

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2010년 5월 20일 (20.05.2010)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2010/056079 A2

- (51) 국제특허분류:
H04J 11/00 (2006.01) H04L 27/26 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2009/006725
- (22) 국제출원일: 2009년 11월 16일 (16.11.2009)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/114,479 2008년 11월 14일 (14.11.2008) US
61/115,113 2008년 11월 17일 (17.11.2008) US
61/249,977 2009년 10월 8일 (08.10.2009) US
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 엘지전자주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 영등포구 여의도동 20번지 서울특별시, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자: 곽
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 한승희 (HAN, Seung Hee) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 문성호 (MOON, Sung Ho) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지 연구개발연구소

소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **고현수 (KO, Hyun Soo)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **정재훈 (CHUNG, Jae Hoon)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **이문일 (LEE, Moon Il)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **권영현 (KWON, Yeong Hyeon)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR).

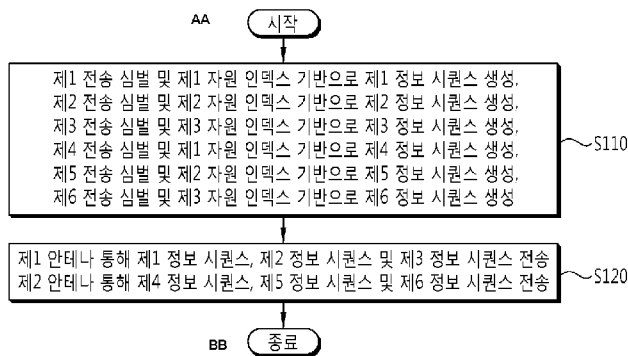
- (74) 대리인: 양문옥 (YANG, Moon Ock); 서울특별시 강남구 역삼동 642-10번지 송암빌딩 10층 에스앤아이피 국제특허법률사무소, 135-080 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR INFORMATION TRANSMISSION IN WIRELESS TRANSMISSION SYSTEM

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

[Fig. 25]



- AA ... Begin
- BB ... End
- S110 ... Generate first information sequence based on first transmission symbol and first resource index
Generate second information sequence based on second transmission symbol and second resource index
Generate third information sequence based on third transmission symbol and third resource index
Generate fourth information sequence based on fourth transmission symbol and first resource index
Generate fifth information sequence based on fifth transmission symbol and second resource index
Generate sixth information sequence based on sixth transmission symbol and third resource index
- S120 ... Transmit first information sequence, second information sequence, and third information sequence via first antenna
Transmit fourth information sequence, fifth information sequence, and sixth information sequence via second antenna

(57) Abstract: Provided are a method of information transmission performed by a transmitter in a wireless transmission system and an apparatus for same. Said method comprises a step wherein a first information sequence is generated based on a first transmission symbol and a first resource index, a second information sequence is generated based on a second transmission symbol and a second resource index, a third information sequence is generated based on a third transmission symbol and a third resource index, a fourth information sequence is generated based on a fourth transmission symbol and said first resource index, a fifth information sequence is generated based on a fifth transmission symbol and said second resource index, and a sixth information sequence is generated based on a sixth transmission symbol and said third resource index; and a step wherein said first information sequence, said second information sequence, and said third information sequence are transmitted via a first antenna, and said fourth information sequence, said fifth information sequence, and said sixth information sequence are transmitted via a second antenna, respectively.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2010/056079 A2



NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

공개:

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

무선 통신 시스템에서 전송기에 의해 수행되는 정보 전송 방법 및 장치를 제공한다. 상기 방법은 제 1 전송 심벌 및 제 1 자원 인덱스를 기반으로 제 1 정보 시퀀스를 생성하고, 제 2 전송 심벌 및 제 2 자원 인덱스를 기반으로 제 2 정보 시퀀스를 생성하고, 제 3 전송 심벌 및 제 3 자원 인덱스를 기반으로 제 3 정보 시퀀스를 생성하고, 제 4 전송 심벌 및 상기 제 1 자원 인덱스를 기반으로 제 4 정보 시퀀스를 생성하고, 제 5 전송 심벌 및 상기 제 2 자원 인덱스를 기반으로 제 5 정보 시퀀스를 생성하고, 제 6 전송 심벌 및 상기 제 3 자원 인덱스를 기반으로 제 6 정보 시퀀스를 생성하는 단계 및 상기 제 1 정보 시퀀스, 상기 제 2 정보 시퀀스 및 상기 제 3 정보 시퀀스는 제 1 안테나를 통해 전송하고, 상기 제 4 정보 시퀀스, 상기 제 5 정보 시퀀스 및 상기 제 6 정보 시퀀스는 제 2 안테나를 통해 전송하는 단계를 포함한다.

명세서

무선 통신 시스템에서 정보 전송 방법 및 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 무선 통신 시스템에서 정보 전송 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 무선 통신 시스템은 음성이나 데이터 등과 같은 다양한 종류의 통신 서비스를 제공하기 위해 광범위하게 전개되고 있다. 무선 통신 시스템의 목적은 다수의 사용자가 위치와 이동성에 관계없이 신뢰할 수 있는(reliable) 통신을 할 수 있도록 하는 것이다. 그런데, 무선 채널(wireless channel)은 경로 손실(path loss), 잡음(noise), 다중 경로(multipath)에 의한 페이딩(fading) 현상, 심벌간 간섭(ISI, intersymbol interference) 또는 단말의 이동성으로 인한 도플러 효과(Doppler effect) 등의 비이상적인 특성이 있다. 따라서, 무선 채널의 비이상적 특성을 극복하고, 무선 통신의 신뢰도(reliability)를 높이기 위해 다양한 기술이 개발되고 있다.
- [3] 신뢰할 수 있는 고속의 데이터 서비스를 지원하기 위한 기술로 MIMO(multiple input multiple output)가 있다. MIMO 기술은 다중 송신 안테나와 다중 수신 안테나를 사용하여 데이터의 송수신 효율을 향상시킨다. MIMO 기술에는 공간 다중화(spatial multiplexing), 전송 다이버시티(transmit diversity), 빔포밍(beamforming) 등이 있다. 수신 안테나 수와 송신 안테나 수에 따른 MIMO 채널 행렬은 다수의 독립 채널로 분해될 수 있다. 각각의 독립 채널은 전송 레이어(transmission layer) 또는 스트림(stream)이라 한다. 전송 레이어의 개수는 랭크(rank)라 한다.
- [4] 한편, ITU(International Telecommunication Union)에서는 3세대 이후의 차세대 이동 통신 시스템으로 하향링크 1Gbps(gigabits per second) 및 상향링크 500Mbps(megabits per second)인 고속의 전송률(transmission rate)을 제공하여 IP(internet protocol) 기반의 멀티미디어 심리스(seamless) 서비스를 지원하는 것을 목표로 하는 IMT-A(international mobile telecommunication-advanced) 시스템의 표준화를 진행하고 있다. 3GPP(3rd generation partnership project)에서는 IMT-A 시스템을 위한 후보 기술로 3GPP LTE-A(long term evolution-advanced) 시스템을 고려하고 있다. LTE-A 시스템은 LTE 시스템의 완성도를 높이는 방향으로 진행되고, LTE 시스템과 역호환성(backward compatibility)을 유지할 것으로 예상되고 있다. LTE-A 시스템과 LTE 시스템 사이에 호환성을 두는 것이 사용자의 입장에서 편리하고, 사업자의 입장에서 기존 장비의 재활용을 도모할 수 있기 때문이다.
- [5] 일반적으로 무선 통신 시스템은 하나의 반송파를 지원하는 단일 반송파(single

carrier) 시스템이다. 전송률은 전송 대역폭(transmission bandwidth)에 비례하므로, 고속의 전송률이 지원되려면 전송 대역폭이 증가되어야 한다. 그러나, 전세계적으로 일부 지역을 제외하고는 큰 대역폭의 주파수 할당이 용이하지 않다. 조각난 작은 밴드를 효율적으로 사용하기 위해, 스펙트럼 집성(spectrum aggregation) 기술이 개발되고 있다. 스펙트럼 집성은 대역폭 집성(bandwidth aggregation), 반송파 집성(carrier aggregation)이라고도 한다. 스펙트럼 집성 기술은 주파수 영역에서 물리적으로 연속적(contiguous) 또는 불연속적인(non-contiguous) 다수 개의 밴드를 묶어 논리적으로 큰 대역의 밴드를 사용하는 것과 같은 효과를 내는 기술이다. 스펙트럼 집성 기술을 통해 무선 통신 시스템에서 다중 반송파가 지원될 수 있다. 다중 반송파가 지원되는 무선 통신 시스템을 다중 반송파(multiple carrier) 시스템이라 한다. 다중 반송파 시스템은 반송파 집성 시스템이라고도 한다. 반송파는 무선 주파수(radio frequency, RF), 구성 반송파(component carrier, CC) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

- [6] IMT 시스템과의 역호환성을 위해, 반송파 집성에 이용되는 반송파의 대역폭은 IMT 시스템에서 지원하는 대역폭으로 제한될 수 있다. 3GPP LTE에서는 {1.4, 3, 5, 10, 15, 20}[MHz(megahertz)] 대역폭의 반송파를 지원한다. 따라서, LTE-A에서는 3GPP LTE에서 지원하는 대역폭의 반송파들을 집성하여 20MHz보다 큰 대역폭을 지원할 수 있다. 또는 기존 시스템에서 지원하는 대역폭과 무관하게 새로운 대역폭의 반송파를 정의하여 반송파 집성을 지원할 수도 있다.
- [7] 기지국과 복수의 단말 각각의 통신을 위한 다중화 방식으로 TDM(time division multiplexing), FDM(frequency division multiplexing), CDM(code division multiplexing) 등이 사용될 수 있다. 기지국과 복수의 단말 각각이 동시에 통신하기 위해서는 CDM 및/또는 FDM이 사용될 수 있다.
- [8] 다중화 방식에 따라 (1) 시간, (2) 주파수, (3) 시퀀스 중 어느 하나 이상의 조합이 무선 통신을 위한 자원이 된다. 그런데, 한번에 전송되는 정보의 양을 증가시키기 위해, 전송기에 다중 자원(multiple resource)이 할당될 수 있다. 또한, 다중 자원을 할당받은 전송기는 다중 안테나를 통해 정보를 전송할 수 있다.
- [9] 따라서, 전송기가 다중 안테나 및 다중 자원을 이용해 정보를 전송하는 방법을 제공할 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 무선 통신 시스템에서 정보 전송 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.

기술적 해결방법

- [11] 무선 통신 시스템에서 전송기에 의해 수행되는 정보 전송 방법을 제공한다. 상기 방법은 제1 전송 심벌 및 제1 자원 인덱스를 기반으로 제1 정보 시퀀스를

생성하고, 제2 전송 심벌 및 제2 자원 인덱스를 기반으로 제2 정보 시퀀스를 생성하고, 제3 전송 심벌 및 제3 자원 인덱스를 기반으로 제3 정보 시퀀스를 생성하고, 제4 전송 심벌 및 상기 제1 자원 인덱스를 기반으로 제4 정보 시퀀스를 생성하고, 제5 전송 심벌 및 상기 제2 자원 인덱스를 기반으로 제5 정보 시퀀스를 생성하고, 제6 전송 심벌 및 상기 제3 자원 인덱스를 기반으로 제6 정보 시퀀스를 생성하는 단계 및 상기 제1 정보 시퀀스, 상기 제2 정보 시퀀스 및 상기 제3 정보 시퀀스는 제1 안테나를 통해 전송하고, 상기 제4 정보 시퀀스, 상기 제5 정보 시퀀스 및 상기 제6 정보 시퀀스는 제2 안테나를 통해 전송하는 단계를 포함한다.

유리한 효과

- [12] 무선 통신 시스템에서 효율적인 정보 전송 방법 및 장치를 제공한다. 따라서, 전체 시스템 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [13] 도 1은 무선 통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [14] 도 2는 사용자 평면(user plane)에 대한 무선 프로토콜 구조(radio protocol architecture)를 나타낸 블록도이다.
- [15] 도 3은 제어 평면(control plane)에 대한 무선 프로토콜 구조를 나타낸 블록도이다.
- [16] 도 4는 무선 프레임(radio frame) 구조의 예를 나타낸다.
- [17] 도 5는 하나의 상향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도이다.
- [18] 도 6은 하향링크 서브프레임의 구조의 예를 나타낸다.
- [19] 도 7은 상향링크 서브프레임 구조의 예를 나타낸다.
- [20] 도 8은 전송기 구조의 예를 나타낸 블록도이다.
- [21] 도 9는 다중 반송파 시스템에서 사용되는 복수의 반송파의 예를 나타낸다.
- [22] 도 10은 전송기에 포함되는 정보 프로세서 구조의 예를 나타낸 블록도이다.
- [23] 도 11은 노멀 CP(cyclic prefix)의 경우, PUCCH(physical uplink control channel) 포맷 1/1a/1b 전송의 예를 나타낸다.
- [24] 도 12는 확장된 CP의 경우, PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송의 예를 나타낸다.
- [25] 도 13은 노멀 CP의 경우, PUCCH 포맷 2 전송의 예를 나타낸다.
- [26] 도 14는 확장된 CP의 경우, PUCCH 포맷 2 전송의 예를 나타낸다.
- [27] 도 15는 2개의 안테나를 포함하는 전송기 구조의 예를 나타낸 블록도이다.
- [28] 도 16은 2개의 안테나를 포함하는 전송기 일부분의 구조 일 예를 나타낸 블록도이다.
- [29] 도 17은 단일 안테나를 포함하는 전송기 일부분의 구조 일 예를 나타낸 블록도이다.
- [30] 도 18은 하나의 안테나를 통해 2개의 자원을 사용하여 정보를 전송하는 예를

나타낸다.

- [31] 도 19는 표 9의 맵핑 방식에 따른 성상을 나타낸다.
- [32] 도 20은 표 11의 맵핑 방식에 따른 성상을 나타낸다.
- [33] 도 21은 하나의 안테나를 통해 3개의 자원을 사용하여 정보를 전송하는 예를 나타낸다.
- [34] 도 22는 2개의 안테나를 포함하는 전송기 일부분의 구조 다른 예를 나타낸 블록도이다.
- [35] 도 23은 SCBC(space-code block code) 정보 전송 방법의 예를 나타낸다.
- [36] 도 24는 비대칭 구조의 다중 반송파 시스템의 예를 나타낸다.
- [37] 도 25는 본 발명의 실시예에 따른 전송기에서 수행되는 3 자원을 사용한 2 안테나를 통한 정보 전송 방법의 순서도이다.
- [38] 도 26은 2개의 안테나를 통해 3개의 자원을 사용하여 정보를 전송하는 일 예를 나타낸다.
- [39] 도 27은 2개의 안테나를 통해 3개의 자원을 사용하여 정보를 전송하는 다른 예를 나타낸다.
- [40] 도 28은 2개의 안테나를 통해 3개의 자원을 사용하여 정보를 전송하는 또 다른 예를 나타낸다.
- [41] 도 29는 본 발명의 실시예가 구현되는 무선 통신을 위한 장치를 나타낸 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [42] 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 다중 접속 방식(multiple access scheme)에 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(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다.
- [43] 설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.

- [44] 도 1은 무선 통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [45] 도 1을 참조하면, 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), 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.
- [46] 이하에서 하향링크(downlink, DL)는 기지국에서 단말로의 통신을 의미하며, 상향링크(uplink, UL)는 단말에서 기지국으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 전송기는 기지국의 일부분일 수 있고, 수신기는 단말의 일부분일 수 있다. 상향링크에서 전송기는 단말의 일부분일 수 있고, 수신기는 기지국의 일부분일 수 있다.
- [47] 이종 네트워크(heterogeneous network)란 중계기(relay station), 펌토 셀(femto cell) 및/또는 피코 셀(pico cell) 등이 배치된 네트워크를 의미한다. 이종 네트워크에서, 하향링크는 기지국에서 중계기, 펌토 셀 또는 피코 셀로의 통신을 의미할 수 있다. 또한, 하향링크는 중계기에서 단말로의 통신을 의미할 수 있다. 또한, 다중 홉 릴레이(multi-hop relay)의 경우 하향링크는 제1 중계기에서 제2 중계기로의 통신을 의미할 수도 있다. 이종 네트워크에서, 상향링크는 중계기, 펌토 셀 또는 피코셀에서 기지국으로의 통신을 의미할 수 있다. 또한, 상향링크는 단말에서 중계기로의 통신을 의미할 수 있다. 또한, 다중 홉 릴레이의 경우 상향링크는 제2 중계기에서 제1 중계기로의 통신을 의미할 수도 있다.
- [48] 무선 통신 시스템은 다중 안테나를 지원할 수 있다. 전송기는 다수의 전송 안테나(transmit antenna)를 사용하고, 수신기는 다수의 수신 안테나(receive antenna)를 사용할 수 있다. 전송 안테나는 하나의 신호 또는 스트림(stream)을 전송하는 데 사용되는 물리적 또는 논리적 안테나를 의미하고, 수신 안테나는 하나의 신호 또는 스트림을 수신하는 데 사용되는 물리적 또는 논리적 안테나를 의미한다. 전송기 및 수신기가 다수의 안테나를 사용하면, 무선 통신 시스템은 MIMO(multiple input multiple output) 시스템으로 불릴 수 있다.
- [49] 무선 통신 시스템에서는 상향링크 및/또는 하향링크 HARQ(hybrid automatic repeat request)가 지원될 수 있다. 또한, 링크 적응(link adaptation)을 위해 CQI(channel quality indicator)가 사용될 수 있다.
- [50] 무선 통신의 과정은 하나의 단일 계층으로 구현되는 것보다 수직적인 복수의 독립적인 계층으로 구현되는 것이 바람직하다. 수직적인 복수의 계층 구조를

프로토콜 스택(protocol stack)이라 한다. 프로토콜 스택은 통신 시스템에서 널리 알려진 프로토콜 구조를 위한 모델인 OSI(open system interconnection) 모델을 참조할 수 있다.

- [51] 도 2는 사용자 평면(user plane)에 대한 무선 프로토콜 구조(radio protocol architecture)를 나타낸 블록도이다. 도 3은 제어 평면(control plane)에 대한 무선 프로토콜 구조를 나타낸 블록도이다. 사용자 평면은 사용자 데이터 전송을 위한 프로토콜 스택이고, 제어 평면은 제어신호 전송을 위한 프로토콜 스택이다.
- [52] 도 2 및 3을 참조하면, 서로 다른 물리계층(PHY(physical) layer) 사이, 즉 송신 측과 수신 측의 물리계층 사이는 물리채널(physical channel)을 통해 데이터가 이동한다. 물리계층은 제1 계층(layer 1, L1)이라고도 한다. 물리계층은 상위에 있는 MAC(media access control) 계층과 전송채널(transport channel)을 통해 연결되어 있다. 전송채널을 통해 MAC 계층과 물리계층 사이의 데이터가 이동한다. 물리계층은 전송채널을 이용하여 MAC 계층 및 상위 계층(higher layer)에게 정보 전송 서비스(information transfer service)를 제공한다.
- [53] MAC 계층은 논리채널(logical channel)을 통해 상위 계층인 RLC 계층에게 서비스를 제공한다. RLC(radio link control) 계층은 신뢰성 있는 데이터의 전송을 지원한다. PDCP(packet data convergence protocol) 계층은 IP 패킷 헤더 사이즈를 줄여주는 헤더 압축(header compression) 기능을 수행한다. MAC 계층, RLC 계층 및 PDCP 계층은 제2 계층(layer 2, L2)라고도 한다.
- [54] RRC(radio resource control) 계층은 제어 평면에서만 정의된다. RRC 계층은 제3 계층(layer 3, L3)이라고도 한다. RRC 계층은 단말과 네트워크 간에 무선 자원을 제어하는 역할을 수행한다. 이를 위해 RRC 계층은 단말과 네트워크 간에 RRC 메시지를 서로 교환한다. RRC 계층은 무선 베어러(radio bearer)들의 설정(configuration), 재설정(re-configuration) 및 해제(release)와 관련되어 논리채널, 전송채널 및 물리채널들의 제어를 담당한다. 무선 베어러는 단말과 네트워크 간의 데이터 전달을 위해 제1 계층 및 제2 계층에 의해 제공되는 논리적 경로를 의미한다. 무선 베어러가 설정된다는 것은 특정 서비스를 제공하기 위해 무선 프로토콜 계층 및 채널의 특성을 규정하고, 각각의 구체적인 파라미터 및 동작 방법을 설정하는 과정을 의미한다. 무선 베어러는 다시 SRB(signaling radio bearer)와 DRB(data radio bearer) 두 가지로 나누어 질 수 있다. SRB는 제어 평면에서 RRC 메시지를 전송하는 통로로 사용되며, DRB는 사용자 평면에서 사용자 데이터를 전송하는 통로로 사용된다. 단말의 RRC와 네트워크의 RRC 사이에 RRC 연결(RRC connection)이 있을 경우, 단말은 RRC 연결 모드(RRC connected mode)에 있게 되고, 그렇지 못할 경우 RRC 아이들 모드(RRC idle mode)에 있게 된다.
- [55] RRC 계층 상위에 위치하는 NAS(non-access stratum) 계층은 연결 관리(session management)와 이동성 관리(mobility management) 등의 기능을 수행한다.
- [56] 도 4는 무선 프레임(radio frame) 구조의 예를 나타낸다.

- [57] 도 4를 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 0.5ms일 수 있다.
- [58] 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [59] 도 5는 하나의 상향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도이다.
- [60] 도 5를 참조하면, 상향링크 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌을 포함하고, 주파수 영역(frequency domain)에서 N(UL) 자원블록(resource block, RB)을 포함한다. OFDM 심벌은 하나의 심벌 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것으로, 다중 접속 방식에 따라 OFDMA 심벌, SC-FDMA 심벌 등 다른 명칭으로 불릴 수 있다. 상향링크 슬롯에 포함되는 자원블록의 수 N(UL)은 셀에서 설정되는 상향링크 전송 대역폭(transmission bandwidth)에 종속한다. 하나의 자원블록은 주파수 영역에서 복수의 부반송파를 포함한다.
- [61] 자원 그리드 상의 각 요소(element)를 자원요소(resource element, RE)라 한다. 자원 그리드 상의 자원요소는 슬롯 내 인덱스 쌍(index pair) (k, l)에 의해 식별될 수 있다. 여기서, k(k=0,...,N(UL)×12-1)는 주파수 영역 내 부반송파 인덱스이고, l(l=0,...,6)은 시간 영역 내 심벌 인덱스이다.
- [62] 여기서, 하나의 자원블록은 시간 영역에서 7 OFDM 심벌, 주파수 영역에서 12 부반송파로 구성되는 7×12 자원요소를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 자원블록 내 OFDM 심벌의 수와 부반송파의 수는 이에 제한되는 것은 아니다. OFDM 심벌의 수는 CP(cyclic prefix)의 길이, 부반송파 간격(subcarrier spacing) 등에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 노멀(normal) CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 7이고, 확장된(extended) CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 6이다.
- [63] 도 5의 하나의 상향링크 슬롯에 대한 자원 그리드는 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드에도 적용될 수 있다.
- [64] 도 6은 하향링크 서브프레임의 구조의 예를 나타낸다.
- [65] 도 6을 참조하면, 하향링크 서브프레임은 2개의 연속적인(consecutive) 슬롯을 포함한다. 하향링크 서브프레임 내의 제1 슬롯(1st slot)의 앞선 3 OFDM 심벌들은 제어영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심벌들은 데이터 영역(data region)이 된다. 여기서, 제어영역이 3 OFDM 심벌을 포함하는 것은 예시에 불과하다.
- [66] 데이터 영역에는 PDSCH(physical downlink shared channel)가 할당될 수 있다. PDSCH 상으로는 하향링크 데이터가 전송된다. 하향링크 데이터는 TTI 동안 전송되는 전송 채널(transport channel)인 DL-SCH(downlink shared channel)를 위한

데이터 블록인 전송블록(transport block)일 수 있다. 기지국은 단말에게 하나의 안테나 또는 다중 안테나를 통해 하향링크 데이터를 전송할 수 있다. 3GPP LTE에서, 기지국은 단말에게 하나의 안테나 또는 다중 안테나를 통해 1 코드워드(codeword)를 전송할 수 있고, 다중 안테나를 통해서 2 코드워드를 전송할 수 있다. 3GPP LTE에서는 2 코드워드까지 지원된다. 코드워드란 정보에 해당하는 정보 비트(information bit)에 채널 코딩이 수행된 부호화된 비트(encoded bits)이다. 코드워드마다 변조가 수행될 수 있다.

