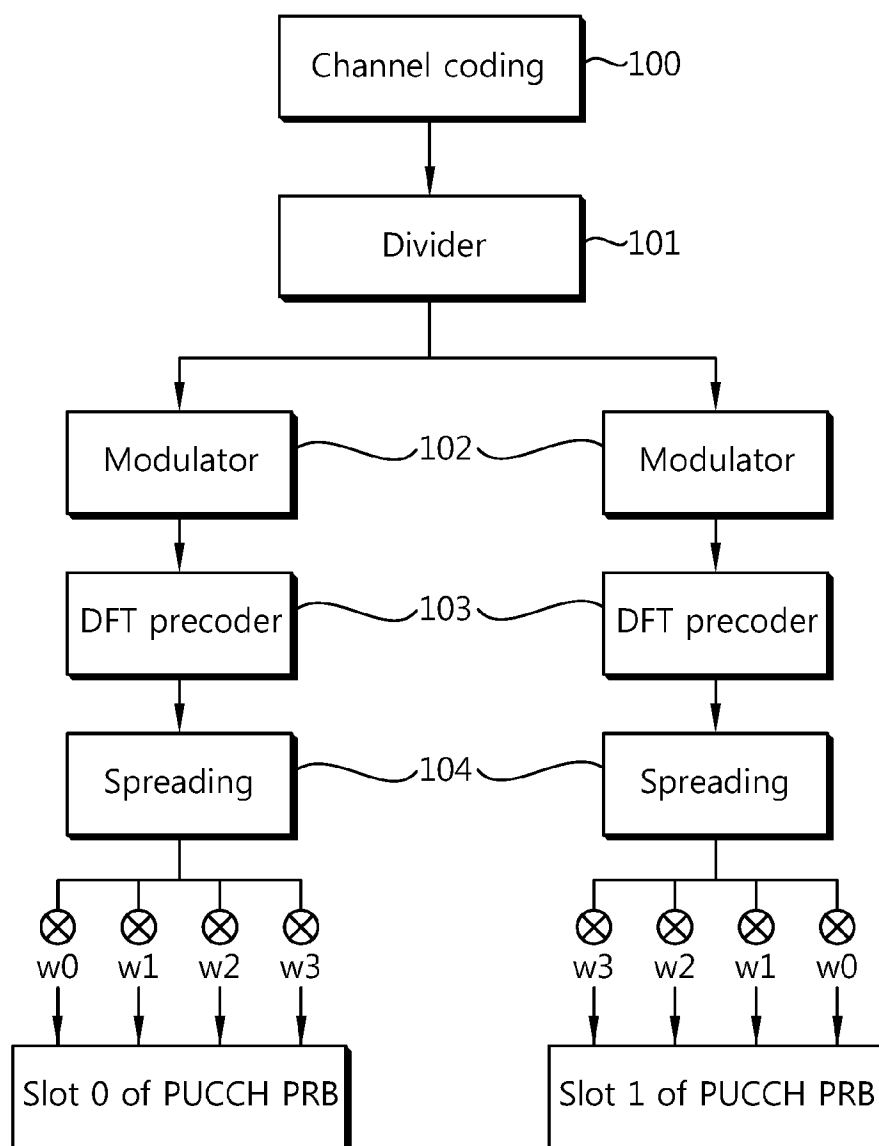
[Fig. 16]



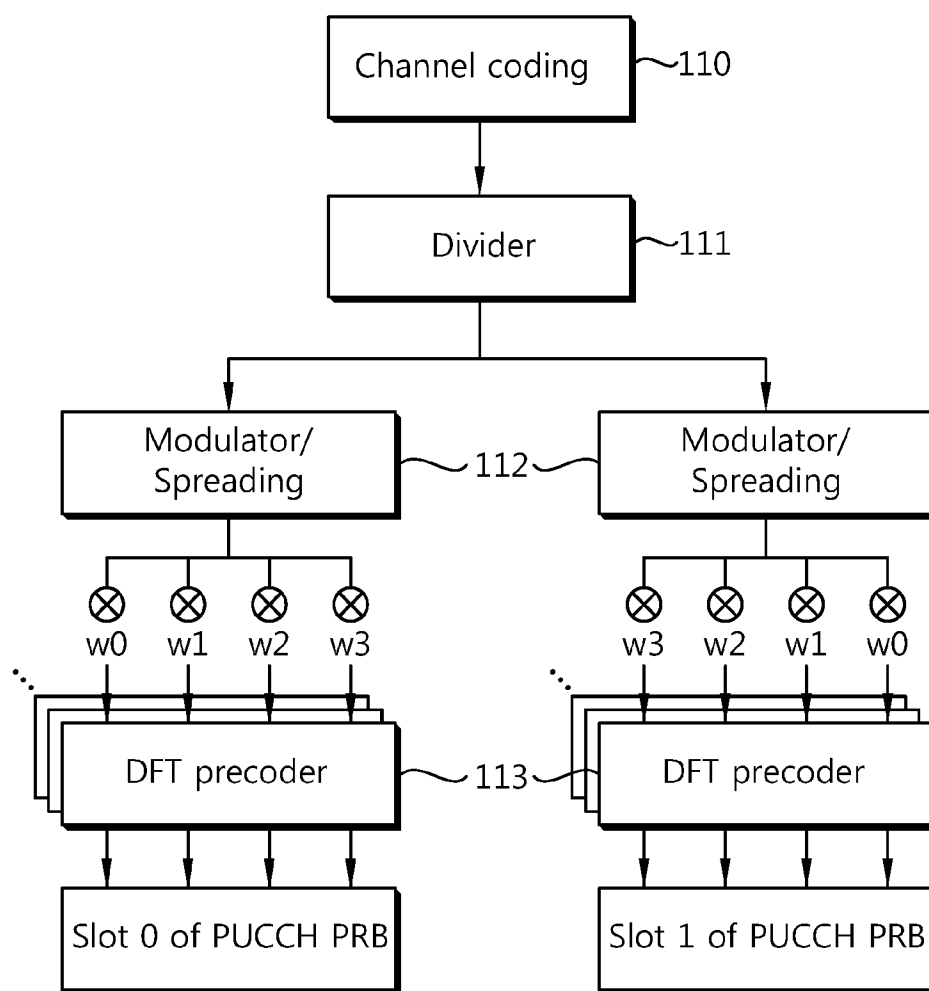
[Fig. 17]