- [67] 제어영역에는 PCFICH(physical control format indicator channel), PHICH(physical HARQ indicator channel), PDCCH(physical downlink control channel) 등의 제어채널이 할당될 수 있다.
- [68] PCFICH는 단말에게 서브프레임 내에서 PDCCH들의 전송에 사용되는 OFDM 심벌의 개수에 관한 정보를 나른다(carry). PDCCH 전송에 사용되는 OFDM 심벌의 수는 매 서브프레임마다 변경될 수 있다. 서브프레임에서 PDCCH 전송에 사용되는 OFDM 심벌의 수는 1, 2 및 3 중 하나일 수 있다. 만일, 하향링크 전송 대역폭이 특정 임계치보다 작다면, 서브프레임에서 PDCCH 전송에 사용되는 OFDM 심벌의 수는 2, 3 및 4 중 하나일 수 있다.
- [69] PHICH는 상향링크 데이터에 대한 HARQ ACK(acknowledgement)/NACK(negative acknowledgement)을 나른다.
- [70] 제어영역은 복수의 CCE(control channel elements)들의 집합으로 구성된다. 하향링크 서브프레임에서 CCE 집합을 구성하는 CCE의 총 수가 $N(\text{CCE})$ 라면, CCE는 0부터 $N(\text{CCE})-1$ 까지 CCE 인덱스가 매겨진다. CCE는 복수의 자원요소 그룹(resource element group)에 대응된다. 자원요소 그룹은 자원요소로의 제어채널 맵핑(mapping)을 정의하기 위해 사용된다. 하나의 자원요소 그룹은 복수의 자원요소로 구성된다. PDCCH는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE의 집단(aggregation) 상으로 전송된다. 제어영역 내에서 복수의 PDCCH가 전송될 수 있다. CCE 집단을 구성하는 CCE의 개수에 따라 PDCCH 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트 수가 결정된다. 이하, PDCCH 전송을 위해 사용되는 CCE 집단을 구성하는 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.
- [71] PDCCH는 하향링크 제어정보를 나른다. 하향링크 제어정보에는 하향링크 스케줄링 정보, 상향링크 스케줄링 정보 또는 상향링크 파워 제어 명령 등이 있다. 하향링크 스케줄링 정보는 하향링크 그랜트(grant)라고도 하고, 상향링크 스케줄링 정보는 상향링크 그랜트라고도 한다.
- [72] 기지국은 단말에게 상기 단말의 PDCCH가 서브프레임 내 어디에 있는지에 관한 정보를 제공하지 않는다. 일반적으로, 단말은 서브프레임 내 상기 단말의 PDCCH의 위치를 모르는 상태에서, 단말은 매 서브프레임마다 PDCCH

후보들(candidates)의 집합을 모니터링(monitoring)하여 상기 단말의 PDCCH를 찾는다. 여기서, 모니터링이란 단말이 모니터링되는 모든 제어정보 포맷에 따라 PDCCH 후보들 각각에 대해 디코딩을 시도하는 것을 말한다. 이를 블라인드 디코딩(blind decoding) 또는 블라인드 검출(blind detection)이라 한다.

[73] 예를 들어, 기지국이 단말에게 서브프레임 내 PDSCH 상으로 하향링크 데이터를 전송하는 경우, 기지국은 상기 서브프레임 내 PDCCH 상으로 상기 PDSCH의 스케줄링을 위해 사용되는 하향링크 그랜트를 나른다. 단말은 블라인드 디코딩을 통해 먼저 하향링크 그랜트를 전송하는 PDCCH를 검출할 수 있다. 단말은 상기 하향링크 그랜트를 기반으로 PDSCH 상으로 전송되는 하향링크 데이터를 읽을 수 있다.

[74] 도 7은 상향링크 서브프레임 구조의 예를 나타낸다.

[75] 도 7을 참조하면, 상향링크 서브프레임은 상향링크 제어정보를 나르는 PUCCH(physical uplink control channel)가 할당되는 제어영역과 사용자 데이터를 나르는 PUSCH(physical uplink shared channel)가 할당되는 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 3GPP LTE(Release 8)에서는 단일 반송파 특성(single carrier property)을 유지하기 위해, 하나의 단말에게 할당되는 자원블록들은 주파수 영역에서 연속된다. 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송할 수 없다. LTE-A(Release 10)에서는 PUCCH와 PUSCH의 동시 전송(concurrent transmission)이 고려 중에 있다.

[76] 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)으로 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각에서 서로 다른 부반송파를 차지한다. PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍에 속하는 자원블록이 차지하는 주파수는 슬롯 경계(slot boundary)를 기준으로 변경된다. 즉, PUCCH에 할당된 자원블록은 슬롯 레벨(slot level)로 홉핑(hopping)된다. 이하, 슬롯 레벨의 자원블록 홉핑을 주파수 홉핑(frequency hopping)이라 한다. 단말이 상향링크 제어정보를 시간에 따라 서로 다른 위치의 주파수를 통해 전송함으로써, 주파수 다이버시티 이득이 얻어질 수 있다. m 은 서브프레임 내에서 PUCCH에 할당된 자원블록 쌍의 주파수 영역 위치를 나타내는 위치 인덱스이다.

[77] PUSCH는 전송채널인 UL-SCH(uplink shared channel)에 맵핑된다. PUCCH 상으로 전송되는 상향링크 제어정보는 HARQ ACK/NACK, 하향링크 채널 상태를 나타내는 CQI, 상향링크 무선자원 할당 요청인 SR(scheduling request) 등이 있다. 이하, CQI는 CQI 외에도 PMI(precoding matrix indicator), RI(rank indicator)까지 포함된 개념이다. CQI, PMI 및 RI가 포함된 개념은 CSI(channel state information)이라고도 한다.

[78] 기지국과 복수의 단말 각각의 통신을 위한 다중화 방식으로 TDM(time division multiplexing), FDM(frequency division multiplexing), CDM(code division multiplexing) 등이 사용될 수 있다. 기지국과 복수의 단말 각각이 동시에

통신하기 위해서는 CDM 및/또는 FDM이 사용될 수 있다.

- [79] CDM이란 직교하는(orthogonal) 시퀀스 또는 의사 직교하는(quasi-orthogonal) 시퀀스에 의한 다중화 방식을 총칭한다. 즉, CDM을 위해 사용되는 시퀀스들은 반드시 서로 직교할 필요는 없다. 서로 상관도(correlation)가 낮은 시퀀스들 역시 CDM을 위해 사용될 수 있다.
- [80] 이하, 다중화 방식으로 CDM 및/또는 FDM이 사용되는 경우의 정보 전송 방법 및 장치에 대해 설명한다.
- [81] 다중화 방식으로 CDM 및/또는 FDM이 사용되는 경우, 정보 전송을 위해 사용되는 자원(resource)은 시퀀스 및/또는 주파수 자원이다. 예를 들어, 다중화 방식으로 CDM만이 사용되는 경우 자원은 시퀀스이고, CDM 및 FDM이 같이 사용되는 경우 자원은 시퀀스 및 주파수 자원이다. 이하, 주파수 자원 및 시퀀스에 대해 상술한다.
- [82] (1) 주파수 자원
- [83] 상기에서 설명한 자원블록은 주파수 자원의 일 예이다. 동일 시간 내 자원블록이 다르면, 주파수 자원이 다르기 때문이다. 이하에서는 설명의 편의를 위해, 자원블록은 일반적인 주파수 자원의 의미로 사용된다.
- [84] (2) 시퀀스
- [85] 시퀀스는 특별한 제한없이, 임의의 시퀀스가 사용될 수 있다.
- [86] 일 예로, 시퀀스는 복수의 시퀀스들을 원소로 하는 시퀀스 집합에서 선택될 수 있다. 시퀀스 집합에 포함되는 상기 복수의 시퀀스들은 서로 직교하거나, 서로 낮은 상관도를 가질 수 있다. 설명의 편의를 위해 시퀀스 집합에 포함되는 복수의 시퀀스들이 서로 직교한다고 가정한다. 이하, 시퀀스 집합을 직교 시퀀스들로 구성된 직교 시퀀스 집합이라 한다. 직교 시퀀스 집합에 속한 직교 시퀀스들 각각은 하나의 직교 시퀀스 인덱스에 일대일로 대응된다.
- [87] 길이 4인 직교 시퀀스들을 원소로 갖는 직교 시퀀스 집합은 월시-하다마드(Walsh-Hadamard) 행렬을 이용할 수 있다. 다음 표는 길이 $K=4$ 인 직교 시퀀스 $w(k, Ios)$ (Ios 는 직교 시퀀스 인덱스, k 는 직교 시퀀스의 요소 인덱스 $0 \leq k \leq K-1$)로 구성된 직교 시퀀스 집합의 일 예이다.

- [88] 표 1

Orthogonal sequence index	$[w(0), w(1), w(2), w(3)]$
0	[+1 +1 +1 +1]
1	[+1 -1 +1 -1]
2	[+1 +1 -1 -1]
3	[+1 -1 -1 +1]

- [89] 직교 시퀀스 집합은 상기 표에서 일부 직교 시퀀스들로만 구성될 수도 있다. 3GPP LTE에서는 [+1, +1, -1, -1]을 제외한 3개의 직교 시퀀스들을 사용한다.

[90] 다음 표는 길이 $K=3$ 인 직교 시퀀스 $w(k, Ios)$ (Ios 는 직교 시퀀스 인덱스, k 는 직교 시퀀스의 요소 인덱스 $0 \leq k \leq K-1$)로 구성된 직교 시퀀스 집합의 일 예이다.

[91] 표 2

Orthogonal sequence index	$[w(0), w(1), w(2)]$
0	[1 1 1]
1	$[1 \quad e^{j2\pi/3} \quad e^{j4\pi/3}]$
2	$[1 \quad e^{j4\pi/3} \quad e^{j2\pi/3}]$

[92] 다음 표는 길이 $K=2$ 인 직교 시퀀스(k, Ios) (Ios 는 직교 시퀀스 인덱스, k 는 직교 시퀀스의 요소 인덱스 $0 \leq k \leq K-1$)로 구성된 직교 시퀀스 집합의 일 예이다.

[93] 표 3

Orthogonal sequence index	$[w(0), w(1)]$
0	[1 1]
1	[1 -1]

[94] 다른 예로, 시퀀스는 순환 쉬프트된 시퀀스(cyclically shifted sequence)를 이용할 수도 있다. 순환 쉬프트된 시퀀스는 기본 시퀀스(base sequence)를 특정 CS 양(cyclic shift amount) 만큼 순환 쉬프트시켜 생성될 수 있다. 다양한 종류의 시퀀스가 기본 시퀀스로 사용될 수 있다. 예를 들어, PN(pseudo-random) 시퀀스, ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스와 같은 잘 알려진 시퀀스가 기본 시퀀스로 사용될 수 있다. 또는, 컴퓨터를 통해 생성되는 CAZAC(Constant Amplitude Zero Auto-Correlation)가 사용될 수 있다. 다음 수학적식은 기본 시퀀스의 예이다.

[95] 수학적식 1

$$r_i(n) = e^{jb(n)\pi/4}$$

[96] 여기서, $i \in \{0, 1, \dots, 29\}$ 는 원시 인덱스(root index), n 은 요소 인덱스로 $0 \leq n \leq N-1$, N 은 기본 시퀀스의 길이이다. i 는 셀 ID(identitifer), 무선 프레임 내 슬롯 번호 등에 의해 정해질 수 있다. 하나의 자원블록이 12 부반송파를 포함한다고 할 때, N 은 12로 할 수 있다. 다른 원시 인덱스에 따라 다른 기본 시퀀스가 정의된다. $N=12$ 일 때, $b(n)$ 은 다음 표와 같이 정의될 수 있다.

[97] 표 4

i	b(0),...,b(11)											
0	-1	1	3	-3	3	3	1	1	3	1	-3	3
1	1	1	3	3	3	-1	1	-3	-3	1	-3	3
2	1	1	-3	-3	-3	-1	-3	-3	1	-3	1	-1
3	-1	1	1	1	1	-1	-3	-3	1	-3	3	-1
4	-1	3	1	-1	1	-1	-3	-1	1	-1	1	3
5	1	-3	3	-1	-1	1	1	-1	-1	3	-3	1
6	-1	3	-3	-3	-3	3	1	-1	3	3	-3	1
7	-3	-1	-1	-1	1	-3	3	-1	1	-3	3	1
8	1	-3	3	1	-1	-1	-1	1	1	3	-1	1
9	1	-3	-1	3	3	-1	-3	1	1	1	1	1
10	-1	3	-1	1	1	-3	-3	-1	-3	-3	3	-1
11	3	1	-1	-1	3	3	-3	1	3	1	3	3
12	1	-3	1	1	-3	1	1	1	-3	-3	-3	1
13	3	3	-3	3	-3	1	1	3	-1	-3	3	3
14	-3	1	-1	-3	-1	3	1	3	3	3	-1	1
15	3	-1	1	-3	-1	-1	1	1	3	1	-1	-3
16	1	3	1	-1	1	3	3	3	-1	-1	3	-1
17	-3	1	1	3	-3	3	-3	-3	3	1	3	-1
18	-3	3	1	1	-3	1	-3	-3	-1	-1	1	-3
19	-1	3	1	3	1	-1	-1	3	-3	-1	-3	-1
20	-1	-3	1	1	1	1	3	1	-1	1	-3	-1
21	-1	3	-1	1	-3	-3	-3	-3	-3	1	-1	-3
22	1	1	-3	-3	-3	-3	-1	3	-3	1	-3	3
23	1	1	-1	-3	-1	-3	1	-1	1	3	-1	1
24	1	1	3	1	3	3	-1	1	-1	-3	-3	1
25	1	-3	3	3	1	3	3	1	-3	-1	-1	3
26	1	3	-3	-3	3	-3	1	-1	-1	3	-1	-3
27	-3	-1	-3	-1	-3	3	1	-1	1	3	-3	-3
28	-1	3	-3	3	-1	3	3	-3	3	3	-1	-1
29	3	-3	-3	-1	-1	-3	-1	3	-3	3	1	-1

[98] 기본 시퀀스 $r(n)$ 을 다음 수학적식과 같이 순환 쉬프트시켜 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 을 생성할 수 있다.

[99] 수학적식 2

$$r(n, I_{cs}) = r(n) \cdot \exp\left(\frac{j2\pi I_{cs}n}{N}\right), \quad 0 \leq I_{cs} \leq N-1$$

[100] 여기서, I_{cs} 는 CS 양을 지시하는 순환 쉬프트 인덱스이다($0 \leq I_{cs} \leq N-1$, I_{cs} 는 정수).

[101] 이하에서 기본 시퀀스의 가용(available) 순환 쉬프트 인덱스는 CS 간격(CS interval)에 따라 기본 시퀀스로부터 얻을 수(derive) 있는 순환 쉬프트 인덱스를 말한다. 예를 들어, 기본 시퀀스의 길이가 12이고, CS 간격이 1이라면, 기본 시퀀스의 가용 순환 쉬프트 인덱스의 총 수는 12가 된다. 또는, 기본 시퀀스의 길이가 12이고, CS 간격이 2이라면, 기본 시퀀스의 가용 순환 쉬프트 인덱스의 총 수는 6이 된다. CS 간격은 지연 스프레드(delay spread)를 고려하여 결정될 수 있다.

[102] 도 8은 전송기 구조의 예를 나타낸 블록도이다. 여기서, 전송기는 단말 또는 기지국의 일부분일 수 있다.

[103] 도 8을 참조하면, 전송기(100)는 정보 프로세서(information processor, 110), 참조신호 생성기(reference signal generator, 120), 자원블록 맵퍼(resource element mapper, 130), OFDM 신호 생성기(OFDM signal generator, 140), RF부(RF(radio frequency) unit, 150) 및 안테나(190)를 포함한다.

[104] 정보 프로세서(110) 및 참조신호 생성기(120)는 각각 자원블록 맵퍼(130)에

연결된다. 자원블록 매퍼(130)는 OFDM 신호 생성기(140)에 연결되고, OFDM 신호 생성기(140)는 RF부(150)에 연결되고, RF부(150)는 안테나(190)에 연결된다.

- [105] 정보 프로세서(110)는 정보를 입력받는다. 정보는 사용자 데이터, 제어정보, 여러 제어정보가 혼합된 정보 또는 제어정보와 사용자 데이터가 다중화된 정보 등이 될 수 있다. 정보는 비트(bit) 또는 비트열(bit stream)의 형태일 수 있다. 전송기(100)는 물리계층에서 구현될 수 있다. 이 경우, 정보는 MAC 계층과 같은 상위 계층으로부터 유래된 것일 수 있다.
- [106] 정보 프로세서(110)는 정보 및 시퀀스를 기반으로 정보 시퀀스를 생성하도록 형성된다. 정보 시퀀스는 복수의 정보 시퀀스 요소들로 구성된다.
- [107] 참조신호 생성기(120)는 참조신호 시퀀스를 생성한다. 참조신호 시퀀스는 복수의 참조신호 요소들로 구성된다. 참조신호 시퀀스는 참조신호(reference signal, RS)라고도 할 수 있다. 참조신호는 전송기와 수신기가 모두 알고 있는 신호이다. 참조신호는 수신기에서 정보 복조(demodulation)를 위해 사용될 수 있다. 참조신호 시퀀스는 특별한 제한없이, 임의의 시퀀스가 사용될 수 있다.
- [108] 자원블록 매퍼(130)는 정보 전송을 위해 할당받은 자원블록에 정보 시퀀스 및 참조신호 시퀀스를 맵핑하도록 형성된다. 하나의 정보 시퀀스 요소 또는 하나의 참조신호 시퀀스 요소는 하나의 자원요소에 맵핑될 수 있다. 정보 시퀀스 및 참조신호 시퀀스가 맵핑되지 않는 자원요소에는 '0'이 삽입될 수 있다. CDM이 사용되므로 동일 자원블록에 다중화될 수도 있다. 물론, FDM 방식이 CDM 방식과 같이 사용되어 서로 다른 자원블록에 의해 다중화될 수도 있다.
- [109] 자원블록은 물리적(physical) 자원블록이거나, 가상적(virtual) 자원블록일 수 있다. 물리적 자원블록은 주파수 영역에서 물리적으로 집중된(localized) 부반송파들을 포함한다. 가상적 자원블록은 주파수 영역에서 물리적으로 분산된(distributed) 부반송파들을 포함한다. 가상적 자원블록이 포함하는 부반송파들의 분산 방식에는 특별한 제한이 없다.
- [110] 전송기(100)가 정보 전송을 위해 할당받은 자원블록은 하나 이상일 수 있다. 복수의 자원블록이 할당되는 경우, 복수의 자원블록은 연속적으로 할당되거나, 불연속적으로 할당될 수 있다. 정보 시퀀스 및 참조신호 시퀀스가 집중된 맵핑(localized mapping) 방식 또는 분산된 맵핑(distributed mapping) 방식으로 부반송파들에 맵핑되는 경우, 단일 반송파 특성(single carrier property)이 유지된다. 집중된 맵핑 방식은 정보 시퀀스 및 참조신호 시퀀스가 주파수 영역에서 물리적으로 연속된 부반송파들에 맵핑되는 것이고, 분산된 맵핑 방식은 정보 시퀀스 및 참조신호 시퀀스가 등간격으로 분산된 부반송파들에 맵핑되는 것이다. 3GPP LTE에서 상향링크 전송 시에는 집중된 맵핑 방식이 사용된다.
- [111] 자원블록은 정보 부분(part)과 참조신호 부분을 포함한다. 정보 부분에는 정보 시퀀스가 맵핑되고, 참조신호 부분에는 참조신호 시퀀스가 맵핑된다.

- [112] 참조신호 부분과 정보 부분 각각은 자원블록 내 서로 다른 OFDM 심벌을 사용할 수 있다. 또는 참조신호 부분과 정보 부분은 OFDM 심벌 내 서로 다른 반송파를 사용할 수도 있다.
- [113] 이하에서는 설명의 편의를 위해, 참조신호 부분과 정보 부분 각각은 자원블록 내 서로 다른 OFDM 심벌을 사용한다고 가정한다. 자원블록 내 하나 이상의 OFDM 심벌은 참조신호 부분일 수 있다. 자원블록 내 복수의 OFDM 심벌이 참조신호 부분인 경우, 복수의 OFDM 심벌은 서로 인접(contiguous)할 수도 있고, 인접하지 않을 수도 있다. 자원블록 내 참조신호 부분으로 사용되는 OFDM 심벌의 개수 및 위치는 특별히 제한되지 않으며 다양할 수 있다. 자원블록 내 참조신호 부분을 제외한 OFDM 심벌은 정보 부분으로 사용될 수 있다.
- [114] 예를 들어, 전송기가 단말의 일부분이고, PUCCH 상으로 정보를 전송하는 경우를 가정한다. 자원블록 맵퍼(130)는 PUCCH 전송을 위해 할당되는 서브프레임 내 자원블록 쌍(도 7 참조)에 정보 시퀀스 및 참조신호 시퀀스를 맵핑한다.
- [115] OFDM 신호 생성기(140)는 자원블록 내 OFDM 심벌마다 시간-연속적인(time-continuous) OFDM 신호를 생성하도록 형성된다. 시간-연속적인 OFDM 신호는 OFDM 베이스밴드(baseband) 신호라고도 한다. OFDM 신호 생성기(140)는 OFDM 심벌마다 IFFT(inverse fast Fourier transform) 수행, CP 삽입 등을 통해 OFDM 신호를 생성할 수 있다.
- [116] RF부(150)는 OFDM 베이스밴드 신호를 무선 신호(radio signal)로 변환한다. OFDM 베이스밴드 신호는 반송파 주파수(carrier frequency)로 업컨버전(upconversion)되어 무선 신호로 변환될 수 있다. 반송파 주파수는 중심 주파수(center frequency)라고도 한다. 안테나(190)를 통해 무선 신호가 전송된다.
- [117] 전송기(100)는 단일 반송파(single carrier) 시스템 및 다중 반송파(multiple carrier) 시스템을 모두 지원할 수 있다. 다중 반송파 시스템을 지원하는 경우, 전송기(100)는 정보 프로세서(110), 참조신호 생성기(120), 자원블록 맵퍼(130), OFDM 신호 생성기(140) 또는 RF부(150)를 반송파마다 포함할 수도 있다.
- [118] 이하, OFDM 신호는 다중 접속 방식으로 OFDMA뿐 아니라, SC-FDMA, SC-FDMA의 변형인 클러스터된(clustered) SC-FDMA·N×SC-FDMA 등을 다중 접속 방식으로 사용할 수 있다.
- [119] SC-FDMA는 DFT 확산된 복소수 심벌들에 IFFT가 수행되는 방식으로, DFTS-OFDM(DFT spread-OFDM)이라고도 한다. SC-FDMA에서는 PAPR(peak-to-average power ratio) 또는 CM(cubic metric)이 낮아질 수 있다. SC-FDMA 전송 방식을 이용하는 경우, 전력 소모가 제한된 단말에서 전송 전력 효율이 높아질 수 있다. 이에 따라, 사용자 수율(user throughpupt)이 높아질 수 있다.
- [120] 클러스터된 SC-FDMA는 DFT 확산된 복소수 심벌들이 복수의 서브블록(subblock)으로 나뉘고, 상기 복수의 서브블록이 주파수 영역에서

분산되어 부반송파에 맵핑되는 방식으로, 클러스터된 DFTS-OFDM이라고도 한다. 클러스터된 SC-FDMA는 단일 반송파 시스템 및 다중 반송파 시스템에서 모두 적용될 수 있다. 다중 반송파 시스템에서, 하나의 서브블록은 하나의 반송파에 대응될 수 있다. 다중 반송파 시스템에서 반송파가 연속적으로 할당되고, 인접한 반송파 간 부반송파 간격이 정렬(alignment)된 경우, 전송기(100)는 하나의 OFDM 신호 생성기(140) 및 하나의 RF부(150)를 포함할 수 있다. 반송파가 불연속적으로 할당되거나, 인접한 반송파 간 부반송파 간격이 정렬되지 않은 경우, 전송기(100)는 OFDM 신호 생성기(140) 및 RF(150)를 반송파마다 포함할 수 있다.

[121] $N \times$ SC-FDMA는 코드블록이 복수의 청크(chunk)로 나뉘고, 청크 단위로 DFT와 IFFT가 수행되는 방식으로, 청크 특정(chunk specific) DFTS-OFDM이라고도 한다. 전송기(100)는 정보 프로세서(110), 참조신호 생성기(120), 자원블록 맵퍼(130), OFDM 신호 생성기(140) 및 RF부(150)를 반송파마다 포함할 수 있다. $N \times$ SC-FDMA는 반송파가 연속적으로 할당되거나, 불연속적으로 할당되는 경우 모두 적용될 수 있다.

[122] 도 9는 다중 반송파 시스템에서 사용되는 복수의 반송파의 예를 나타낸다.

[123] 도 9를 참조하면, 다중 반송파 시스템은 N 개의 반송파(CC #1, CC #2, ..., CC # N)를 사용할 수 있다. 여기서, 인접하는(adjacent) 반송파들은 주파수 영역에서 물리적으로 불연속적(discontiguous)인 것으로 나타내었다. 그러나 이는 예시일 뿐, 인접하는 반송파들은 주파수 영역에서 물리적으로 연속적일 수도 있다. 따라서, 다중 반송파 시스템은 주파수 영역에서 물리적으로 연속적(contiguous) 및/또는 불연속적인(non-contiguous) 복수의 반송파를 묶어 논리적으로 큰 대역폭(bandwidth, BW)의 주파수를 사용할 수 있다.

[124] 다중 반송파 시스템에서 물리계층은 반송파마다 구현될 수 있다. 또는 복수의 반송파에 대해 하나의 물리계층이 구현될 수 있다. 이 경우, 하나의 물리 계층이 복수의 반송파를 관리 및 운영할 수 있다. MAC 계층 역시 반송파마다 구현되거나, 복수의 반송파에 대해 하나의 MAC 계층이 구현될 수 있다. 하나의 MAC 계층에서 관리되는 반송파들이 서로 인접할 필요는 없다. 하나의 MAC 계층이 복수의 반송파를 관리 및 운영하는 경우, 자원 관리가 유연한(flexible) 장점이 있다.

[125] 다중 반송파 시스템이 TDD(time division duplex) 방식을 사용하는 경우, 각각의 반송파안에 하향링크 전송 및 상향링크 전송을 포함할 수 있다. 다중 반송파 시스템이 FDD(frequency division duplex) 방식을 사용하는 경우, 반송파를 하향링크 반송파와 상향링크 반송파로 구분하여 사용할 수 있다. 이때, 복수의 하향링크 반송파 및 복수의 상향링크 반송파를 지원할 수 있다. 기지국은 단말에게 하나 이상의 하향링크 반송파 및 하나 이상의 상향링크 반송파를 할당할 수 있다. 다중 반송파 시스템에서, 기지국은 하나 또는 그 이상의 반송파를 통해 하나의 단말에게 동시에 정보를 전송할 수 있다. 단말 역시 하나

- 또는 그 이상의 반송파를 통해 기지국에게 동시에 정보를 전송할 수 있다.
- [126] 다중 반송파 시스템은 대칭 구조와 비대칭 구조로 구분될 수 있다. 대칭 구조는 하향링크 반송파의 개수와 상향링크 반송파의 개수가 동일한 경우이고, 비대칭 구조는 하향링크 반송파의 개수와 상향링크 반송파의 개수가 다른 경우이다. 하향링크 반송파의 대역폭과 상향링크 반송파의 대역폭이 다른 경우에도 비대칭 구조라 할 수 있다.
- [127] 도 10은 전송기에 포함되는 정보 프로세서 구조의 예를 나타낸 블록도이다.
- [128] 도 10을 참조하면, 정보 프로세서(110)는 채널 코딩부(channel coding unit, 111), 변조기(modulator, 112) 및 정보 시퀀스 생성기(113)를 포함한다.
- [129] 채널 코딩부(111)는 전송기가 전송하려는 정보에 해당하는 정보 비트(information bit)를 입력받는다. 채널 코딩부(111)는 정보 비트에 채널 코딩을 수행하여 부호화된 비트(encoded bit)를 생성한다. 채널 코딩 방식에는 제한이 없다. 예를 들어, 채널 코딩 방식에는 터보 코딩(turbo coding), 콘볼루션 코딩(convolution coding), 블록 코딩(block coding) 등이 사용될 수 있다. 블록 코드의 예로 리드-플러 코드(Reed-Muller code) 패밀리가 있다. 채널 코딩부(111)에서 출력된 부호화된 비트의 크기는 다양할 수 있다.
- [130] 채널 코딩부(111)는 부호화된 비트에 레이트 매칭(rate matching)을 수행하여 레이트 매칭된 비트를 생성할 수 있다. 이하, 부호화된 비트는 레이트 매칭된 비트를 의미할 수도 있다.
- [131] 변조기(112)는 부호화된 비트를 신호 성상(signal constellation) 상의 위치를 표현하는 심벌로 맵핑하여 변조 심벌을 생성한다. 변조 방식(modulation scheme)에는 제한이 없다. 예를 들어, 변조 방식에는 m-PSK(m-phase shift keying) 또는 m-QAM(m-quadrature amplitude modulation) 등이 사용될 수 있다. 변조 심벌의 개수는 하나 또는 복수일 수 있다. 변조 심벌의 개수는 변조기(112)에 입력되는 부호화된 비트의 크기 및 변조 방식에 따라 다양할 수 있다.
- [132] 정보 프로세서(110)는 변조 심벌에 DFT(discrete Fourier transform)를 수행할 수도 있고, 수행하지 않을 수도 있다. 3GPP LTE에서, PUCCH 상으로 정보 전송 시에는 DFT가 수행되지 않고, PUSCH 상으로 정보 전송 시에는 DFT가 수행된다. DFT가 수행되는 경우, 정보 프로세서(110)는 변조 심벌에 DFT를 수행하여 복소수 심벌(complex-valued symbol)을 출력하는 DFT부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 여기서 DFT가 수행되지 않은 변조 심벌이 정보 시퀀스 생성기(113)로 입력된다고 가정한다.
- [133] 정보 시퀀스 생성기(113)는 정보 심벌 및 시퀀스를 기반으로 정보 시퀀스를 생성한다. 이하, 정보 심벌이란 정보 시퀀스 생성기(113)에 입력되는 하나 또는 복수의 복소수 심벌을 총칭한다. 정보 심벌은 전송기(100)가 전송하고자 하는 정보에 대응하는 일반적인 하나 또는 복수의 복소수 심벌을 의미한다. 예를 들어, 정보 심벌은 변조 심벌, 변조 심벌에 DFT가 수행된 복소수 심벌, 임의의 신호, 복소수 신호 또는 변조 심벌을 확산(spreading)시킨 후의 확산 심벌(spread

symbol) 등을 의미할 수 있다. 정보 시퀀스는 1차원 확산된 시퀀스이거나 2차원 확산된 시퀀스일 수 있다.

[134] (1) 1차원 확산된 시퀀스

[135] 1차원 확산된 시퀀스는 변조 심벌 및 제1 시퀀스를 기반으로 생성된다. 하나의 변조 심벌 또는 복수의 변조 심벌 각각이 제1 시퀀스와 곱해져 1차원 확산된 시퀀스가 생성될 수 있다.

[136] 다음 수학적식은 변조 심벌 $d(0), \dots, d(K-1)$ 및 길이 N 인 제1 시퀀스 $x(n)$ (K 및 N 은 각각 자연수, n 은 제1 시퀀스의 요소 인덱스, $0 \leq n \leq N-1$)를 기반으로 K 개의 1차원 확산된 시퀀스 $s(n)$ 가 생성되는 예이다.

[137] 수학적식 3

$$s(n) = d(k) x(n), \quad 0 \leq k \leq K-1$$

[138] 여기서, 변조 심벌 $d(0), \dots, d(K-1)$ 는 K 개의 변조 심벌일 수 있다. 또는, 하나의 변조 심벌 $d(0)$ 를 K 번 반복 사용한 것일 수도 있다.

[139] 1차원 확산된 시퀀스 $s(n)$ 은 시간 영역 또는 주파수 영역으로 맵핑된다. 시간 영역으로 맵핑되는 경우, 1차원 확산된 시퀀스 $s(n)$ 은 타임 샘플들, 칩들(chips) 또는 OFDM 심벌들에 맵핑될 수 있다. 주파수 영역으로 맵핑되는 경우, 1차원 확산된 시퀀스 $s(n)$ 은 부반송파들에 맵핑될 수 있다.

[140] 이하, 1차원 확산된 시퀀스 $s(n)$ 이 시간 영역으로 맵핑되는 경우, 제1 시퀀스 $x(n)$ 을 시간 영역 시퀀스라 한다. 1차원 확산된 시퀀스 $s(n)$ 이 주파수 영역으로 맵핑되는 경우, 제1 시퀀스 $x(n)$ 을 주파수 영역 시퀀스라 한다.

[141] (2) 2차원 확산된 시퀀스

[142] 2차원 확산된 시퀀스는 1차원 확산된 시퀀스 및 제2 시퀀스를 기반으로 생성된다. 즉, 2차원 확산된 시퀀스는 변조 심벌, 제1 시퀀스 및 제2 시퀀스를 기반으로 생성된다. 1차원 확산된 시퀀스는 제2 시퀀스로 확산되어 2차원 확산된 시퀀스가 생성될 수 있다.

[143] 다음 수학적식은 K 개의 1차원 확산된 시퀀스 $s(n)$ 가 길이 K 인 제2 시퀀스 $y(k)$ (k 는 제2 시퀀스의 요소 인덱스, $0 \leq k \leq K-1$)로 확산되어 2차원 확산된 시퀀스 $z(n,k)$ 가 생성되는 예이다.

[144] 수학적식 4

$$z(n,k) = w(k) y(n) = w(k) d(k) x(n)$$

[145] 2차원 확산된 시퀀스 $z(n,k)$ 는 시간 영역 및 주파수 영역으로 맵핑된다. 예를 들어, n 은 부반송파 인덱스, k 는 심벌 인덱스에 대응될 수 있다. 또는, n 은 심벌 인덱스, k 는 부반송파 인덱스에 대응될 수도 있다.

[146] 참조신호 시퀀스는 정보 시퀀스 생성 방식과 유사하게 생성될 수 있다. 정보 시퀀스가 1차원 확산된 시퀀스인 경우, 참조신호 시퀀스로 참조신호를 위한 제1 시퀀스가 사용될 수 있다. 정보 시퀀스가 2차원 확산된 시퀀스인 경우, 참조신호

시퀀스는 참조신호를 위한 제1 시퀀스 및 참조신호를 위한 제2 시퀀스를 기반으로 생성될 수 있다.

- [147] 이와 같이, 정보 전송을 위해 전송기(100)는 정보 전송에 사용되는 자원을 결정해야 한다. 자원은 (1) 제1 시퀀스, (2) 제2 시퀀스, (3) 자원블록들 중 적어도 하나 이상으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1 시퀀스는 순환 쉬프트된 시퀀스이고, 제2 시퀀스는 직교 시퀀스일 수 있다.
- [148] 자원 인덱스(resource index)는 정보 전송에 사용되는 자원을 식별한다. 따라서 자원 인덱스로부터 자원이 결정된다. 정보 시퀀스 및 참조신호 시퀀스 각각의 생성에 사용되는 시퀀스는 자원 인덱스로부터 결정된다. 또한 정보 시퀀스 및 참조신호 시퀀스가 맵핑되는 자원블록은 자원 인덱스로부터 결정될 수 있다.
- [149] 따라서, 전송기(100)는 정보 전송을 위해 자원 인덱스를 획득해야 한다. 전송기가 기지국의 일부분인 경우, 전송기는 스케줄링을 통해 자원 인덱스를 결정할 수 있다.
- [150] 전송기가 단말의 일부분인 경우, 단말의 자원 인덱스 획득 방법이 문제된다. 기지국은 단말에게 자원 인덱스를 명시적으로(explicitly) 또는 암시적으로(implicitly) 알려줄 수 있다. 또한, 자원 인덱스는 반정적(semi-static)으로 변하거나, 동적(dynamic)으로 변할 수 있다.
- [151] 일 예로, 자원 인덱스는 상위 계층(higher layer) 시그널링에 의해 설정될 수 있다. 상위 계층은 RRC 계층일 수 있다. 이 경우, 자원 인덱스는 반정적으로 변한다. 단말이 전송하는 정보는 SR, SPS(semi-persistent scheduling) ACK/NACK, CQI 등일 수 있다. SPS ACK/NACK은 반정적 스케줄링으로 전송된 하향링크 데이터에 대한 HARQ ACK/NACK이다. 상기 하향링크 데이터가 PDSCH를 통해 전송될 경우, 상기 PDSCH에 대응하는 PDCCH가 존재하지 않을 수 있다.
- [152] 다른 예로, 단말은 자원 인덱스를 하향링크 데이터 수신을 위한 제어채널이 전송되는 무선 자원으로부터 얻을 수 있다. 이 경우, 단말이 전송하는 정보는 동적 ACK/NACK일 수 있다. 동적 ACK/NACK은 동적 스케줄링으로 전송된 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK이다. 동적 스케줄링은 기지국이 PDSCH를 통한 하향링크 데이터를 전송할 때마다 단말에게 PDCCH를 통해 하향링크 그랜트를 매번 전송하는 것이다.
- [153] 다음 수학적식은 동적 ACK/NACK 전송을 위한 자원 인덱스(R)를 결정하는 예이다.
- [154] 수학적식 5

$$R=n(CCE)+N(PUCCH)$$

- [155] 여기서, n(CCE)는 PDSCH에 대한 PDCCH 전송에 사용된 첫번째 CCE 인덱스이고, N(PUCCH)는 SR과 SPS ACK/NACK을 위해 할당되는 자원 인덱스의 개수일 수 있다. N(PUCCH)는 셀 특정 파라미터로 RRC 계층과 같은 상위 계층에 의해 설정될 수 있다.

- [156] 따라서, 기지국은 PDCCH 전송에 사용되는 첫번째 CCE 인덱스를 조절하여 ACK/NACK 전송을 위한 자원을 조절할 수 있다.
- [157] CDM 및 FDM 기반의 정보 전송 방법의 예로 PUCCH 상으로 상향링크 제어정보를 전송하는 방법이 있다. 이하, PUCCH 상으로 상향링크 제어정보를 전송하는 방법을 설명한다.
- [158] PUCCH는 다중 포맷을 지원할 수 있다. 즉, PUCCH 포맷에 종속된 변조 방식에 따라 서브프레임당 서로 다른 비트 수를 갖는 상향링크 제어정보를 전송할 수 있다. 다음 표는 PUCCH 포맷에 따른 변조 방식 및 서브프레임당 비트 수의 예를 나타낸다.

[159] 표 5

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

- [160] PUCCH 포맷 1은 SR의 전송에 사용되고, PUCCH 포맷 1a/1b는 HARQ ACK/NACK의 전송에 사용되고, PUCCH 포맷 2는 CQI의 전송에 사용되고, PUCCH 포맷 2a/2b는 CQI 및 HARQ ACK/NACK의 전송에 사용된다.
- [161] 임의의 서브프레임에서 HARQ ACK/NACK이 단독으로 전송되는 경우에는 PUCCH 포맷 1a/1b를 사용되고, SR이 단독으로 전송되는 경우에는 PUCCH 포맷 1을 사용한다. 단말은 HARQ ACK/NACK 및 SR을 동일 서브프레임에서 동시에 전송할 수 있다. 긍정적인(positive) SR 전송을 위해 단말은 SR용으로 할당된 PUCCH 자원을 통해 HARQ ACK/NACK을 전송하고, 부정적인(negative) SR 전송을 위해서는 단말은 ACK/NACK용으로 할당된 PUCCH 자원을 통해 HARQ ACK/NACK을 전송한다.
- [162] PUCCH 포맷 1a의 경우, 채널 코딩부로부터 1비트의 ACK/NACK 비트가 출력된다. 예를 들어, 각각의 ACK은 이진수(binary) '1'로 부호화되고, 각각의 NACK은 이진수 '0'으로 부호화될 수 있다. PUCCH 포맷 1b의 경우, 채널 코딩부로부터 2비트(b(0), b(1))의 ACK/NACK 비트가 출력될 수 있다. b(0)는 제1 코드워드를 위한 ACK/NACK 비트에 대응되고, b(1)은 제2 코드워드에 대한 ACK/NACK 비트에 대응될 수 있다. 즉, PUCCH 포맷 1a는 1 코드워드에 대한 HARQ ACK/NACK 정보를 위한 것이고, PUCCH 포맷 1b는 2 코드워드에 대한 HARQ ACK/NACK 정보를 위한 것이다.
- [163] PUCCH 포맷 1, 1a 및 1b 각각은 하나의 변조 심벌 d(0)를 사용한다. 기지국은 SR을 단말로부터의 PUCCH 포맷 1 전송의 존재 또는 부존재만으로 알 수 있다. 즉, SR 전송에는 OOK(on-off keying) 변조 방식이 사용될 수 있다. 따라서, PUCCH 포맷 1을 위한 변조 심벌 d(0)의 값으로는 임의의 복소수를 사용할 수 있다. 예를 들어, d(0)=1을 사용할 수 있다. PUCCH 포맷 1a를 위한 변조 심벌

$d(0)$ 는 1비트의 부호화된 비트가 BPSK(binary phase shift keying) 변조되어 생성되는 변조 심벌이다. PUCCH 포맷 1b를 위한 복소 심벌 $d(0)$ 는 2비트의 부호화된 비트가 QPSK(quadrature phase shift keying) 변조되어 생성되는 변조 심벌이다.

[164] 다음 표는 변조 방식에 따라 ACK/NACK 비트가 맵핑되는 변조 심벌의 예를 나타낸다.

[165] 표 6

Modulation scheme	Bit(s)	$d(0)$
BPSK	0	1
	1	-1
QPSK	00	1
	01	-j
	10	j
	11	-1

[166] 도 11은 노멀 CP의 경우, PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송의 예를 나타낸다. 여기서는, 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들이 제1 슬롯과 제2 슬롯에서 동일한 주파수 대역을 차지하는 것처럼 표현하였으나, 도 7에서 설명한 것과 같이 자원블록은 슬롯 레벨로 홉핑될 수 있다.

[167] 도 11을 참조하면, 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각은 7 OFDM 심벌을 포함한다. 각 슬롯에 포함되는 7 OFDM 심벌 중 3 OFDM 심벌은 참조신호 시퀀스가 맵핑되는 참조신호 부분이고, 나머지 4 OFDM 심벌에는 정보 시퀀스가 맵핑되는 정보 부분이다. 참조신호 부분은 각 슬롯 중간의 3개의 인접하는 OFDM 심벌이다. 각 슬롯 내 참조신호 부분으로 사용되는 OFDM 심벌의 개수 및 위치는 달라질 수 있으며, 정보 부분으로 사용되는 OFDM 심벌의 개수 및 위치도 그에 따라 변경될 수 있다.

[168] 정보 부분에서, 변조 심벌 $d(0)$, 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 및 직교 시퀀스 $w(k, I_{os})$ 를 기반으로 정보 시퀀스가 생성된다. 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 는 제1 시퀀스, 직교 시퀀스 $w(k, I_{os})$ 는 제2 시퀀스라 할 수 있다. 따라서, 정보 시퀀스는 2차원 확산된 시퀀스이다. 정보를 2차원의 시간-주파수 영역으로 확산시킴으로써, 단말 다중화 용량(UE multiplexing capacity)이 증가될 수 있다. 단말 다중화 용량이란, 동일한 자원블록에 다중화될 수 있는 단말의 개수이다.

[169] 서브프레임 내 정보 부분으로 사용되는 OFDM 심벌마다 기본 시퀀스로부터 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 가 생성된다. 한 슬롯 내 기본 시퀀스는 동일하다. 서브프레임 내 제1 슬롯의 기본 시퀀스와 제2 슬롯의 기본 시퀀스는 동일할 수도 있고, 다를 수도 있다. 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 는 자원 인덱스로부터 결정된다. 순환 쉬프트 인덱스인 I_{cs} 는 심벌 레벨(symbol level)로 CS 홉핑(CS hopping)될 수

있다. 이하, 심벌 레벨의 순환 쉬프트 인덱스의 홉핑을 CS 홉핑이라 한다. CS 홉핑은 무선 프레임 내 슬롯 번호($n(s)$) 및 슬롯 내 심벌 인덱스(l)에 따라 수행될 수 있다. 따라서, 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 는 $I_{cs}(n(s), l)$ 로 표현될 수 있다. CS 홉핑은 셀 간 간섭(inter-cell interference)을 랜덤화(randomization)시키기 위해 셀 특정하게 수행될 수 있다. 도 11에서 정보 부분의 OFDM 심벌마다의 I_{cs} 값은 예시에 불과하다.

[170] 변조 심벌 $d(0)$ 및 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 를 기반으로 정보 부분의 OFDM 심벌마다 주파수 영역으로 확산된 제1 시퀀스 $s(n)$ 가 생성된다. 다음 수학적식과 같이 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 에 변조 심벌 $d(0)$ 를 곱하여 제1 시퀀스 $s(n)$ 가 생성될 수 있다.

[171] 수학적식 6

$$s(n) = d(0) r(n, I_{cs})$$

[172] 정보 부분의 OFDM 심벌마다 생성된 제1 시퀀스 $s(n)$ 및 길이 $K=4$ 인 직교 시퀀스 $w(k, I_{os})$ 를 기반으로 시간-주파수 영역으로 확산된 정보 시퀀스가 생성된다. 제1 시퀀스는 직교 시퀀스 $w(k, I_{os})$ 로 블록 방식으로 확산되어 정보 시퀀스가 생성될 수 있다. 직교 시퀀스를 구성하는 요소들은 차례대로 정보 부분의 OFDM 심벌들에 1:1로 대응된다. 직교 시퀀스를 구성하는 요소들 각각은 대응하는 OFDM 심벌에 맵핑되는 제1 시퀀스 $s(n)$ 에 곱해져 정보 시퀀스가 생성된다.

[173] 정보 시퀀스는 서브프레임 내 PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍에 맵핑된다. 자원블록 쌍은 자원 인덱스로부터 결정된다. 정보 시퀀스가 자원블록 쌍에 맵핑된 후, 상기 서브프레임의 OFDM 심벌마다 IFFT가 수행되어 시간 영역 신호가 출력된다. 여기서는, IFFT 수행 전에 직교 시퀀스가 곱해지나, 제1 시퀀스 $s(n)$ 을 자원블록 쌍에 맵핑하고 IFFT 수행 후에 직교 시퀀스가 곱해져도 동일한 결과가 얻어질 수 있다.

[174] 사운딩 참조신호(sounding reference signal, SRS)와 PUCCH 포맷 1/1a/1b이 하나의 서브프레임에서 동시에 전송되는 경우, PUCCH 상의 하나의 OFDM 심벌이 천공(puncturing)된다. 예를 들어, 서브프레임의 마지막 OFDM 심벌이 천공될 수 있다. 이 경우, 상기 서브프레임의 제1 슬롯에서 정보 부분은 4 OFDM 심벌로 구성되고, 상기 서브프레임의 제2 슬롯에서는 정보 부분은 3 OFDM 심벌로 구성된다. 따라서, 제1 슬롯에 대해서는 길이 $K=4$ 인 직교 시퀀스가 이용되고, 제2 슬롯에 대해서는 길이 $K=3$ 인 직교 시퀀스가 이용된다.

[175] 직교 시퀀스 I_{os} 는 자원 인덱스로부터 결정된다. 직교 시퀀스 인덱스 I_{os} 는 슬롯 레벨로 홉핑될 수 있다. 이하, 슬롯 레벨의 직교 시퀀스 인덱스의 홉핑을 직교 시퀀스 리맵핑(OS remapping)이라 한다. 직교 시퀀스 리맵핑은 무선 프레임 내 슬롯 번호($n(s)$)에 따라 수행될 수 있다. 따라서, 직교 시퀀스 인덱스 I_{os} 는 $I_{os}(n(s))$ 로 표현될 수 있다. 직교 시퀀스 리맵핑은 셀 간 간섭의 랜덤화를 위해

수행될 수 있다.

- [176] 참조신호 부분에서, 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I'_{cs})$ 및 길이 $K=3$ 인 직교 시퀀스 $w(k, I'_{os})$ 를 기반으로 참조신호 시퀀스가 생성된다. I'_{cs} 는 참조신호를 위한 순환 쉬프트 인덱스이고, I'_{os} 는 참조신호를 위한 직교 시퀀스 인덱스이다. I'_{cs} 및 I'_{os} 는 각각 자원 인덱스로부터 결정된다. 순환 쉬프트된 시퀀스는 주파수 영역 시퀀스이고, 직교 시퀀스는 시간 영역 시퀀스이다. 따라서, 참조신호 시퀀스는 정보 시퀀스와 마찬가지로 2차원의 시간-주파수 영역으로 확산된 시퀀스이다.
- [177] 참조신호 부분에서 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성하기 위한 기본 시퀀스는 정보 부분의 기본 시퀀스와 동일할 수 있다. 정보 부분의 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 와 참조신호 부분의 순환 쉬프트 인덱스 I'_{cs} 모두 자원 인덱스로부터 결정된다. 다만, 자원 인덱스로부터 순환 쉬프트 인덱스를 결정하는 방법은 정보 부분과 참조신호 부분이 동일할 수도 있고, 다를 수도 있다.
- [178] 도 12는 확장된 CP의 경우, PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송의 예를 나타낸다. 여기서, 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들이 제1 슬롯과 제2 슬롯에서 동일한 주파수 대역을 차지하는 것처럼 표현하였으나, 도 7에서 설명한 것과 같이 자원블록은 슬롯 레벨로 홉핑될 수 있다.
- [179] 도 12를 참조하면, 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각은 6 OFDM 심벌을 포함한다. 각 슬롯의 6 OFDM 심벌 중 2 OFDM 심벌은 참조신호 부분이고, 나머지 4 OFDM 심벌은 정보 부분이다. 이를 제외하면, 도 11의 노멀 CP의 경우의 예가 그대로 적용될 수 있다. 다만, 참조신호 부분에서, 순환 쉬프트된 시퀀스 및 길이 $K=2$ 인 직교 시퀀스를 기반으로 참조신호 시퀀스를 생성한다.
- [180] 상술한 바와 같이, 노멀 CP, 확장된 CP의 경우 모두 PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송을 위해 사용되는 자원이 자원 인덱스에 의해 식별되어야 한다. 자원 인덱스로부터 정보가 전송되는 자원블록, 정보 시퀀스 생성을 위한 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 및 직교 시퀀스 인덱스 I_{os} , 참조신호 시퀀스 생성을 위한 순환 쉬프트 인덱스 I'_{cs} 및 직교 시퀀스 인덱스 I'_{os} 가 결정된다.
- [181] 예를 들어, 확장된 CP에서 CS 간격이 2인 경우, 단말 다중화 용량은 다음과 같다. 정보 시퀀스 생성을 위한 I_{cs} 의 개수는 6이고, I_{os} 의 개수는 3이므로, 하나의 자원블록당 18개의 단말이 다중화될 수 있다. 그러나, 참조신호 시퀀스 생성을 위한 I'_{cs} 의 개수는 6이고, I'_{os} 의 개수는 2이므로, 하나의 자원블록당 12개의 단말이 다중화될 수 있다. 따라서, 단말 다중화 용량은 정보 부분보다는 참조신호 부분에 의해 제한된다.
- [182] 도 13은 노멀 CP의 경우, PUCCH 포맷 2 전송의 예를 나타낸다. 여기서, 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들이 제1 슬롯과 제2 슬롯에서 동일한 주파수 대역을 차지하는 것처럼 표현하였으나, 도 7에서 설명한 것과 같이 자원블록은 슬롯 레벨로 홉핑될 수 있다.
- [183] 도 13을 참조하면, 각 슬롯에 포함되는 7 OFDM 심벌 중 2 OFDM 심벌은 참조신호 부분이고, 나머지 5 OFDM 심벌에는 정보 시퀀스가 맵핑되는 정보

부분이다. 각 슬롯 내 참조신호 부분으로 사용되는 OFDM 심벌의 개수 및 위치는 달라질 수 있으며, 정보 부분으로 사용되는 OFDM 심벌의 개수 및 위치도 그에 따라 변경될 수 있다.