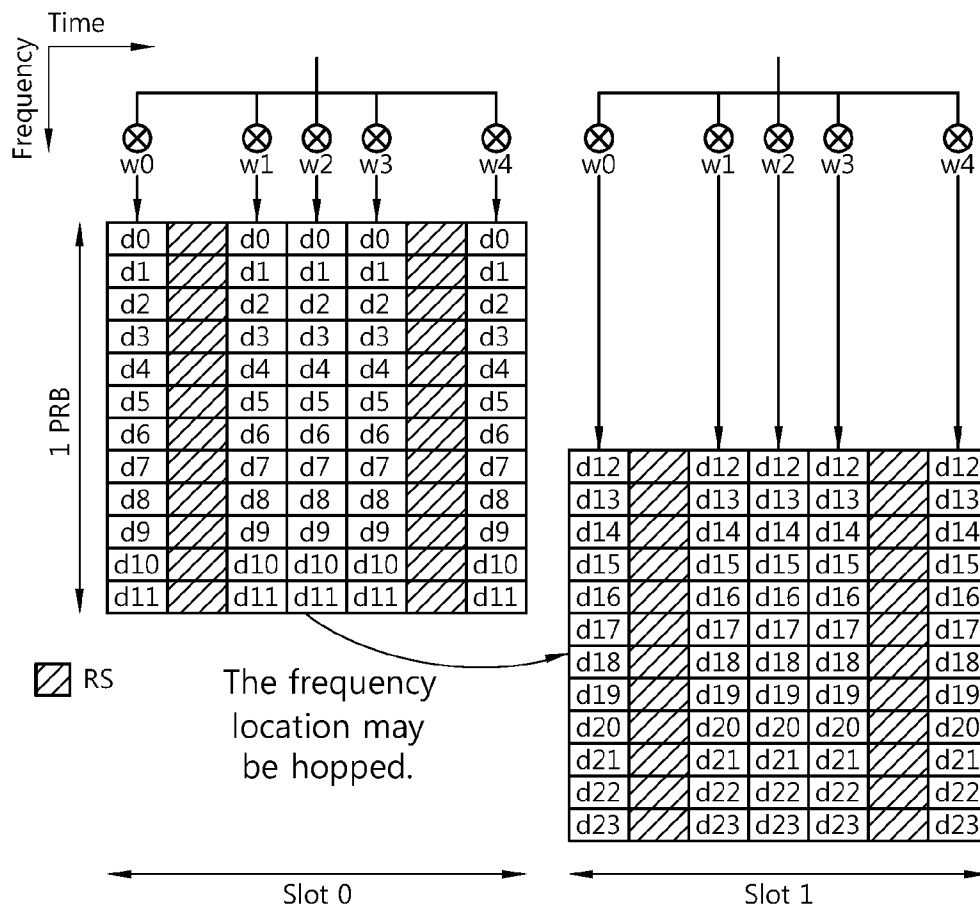
[Fig. 18]



[Fig. 19]



[Fig. 20]



[Fig. 21]

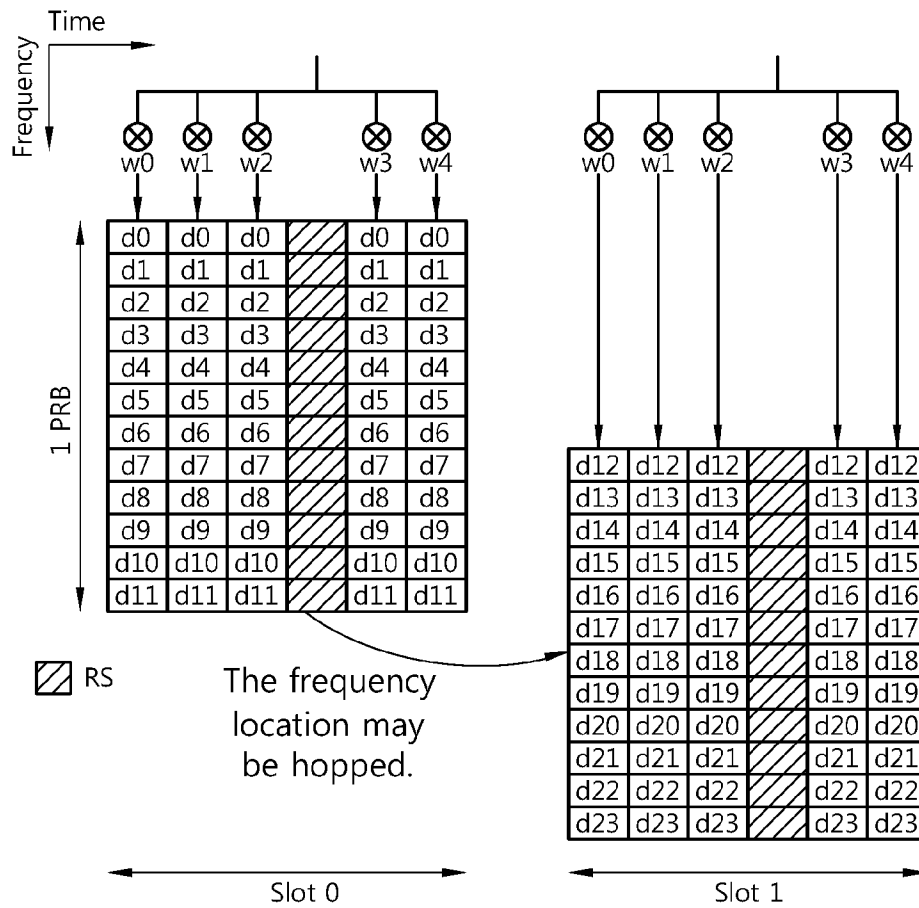


Figure 1 illustrates a transmission system and its time-frequency resource allocation. The top part is a block diagram of the system, and the bottom part is a time-frequency resource grid.

Block Diagram:

- Information bits** are input to the **Channel coding** block (120).
- The output of Channel coding is the **Encoded bit (48 bits)**.
- The Encoded bit is input to the **Modulator** block (121).
- The output of the Modulator is the **Modulation symbols (24 symbols)**.
- The Modulation symbols are input to the **Divider** block (122).
- The Divider outputs two groups of **12 symbols** each.
- Each group of 12 symbols is input to a **DFT precoder** block (123).
- The output of each DFT precoder is input to a **Spreading** block (124).

Time-Frequency Resource Grid:

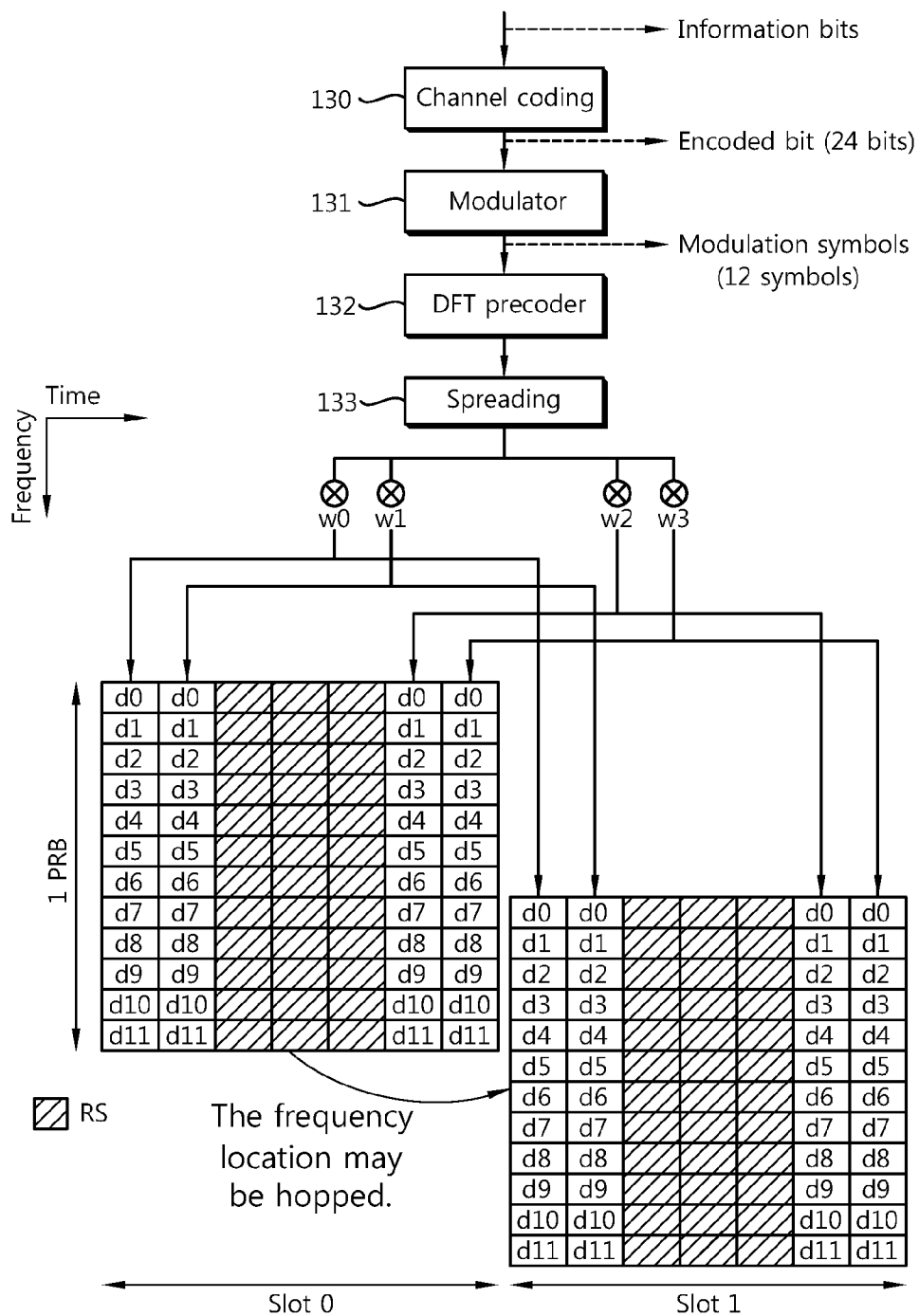
- The grid shows the allocation of resources over **Time** (Slot 0 and Slot 1) and **Frequency** (1 PRB).
- The grid is divided into two main sections, each receiving 12 symbols from the DFT precoders.
- Each section has four spreading codes (w_0, w_1, w_2, w_3) and data symbols ($d_0, d_1, \dots, d_{11}$ for Slot 0 and $d_{12}, d_{13}, \dots, d_{23}$ for Slot 1).
- The grid shows the allocation of resources over **Time** (Slot 0 and Slot 1) and **Frequency** (1 PRB).
- The grid is divided into two main sections, each receiving 12 symbols from the DFT precoders.
- Each section has four spreading codes (w_0, w_1, w_2, w_3) and data symbols ($d_0, d_1, \dots, d_{11}$ for Slot 0 and $d_{12}, d_{13}, \dots, d_{23}$ for Slot 1).
- The grid shows the allocation of resources over **Time** (Slot 0 and Slot 1) and **Frequency** (1 PRB).
- The grid is divided into two main sections, each receiving 12 symbols from the DFT precoders.
- Each section has four spreading codes (w_0, w_1, w_2, w_3) and data symbols ($d_0, d_1, \dots, d_{11}$ for Slot 0 and $d_{12}, d_{13}, \dots, d_{23}$ for Slot 1).

Legend:

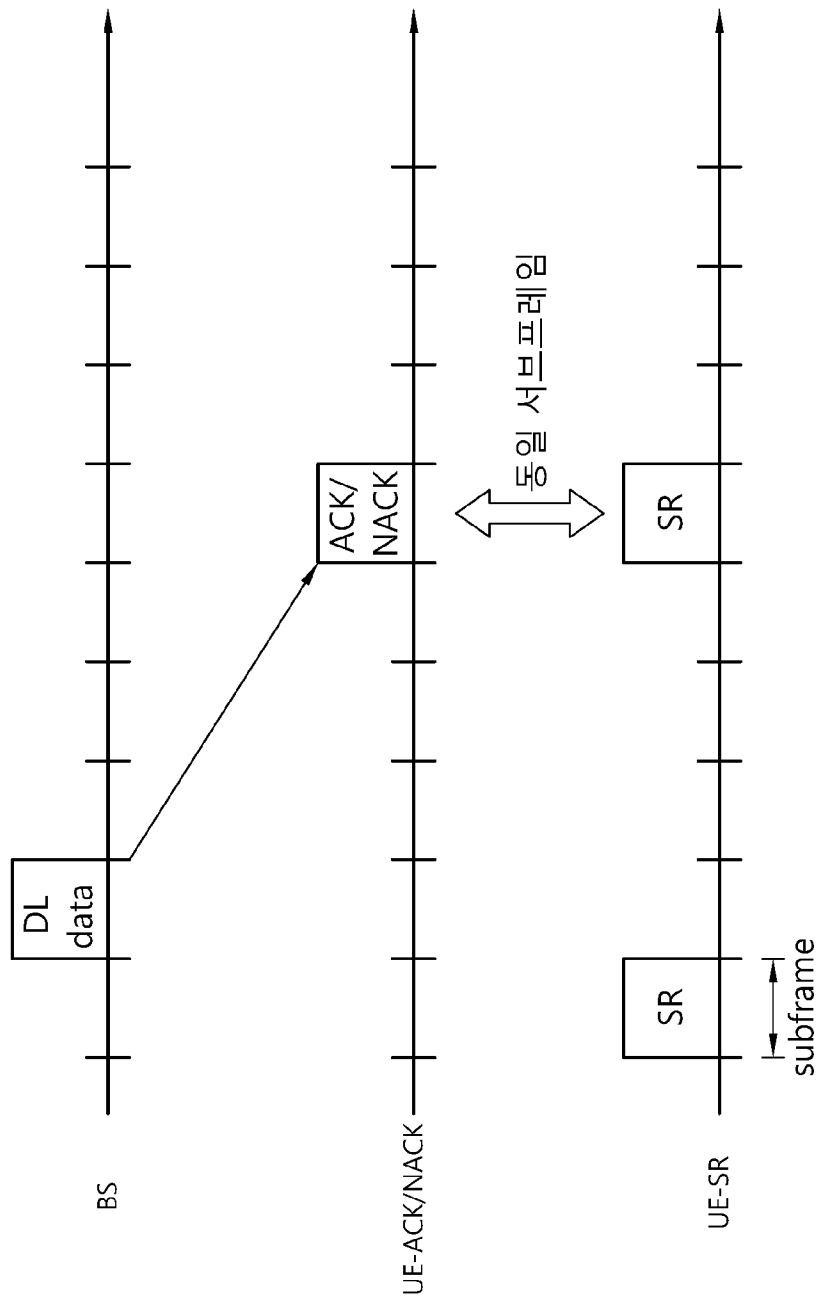
- Hatched area RS

Note: The frequency location may be hopped.