[184] 단말은 CQI 정보 비트에 채널 코딩을 수행하여 부호화된 CQI 비트를 생성한다. 이때, 블록 코드가 사용될 수 있다. 3GPP LTE에서는 (20, A) 블록 코드가 사용된다. 여기서, A는 CQI 정보 비트의 크기이다. 즉, 3GPP LTE에서는 CQI 정보 비트의 크기에 상관없이 항상 20비트의 부호화된 CQI 비트가 생성된다.

[185] 다음 표는 (20, A) 블록 코드를 위한 13 기저 시퀀스(basis sequence)의 예를 나타낸다.

[186] 표 7

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

[187] 여기서, $M(i,n)$ 은 기저 시퀀스이다($0 \leq n \leq 12$, n 은 정수). 부호화된 비트는 13 기저 시퀀스들의 선형 결합(linear combination)으로 생성된다. 다음 수학적식은 부호화된 비트 $b(i)$ 의 예를 나타낸다($0 \leq i \leq 19$, i 는 정수).

[188] 수학적식 7

$$b(i) = \sum_{n=0}^{A-1} \{a(n) \cdot M(i,n)\} \text{ mod } 2$$

[189] 여기서, $a(0), a(1), \dots, a(A-1)$ 은 정보 비트이고, A 는 정보 비트의 크기이다(A 는 자연수).

[190] 20비트의 부호화된 비트는 QPSK를 통해 10개의 변조 심벌들 $d(0), \dots, d(9)$ 로 맵핑된다. PUCCH 포맷 2a에서는 1비트의 HARQ ACK/NACK 정보가 BPSK 변조를 통해 1개의 변조 심벌 $d(10)$ 으로 맵핑된다. PUCCH 포맷 2b에서는 2비트의 HARQ ACK/NACK 정보가 QPSK 변조를 통해 1개의 변조 심벌 $d(10)$ 으로 맵핑된다. 즉, PUCCH 포맷 2a에서는 CQI 및 1비트의 HARQ

ACK/NACK 정보가 동시에 전송되고, PUCCH 포맷 2b에서는 CQI 및 2비트의 HARQ ACK/NACK 정보가 동시에 전송된다. 여기서, $d(10)$ 은 참조신호 생성에 사용된다. $d(10)$ 은 각 슬롯 내 참조신호가 실리는 2 OFDM 심벌 중 하나의 OFDM 심벌에 대응된다. 다시 말하면, 각 슬롯 내 상기 하나의 OFDM 심벌에 실리는 참조신호에는 해당 $d(10)$ 에 따라 위상 변조(phase modulation)가 수행된다. PUCCH 포맷 2a/2b는 노멀 CP에만 지원될 수 있다. 이와 같이, PUCCH 포맷 2a 및 2b 각각에서, 1개의 변조 심벌은 참조신호 생성에 사용된다.

- [191] 정보 부분에서, 변조 심벌 $d(0), \dots, d(9)$ 및 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 를 기반으로 정보 시퀀스가 생성된다. 각 변조 심벌은 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 와 곱해질 수 있다. 정보 시퀀스는 1차원 확산된 시퀀스이다. PUCCH 포맷 2/2a/2b는 PUCCH 포맷 1/1a/1b와 달리 직교 시퀀스는 사용하지 않는다.
- [192] 서브프레임 내 정보 부분으로 사용되는 OFDM 심벌마다 기본 시퀀스로부터 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 가 생성된다. 한 슬롯 내 기본 시퀀스는 동일하다. 서브프레임 내 제1 슬롯의 기본 시퀀스와 제2 슬롯의 기본 시퀀스는 동일할 수도 있고, 다를 수도 있다. 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 는 자원 인덱스로부터 결정된다. 순환 쉬프트 인덱스인 I_{cs} 는 심벌 레벨로 CS hopping될 수 있다. CS hopping은 무선 프레임 내 슬롯 번호($n(s)$) 및 슬롯 내 심벌 인덱스(l)에 따라 수행될 수 있다. 따라서, 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 는 $I_{cs}(n(s), l)$ 로 표현될 수 있다. 도 13에서 정보 부분의 OFDM 심벌마다의 I_{cs} 값은 예시에 불과하다.
- [193] 참조신호 부분에서, 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I'_{cs})$ 가 참조신호 시퀀스로 이용될 수 있다. I'_{cs} 는 참조신호를 위한 순환 쉬프트 인덱스이다. I'_{cs} 는 자원 인덱스로부터 결정된다.
- [194] 참조신호 부분에서 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성하기 위한 기본 시퀀스는 정보 부분의 기본 시퀀스와 동일할 수 있다. 정보 부분의 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 와 참조신호 부분의 순환 쉬프트 인덱스 I'_{cs} 모두 자원 인덱스로부터 결정된다. 다만, 자원 인덱스로부터 순환 쉬프트 인덱스를 결정하는 방법은 정보 부분과 참조신호 부분이 동일할 수도 있고, 다를 수도 있다.
- [195] PUCCH 포맷 2a/2b에서는, $d(10)$ 이 참조신호 부분의 하나의 OFDM 심벌에 대응된다. 즉, 각 슬롯 내 참조신호 부분의 하나의 OFDM 심벌에는 $d(10)$ 과 순환 쉬프트된 시퀀스가 곱해진 참조신호 시퀀스가 맵핑된다.
- [196] 도 14는 확장된 CP의 경우, PUCCH 포맷 2 전송의 예를 나타낸다. 여기서는, 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들이 제1 슬롯과 제2 슬롯에서 동일한 주파수 대역을 차지하는 것처럼 표현하였으나, 도 7에서 설명한 것과 같이 자원블록은 슬롯 레벨로 hopping될 수 있다.
- [197] 도 14를 참조하면, 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각은 6 OFDM 심벌을 포함한다. 각 슬롯의 6 OFDM 심벌 중 1 OFDM 심벌은 참조신호 부분이고, 나머지 5 OFDM 심벌은 정보 부분이다. 이를 제외하면, 도 13의 노멀 CP의 경우의 예가 그대로 적용된다.

- [198] 상술한 바와 같이, 노멀 CP, 확장된 CP의 경우 모두 PUCCH 포맷 2/2/a/2b 전송을 위해 사용되는 자원이 자원 인덱스에 의해 식별되어야 한다. 자원 인덱스로부터 정보가 전송되는 자원블록, 정보 시퀀스 생성을 위한 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 및 참조신호 시퀀스 생성을 위한 순환 쉬프트 인덱스 I'_{cs}가 결정된다. CS 간격이 1인 경우, I_{cs} 및 I'_{cs}의 개수는 각각 12이고, 하나의 자원블록당 12개의 단말이 다중화될 수 있다. CS 간격이 2인 경우, I_{cs} 및 I'_{cs}의 개수는 각각 6이고, 하나의 자원블록당 6개의 단말이 다중화될 수 있다.
- [199] 이와 같이, 다중화 방식으로 CDM 및/또는 FDM 방식이 사용되어 정보가 전송될 수 있다. 지금까지 설명한 정보 전송 방법은 하나의 전송 안테나 및 하나의 자원 인덱스를 이용한 것이다. 그런데, 한번에 전송되는 정보의 양을 증가시키기 위해, 전송기에 다중 자원(multiple resource)이 할당될 수 있다. 또한, 다중 자원을 할당받은 전송기는 다중 안테나를 통해 정보를 전송할 수 있다. 따라서, 전송기가 다중 안테나 및 다중 자원을 이용해 정보를 전송하는 방법을 제공할 필요가 있다.
- [200] 도 15는 2개의 안테나를 포함하는 전송기 구조의 예를 나타낸 블록도이다. 여기서, 전송기는 단말 또는 기지국의 일부분일 수 있다.
- [201] 도 15를 참조하면, 전송기(200)는 정보 프로세서(210), 참조신호 생성기(220), 제1 및 제2 자원블록 매퍼(230-1, 230-2), 제1 및 제2 OFDM 신호 생성기(240-1, 240-2), 제1 및 제2 RF부(250-1, 250-2) 및 2개의 안테나(290-1, 290-2)를 포함한다.
- [202] 제1 및 제2 자원블록 매퍼(230-1, 230-2) 각각은 제1 및 제2 OFDM 신호 생성기(240-1, 240-2) 각각에 연결되고, 제1 및 제2 OFDM 신호 생성기(240-1, 240-2) 각각은 제1 및 제2 RF부(250-1, 250-2) 각각에 연결되고, 제1 및 제2 RF부(250-1, 250-2) 각각은 2개의 안테나(290-1, 290-2) 각각에 연결된다. 즉, 제n 자원블록 매퍼(230-n)는 제n OFDM 신호 생성기(240-n)에 연결되고, 제n OFDM 신호 생성기(240-n)는 제n RF부(250-n)에 연결되고, 제n RF부는 제n 안테나(290-n)에 연결된다(n=1, 2). 다중 안테나 전송의 경우, 안테나마다 정의된 하나의 자원 그리드가 존재할 수 있다.
- [203] 전송기(200)는 2개의 자원 인덱스를 할당받는다. 정보 프로세서(210)는 2개의 자원 인덱스들을 기반으로 정보 시퀀스들을 생성한다. 그 외에는 도 8 내지 도 14에서 설명된 정보 전송 방법 및 장치에 관한 설명이 다수의 전송 안테나를 통한 정보 전송 방법 및 장치에도 적용될 수 있다.
- [204] 이하, 정보 프로세서(210)에서 2개의 자원 인덱스들을 기반으로 정보 시퀀스들을 생성하는 방법에 대해 상술한다.
- [205] 도 16은 2개의 안테나를 포함하는 전송기 일부분의 구조 일 예를 나타낸 블록도이다.
- [206] 도 16을 참조하면, 정보 프로세서(210)는 채널 코딩부(211), 변조기(212) 및 제1 및 제2 정보 시퀀스 생성기(213-1, 213-2)를 포함한다. 제1 정보 시퀀스 생성기(213-1)은 제1 자원블록 매퍼(230-1)에 연결되고, 제2 정보 시퀀스

생성기(213-2)는 제2 자원블록 맵퍼(230-2)에 연결된다.

- [207] 정보 프로세서(210)는 OSRTD(orthogonal space resource transmit diversity) 또는 OSRSM(orthogonal space resource spatial multiplexing) 방식으로 정보 시퀀스들을 생성할 수 있다.
- [208] 1. OSRTD
- [209] $s(1)$ 은 전송기(200)가 전송하려는 정보에 대응하는 정보 심벌이라 가정한다. 여기서, 정보 심벌이란 임의의 신호, 복소수 신호, 하나 이상의 변조 심벌 또는 확산된 시퀀스일 수도 있다.
- [210] 변조기(212)는 $s(1)$ 을 출력하여, 제1 정보 시퀀스 생성기(213-1) 및 제2 정보 시퀀스 생성기(213-2) 각각에 $s(1)$ 을 입력한다.
- [211] 제1 정보 시퀀스 생성기(213-1)는 $s(1)$ 및 제1 자원 인덱스를 기반으로 제1 정보 시퀀스를 생성한다. 제2 정보 시퀀스 생성기(213-2)는 $s(1)$ 및 제2 자원 인덱스를 기반으로 제2 정보 시퀀스를 생성한다. 제1 정보 시퀀스는 제1 안테나(290-1)을 통해 전송되고, 제2 정보 시퀀스는 제2 안테나(290-2)를 통해 전송된다. 제1 자원 인덱스와 제2 자원 인덱스를 서로 다르게 할당하면, 안테나들 간에는 직교성이 유지될 수 있다.
- [212] 안테나별로 채널 추정을 위해, 참조신호는 각 안테나별로 생성되어야 한다. 이를 위해, 각 자원 인덱스는 각 안테나에 일대일 맵핑되도록 할 수 있다. 따라서, 제1 안테나를 위한 참조신호는 제1 자원 인덱스를 기반으로 생성되고, 제2 안테나를 위한 참조신호는 제2 자원 인덱스를 기반으로 생성될 수 있다.
- [213] 이와 같이 OSRTD는 안테나마다 자원 인덱스를 할당하고, 각 안테나별로 동일한 정보를 서로 직교하게 반복 전송하는 방법이다. 복수의 안테나를 통해 동일한 정보를 반복 전송함으로써, 다이버시티 이득을 얻을 수 있고, 무선 통신의 신뢰도(reliability)를 높일 수 있다.
- [214] 하나의 안테나 전송의 경우, 하나의 자원블록당 18개의 단말이 다중화될 수 있다고 가정하면, 2개의 안테나에 대한 OSRTD의 경우, 하나의 자원블록당 9개의 단말이 다중화될 수 있다. PUCCH 포맷 1/1a/1b의 경우, 제1 슬롯과 제2 슬롯에서 동일한 정보가 전송된다. PUCCH에 할당된 자원블록은 슬롯 레벨로 홉핑된다. 즉, 정보가 시간에 따라 서로 다른 부반송파를 통해 전송됨으로써, 주파수 다이버시티 이득을 얻을 수 있다. 그런데, OSRTD로 충분한 다이버시티 이득을 얻을 수 있다면, 굳이 제2 슬롯에서 제1 슬롯과 동일한 제어정보를 전송할 필요가 없다. 따라서, 제1 슬롯과 제2 슬롯이 서로 다른 정보를 전송할 수 있다. 이 경우, 2개의 안테나에 대한 OSRTD의 단말 다중화 용량이 하나의 안테나 전송의 단말 다중화 용량과 동일하게 유지될 수 있다. 예를 들어, 하나의 안테나 전송의 경우, 하나의 자원블록당 18개의 단말이 다중화되면, 2개의 안테나에 대한 OSRTD에서도 하나의 자원블록당 18개의 단말이 다중화될 수 있다.
- [215] 제2 정보 시퀀스 생성기(213-2)는 정보 심벌 $s(1)$ 을 변형시켜 제2 정보 시퀀스를

생성할 수도 있다. 예를 들어, $s(1)^*$ 및 제2 자원 인덱스를 기반으로 제2 정보 시퀀스를 생성할 수 있다. 여기서, $(\cdot)^*$ 는 복소 켈레(complex conjugate)이다. 또는, 제2 정보 시퀀스 생성기가 처리하는 변형된 정보 심벌 $s(2)$ 는 다음 수학적식과 같이 나타낼 수도 있다.

[216] 수학적식 8

$$s(2) = s(1) \cdot \exp(j\theta) \text{ or } a \cdot s(1)$$

[217] 여기서, a 는 제2 정보 시퀀스 생성기의 복소수 스케일링 팩터(scaling factor)이다.

[218] 전송 신호 행렬은 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

[219] 수학적식 9

$$\begin{bmatrix} s(1) & 0 \\ 0 & s(1) \end{bmatrix}$$

[220] 여기서, 전송 신호 행렬의 행(row) 및/또는 열(column)은 전송 안테나, 자원 인덱스 등에 대응할 수 있다. 예를 들어, 전송 신호 행렬의 각 행은 각 자원 인덱스에 대응되고, 각 열은 각 전송 안테나에 대응될 수 있다.

[221] $y(1)$ 은 제1 자원 인덱스를 기반으로 생성된 제1 정보 시퀀스에 대한 제1 수신 신호이고, $y(2)$ 는 제2 자원 인덱스를 기반으로 생성된 제2 정보 시퀀스에 대한 제2 수신 신호라 한다. 실제 수신 신호(y)는 제1 수신 신호($y(1)$)와 제2 수신 신호($y(2)$)가 결합된다($y=y(1)+y(2)$). 다만, 디스프레딩(despreading) 작용을 통해 수신 신호(y)는 제1 수신 신호($y(1)$)와 제2 수신 신호($y(2)$)로 분리 가능하다고 가정한다. 설명의 편의를 위해, 수신기의 수신 안테나는 1개로 가정한다.

[222] 수신 신호 행렬은 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

[223] 수학적식 10

$$\begin{bmatrix} y(1) \\ y(2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s(1) & 0 \\ 0 & s(1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h(1) \\ h(2) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n(1) \\ n(2) \end{bmatrix}$$

[224] 여기서, $h(1)$ 은 제1 안테나(290-1)에 대한 채널이고, $h(2)$ 는 제2 안테나(290-2)에 대한 채널이고, $n(1)$ 은 제1 수신 신호의 잡음(noise)이고, $n(2)$ 는 제2 수신 신호의 잡음이다. 여기서, 잡음은 부가백색 가우시안 잡음(AWGN: additive white Gaussian noise)일 수 있다.

[225] 일반적으로 전송 파워(transmit power)가 제한되는 경우, 전송 안테나 개수에 상응하는 정규화 팩터(normalization factor)가 적용될 수 있다. 다음 수학적식은 정규화 팩터의 예를 나타낸다.

[226] 수학적식 11

$$\frac{1}{\sqrt{N_{tx} \times N_c}}$$

- [227] 여기서, N_{tx} 는 전송 안테나의 개수이고, N_c 는 안테나 당 자원의 개수이다. 다만, 설명의 편의를 위해 이하의 설명에서는 정규화 팩터를 생략한다.
- [228] 수신 신호로부터 각 자원 인덱스에 대해 디스프레딩을 수행하면, 다음 수학적식과 같은 다이버시티 이득을 얻을 수 있다.
- [229] 수학적식 12

$$|h(1)|^2 + |h(2)|^2$$

- [230] 이는 최적 결합(optimal combining)인 MRC(maximal ratio combining)와 같은 다이버시티 이득이다. MRC 기법은 복수의 수신 안테나로 수신된 수신 신호로부터 전송 신호를 추정하는 신호 결합 기법의 하나이다.
- [231] 설명의 편의를 위해 2개의 전송 안테나를 가정하고 설명하였으나, 전송 안테나 개수는 제한되지 않는다.
- [232] 전송기가 M (M 은 자연수)개의 안테나를 포함하는 경우, M 개의 자원 인덱스가 할당될 수 있다. M 개의 안테나 각각과 M 개의 자원 인덱스 각각은 일대일 맵핑될 수 있다. 아니면, 3개 이상의 전송 안테나를 사용하는 경우, OSRTD는 CDD(cyclic delay diversity) 또는 PVS(precoding vector switching)와 같은 다른 전송 다이버시티 기법과 결합하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 4개의 전송 안테나를 사용하는 경우, 4 전송 안테나를 2개씩 나누어 2 안테나 그룹으로 그룹핑할 수 있다. 2 안테나 그룹에는 각각 OSRTD가 적용되고, 각 그룹 간에는 CDD나 PVS가 적용될 수 있다.
- [233] 2. OSRSM
- [234] $s(1)$, $s(2)$ 는 전송기(200)가 전송하려는 정보에 대응하는 심벌이라 가정한다. 이때 $s(1)$, $s(2)$ 는 정보 비트들을 조인트 코딩(joint coding)한 후의 심벌일 수 있다.
- [235] 제1 정보 시퀀스 생성기(213-1)는 제1 정보 심벌 $s(1)$ 및 제1 자원 인덱스를 기반으로 제1 정보 시퀀스를 생성한다. 제2 정보 시퀀스 생성기(213-2)는 제2 정보 심벌 $s(2)$ 및 제2 자원 인덱스를 기반으로 제2 정보 시퀀스를 생성한다. 제1 정보 시퀀스는 제1 안테나(290-1)을 통해 전송되고, 제2 정보 시퀀스는 제2 안테나(290-2)를 통해 전송된다. 제1 자원 인덱스와 제2 자원 인덱스를 서로 다르게 할당하면, 안테나들 간에는 직교성이 유지될 수 있다.
- [236] 안테나별로 채널 추정을 위해, 참조신호는 각 안테나별로 생성되어야 한다. 이를 위해, 각 자원 인덱스는 각 안테나에 일대일 맵핑되도록 할 수 있다. 따라서, 제1 안테나를 위한 참조신호는 제1 자원 인덱스를 기반으로 생성되고, 제2 안테나를 위한 참조신호는 제2 자원 인덱스를 기반으로 생성될 수 있다.
- [237] 설명의 편의를 위해 2개의 전송 안테나를 가정하고 설명하나, 전송 안테나 개수는 제한되지 않는다.