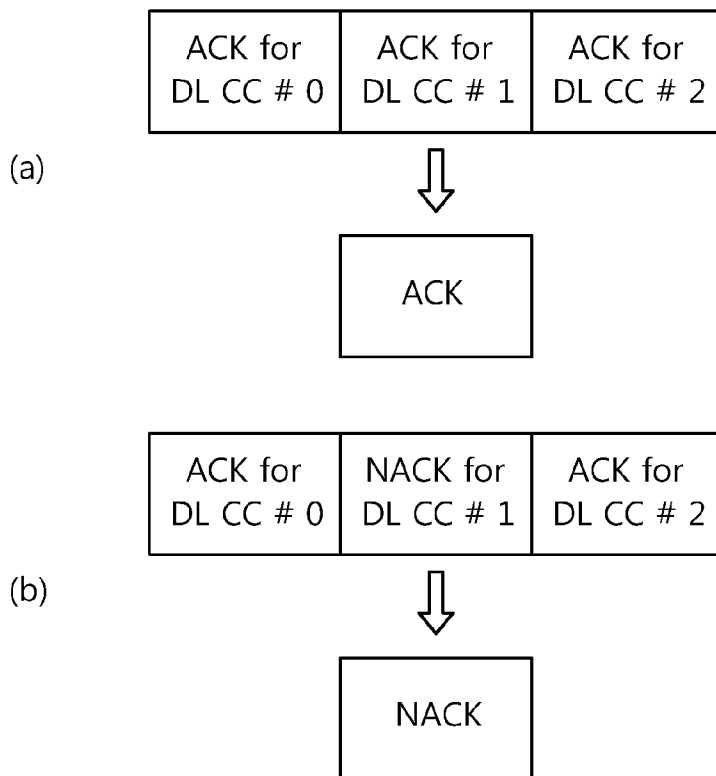
[Fig. 23]



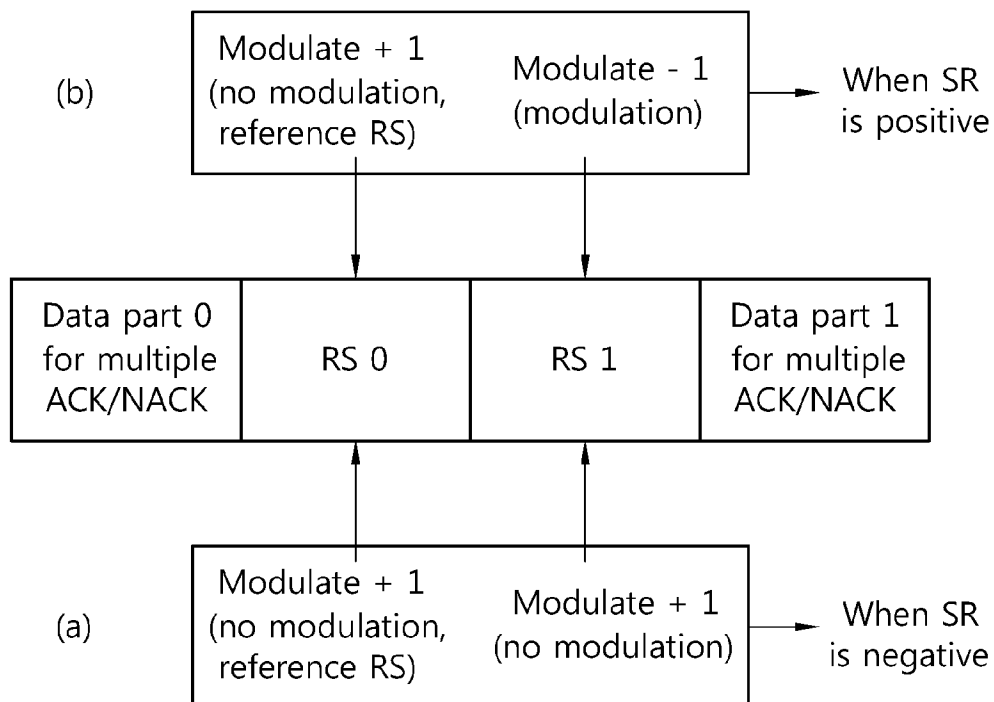
[Fig. 24]



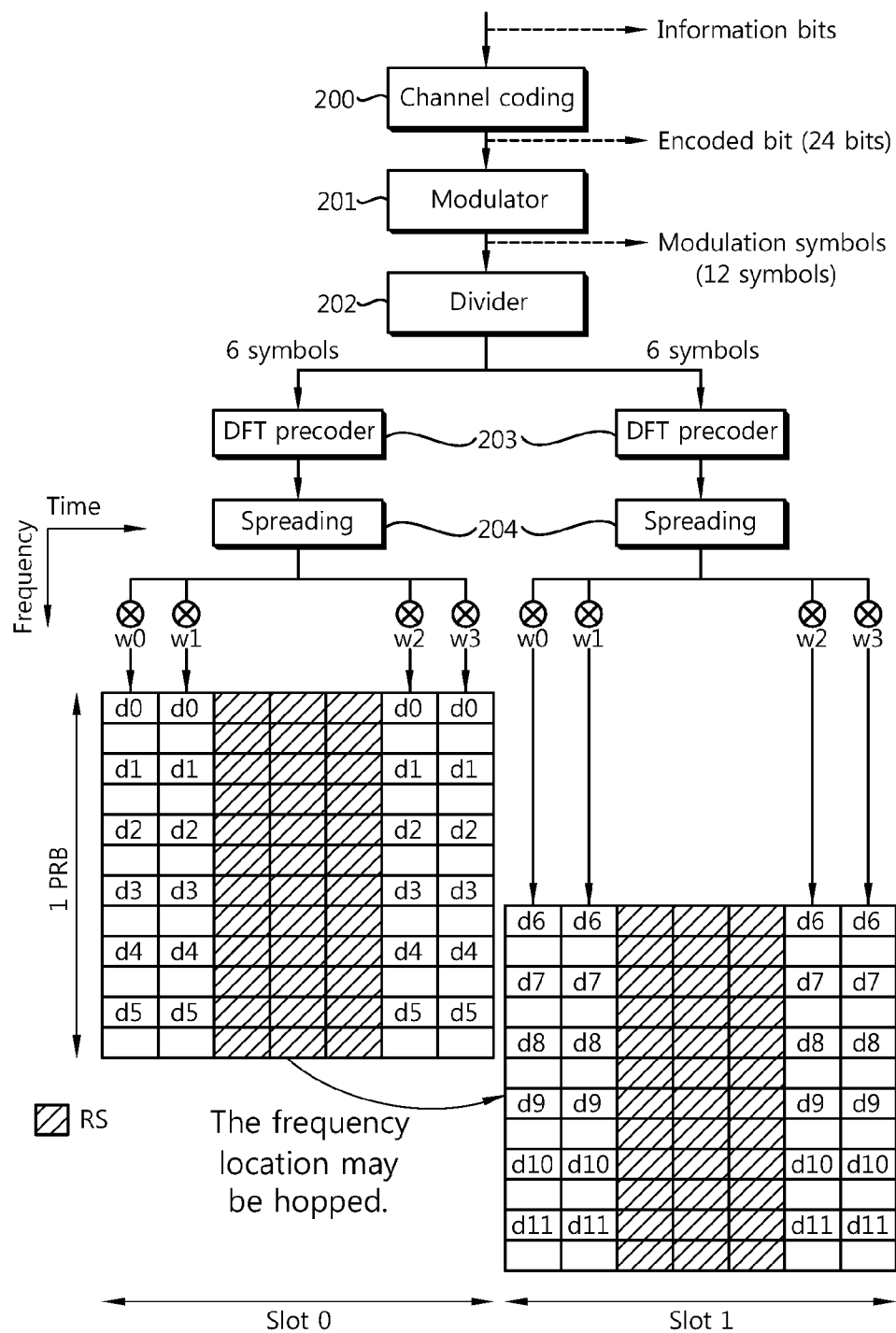
[Fig. 25]



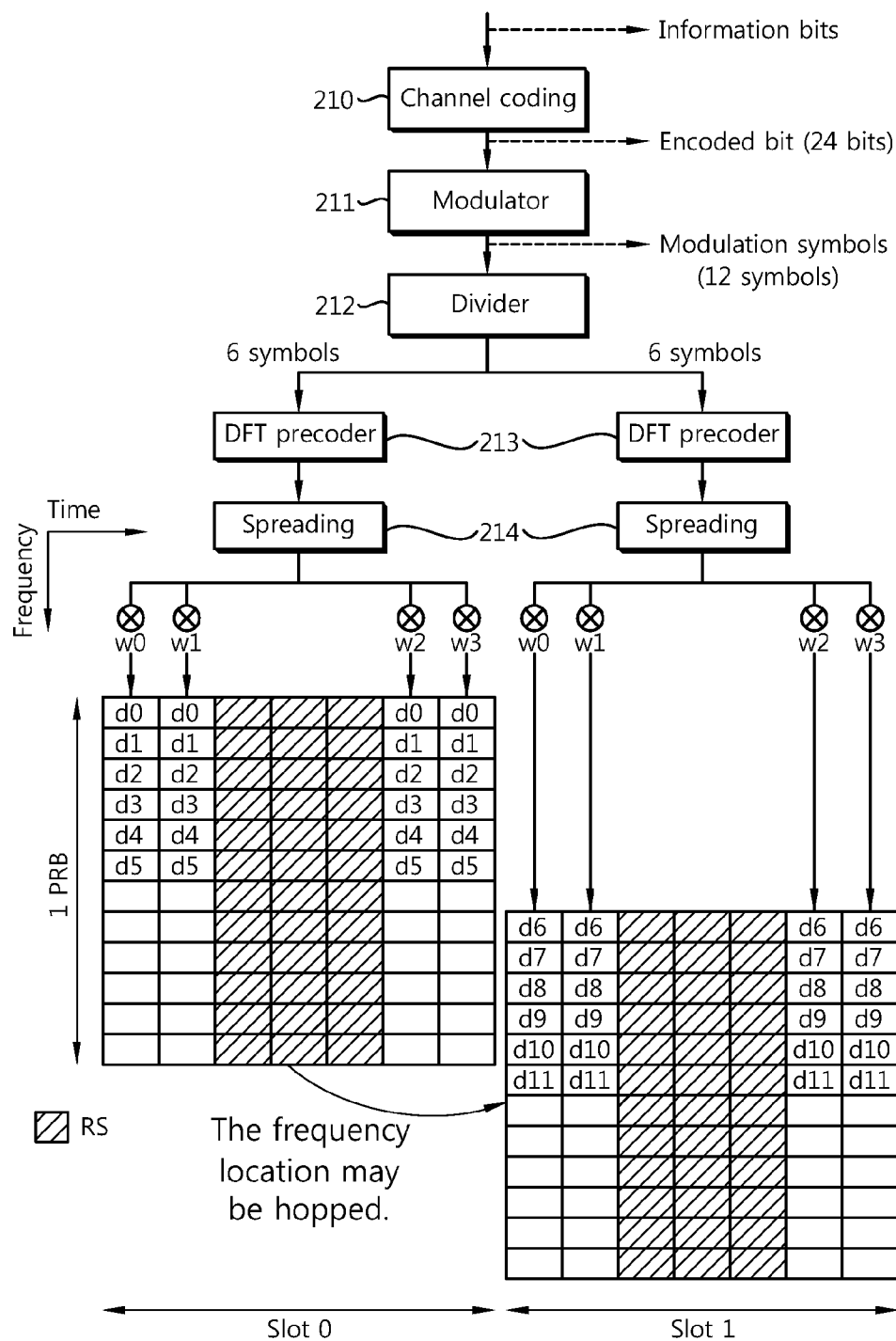
[Fig. 26]