- [238] 전송기가 M (M 은 자연수)개의 안테나를 포함하는 경우, 전송기는 M 개의 심벌을 전송할 수 있다. 전송기는 M 개의 자원 인덱스를 할당받을 수 있다. M 개의 안테나 각각과 M 개의 자원 인덱스 각각은 일대일 맵핑될 수 있다. M 개의 안테나 각각을 통해 서로 다른 심벌을 전송할 수 있다. 이와 같은 공간 다중화 전송률(spatial multiplexing rate)이 M 인 정보 전송 방법을 OSRSM이라 한다.
- [239] 채널 코딩부(211)로부터 출력된 비트-레벨 정보인 부호화된 비트는 변조기(212)에서 변조되기 전에 치환(permutation)될 수 있다.
- [240] 변조기(212)에 2비트의 제1 부호화된 비트($a(0), a(1)$) 및 2비트의 제2 부호화된 비트($b(0), b(1)$)이 입력된다고 가정한다. 예를 들어, 제1 부호화된 비트는 제1 하향링크 반송파를 통해 전송된 제1 데이터에 대한 제1 ACK/NACK의 비트-레벨 정보이고, 제2 부호화된 비트는 제2 하향링크 반송파를 통해 전송된 제2 데이터에 대한 제2 ACK/NACK의 비트-레벨 정보일 수 있다.
- [241] 변조기(212)는 제1 부호화된 비트를 QPSK 변조하여 제1 변조 심벌($d(0)$)을 생성하고, 제2 부호화된 비트를 QPSK 변조하여 제2 변조 심벌($e(0)$)을 생성할 수 있다.
- [242] 또는, 변조기(212)는 제1 부호화된 비트와 제2 부호화된 비트를 치환하여, 치환된 후의 비트를 변조할 수 있다. 예를 들어, 변조기(212)는 제1 부호화된 비트 및 제2 부호화된 비트 각각의 첫번째 비트($a(0), b(0)$)를 교환(swapping)하여 치환할 수 있다. 변조기는 $b(0), a(1)$ 을 변조하여 제1 변조 심벌($d(0)$)을 생성하고, $a(0), b(1)$ 을 변조하여 제2 변조 심벌($e(0)$)을 생성할 수 있다.
- [243] 변조기(212)에서 출력된 변조 심벌들은 분할기(splitter, 미도시)로 입력된다. 분할기는 제1 변조 심벌($d(0)$)과 제2 변조 심벌($e(0)$)을 이용하여 제1 정보 심벌 $s(1)$, 제2 정보 심벌 $s(2)$ 로 분리한다. 일 예로, 제1 변조 심벌은 제1 정보 심벌에 대응되고, 제2 변조 심벌은 제2 정보 심벌에 대응될 수 있다. 다른 예로, 제1 변조 심벌과 제2 변조 심벌은 치환 및/또는 혼합(mixing)되어 제1 정보 심벌 및 제2 정보 심벌로 분리될 수 있다.
- [244] 다음 수학식은 제1 변조 심벌($d(0)$)과 제2 변조 심벌($e(0)$)이 치환 및/또는 혼합되어 제1 정보 심벌 $s(1)$ 및 제2 정보 심벌 $s(2)$ 로 분리되는 예들을 나타낸다.
- [245] 수학식 13
- $$s(1) = d(0) + e(0), \quad s(2) = d(0) - e(0)$$
- $$s(1) = d(0) - e(0)^*, \quad s(2) = e(0) + d(0)^*$$
- [246] 또는 다음 수학식과 같이 제1 변조 심벌($d(0)$) 또는 제2 변조 심벌($e(0)$)이 임의의 위상으로 회전된 후 치환 및/또는 혼합되어 제1 정보 심벌 $s(1)$ 및 제2 정보 심벌 $s(2)$ 로 분리될 수 있다.
- [247] 수학식 14

$$s(1) = d(0) + e(0)e^{ja}, \quad s(2) = d(0) - e(0)e^{jb}$$

$$s(1) = d(0) - e(0)^* e^{ja}, \quad s(2) = e(0) + d(0)^* e^{jb}$$

- [248] 여기서, a와 b는 동일할 수도 있고, 다를 수도 있다.
- [249] OSRTD 또는 OSRSM의 정보 전송 방법에서, 복수의 안테나와 복수의 자원 인덱스가 일대일로 맵핑될 수 있다. 그런데, 하나의 안테나에 복수의 자원 인덱스가 맵핑되는 경우의 정보 전송 방법이 문제된다.
- [250] 도 17은 단일 안테나를 포함하는 전송기 일부분의 구조 일 예를 나타낸 블록도이다. 여기서, 전송기는 도 8의 전송기(100)일 수 있다.
- [251] 도 17을 참조하면, 정보 프로세서(110)는 채널 코딩부(111), 변조기(112) 및 제1 및 제2 정보 시퀀스 생성기(113-1, 113-2)를 포함한다. 제1 및 제2 정보 시퀀스 생성기(113-1, 113-2)는 자원블록 매퍼(130)에 연결된다.
- [252] 채널 코딩부(111)는 모든 정보 비트에 대해 조인트 코딩(joint coding)을 수행할 수 있다.
- [253] 변조기(112)는 제1 정보 심벌 s(1) 및 제2 정보 심벌 s(2)를 출력한다. s(1), s(2)는 각각 전송기(100)가 전송하려는 정보에 대응하는 심벌이다.
- [254] 제1 정보 심벌 s(1)은 제1 정보 시퀀스 생성기(113-1)에 입력되고, 제2 심벌 s(2)는 제2 정보 시퀀스 생성기(113-2)에 입력된다.
- [255] 제1 정보 시퀀스 생성기(113-1)는 제1 정보 심벌 s(1) 및 제1 자원 인덱스를 기반으로 제1 정보 시퀀스를 생성한다. 제2 정보 시퀀스 생성기(113-2)는 제2 정보 심벌 s(2) 및 제2 자원 인덱스를 기반으로 제2 정보 시퀀스를 생성한다.
- [256] 제1 정보 시퀀스 및 제2 정보 시퀀스는 각각 자원블록 매퍼(130)에 입력된다. 이때, 제1 정보 시퀀스 및/또는 제2 정보 시퀀스는 위상 변환될 수 있다. 제1 정보 시퀀스와 제2 정보 시퀀스가 결합될 때 서로 상쇄되는 것을 방지하기 위해서이다. 제1 정보 시퀀스 및 제2 정보 시퀀스는 결합되어 하나의 안테나(190, 도 8 참조)를 통해 전송된다.
- [257] 1. MSM(multi-sequence modulation)
- [258] 도 18은 하나의 안테나를 통해 2개의 자원을 사용하여 정보를 전송하는 예를 나타낸다.
- [259] 도 18을 참조하면, 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 2와 같이 정보 시퀀스를 생성한다. 하나의 자원 인덱스를 기반으로 총 20비트의 부호화된 비트가 QPSK 변조되어 10 변조 심벌이 전송될 수 있다. 2개의 자원 인덱스를 이용할 경우, 총 40비트의 부호화된 비트가 QPSK 변조되어 20 변조 심벌 d(0), d(1), ..., d(19)이 전송될 수 있다. 제1 정보 심벌 s(1)은 d(0), d(1), ..., d(9)이고, 제2 정보 심벌 s(2)는 d(10), d(11), ..., d(19)이다.
- [260] 제1 자원 인덱스 및 제2 자원 인덱스 각각으로부터 정보 부분의 각 OFDM 심벌마다 길이 N인 시퀀스 r(n, lcs) (N은 자연수, n은 시퀀스의 요소 인덱스,

$0 \leq n \leq N-1$, I_{cs} 는 시퀀스 인덱스를 결정한다. 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 는 자원 인덱스로부터 식별되는 정보 전송에 사용되는 자원이다. 시퀀스 인덱스 I_{cs} 는 자원 인덱스로부터 결정되고, I_{cs} 가 결정되면 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 가 생성될 수 있다. 예를 들어, 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 는 순환 쉬프트된 시퀀스일 수 있다. 시퀀스 인덱스 I_{cs} 는 심벌 레벨로 홉핑될 수 있다. 설명의 편의를 위해, 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 를 요소 인덱스 n 을 생략하고 $r(I_{cs})$ 로 표현할 수도 있다.

- [261] 제1 자원 인덱스로부터 정보 부분의 각 OFDM 심벌마다 결정된 제1 시퀀스들은 $r(0), r(1), \dots, r(9)$ 이다. 여기서, 제1 시퀀스들의 각 시퀀스 인덱스 I_{cs} 값은 예시에 불과하다. 제1 정보 시퀀스는 $d(0)r(0), d(1)r(1), \dots, d(9)r(9)$ 이다.
- [262] 제2 자원 인덱스로부터 정보 부분의 각 OFDM 심벌마다 결정된 제2 시퀀스들은 $r(10), r(11), \dots, r(19)$ 이다. 여기서, 제2 시퀀스들의 각 시퀀스 인덱스 I_{cs} 값은 예시에 불과하다. 제2 정보 시퀀스는 $d(10)r(10), d(11)r(11), \dots, d(19)r(19)$ 이다.
- [263] 제1 시퀀스들은 제1 자원 인덱스로부터 식별되는 제1 자원(R #1)이다. 제2 시퀀스들은 제2 자원 인덱스로부터 식별되는 제2 자원(R #2)이다.
- [264] 자원 인덱스는 시퀀스 외에 자원블록을 더 식별할 수도 있다. 이 경우, 제1 정보 시퀀스는 제1 자원 인덱스로부터 결정된 제1 자원블록에 맵핑되고, 제2 정보 시퀀스는 제2 자원 인덱스로부터 결정된 제2 자원블록에 맵핑된다. 제1 자원은 제1 시퀀스들 및 제1 자원블록이고, 제2 자원은 제2 시퀀스들 및 제2 자원블록이다. 제1 자원 및 제2 자원은 직교한다.
- [265] 20 변조 심벌은 직교하는 제1 자원 및 제2 자원에 실려 최종적으로 하나의 안테나로 합쳐져 전송된다.
- [266] MSM에서 변조기(112, 도 17 참조)는 다음 표와 같은 프리코딩된 MSM(precoded-MSM)인 테이블 형태의 맵핑 방식을 사용할 수 있다.
- [267] 표 8

b(0),b(1),b(2),b(3)	1st symbol s(1)		2nd symbols s(2)	
	I(1)	Q(1)	I(2)	Q(2)
0000	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	0	0
0001	$-1/\sqrt{2}$	0	0	$-1/\sqrt{2}$
0010	0	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	0
0011	0	0	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$
0100	$-1/\sqrt{2}$	0	0	$1/\sqrt{2}$
0101	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	0
0110	0	0	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
0111	0	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	0
1000	0	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0
1001	0	0	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$
1010	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	0	0
1011	$1/\sqrt{2}$	0	0	$-1/\sqrt{2}$
1100	0	0	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
1101	0	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0
1110	$1/\sqrt{2}$	0	0	$1/\sqrt{2}$
1111	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	0

[268] 상기 표에 따르면, 4 비트(b(0),b(1),b(2),b(3))로부터 제1 정보 심벌(s(1)=I(1)+j Q(1)) 및 제2 정보 심벌(s(2)=I(2)+j Q(2))가 생성된다. 40비트의 부호화된 비트로부터 상기 표의 맵핑 방식에 따라 20 변조 심벌 d(0), d(1),...d(19)이 생성될 수 있다.

[269] 2. 자원 선택(resource selection)

[270] 자원 선택은 MSM의 부분집합(subset)이다. 한 OFDM 심벌에서 제1 자원을 사용하는 제1 정보 심벌과 제2 자원을 사용하는 제2 정보 심벌 중 하나는 반드시 0이다. 예를 들어, 도 18에서 d(0)와 d(10) 중 하나는 반드시 0이고, d(1)과 d(11) 중 하나는 반드시 0이다.

[271] 자원 선택은 변조기(112, 도 17 참조)에서 수행될 수 있다. 자원 선택에서 변조기(112, 도 17 참조)는 다음 표와 같은 자원 선택 및 맵핑 방식을 사용할 수 있다.

[272] 표 9

b(0),b(1),b(2)	Symbol s(1)		Symbol s(2)	
	I	Q	I	Q
000	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	0	0
001	0	0	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$
010	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	0
011	0	0	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
100	0	0	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$
101	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	0	0
110	0	0	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
111	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	0

- [273] 도 19는 표 9의 맵핑 방식에 따른 성상을 나타낸다.
- [274] 도 19를 참조하면, 맵핑 방식은 유클리디안 거리(euclidian distance)를 서로 고려하여 설계되었다. 유클리디안 거리는 성상의 대각선의 위치가 가장 크다. 예를 들어, $(1/\sqrt{2}, 1/\sqrt{2})$ 와 $(-1/\sqrt{2}, -1/\sqrt{2})$ 의 유클리디안 거리가 가장 크다. 유클리디안 거리가 클수록 상호간으로 오류가 발생할 확률이 적다. 따라서, 유클리디안 거리가 가장 큰 곳에 해밍 거리(Hamming distance)가 가장 큰 비트가 배치된다.
- [275] 예를 들어, 다음 14비트의 정보 비트를 고려한다.
- [276] $\langle 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0 \rangle$
- [277] 14비트의 정보 비트에 3GPP LTE에 정의되어 있는 TBCC(tail-biting convolutional coding)를 적용하여 다음 42비트($=14*3$)의 부호화된 비트가 생성될 수 있다.
- [278] $\langle 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1 \rangle$
- [279] 42비트의 부호화된 비트에 순환 버퍼 레이트 매칭(circular buffer rate matching)을 수행하여 다음 30비트의 레이트 매칭된 비트가 생성될 수 있다.
- [280] $\langle 101, 011, 001, 000, 111, 011, 100, 101, 101, 111 \rangle$
- [281] 이 30비트의 레이트 매칭된 비트를 상기 표에 따라 변조를 수행하면 다음 표와 같이 10 변조 심벌 $d(0), \dots, d(9)$ 가 생성된다.
- [282] 표 10

		d(0)	d(1)	d(2)	d(3)	d(4)	d(5)	d(6)	d(7)	d(8)	d(9)
R #1	I	$1/\sqrt{2}$	0	0	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	0	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
	Q	$-1/\sqrt{2}$	0	0	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	0	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
R #2	I	0	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	0	0	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	0	0
	Q	0	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	0	0	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	0	0	0

- [283] 상기 표를 참조하면, $d(0), d(3), d(4), d(7), d(8), d(9)$ 에서 제2 정보 심벌 $s(2)$ 가 0이고, 그 외에는 제1 정보 심벌 $s(1)$ 이 0이다. 제2 정보 심벌 $s(2)$ 가 0인 경우에는 제1 자원이 선택되고, 제1 정보 심벌 $s(1)$ 이 0인 경우에는 제2 자원이 선택된다. 여기서, 자원은 순환 쉬프트된 시퀀스일 수 있다.
- [284] 상기 표에서는 둘 중 하나의 자원을 선택함에 있어서, 선택된 자원에 대해 QPSK 변조가 수행되었다. 다만 이는 예시일 뿐이므로, 자원을 선택한 후 해당 자원에 대해 임의의 변조 방식이 적용될 수 있다.
- [285] 다음, 선택된 자원에 대해 8PSK 변조를 수행하여 전송하는 경우를 설명한다. 이 경우 하나의 심벌 공간(symbol space)에 4비트($16=8*2$)의 부호화된 비트를 전송할 수 있다. 변조기(112, 도 17 참조)는 다음 표와 같은 자원 선택 및 맵핑 방식을 사용할 수 있다.
- [286] 표 11

b(0),b(1),b(2),b(3)	Symbol s(1)		Symbol s(2)	
	I	Q	I	Q
0000	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	0	0
0001	-1	0	0	0
0010	0	0	-1	0
0011	0	0	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$
0100	0	0	0	1
0101	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	0
0110	0	0	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
0111	0	1	0	0
1000	0	-1	0	0
1001	0	0	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$
1010	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	0	0
1011	0	0	0	-1
1100	0	0	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
1101	0	0	1	0
1110	1	0	0	0
1111	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	0

[287] 도 20은 표 11의 맵핑 방식에 따른 성상을 나타낸다.

[288] 예를 들어, 다음 14비트의 정보 비트를 고려한다.

[289] <1,0,1,1,1,0,0,1,0,1,1,1,1,1>

[290] 14 비트의 정보 비트에 TBCC를 적용하여 다음 42비트(=14*3)의 부호화된 비트가 생성될 수 있다.

[291] <0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,1,0,0,1,1,1,1,0,0,0,0,1,0,1,1,1,0,1,0,1,0,0,0,1,0,1,1>

[292] 42비트의 부호화된 비트에 순환 버퍼 레이트 매칭을 수행하여 다음 40비트의 레이트 매칭된 비트가 생성될 수 있다.

[293] <1000, 0001, 1100, 0000, 1010, 1100, 0000, 0000, 1111, 0101>

[294] 이 40비트의 레이트 매칭된 비트를 상기 표에 따라 변조를 수행하면 다음 표와 같이 10 변조 심벌 d(0),...,d(9)가 생성된다.

[295] 표 12

		d(0)	d(1)	d(2)	d(3)	d(4)	d(5)	d(6)	d(7)	d(8)	d(9)
R #1	I	0	-1	0	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$
	Q	-1	0	0	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	0	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
R #2	I	0	0	$1/\sqrt{2}$	0	0	$1/\sqrt{2}$	0	0	0	0
	Q	0	0	$1/\sqrt{2}$	0	0	$1/\sqrt{2}$	0	0	0	0

[296] 상기 표를 참조하면, d(2),d(5)에서 제1 정보 심벌 s(1)이 0이고, 그 외에는 제2 정보 심벌 s(2)이 0이다. 제1 정보 심벌 s(1)이 0인 경우에는 제2 자원이 선택되고, 제2 정보 심벌 s(2)이 0인 경우에는 제1 자원이 선택된다. 여기서, 자원은 순환 쉬프트된 시퀀스일 수 있다.

[297] 지금까지 설명의 편의를 위해 전송기(100)에 2개의 자원 인덱스가 할당된다고 가정하였으나, 전송기(100)에는 3개 이상의 자원 인덱스가 할당될 수도 있다. 이

- 경우, 전송기(100)는 자원 인덱스 수와 동일한 정보 시퀀스 생성기를 포함할 수 있다.
- [298] 도 21은 하나의 안테나를 통해 3개의 자원을 사용하여 정보를 전송하는 예를 나타낸다.
- [299] 도 21을 참조하면, 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 2와 같이 정보 시퀀스를 생성한다. 하나의 자원 인덱스를 기반으로 총 20비트의 부호화된 비트가 QPSK 변조되어 10 변조 심벌이 전송될 수 있다. 3개의 자원 인덱스를 이용할 경우, 총 60비트의 부호화된 비트가 QPSK 변조되어 30 변조 심벌 $d(0), d(1), \dots, d(29)$ 이 전송될 수 있다. 제1 정보 심벌 $s(1)$ 은 $d(0), d(1), \dots, d(9)$ 이고, 제2 정보 심벌 $s(2)$ 는 $d(10), d(11), \dots, d(19)$ 이고, 제3 정보 심벌 $s(3)$ 은 $d(20), d(21), \dots, d(29)$ 이다.
- [300] 제1 내지 제3 자원 인덱스 각각으로부터 정보 부분의 각 OFDM 심벌마다 시퀀스 $r(Ics)$ 를 결정한다. 예를 들어, 시퀀스 $r(Ics)$ 는 순환 쉬프트된 시퀀스일 수 있다.
- [301] 제1 자원 인덱스로부터 정보 부분의 각 OFDM 심벌마다 결정된 제1 시퀀스들은 $r(0), r(1), \dots, r(9)$ 이다. 여기서, 제1 시퀀스들의 각 시퀀스 인덱스 Ics 값은 예시에 불과하다. 제1 정보 시퀀스는 $d(0)r(0), d(1)r(1), \dots, d(9)r(9)$ 이다.
- [302] 제2 자원 인덱스로부터 정보 부분의 각 OFDM 심벌마다 결정된 제2 시퀀스들은 $r(10), r(11), \dots, r(19)$ 이다. 여기서, 제2 시퀀스들의 각 시퀀스 인덱스 Ics 값은 예시에 불과하다. 제2 정보 시퀀스는 $d(10)r(10), d(11)r(11), \dots, d(19)r(19)$ 이다.
- [303] 제3 자원 인덱스로부터 정보 부분의 각 OFDM 심벌마다 결정된 제3 시퀀스들은 $r(20), r(21), \dots, r(29)$ 이다. 여기서, 제3 시퀀스들의 각 시퀀스 인덱스 Ics 값은 예시에 불과하다. 제1 정보 시퀀스는 $d(20)r(20), d(21)r(21), \dots, d(29)r(29)$ 이다.
- [304] 제1 시퀀스들은 제1 자원 인덱스로부터 식별되는 제1 자원(R #1)이다. 제2 시퀀스들은 제2 자원 인덱스로부터 식별되는 제2 자원(R #2)이다. 제3 시퀀스들은 제3 자원 인덱스로부터 식별되는 제3 자원(R #3)이다.
- [305] 자원 인덱스는 시퀀스 외에 자원블록을 더 식별할 수도 있다. 이 경우, 제1 정보 시퀀스는 제1 자원 인덱스로부터 결정된 제1 자원블록에 맵핑되고, 제2 정보 시퀀스는 제2 자원 인덱스로부터 결정된 제2 자원블록에 맵핑되고, 제3 정보 시퀀스는 제3 자원 인덱스로부터 결정된 제3 자원블록에 맵핑된다. 제1 자원은 제1 시퀀스들 및 제1 자원블록이고, 제2 자원은 제2 시퀀스들 및 제2 자원블록이고, 제3 자원은 제3 시퀀스들 및 제3 자원블록이다. 제1 자원, 제2 자원 및 제3 자원은 각각 서로 직교한다.
- [306] 이는 3개의 자원에 대해 MSM이 적용된 것이나, 자원 선택이 적용될 수도 있다. 자원 선택이 적용되는 경우, 단일 반송파 특성을 유지할 수 있다. 이때, 변조 방식은 QPSK가 아닌 다른 변조 차수를 갖는 변조 방식이 사용될 수 있다. 예를 들어, 8PSK 변조 방식이 사용될 수 있다.
- [307] 또는, 3개의 자원 중 2개의 자원에 대해서만 자원 선택이 적용될 수 있다. 2개의 자원에 대해서는 8PSK 기반의 자원 선택을 적용한다. 이 경우, 총 60 비트의

- 부호화된 비트 중 40 비트의 부호화된 비트로부터 10 변조 심벌이 생성된다. 나머지 1개 자원에 대해서는 종래의(conventional) QPSK 변조 방식을 적용할 수 있다. 이 경우, 나머지 20 비트의 부호화된 비트로부터 10 변조 심벌이 생성된다.
- [308] 도 22는 2개의 안테나를 포함하는 전송기 일부분의 구조 다른 예를 나타낸 블록도이다.
- [309] 도 22를 참조하면, 정보 프로세서(210)는 채널 코딩부(211), 변조기(212) 및 SCBC(space-code block code) 처리부(214)를 포함한다. SCBC 처리부(214)는 제1 및 제2 자원블록 매퍼(230-1, 230-2)에 연결된다.
- [310] 제1 정보 심벌 $s(1)$ 및 제2 정보 심벌 $s(2)$ 는 전송기(200)가 전송하려는 정보에 대응하는 정보 심벌이라 가정한다.
- [311] SCBC 처리부(214)는 제1 정보 심벌 $s(1)$ 및 제2 정보 심벌 $s(2)$ 로부터 알라무티 코드(Alamouti code)를 기반으로 제1 전송 심벌 내지 제4 전송 심벌을 생성하도록 형성된다.
- [312] 이하, 전송 신호 행렬은 제1 전송 심벌 내지 제4 전송 심벌을 원소(element)로 하는 2×2 행렬로 정의한다. 전송 신호 행렬의 i 행 j 열 원소를 (i,j) 로 나타낸다($i=1,2$ 및 $j=1,2$). 이하, $(1,1)$ 은 제1 전송 심벌, $(2,1)$ 은 제2 전송 심벌, $(1,2)$ 은 제3 전송 심벌, $(2,2)$ 은 제4 전송 심벌이라 한다. 제4 전송 심벌은 제1 전송 심벌의 복소 켈레이고, 제3 전송 심벌은 제2 전송 심벌의 복소 켈레에 음의 부호가 부가된 것이다. 또는, 제4 전송 심벌은 제1 전송 심벌의 복소 켈레에 음의 부호가 부가된 것이고, 제3 전송 심벌은 제2 전송 심벌의 복소 켈레이다.
- [313] 다음 수학적식은 전송 신호 행렬의 일 예이다.
- [314] 수학적식 15

$$\begin{bmatrix} s(1) & s(2) \\ -s(2)^* & s(1)^* \end{bmatrix}$$

- [315] 여기서, 전송 신호 행렬의 행 및/또는 열은 전송 안테나, 자원 인덱스 등에 대응할 수 있다. 전송 신호 행렬의 각 행은 각 자원 인덱스에 대응되고, 각 열은 각 전송 안테나에 대응될 수 있다.
- [316] 상기 수학적식에서 표현된 전송 신호 행렬은 예시일뿐, 전송 신호 행렬의 형태를 제한하는 것은 아니다. 전송 신호 행렬은 상기 수학적식의 행렬의 모든 가능한 유니터리 변환(unitary transform)을 포함한다. 이때 유니터리 변환은 제1 정보 심벌 $s(1)$ 및 제2 정보 심벌 $s(2)$ 에 대한 것뿐만 아니라, $s(1)$ 및 $s(2)$ 를 각각 실수 부분(real part) 및 허수 부분(imaginary part)으로 분리된 상태에서의 변환도 포함한다.
- [317] 다음 표는 전송 신호 행렬의 다양한 일 예를 나타낸다.
- [318] 표 13

(1)	$\begin{bmatrix} s_1 & s_2 \\ -s_2^* & s_1^* \end{bmatrix}$	(5)	$\begin{bmatrix} s_1 & -s_2 \\ s_2^* & s_1^* \end{bmatrix}$
(2)	$\begin{bmatrix} s_1^* & s_2 \\ -s_2^* & s_1 \end{bmatrix}$	(6)	$\begin{bmatrix} s_1^* & -s_2 \\ s_2^* & s_1 \end{bmatrix}$
(3)	$\begin{bmatrix} s_1 & s_2^* \\ -s_2 & s_1^* \end{bmatrix}$	(7)	$\begin{bmatrix} s_1 & -s_2^* \\ s_2 & s_1^* \end{bmatrix}$
(4)	$\begin{bmatrix} s_1^* & s_2^* \\ -s_2 & s_1 \end{bmatrix}$	(8)	$\begin{bmatrix} s_1^* & -s_2^* \\ s_2 & s_1 \end{bmatrix}$

[319] 다음 표는 전송 행렬의 다양한 다른 예를 나타낸다.

[320] 표 14

(1)	$\begin{bmatrix} s_1 & s_2 \\ s_2^* & -s_1^* \end{bmatrix}$	(5)	$\begin{bmatrix} -s_1 & s_2 \\ s_2^* & s_1^* \end{bmatrix}$
(2)	$\begin{bmatrix} s_1^* & s_2 \\ s_2^* & -s_1 \end{bmatrix}$	(6)	$\begin{bmatrix} -s_1^* & s_2 \\ s_2^* & s_1 \end{bmatrix}$
(3)	$\begin{bmatrix} s_1 & s_2^* \\ s_2 & -s_1^* \end{bmatrix}$	(7)	$\begin{bmatrix} -s_1 & s_2^* \\ s_2 & s_1^* \end{bmatrix}$
(4)	$\begin{bmatrix} s_1^* & s_2^* \\ s_2 & -s_1 \end{bmatrix}$	(8)	$\begin{bmatrix} -s_1^* & s_2^* \\ s_2 & s_1 \end{bmatrix}$

[321] SCBC 처리부(214)는 제1 내지 제4 정보 심벌, 제1 자원 인덱스 및 제2 자원 인덱스를 기반으로 다음과 같이 제1 내지 제4 정보 시퀀스를 생성한다.

[322] 제1 전송 심벌 및 제1 자원 인덱스를 기반으로 제1 정보 시퀀스가 생성된다.