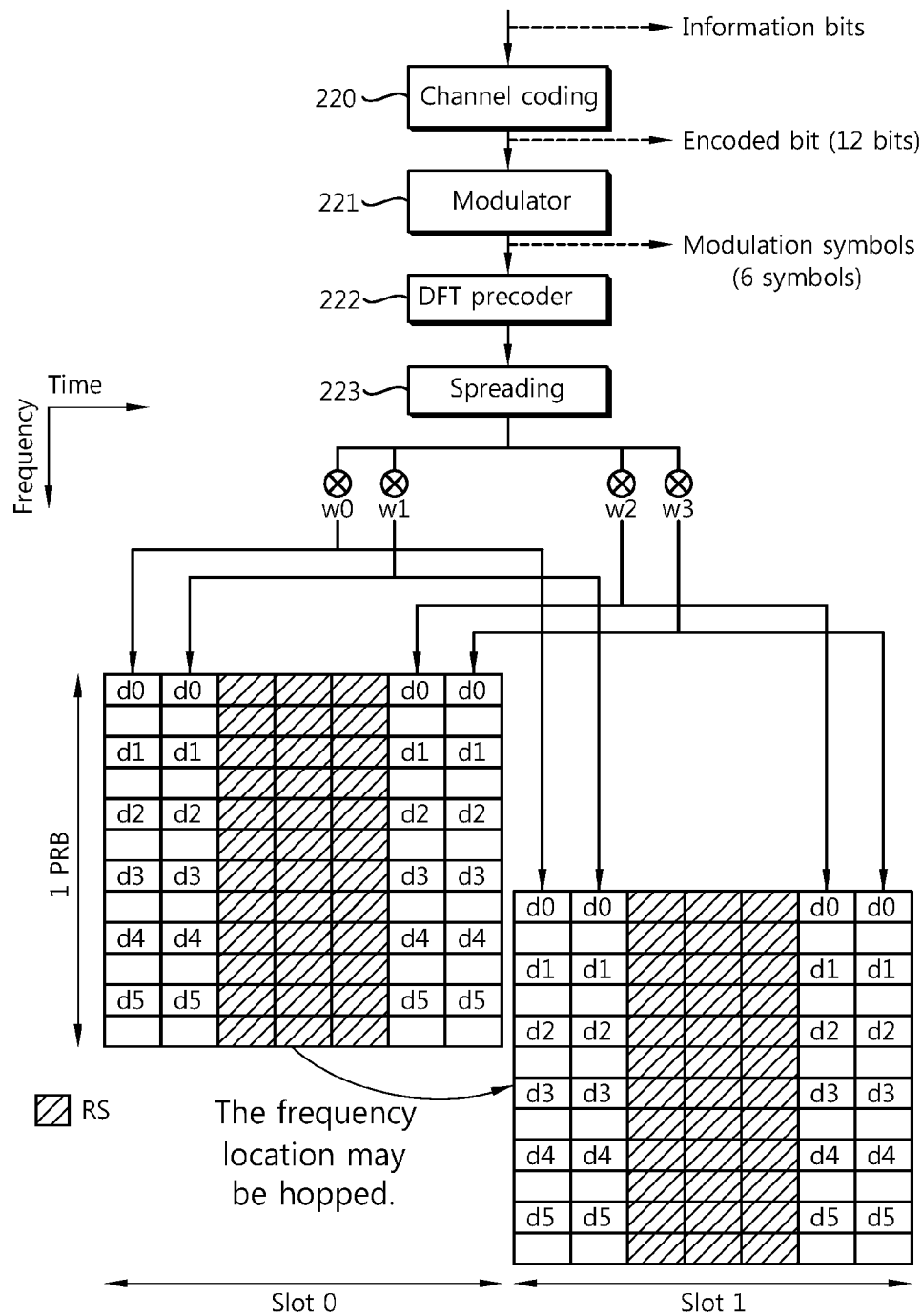
[Fig. 27]



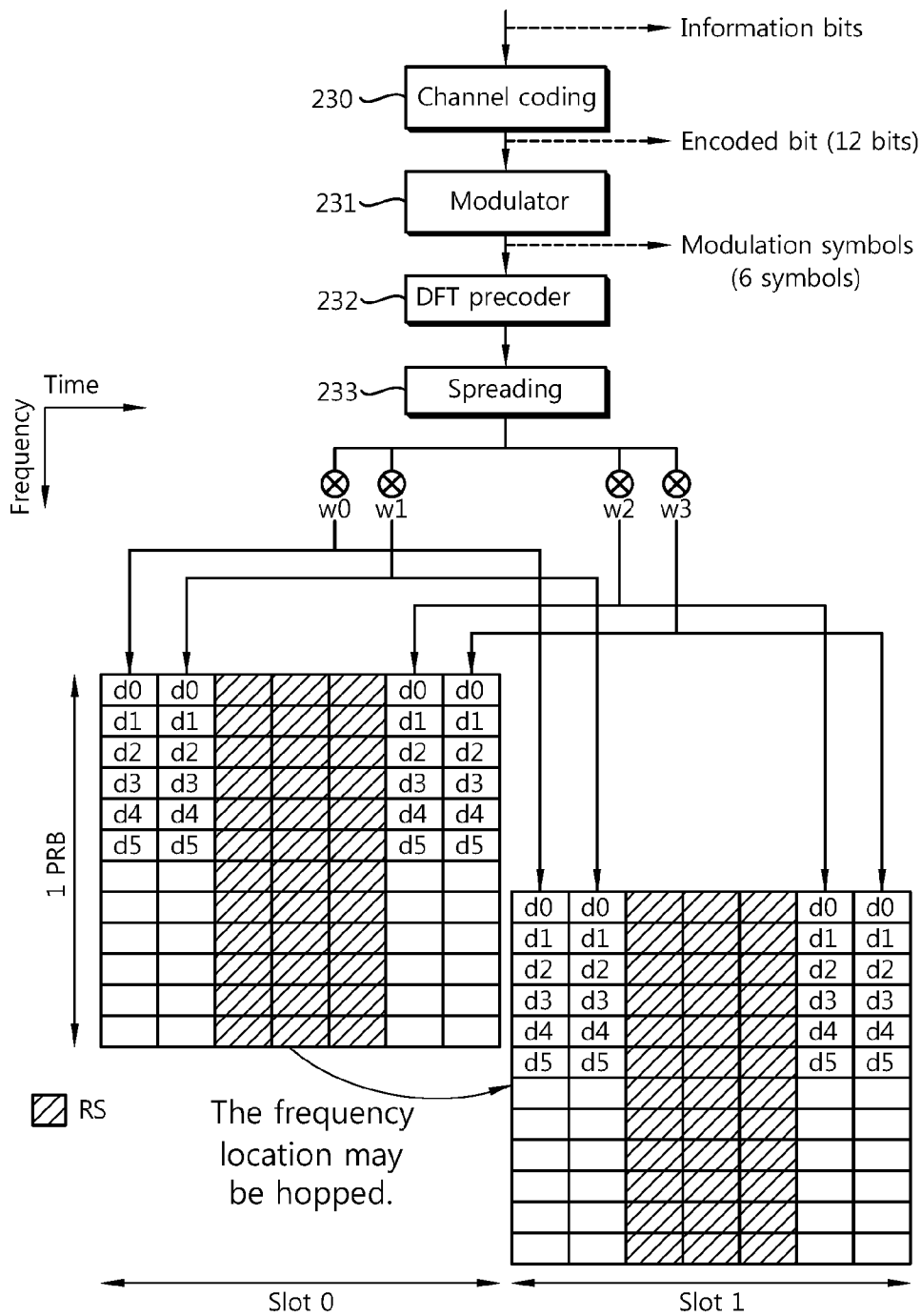
[Fig. 28]