[323] 제2 전송 심벌 및 제2 자원 인덱스를 기반으로 제2 정보 시퀀스가 생성된다.

[324] 제3 전송 심벌 및 제1 자원 인덱스를 기반으로 제3 정보 시퀀스가 생성된다.

[325] 제4 전송 심벌 및 제2 자원 인덱스를 기반으로 제4 정보 시퀀스가 생성된다.

[326] SCBC 처리부(214)는 제1 정보 시퀀스 및 제2 정보 시퀀스를 제1 자원블록 맵퍼(230-1)에 입력한다. SCBC 처리부(214)는 제3 정보 시퀀스 및 제4 정보 시퀀스를 제2 자원블록 맵퍼(230-2)에 입력한다.

[327] 따라서, 제1 정보 시퀀스 및 제2 정보 시퀀스가 결합되어 제1 안테나(290-1, 도 15 참조)를 통해 전송된다. 제2 정보 시퀀스 및 제4 정보 시퀀스가 결합되어 제2 안테나(290-2, 도 15 참조)를 통해 전송될 수 있다. CM(cubic metric)을 낮추기 위해, 하나의 정보 시퀀스와 다른 정보 시퀀스가 결합될 때, 적어도 하나의 정보 시퀀스의 위상을 변환시킬 수 있다. 또는 정보 시퀀스 생성 전 전송 심벌의 위상을 변환시킬 수도 있다. 예를 들어, 제2 정보 시퀀스는 특정 위상만큼 위상 변환시켜 제1 정보 시퀀스와 더해질 수 있다. 또, 제4 정보 시퀀스를 특정 위상만큼 위상 변환시켜 제3 전송 시퀀스와 더해질 수 있다. BPSK인 경우 특정 위상은 90도이고, QPSK인 경우 특정 위상은 45도일 수 있다.

[328] 표 12의 10 변조 심벌들 $d(0), \dots, d(9)$ 에 SCBC를 적용하면 다음 표와 같은 제1

내지 제4 전송 심벌을 얻을 수 있다.

[329] 표 15

Antenna #1											
		d(0)	d(1)	d(2)	d(3)	d(4)	d(5)	d(6)	d(7)	d(8)	d(9)
R #1	I	0	-1	0	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$
	Q	-1	0	0	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	0	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
R #2	I	0	0	$1/\sqrt{2}$	0	0	$1/\sqrt{2}$	0	0	0	0
	Q	0	0	$1/\sqrt{2}$	0	0	$1/\sqrt{2}$	0	0	0	0
Antenna #2											
		d(0)	d(1)	d(2)	d(3)	d(4)	d(5)	d(6)	d(7)	d(8)	d(9)
R #1	I	0	0	$-1/\sqrt{2}$	0	0	$-1/\sqrt{2}$	0	0	0	0
	Q	0	0	$1/\sqrt{2}$	0	0	$1/\sqrt{2}$	0	0	0	0
R #2	I	0	-1	0	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$
	Q	1	0	0	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$

[330] 표를 참조하면, 제1 전송 심벌은 제1 정보 심벌 $s(1)$, 제2 전송 심벌은 제2 정보 심벌 $s(2)$ 이다. 제3 전송 심벌은 $-s(2)^*$ 이고, 제4 전송 심벌은 $s(1)^*$ 이다. 즉, 표 13의 (7)과 같은 전송 신호 행렬이 사용된 경우이다.

[331] $s(1)$ 은 제1 자원을 사용하여 제1 안테나를 통해 전송된다.

[332] $s(2)$ 는 제2 자원을 사용하여 제1 안테나를 통해 전송된다.

[333] $-s(2)^*$ 는 제1 자원을 사용하여 제2 안테나를 통해 전송된다.

[334] $s(1)^*$ 은 제2 자원을 사용하여 제2 안테나를 통해 전송된다.

[335] 이와 같이 다중화 방식으로 CDM/FDM이 사용되는 경우, 자원을 이용하여 SCBC를 적용하여 정보를 전송할 수 있다. 전송기는 안테나 및 자원을 이용하여 스마트한 반복(smart repetition)을 수행하여 다이버시티 이득을 얻을 수 있고, 무선 통신의 신뢰도를 높일 수 있다. 이하, 이와 같은 정보 전송 방법을 SCBC 정보 전송 방법이라 한다.

[336] 도 23은 SCBC 정보 전송 방법의 예를 나타낸다.

[337] 도 23을 참조하면, 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 2와 같이 정보 시퀀스를 생성한다. 제1 전송 심벌은 제1 정보 심벌 $s(1)$, 제2 전송 심벌은 제2 정보 심벌 $s(2)$ 이다. 제3 전송 심벌은 $-s(2)^*$ 이고, 제4 전송 심벌은 $s(1)^*$ 이다. 즉, 표 13의 (7)과 같은 전송 신호 행렬이 사용된 경우이다.

[338] 제1 정보 심벌 $s(1)$ 은 $d(0), d(1), \dots, d(9)$ 이고, 제2 정보 심벌 $s(2)$ 는 $d(10), d(11), \dots, d(19)$ 이다.

[339] $s(1)$ 은 제1 자원(R #1)을 사용하여 제1 안테나(290-1, 도 15 참조)를 통해 전송된다.

[340] $s(2)$ 는 제2 자원(R #2)을 사용하여 제1 안테나(290-1, 도 15 참조)를 통해 전송된다.

[341] $-s(2)^*$ 는 제1 자원(R #1)을 사용하여 제2 안테나(290-2, 도 15 참조)를 통해 전송된다.

- [342] $s(1)^*$ 은 제2 자원(R #2)을 사용하여 제2 안테나(290-2, 도 15 참조)를 통해 전송된다.
- [343] 이는 2개의 자원에 대해 MSM이 적용된 것이나, 자원 선택이 적용될 수도 있다.
- [344] SCBC 정보 전송 방법에서는 정보 부분에 할당된 자원 인덱스는 안테나와 일대일로 맵핑되지 않는다. 그런데 참조신호는 안테나별로 채널 추정을 위해 각 안테나별로 생성되어야 한다. 이를 위해, 각 자원 인덱스는 각 안테나에 일대일 맵핑되도록 할 수 있다. 따라서, 제1 안테나를 위한 참조신호는 제1 자원 인덱스를 기반으로 생성되고, 제2 안테나를 위한 참조신호는 제2 자원 인덱스를 기반으로 생성될 수 있다.
- [345] SCBC 정보 전송을 위해, 전송기는 제1 자원 인덱스 외 제2 자원 인덱스를 더 할당받는 것으로 설명하였다. 그러나 만약 이미 서로 다른 정보를 서로 다른 자원 인덱스로 할당 받았다면 제2 자원 인덱스를 추가적으로 할당 받을 필요는 없다.
- [346] 제2 자원 인덱스는 제1 자원 인덱스에 대해 미리 결정(predetermined)되어 있을 수 있다. 또는, 제2 자원 인덱스는 명시적으로 시그널링될 수 있다. 또는, 제2 자원 인덱스는 특정 관계에 의해 암시적으로 맵핑될 수도 있다.
- [347] 예를 들어, 제1 하향링크 반송파 및 제2 하향링크 반송파 각각에 대해 HARQ ACK/NACK을 전송할 때, 제1 자원 인덱스는 제1 하향링크 반송파를 통해 전송된 PDCCH의 첫번째 CCE 인덱스로부터 얻을 수 있다. 제2 자원 인덱스는 제2 하향링크 반송파를 통해 전송된 PDCCH의 첫번째 CCE 인덱스로부터 얻을 수 있다.
- [348] 하나의 안테나 전송의 경우, 하나의 자원블록당 18개의 단말이 다중화될 수 있다고 가정하면, 2개의 안테나에 대한 SCBC 전송 방법의 경우, 하나의 자원블록당 9개의 단말이 다중화될 수 있다. PUCCH 포맷 1/1a/1b의 경우, 제1 슬롯과 제2 슬롯에서 동일한 정보가 전송된다. PUCCH에 할당된 자원블록은 슬롯 레벨로 홉핑된다. 즉, 정보가 시간에 따라 서로 다른 부반송파를 통해 전송됨으로써, 주파수 다이버시티 이득을 얻을 수 있다. 그런데, SCBC 전송 방법으로 충분한 다이버시티 이득을 얻을 수 있다면, 굳이 제2 슬롯에서 제1 슬롯과 동일한 제어정보를 전송할 필요가 없다. 따라서, 제1 슬롯과 제2 슬롯이 서로 다른 정보를 전송할 수 있다. 이 경우, 2개의 안테나에 대한 SCBC 전송 방법의 단말 다중화 용량이 하나의 안테나 전송의 단말 다중화 용량과 동일하게 유지될 수 있다. 예를 들어, 하나의 안테나 전송의 경우, 하나의 자원블록당 18개의 단말이 다중화되면, 2개의 안테나에 대한 SCBC 전송 방법에서도 하나의 자원블록당 18개의 단말이 다중화될 수 있다.
- [349] $y(1)$ 은 제1 자원 인덱스를 기반으로 생성된 제1 정보 시퀀스에 대한 제1 수신 신호이고, $y(2)$ 는 제2 자원 인덱스를 기반으로 생성된 제2 정보 시퀀스에 대한 제2 수신 신호라 한다. 실제 수신 신호(y)는 제1 수신 신호($y(1)$)와 제2 수신 신호($y(2)$)가 결합된다($y=y(1)+y(2)$). 다만, 디스프레딩 작용을 통해 수신

신호(y)는 제1 수신 신호(y(1))와 제2 수신 신호(y(2))로 분리 가능하다고 가정한다. 설명의 편의를 위해, 수신기의 수신 안테나는 1개로 가정한다.

[350] 수신 신호 행렬은 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

[351] 수학적식 16

$$\begin{bmatrix} y(1) \\ y(2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s(1) & s(2) \\ -s(2)^* & s(1)^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h(1) \\ h(2) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n(1) \\ n(2) \end{bmatrix}$$

[352] 여기서, h(1)은 제1 안테나(290-1)에 대한 채널이고, h(2)는 제2 안테나(290-2)에 대한 채널이고, n(1)은 제1 수신 신호의 잡음이고, n(2)는 제2 수신 신호의 잡음이다. 여기서, 잡음은 부가백색 가우시안 잡음일 수 있다.

[353] 일반적으로 전송 파워가 제한되는 경우, 전송 안테나 개수에 상응하는 정규화 팩터가 적용될 수 있다. 설명의 편의를 위해 이하의 설명에서는 정규화 팩터를 생략한다.

[354] 위 수학적식은 등가적으로(equivalently) 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

[355] 수학적식 17

$$\begin{bmatrix} y(1) \\ y(2)^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h(1) & h(2) \\ h(2)^* & -h(1)^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(1) \\ s(2) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n(1) \\ n(2)^* \end{bmatrix}$$

[356] 위 수학적식을 변형하여 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

[357] 수학적식 18

$$\begin{aligned} & \begin{bmatrix} h(1) & h(2) \\ h(2)^* & -h(1)^* \end{bmatrix}^H \begin{bmatrix} y(1) \\ y(2)^* \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} h(1) & h(2) \\ h(2)^* & -h(1)^* \end{bmatrix}^H \begin{bmatrix} h(1) & h(2) \\ h(2)^* & -h(1)^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(1) \\ s(2) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h(1) & h(2) \\ h(2)^* & -h(1)^* \end{bmatrix}^H \begin{bmatrix} n(1) \\ n(2)^* \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} |h(1)|^2 + |h(2)|^2 & 0 \\ 0 & |h(1)|^2 + |h(2)|^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s(1) \\ s(2) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n'(1) \\ n'(2) \end{bmatrix} \end{aligned}$$

[358] 여기서, $(\cdot)^H$ 는 허미션(Hermitian) 행렬이다. 제1 정보 심벌 s(1)과 제2 정보 심벌 s(2)는 직교하게 분리된다. 수신기는 수학적식 12와 같은 다이버시티 이득을 얻을 수 있다. 이는 최적 결합인 MRC와 같은 다이버시티 이득이다.

[359] 설명의 편의를 위해 2개의 전송 안테나를 가정하고 설명하였으나, 전송 안테나 개수는 제한되지 않는다.

[360] 전송기가 M(M은 자연수)개의 안테나를 포함하는 경우, M개의 자원 인덱스가 할당될 수 있다. M개의 안테나 각각과 M개의 자원 인덱스 각각은 일대일 맵핑될 수 있다. 아니면, 3개 이상의 전송 안테나를 사용하는 경우, SCBC 정보 전송 방법은 CDD 또는 PVS와 같은 다른 전송 다이버시티 기법과 결합하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 4개의 전송 안테나를 사용하는 경우, 4 전송 안테나를 2개씩 나누어 2 안테나 그룹으로 그룹핑할 수 있다. 2 안테나 그룹에는 각각 SCBC 정보

전송 방법이 적용되고, 각 그룹 간에는 CDD나 PVS가 적용될 수 있다.

- [361] SCBC 정보 전송 방법은 최적의 전송 방법(optimal transmit method)으로서 전체 공간 다이버시티 이득(full spatial diversity gain)을 얻을 수 있다. 그러나, 2개의 안테나를 위해 2개의 자원이 서로 페어링(pairing)되어야 한다. 즉, 홀수 개의 자원에 대해서는 SCBC 정보 전송 방법을 적용할 수가 없다. 따라서, 홀수 개의 자원을 이용한 정보 전송 방법을 제공할 필요가 있다.
- [362] 도 24는 비대칭 구조의 다중 반송파 시스템의 예를 나타낸다.
- [363] 도 24를 참조하면, 다중 반송파 시스템은 3개의 하향링크 반송파(DL CC #1, DL CC #2, DL CC #3)와 1개의 상향링크 반송파(UL CC #1)로 구성된다.
- [364] 만약, 각 하향링크 반송파별로 CQI를 전송해야 하는 경우, 가장 간단하게는 3개의 자원을 이용하여 MSM과 같이 다중 시퀀스(multi-sequence) 전송을 통해 CQI를 피드백할 수 있다. 또한, 각 하향링크 반송파별로 ACK/NACK을 PUCCH 상으로 전송하는 경우에도 3개의 자원을 통해 다중 채널화(multi-channelization)로 전송될 수 있다. PUCCH 포맷 1/1a/1b 및 PUCCH 포맷 2/2a/2b 모두 적용 가능하다.
- [365] 예를 들어, 도 24와 같은 상황에서, 전송기는 3개의 자원을 사용하여 정보를 전송할 수 있다고 가정한다.
- [366] 도 25는 본 발명의 실시예에 따른 전송기에서 수행되는 3 자원을 사용한 2 안테나를 통한 정보 전송 방법의 순서도이다.
- [367] 도 25를 참조하면, 전송기는 제1 전송 심벌 및 제1 자원 인덱스를 기반으로 제1 정보 시퀀스를 생성하고, 제2 전송 심벌 및 제2 자원 인덱스를 기반으로 제2 정보 시퀀스를 생성하고, 제3 전송 심벌 및 제3 자원 인덱스를 기반으로 제3 정보 시퀀스를 생성하고, 제4 전송 심벌 및 상기 제1 자원 인덱스를 기반으로 제4 정보 시퀀스를 생성하고, 제5 전송 심벌 및 상기 제2 자원 인덱스를 기반으로 제5 정보 시퀀스를 생성하고, 제6 전송 심벌 및 상기 제3 자원 인덱스를 기반으로 제6 정보 시퀀스를 생성한다(S110).
- [368] 전송기는 제1 정보 시퀀스, 제2 정보 시퀀스 및 제3 정보 시퀀스는 제1 안테나를 통해 전송하고, 제4 정보 시퀀스, 제5 정보 시퀀스 및 제6 정보 시퀀스는 제2 안테나를 통해 전송한다(S120).
- [369] 제5 전송 심벌은 제1 전송 심벌의 복소 켈레이고, 상기 제4 전송 심벌은 상기 제2 전송 심벌의 복소 켈레에 음의 부호가 부가된 것이다. 또는, 제5 전송 심벌은 제1 전송 심벌의 복소 켈레에 음의 부호가 부가된 것이고, 상기 제4 전송 심벌은 상기 제2 전송 심벌의 복소 켈레이다.
- [370] 참조신호 부분은 안테나별 채널 추정을 위해 OSRTD 형태로 전송된다. 안테나가 2개인 경우, 3개의 자원 인덱스 중 2개의 자원 인덱스만을 이용하여 각각의 안테나마다 직교하게 참조신호를 전송할 수 있다.
- [371] 제1 자원 인덱스는 제1 자원을 식별하고, 제2 자원 인덱스는 제2 자원을 식별하고, 제3 자원 인덱스는 제3 자원을 식별한다. 제1 자원 및 제2 자원을 묶은

자원 쌍에 대해서는 SCBC가 적용된다. 제3 자원에 대해서는 다양한 정보 전송 방법이 적용될 수 있다. 제3 자원에 대해서는 STBC(space time block coding), PVS, 단순 반복(simple repetition), CDD, 켈레(conjugate) 등을 적용할 수 있다.

- [372] 예를 들어, 60비트의 부호화된 비트 중 40비트의 부호화된 비트는 2개의 자원(제1 자원 및 제2 자원)을 사용하여 2개의 안테나(제1 안테나 및 제2 안테나)를 통해 SCBC로 전송된다. 나머지 20비트의 부호화된 비트는 1개의 자원(제3 자원)을 사용하여 2개의 안테나(제1 안테나 및 제2 안테나)를 통해 전송된다.
- [373] 도 26은 2개의 안테나를 통해 3개의 자원을 사용하여 정보를 전송하는 일 예를 나타낸다.
- [374] 도 26을 참조하면, 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 2와 같이 정보 시퀀스를 생성한다. 표 13의 (7)과 같은 전송 신호 행렬이 사용된 경우이다. 자원 선택은 큰 범위에서 MSM의 부분집합이므로 MSM을 기준으로 설명한다.
- [375] 제1 자원(R #1), 제2 자원(R #2) 및 제3 자원(R #3)은 다음과 같다.
- [376] 제1 자원(R #1): $r(0), r(1), \dots, r(9)$
- [377] 제2 자원(R #2): $r(10), r(11), \dots, r(19)$
- [378] 제3 자원(R #3): $r(20), r(21), \dots, r(29)$
- [379] 제1 전송 심벌 $s(1)$ 은 $d(0), d(1), \dots, d(9)$ 이다. 제2 전송 심벌 $s(2)$ 는 $d(10), d(11), \dots, d(19)$ 이다. 제4 전송 심벌은 $-s(2)^*$ 이고, 제5 전송 심벌은 $s(1)^*$ 이다. 제1 자원(R #1) 및 제2 자원(R #2)에 대해서는 SCBC가 적용된다.
- [380] 제3 전송 심벌은 복수의 복소수 심벌 $d(20), d(21), \dots, d(29)$ 이다. 복수의 복소수 심벌 각각은 정보 부분의 OFDM 심벌에 대응된다. 제6 전송 심벌과 제3 정보 심벌에는 STBC가 적용된다. 복소수 심벌들 중 2 복소수 심벌씩 심벌 쌍을 이루어 STBC가 적용될 수 있다. 심벌 쌍을 이루는 2 복소수 심벌은 정보 부분의 인접한 OFDM 심벌에 대응될 수 있다.
- [381] 제3 전송 심벌은 제1 복소수 심벌 및 제2 복소수 심벌을 포함하고, 상기 제6 전송 심벌은 제3 복소수 심벌 및 제4 복소수 심벌을 포함할 때, 제4 복소수 심벌은 상기 제1 복소수 심벌의 복소 켈레이고, 상기 제3 복소수 심벌은 상기 제2 복소수 심벌의 복소 켈레에 음의 부호가 부가된 것일 수 있다. 또는, 제4 복소수 심벌은 상기 제1 복소수 심벌의 복소 켈레에 음의 부호가 부가된 것이고, 상기 제3 복소수 심벌은 상기 제2 복소수 심벌의 복소 켈레일 수 있다. 제1 복소수 심벌 및 제2 복소수 심벌은 정보 부분의 인접한 OFDM 심벌이다.
- [382] 3개의 자원 중 제1 자원(R #1) 및 제2 자원(R #2)에 대해서는 SCBC가 적용되고, 나머지 제3 자원(R #3)에 대해서는 STBC가 적용된다.
- [383] STBC가 적용되는 경우, 서브프레임 내 심벌 쌍을 이루지 못하는 잔여 심벌(unpaired symbol)이 발생할 수 있다. 잔여 심벌은 슬롯 홉핑 온/오프(on/off) 여부, SRS 전송 여부 등에 따라 발생할 수 있다. 잔여 심벌이 발생하는 경우, CDD, PVS, 켈레, 단순 반복 등 중 하나가 적용될 수 있다.

- [384] 도 27은 2개의 안테나를 통해 3개의 자원을 사용하여 정보를 전송하는 다른 예를 나타낸다.
- [385] 도 27을 참조하면, 3개의 자원 중 제1 자원(R #1) 및 제2 자원(R #2)에 대해서는 SCBC가 적용되고, 나머지 제3 자원(R #3)에 대해서는 단순 반복이 적용된다. 제3 전송 심벌은 $d(20), d(21), \dots, d(29)$ 이고, 제6 전송 심벌은 $d(20), d(21), \dots, d(29)$ 이다. 즉, 제3 전송 심벌 및 제6 전송 심벌이 동일하다.
- [386] 제3 자원에 대해서는 제1 안테나 및 제2 안테나를 통해 동일한 정보 시퀀스가 전송된다. 이와 같이, 단순 반복은 동일한 자원에 동일한 전송 심벌이 전송되는 것을 의미한다.
- [387] 이때, CDD가 적용될 수도 있다. 예를 들어, 제1 안테나에서는 제3 정보 시퀀스를 자원블록에 맵핑한 후 생성된 OFDM 신호가 전송될 수 있다. 그리고 제2 안테나에서는 제1 안테나에서 전송되는 OFDM 신호에 순환 지연(cyclic delay)된 OFDM 신호가 전송될 수 있다. CDD는 OFDM 심벌 단위, 슬롯 단위 또는 서브프레임 단위로 적용될 수 있다. 이때, CDD의 순환 지연 값은 미리 지정될 수 있다.
- [388] 도 28은 2개의 안테나를 통해 3개의 자원을 사용하여 정보를 전송하는 또 다른 예를 나타낸다.
- [389] 도 28을 참조하면, 3개의 자원 중 제1 자원(R #1) 및 제2 자원(R #2)에 대해서는 SCBC가 적용되고, 나머지 제3 자원(R #3)에 대해서는 PVS가 적용된다. 제3 전송 심벌 및 제6 전송 심벌은 동일한 전송 심벌에 프리코딩 행렬 또는 프리코딩 벡터가 적용된 것이다. PVS가 적용되는 경우, 프리코딩 행렬 값 또는 프리코딩 벡터 값은 미리 지정될 수 있다.
- [390] 여기서는, 프리코딩 벡터 $p(0)=[1 \ 1]^T$, $p(1)=[1 \ -1]^T$ 가 사용되었다. 심벌 인덱스 순서대로 프리코딩 벡터 $p(0)$ 및 $p(1)$ 이 번갈아가면서 적용되었다. 다만 이는 프리코딩 벡터의 예시일 뿐, 다른 프리코딩 벡터를 사용할 수도 있다.
- [391] 제3 전송 심벌 및 제6 전송 심벌로 사용되는 전송 심벌은 $d(20), d(22), \dots, d(29)$ 이다. 여기에, $p(0)$ 및 $p(1)$ 이 심벌 인덱스 순서대로 적용된다. 제3 자원은 $r(20), r(21), \dots, r(29)$ 이다.
- [392] 정보 부분의 각 OFDM 심벌에서 제3 자원에 실리는 정보 시퀀스는 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.
- [393] 수학적식 19
- $$p(m)d(n)r(n)$$
- [394] 여기서, n 은 $20, 21, \dots, 29$ 이고, $m=\text{mod}(n, 2)$ 이다.
- [395]
- [396] 이 외에도 3개의 자원 중 제1 자원(R #1) 및 제2 자원(R #2)에 대해서는 SCBC가 적용되고, 나머지 제3 자원(R #3)에 대해서는 켈레가 적용될 수도 있다. 예를 들어, 제6 전송 심벌은 제3 전송 심벌의 복소 켈레이거나, 제3 전송 심벌의 복소

컬레에 음의 부호가 부가된 것일 수 있다. 예를 들어, 제3 전송 심벌이 $d(20), d(22), \dots, d(29)$ 인 경우, 제6 전송 심벌은 $d(20)*, d(22)*, \dots, d(29)*$ 이거나, $-d(20)*, -d(22)*, \dots, -d(29)*$ 일 수 있다. 제3 자원에 대해서 컬레가 적용되는 경우, 컬레 특성이 미리 지정될 수 있다.

- [397] 도 29는 본 발명의 실시예가 구현되는 무선 통신을 위한 장치를 나타낸 블록도이다. 기지국(50)은 프로세서(processor, 51), 메모리(memory, 52) 및 RF부(RF(radio frequency) unit, 53)를 포함한다. 프로세서(51)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(51)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(52)는 프로세서(51)와 연결되어, 프로세서(51)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(53)는 프로세서(51)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신한다. 단말(60)은 프로세서(61), 메모리(62) 및 RF부(63)를 포함한다. 프로세서(61)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(61)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(62)는 프로세서(61)와 연결되어, 프로세서(61)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(63)는 프로세서(61)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신한다.
- [398] 프로세서(51,61)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. 앞서 설명한 전송기는 프로세서(51,61) 내에 구현될 수 있다. 메모리(52,62)는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부(53,63)는 무선 신호를 전송 및/또는 수신하는 하나 이상의 안테나를 포함한다. 실시예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리(52,62)에 저장되고, 프로세서(51,61)에 의해 실행될 수 있다. 메모리(52,62)는 프로세서(51,61) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(51,61)와 연결될 수 있다.
- [399] 이와 같이, 무선 통신 시스템에서 효율적인 정보 전송 방법 및 장치를 제공할 수 있다. 홀수개의 자원을 이용한 효율적인 다중 안테나 전송이 가능해진다. 이를 통해, 무선 통신의 신뢰도를 높일 수 있고, 전체 시스템 성능이 향상될 수 있다.
- [400] 당업자는 상술한 설명을 통해 또는 상술한 설명에 기반하여 본 발명을 실시함에 따라 본 발명의 부가적인 장점, 목적, 특징들을 용이하게 알 수 있다. 또한, 본 발명은 당업자가 상술한 설명에 기반하여 본 발명을 실시함에 따라 예측치 않은 장점을 가질 수도 있다.
- [401] 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.

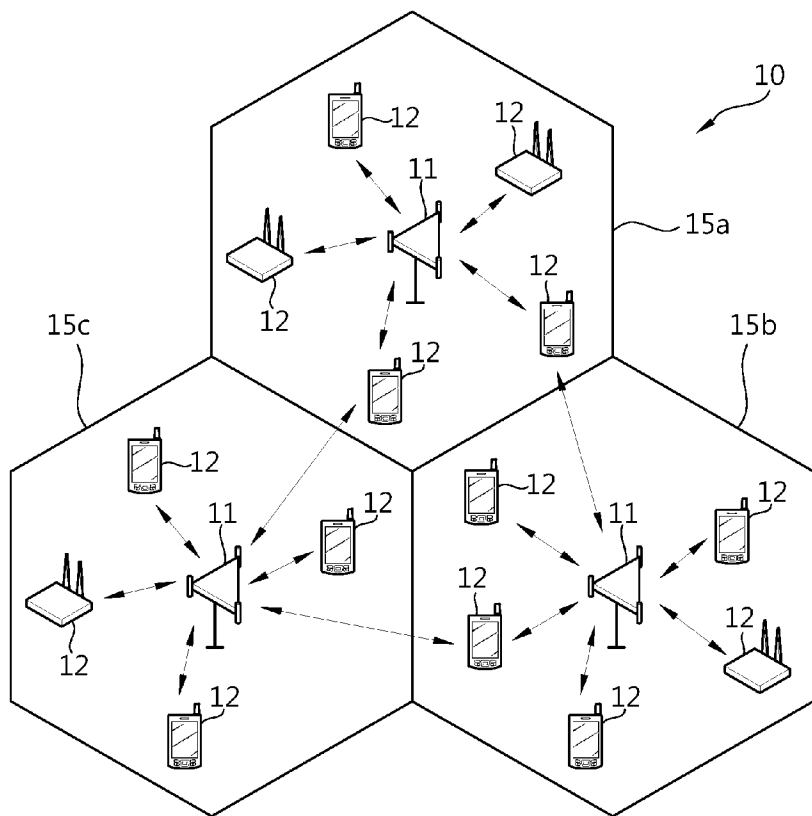
- [402] 상술한 실시예들은 다양한 양태의 예시들을 포함한다. 다양한 양태들을 나타내기 위한 모든 가능한 조합을 기술할 수는 없지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 다른 조합이 가능함을 인식할 수 있을 것이다. 예를 들어, 당업자는 상술한 실시예들에 기재된 각 구성을 서로 조합하는 방식으로 이용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

청구범위

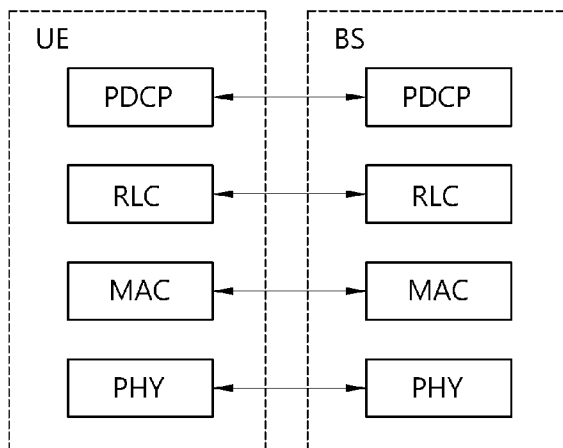
- [1] 무선 통신 시스템에서 전송기에 의해 수행되는 정보 전송 방법에 있어서,
제1 전송 심벌 및 제1 자원 인덱스를 기반으로 제1 정보 시퀀스를 생성하고,
제2 전송 심벌 및 제2 자원 인덱스를 기반으로 제2 정보 시퀀스를 생성하고,
제3 전송 심벌 및 제3 자원 인덱스를 기반으로 제3 정보 시퀀스를 생성하고,
제4 전송 심벌 및 상기 제1 자원 인덱스를 기반으로 제4 정보 시퀀스를 생성하고,
제5 전송 심벌 및 상기 제2 자원 인덱스를 기반으로 제5 정보 시퀀스를 생성하고,
제6 전송 심벌 및 상기 제3 자원 인덱스를 기반으로 제6 정보 시퀀스를 생성하는 단계; 및
상기 제1 정보 시퀀스, 상기 제2 정보 시퀀스 및 상기 제3 정보 시퀀스는 제1 안테나를 통해 전송하고,
상기 제4 정보 시퀀스, 상기 제5 정보 시퀀스 및 상기 제6 정보 시퀀스는 제2 안테나를 통해 전송하는 단계를 포함하되,
상기 제5 전송 심벌은 상기 제1 전송 심벌의 복소 켈레이고, 상기 제4 전송 심벌은 상기 제2 전송 심벌의 복소 켈레에 음의 부호가 부가된 것임을 특징으로 하는 방법.
- [2] 제 1 항에 있어서,
상기 제3 전송 심벌은 제1 복소수 심벌 및 제2 복소수 심벌을 포함하고,
상기 제6 전송 심벌은 제3 복소수 심벌 및 제4 복소수 심벌을 포함하되,
상기 제4 복소수 심벌은 상기 제1 복소수 심벌의 복소 켈레이고, 상기 제3 복소수 심벌은 상기 제2 복소수 심벌의 복소 켈레에 음의 부호가 부가된 것임을 특징으로 하는 방법.
- [3] 제 2 항에 있어서,
상기 제1 복소수 심벌 및 제2 복소수 심벌은 각각 서로 인접하는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌에 대응되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [4] 제 1 항에 있어서,
상기 제3 전송 심벌 및 상기 제6 전송 심벌은 동일한 것을 특징으로 하는 방법.
- [5] 제 4 항에 있어서,
상기 제6 정보 시퀀스는 상기 제3 정보 시퀀스보다 순환 지연(cyclic delay)되어 전송되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [6] 제 4 항에 있어서,
상기 제3 전송 심벌 및 상기 제6 전송 심벌은 동일한 전송 심벌에 프리코딩 행렬이 적용된 것을 특징으로 하는 방법.

- [7] 제 1 항에 있어서,
상기 제6 전송 심벌은 상기 제3 전송 심벌의 복소 켈레이거나, 상기 제3 전송 심벌의 복소 켈레에 음의 부호가 부가된 것임을 특징으로 하는 방법.
- [8] 제 1 항에 있어서,
자원 인덱스로부터 시퀀스 및 자원블록이 결정되고,
전송 심벌 및 상기 시퀀스를 기반으로 정보 시퀀스가 생성되고,
상기 정보 시퀀스는 상기 자원블록에 맵핑되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [9] 제 1 항에 있어서,
자원 인덱스로부터 제1 시퀀스, 제2 시퀀스 및 자원블록이 결정되고,
전송 심벌, 상기 제1 시퀀스 및 상기 제2 시퀀스를 기반으로 2차원으로 확산된 정보 시퀀스가 생성되고,
상기 2차원으로 확산된 정보 시퀀스는 상기 자원블록에 맵핑되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [10] 제 9 항에 있어서,
상기 제1 시퀀스는 순환 쉬프트된 시퀀스이고, 상기 제2 시퀀스는 직교 시퀀스인 것을 특징으로 하는 방법.
- [11] 제1 전송 심벌 및 제1 자원 인덱스를 기반으로 제1 정보 시퀀스를 생성하고,
제2 전송 심벌 및 제2 자원 인덱스를 기반으로 제2 정보 시퀀스를 생성하고,
제3 전송 심벌 및 제3 자원 인덱스를 기반으로 제3 정보 시퀀스를 생성하고,
제4 전송 심벌 및 상기 제1 자원 인덱스를 기반으로 제4 정보 시퀀스를 생성하고,
제5 전송 심벌 및 상기 제2 자원 인덱스를 기반으로 제5 정보 시퀀스를 생성하고,
제6 전송 심벌 및 상기 제3 자원 인덱스를 기반으로 제6 정보 시퀀스를 생성하도록 형성되는 정보 프로세서;
상기 정보 프로세서에 연결되어,
상기 제1 정보 시퀀스, 상기 제2 정보 시퀀스 및 상기 제3 정보 시퀀스를 전송하는 제1 안테나; 및
상기 제4 정보 시퀀스, 상기 제5 정보 시퀀스 및 상기 제6 정보 시퀀스를 전송하는 제2 안테나를 포함하되,
상기 제5 전송 심벌은 상기 제1 전송 심벌의 복소 켈레이고, 상기 제4 전송 심벌은 상기 제2 전송 심벌의 복소 켈레에 음의 부호가 부가된 것임을 특징으로 하는 전송기.

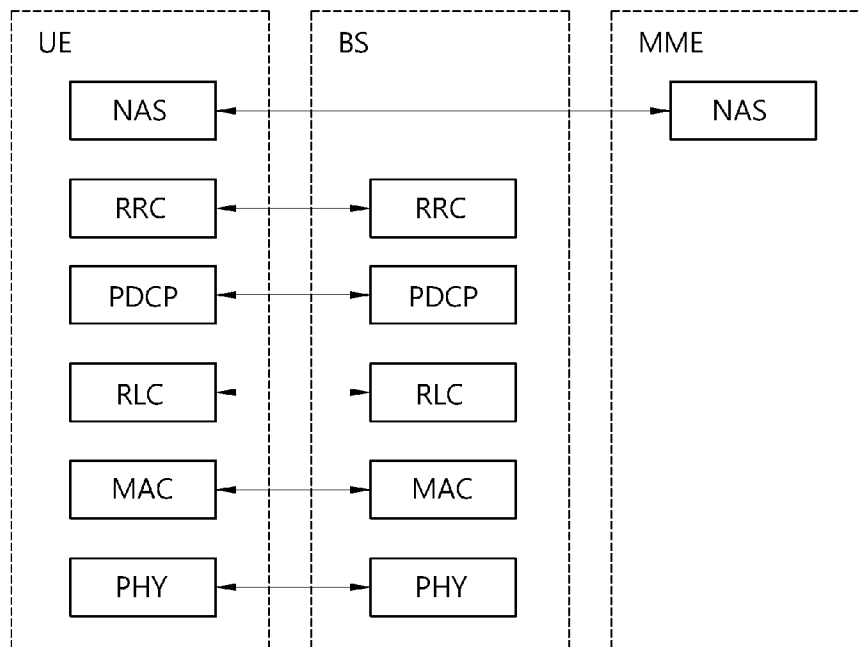
[Fig. 1]



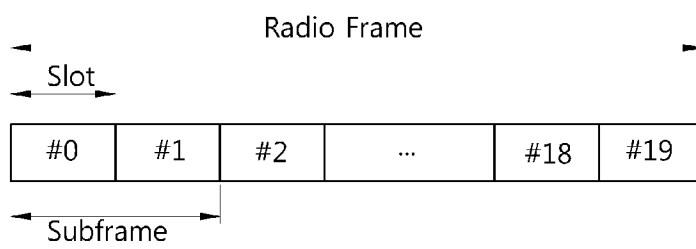
[Fig. 2]



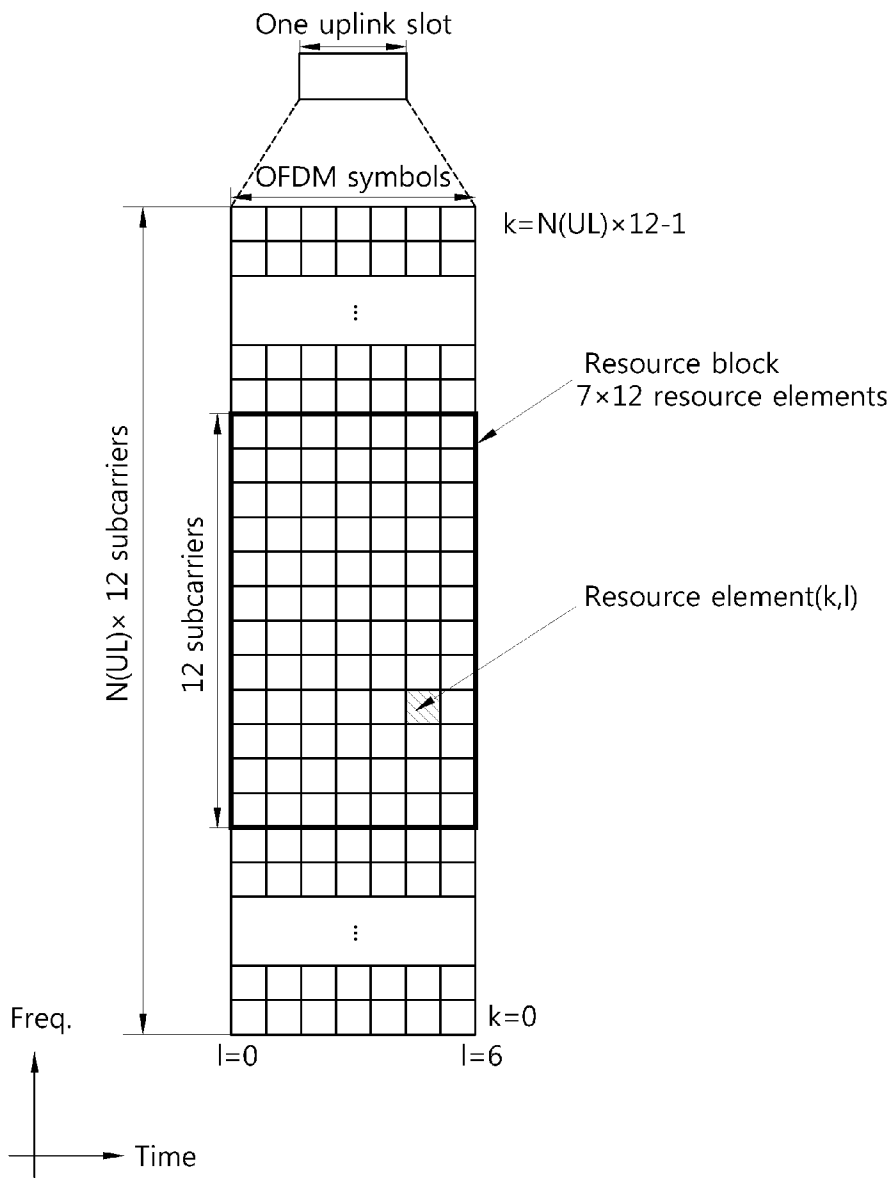
[Fig. 3]



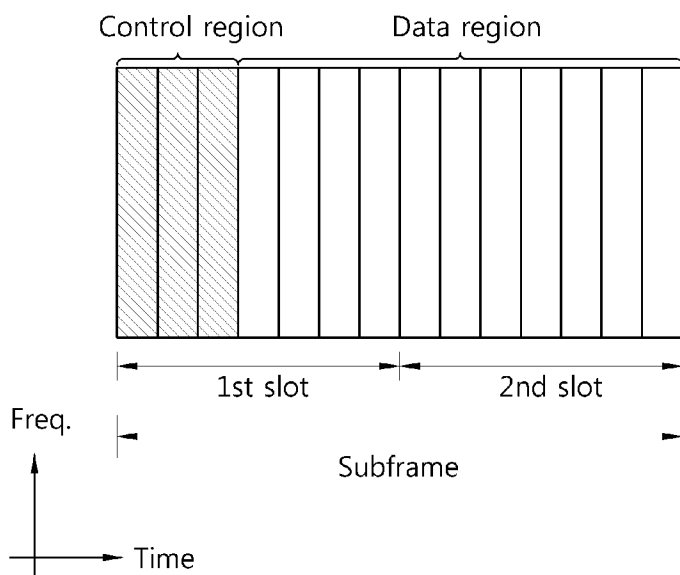
[Fig. 4]



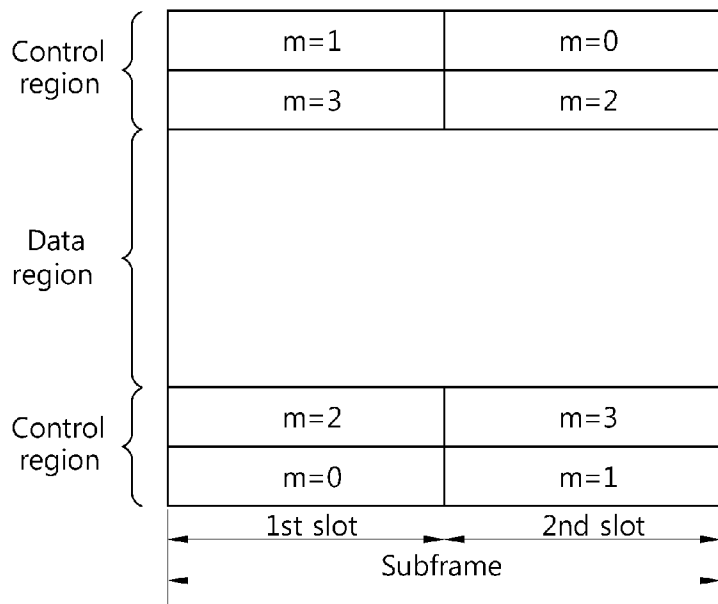
[Fig. 5]



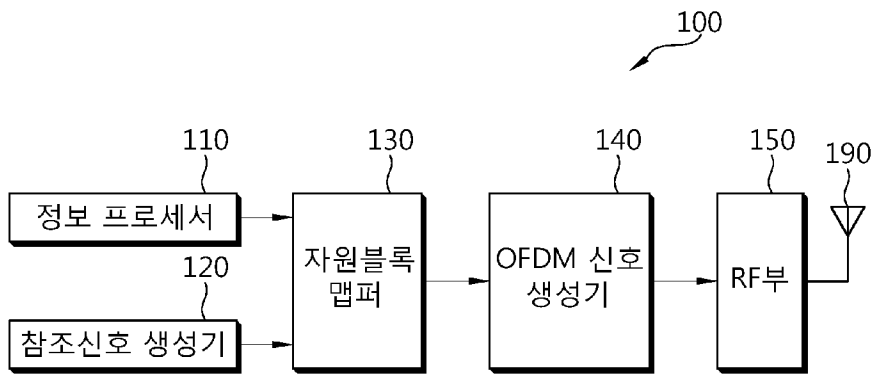
[Fig. 6]



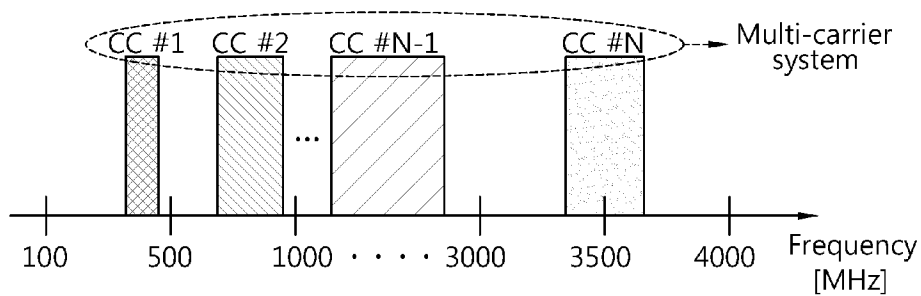
[Fig. 7]



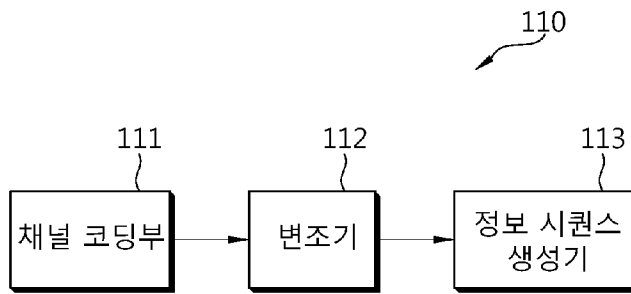
[Fig. 8]



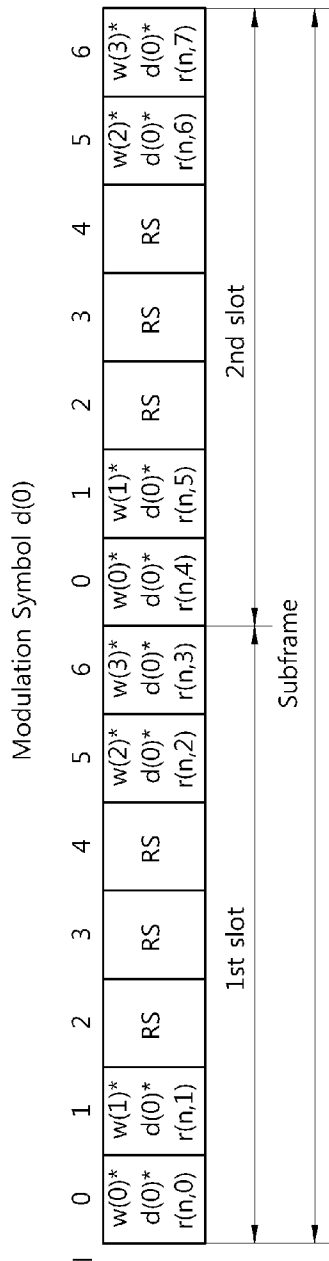
[Fig. 9]



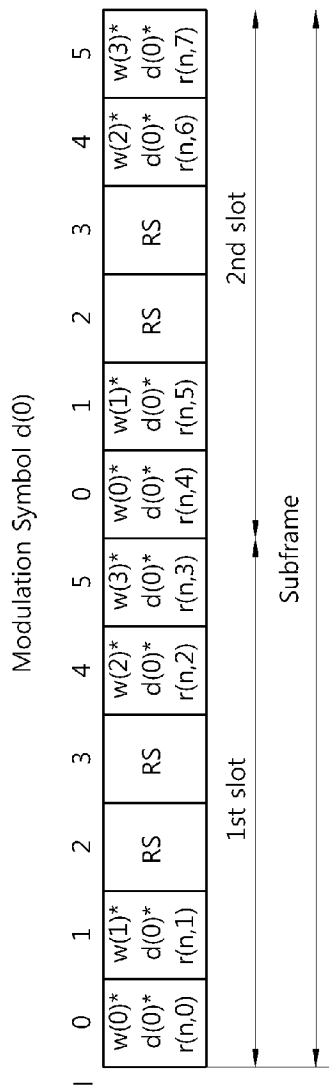
[Fig. 10]



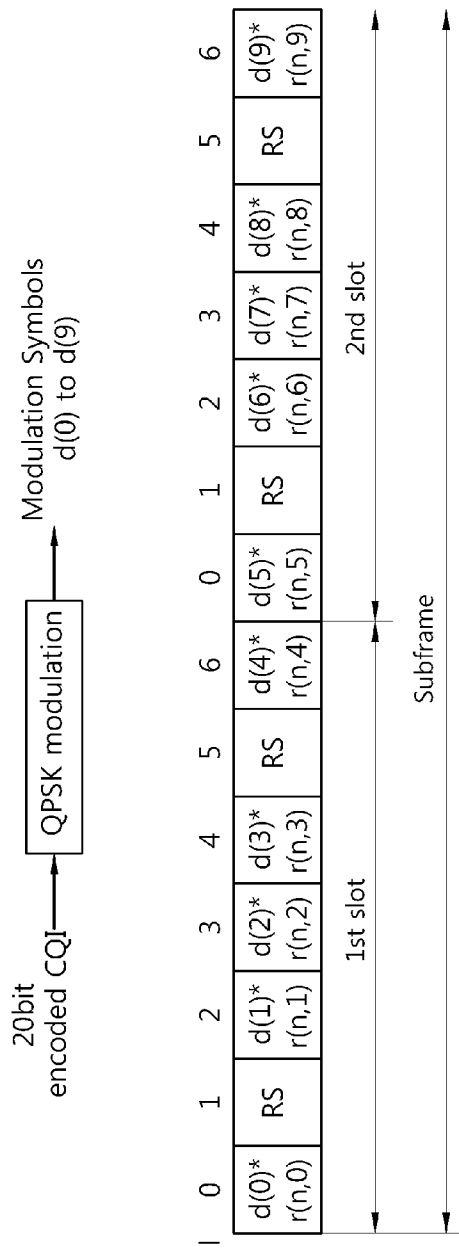
[Fig. 11]