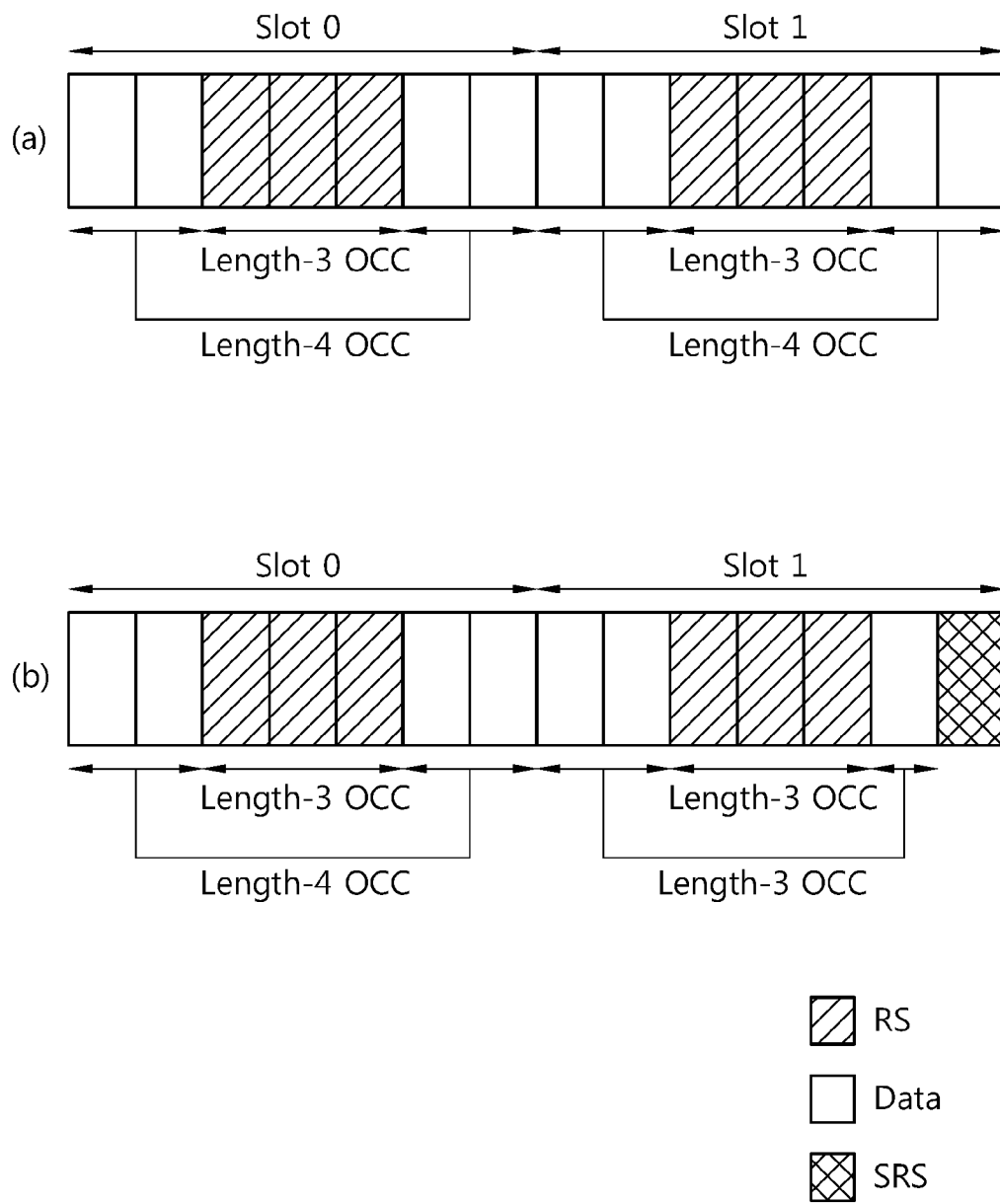
[Fig. 29]



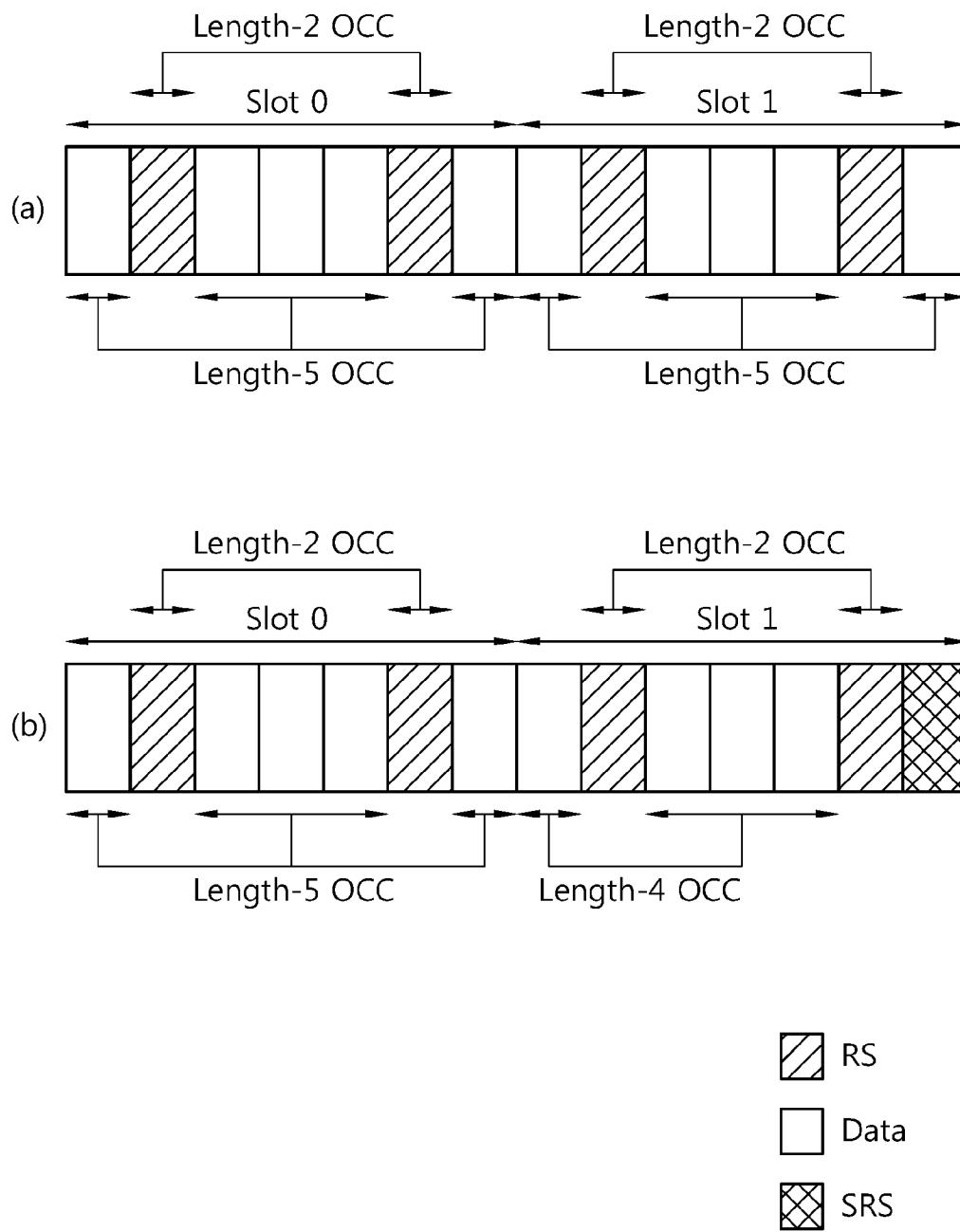
[Fig. 30]