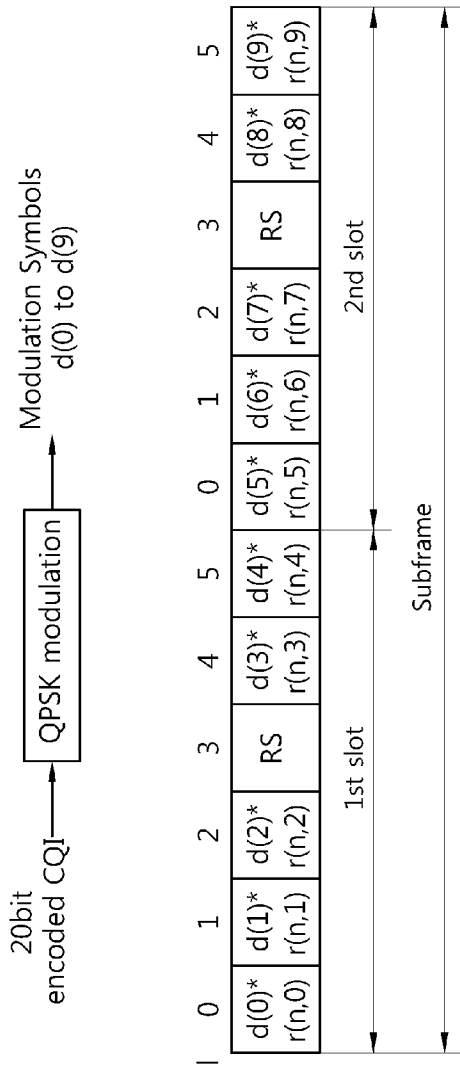
[Fig. 12]



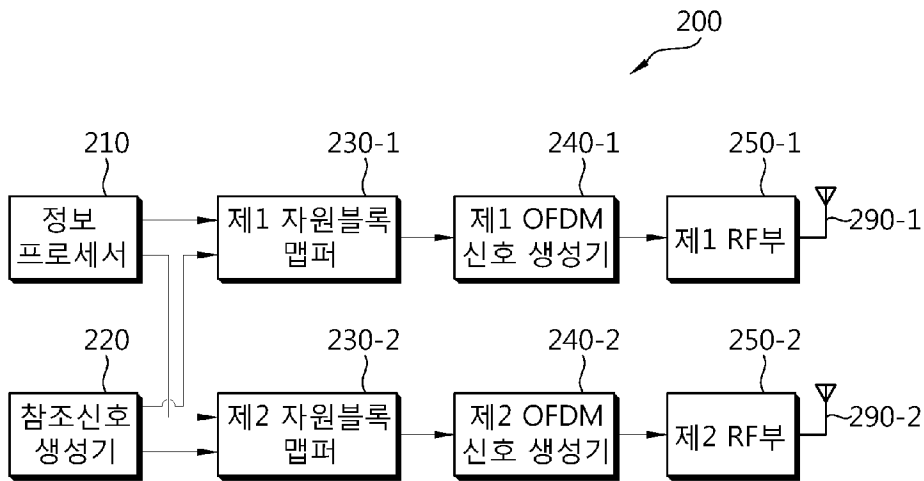
[Fig. 13]



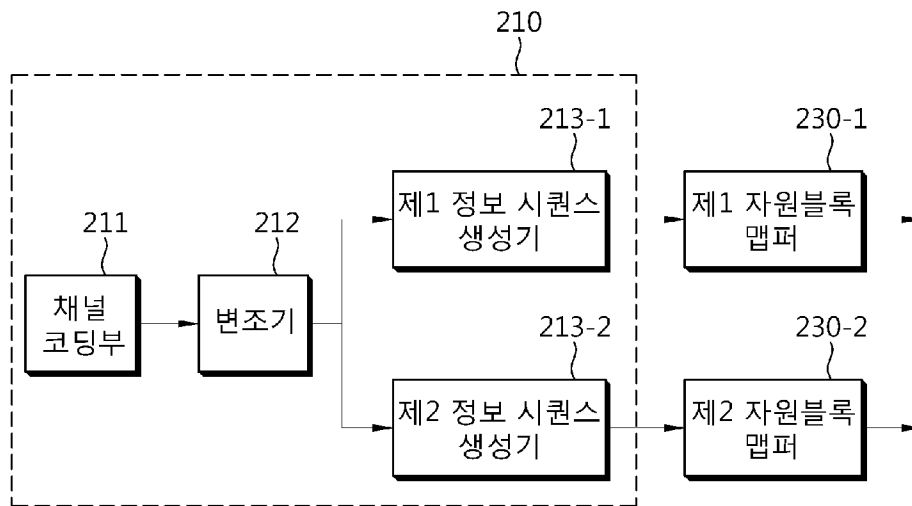
[Fig. 14]



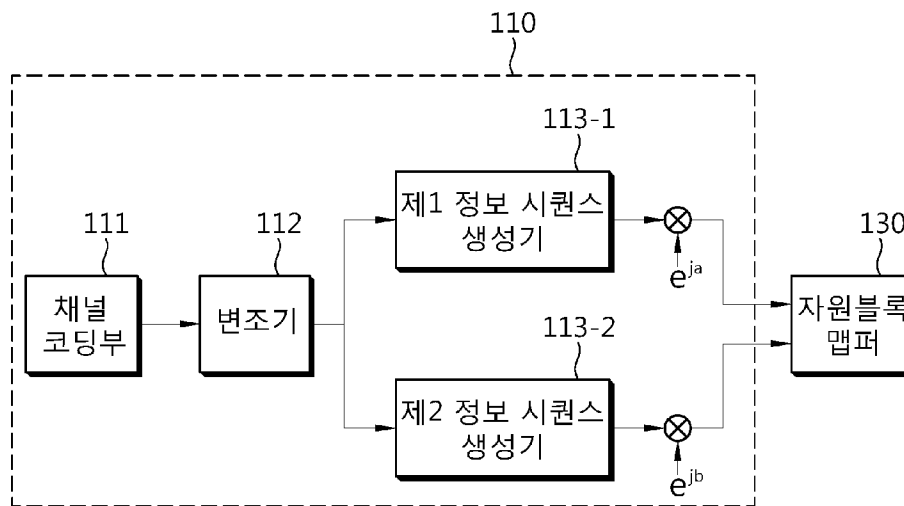
[Fig. 15]



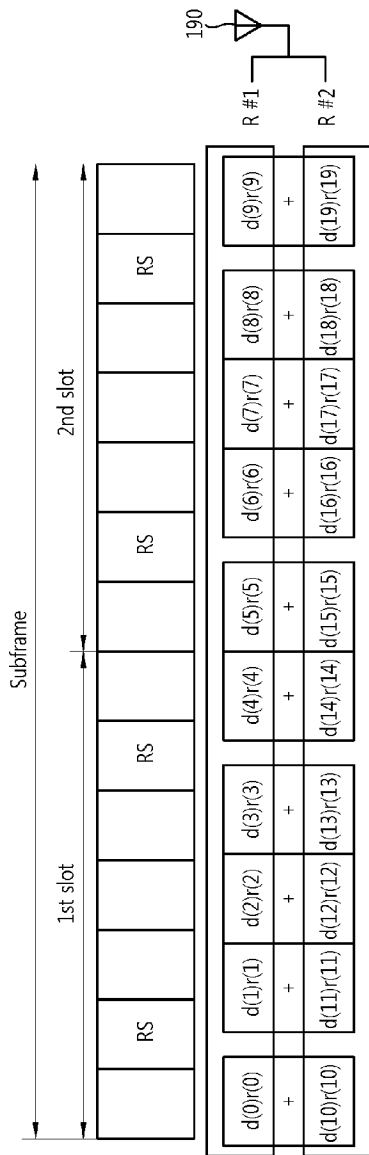
[Fig. 16]



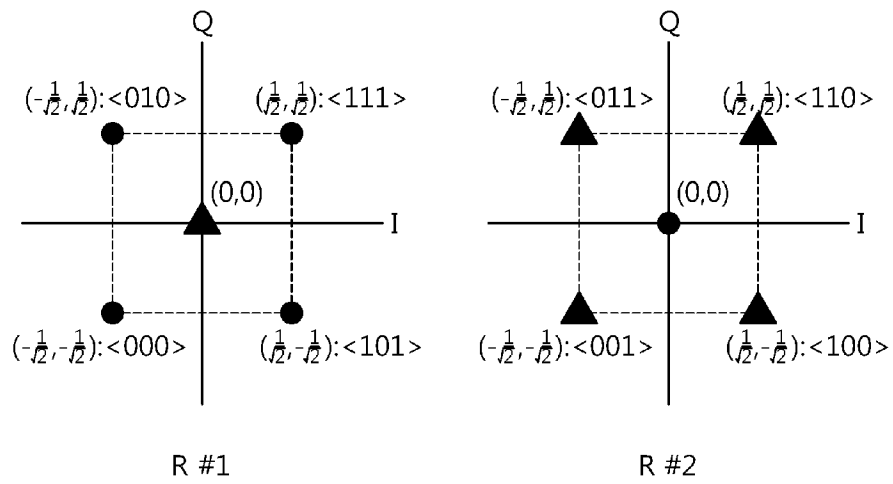
[Fig. 17]



[Fig. 18]



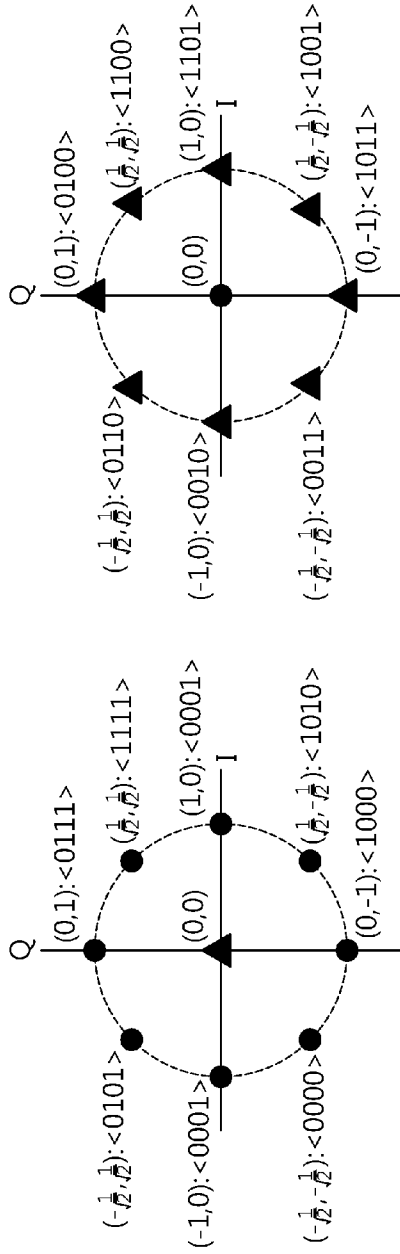
[Fig. 19]



● R #1를 위한 성상

▲ R #2를 위한 성상

[Fig. 20]

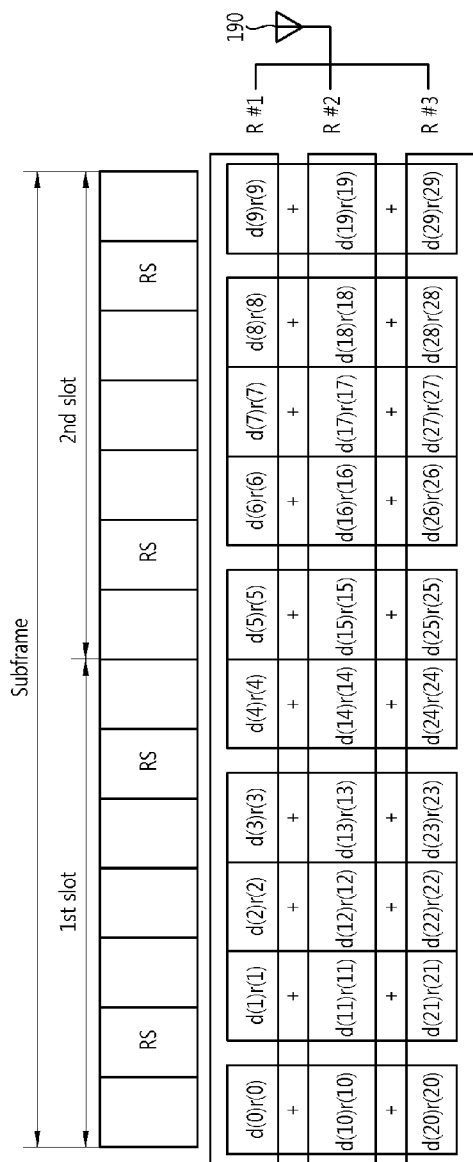


R #1

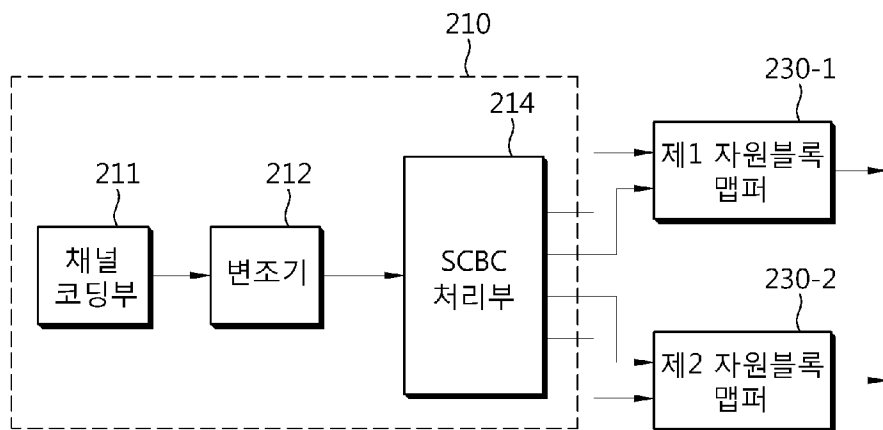
R #2

- R #1를 위한 성장
- ▲ R #2를 위한 성장

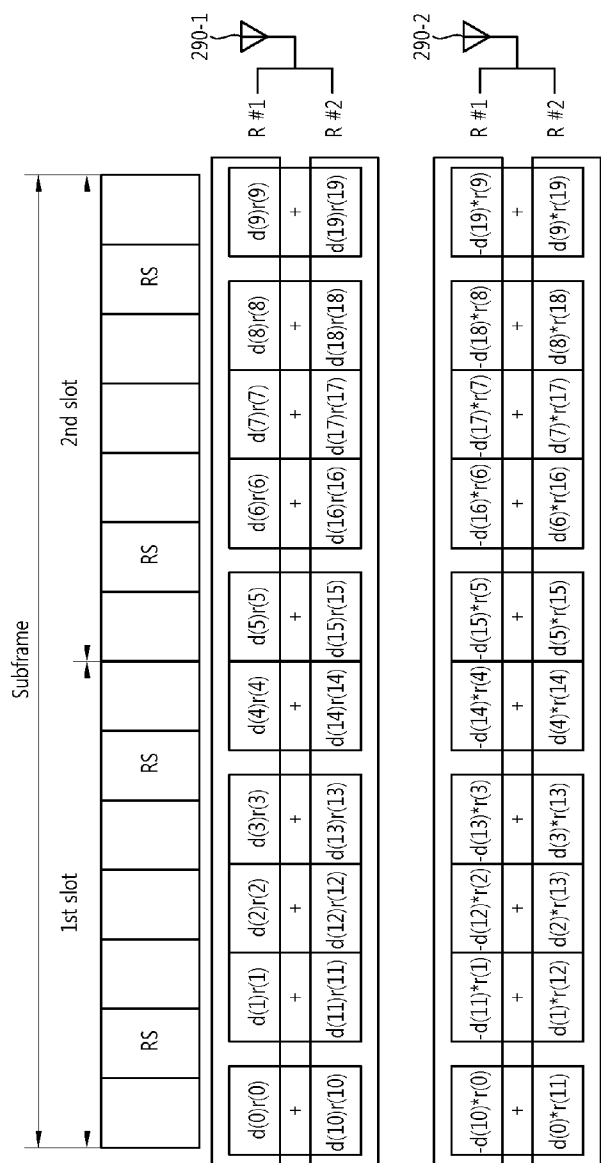
[Fig. 21]



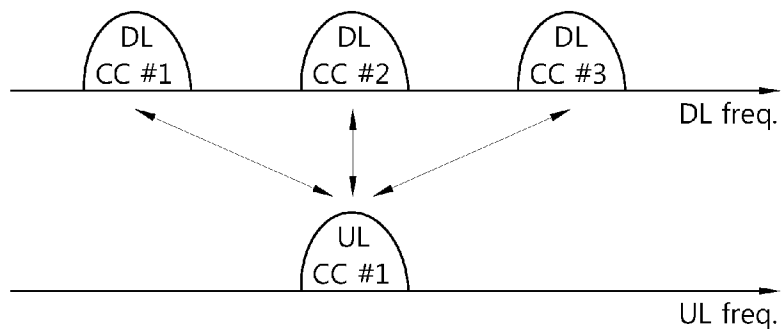
[Fig. 22]



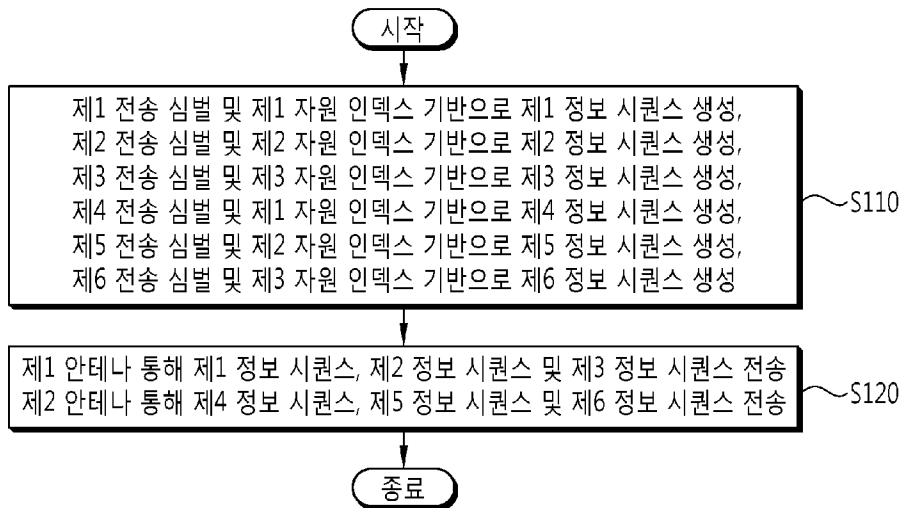
[Fig. 23]



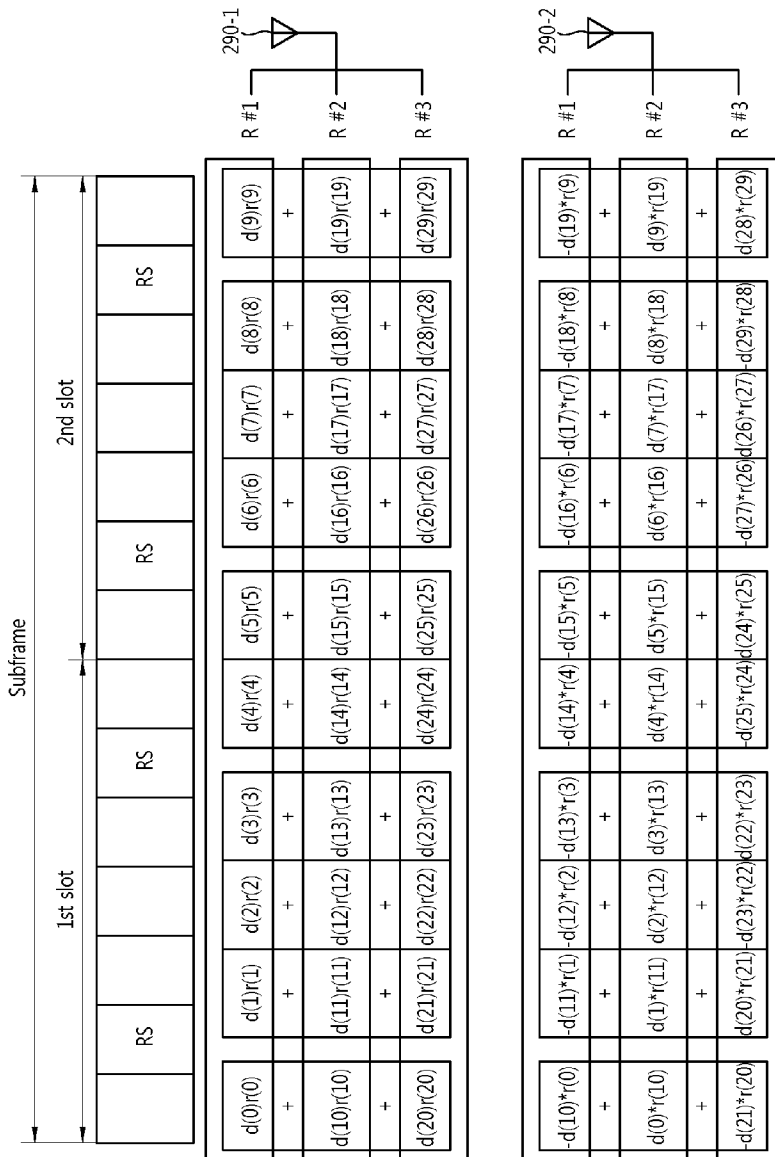
[Fig. 24]



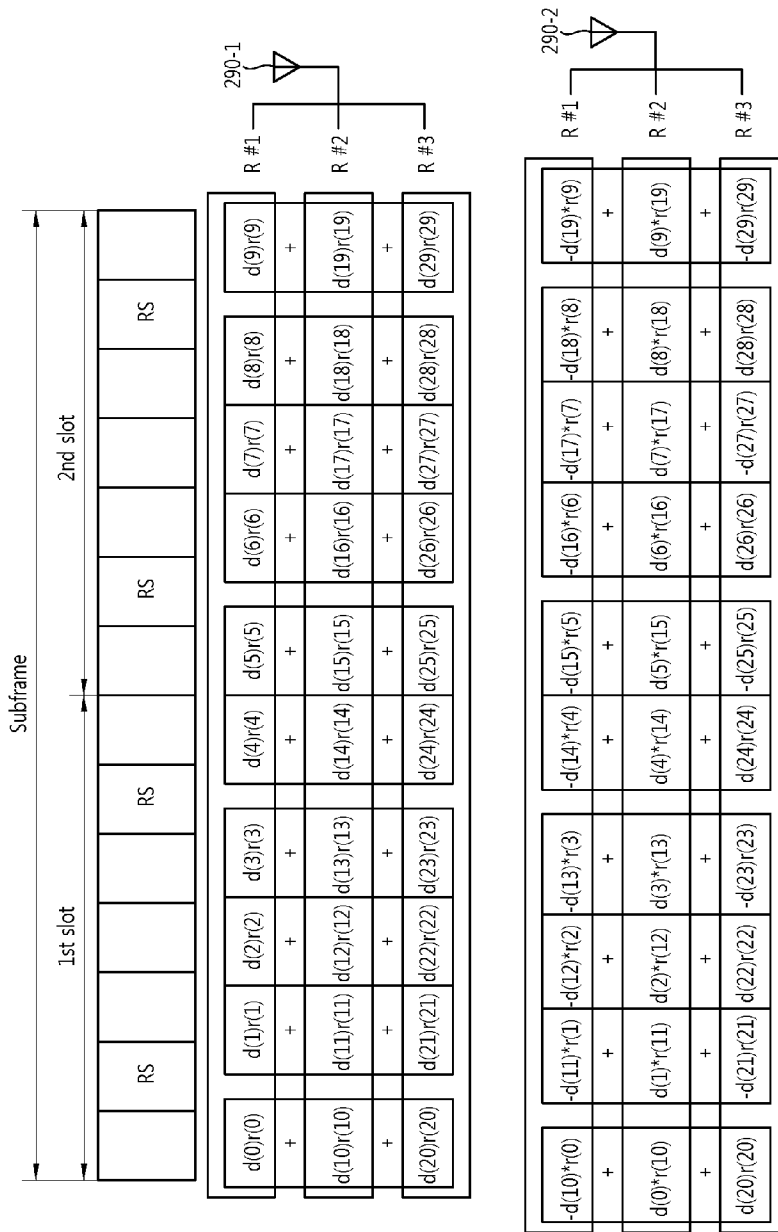
[Fig. 25]



[Fig. 26]



[Fig. 28]



[Fig. 29]