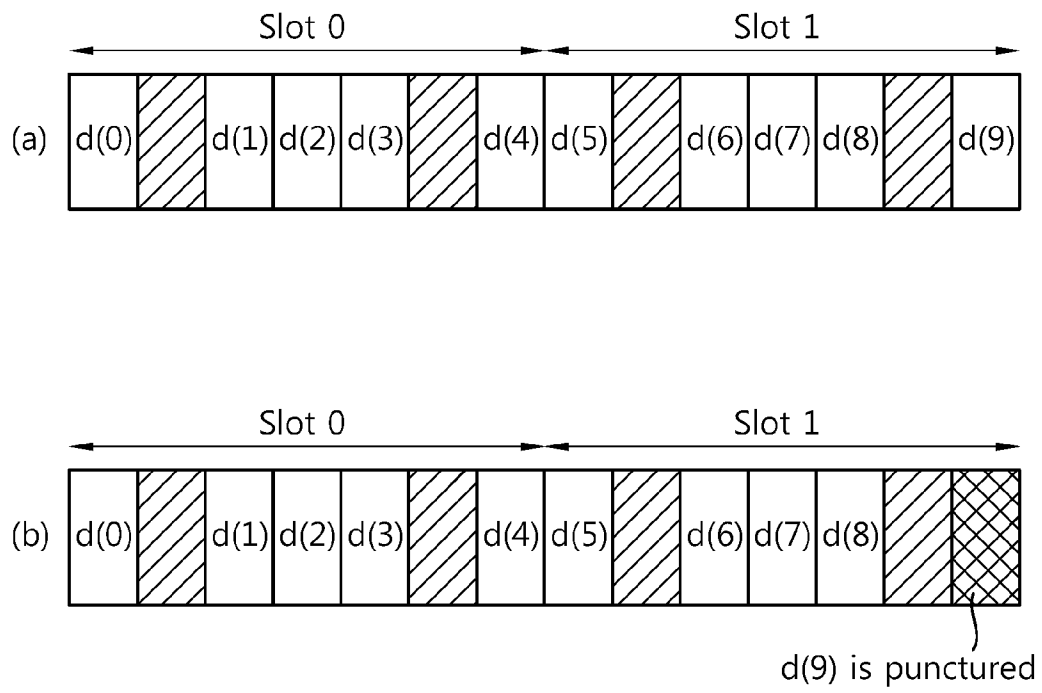
[Fig. 31]



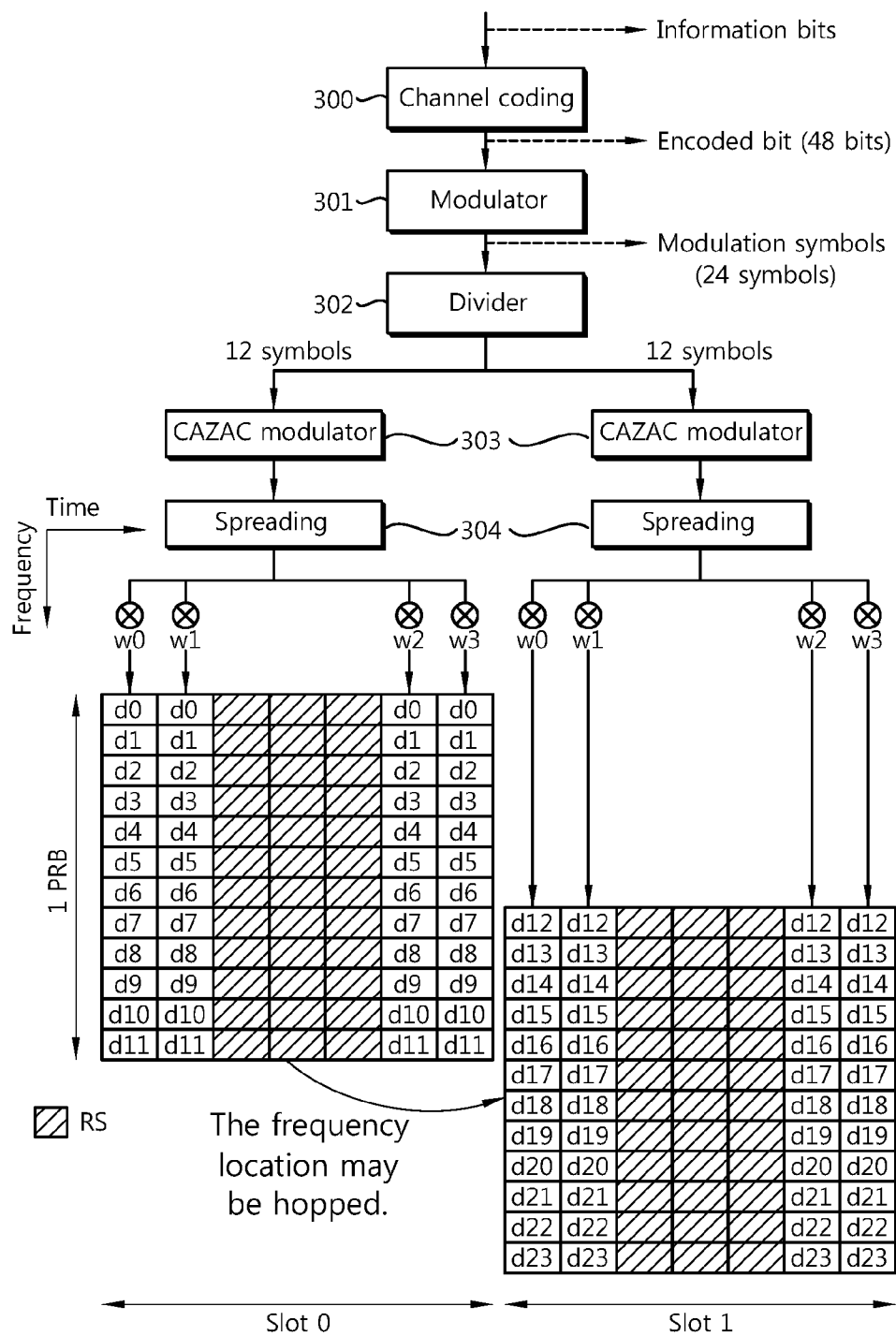
[Fig. 32]



[Fig. 33]



[Fig. 34]



[Fig. 35]

