

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2010년 2월 18일 (18.02.2010)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2010/018980 A2

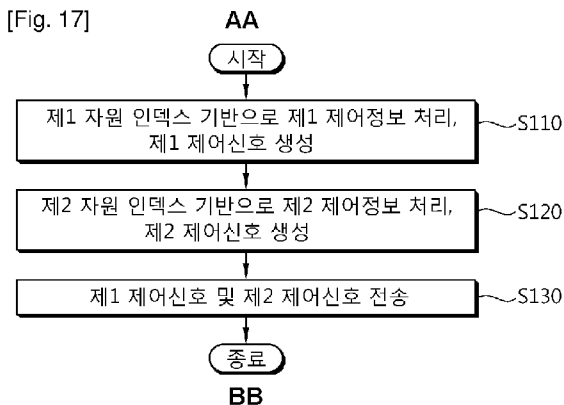
- (51) 국제특허분류:
H04B 7/26 (2006.01) H04L 29/02 (2006.01)
H04L 27/26 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2009/004480
- (22) 국제출원일: 2009년 8월 11일 (11.08.2009)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/087,737 2008년 8월 11일 (11.08.2008) US
61/114,481 2008년 11월 14일 (14.11.2008) US
61/117,237 2008년 11월 24일 (24.11.2008) US
10-2009-0049553 2009년 6월 4일 (04.06.2009) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 엘지전자주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 서울특별시 영등포구 여의도동 20 번지, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 한승희 (HAN, Seung Hee) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 이문일 (LEE, Moon Il) [KR/KR]; 경기도 안양시

동안구 호계 1 동 533 번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 권영현 (KWON, Yeong Hyeon) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 고희수 (KO, Hyun Soo) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 구자호 (KOO, Ja Ho) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 김동철 (KIM, Dong Cheol) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 정재훈 (CHUNG, Jae Hoon) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 문성호 (MOON, Sung Ho) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 박진삼 (KWAK, Jin Sam) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 노민석 (NOH, Min Seok) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 이현우 (LEE, Hyun Woo) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR THE TRANSMISSION OF A CONTROL SIGNAL IN A RADIO COMMUNICATION SYSTEM

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



AA ... start

BB ... end

S110 ... process first control information on the basis of a first resource index to create a first control signal

S120 ... process second control information on the basis of a second resource index to create a second control signal

S130 ... transmit the first control signal and the second control signal

(57) Abstract: The present invention provides a method and an apparatus for the transmission of control signal in a radio communication system. The method includes the steps of processing first control information on the basis of a first resource index to create a first control signal, processing second control information on the basis of a second resource index to create a second control signal, and transmitting the first control signal and the second control signal.

(57) 요약서: 무선 통신 시스템에서 제어신호 전송 방법 및 장치를 제공한다. 상기 방법은 제 1 제어정보를 제 1 자원 인덱스를 기반으로 처리하여 제 1 제어신호를 생성하는 단계, 제 2 제어정보를 제 2 자원 인덱스를 기반으로 처리하여 제 2 제어신호를 생성하는 단계 및 상기 제 1 제어신호 및 상기 제 2 제어신호를 전송하는 단계를 포함한다.

WO 2010/018980 A2



(74) **대리인: 양문옥 (YANG, Moon Ock);** 서울특별시 강남구 역삼동 642-10 번지 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, 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, 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, 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, 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).

공개:

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

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 제어신호 전송 방법 및 장치 기술분야

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

배경기술

- [2] 최근 활발하게 연구되고 있는 차세대 멀티미디어 무선 통신 시스템은 초기의 음성 위주의 서비스를 벗어나 영상, 무선 데이터 등의 다양한 정보를 처리하여 전송할 수 있는 시스템이 요구되고 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, 심벌 간 간섭(Intersymbol Interference, ISI) 또는 단말의 이동성으로 인한 도플러 효과(Doppler effect) 등의 비이상적인 특성이 있다. 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 전송 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 전송 안테나 수에 따른 MIMO 채널 행렬은 다수의 독립 채널로 분해될 수 있다. 각각의 독립 채널은 공간 계층(spatial layer) 또는 스트림(stream)이라 한다. 스트림의 개수는 랭크(rank)라 한다.
- [4] ITU(International Telecommunication Union)에서는 3세대 이후의 차세대 이동통신 시스템으로 하향링크 1Gbps(Gigabits per second) 및 상향링크 500Mbps(Megabits per second)인 고속의 전송률을 제공하여 IP(internet protocol) 기반의 멀티미디어 심리스(seamless) 서비스를 지원하는 것을 목표로 하는 IMT-A(Advanced) 시스템의 표준화를 진행하고 있다. 3GPP에서는 IMT-A 시스템을 위한 후보 기술로 3GPP LTE-A(Advanced) 시스템이 고려되고 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(또는, 대역폭 집성(bandwidth aggregation), 반송파 집성(carrier aggregation)이라고도 함) 기술이 개발되고 있다. 스펙트럼 집성 기술은 주파수 영역에서 물리적으로 비연속적인(non-continuous) 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. 반송파는 무선 주파수(radio frequency, RF), 구성 반송파(component carrier) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

- [6] 한편, 다양한 상향링크 제어정보가 상향링크 제어채널을 통해 전송된다. 상향링크 제어정보로는 HARQ(hybrid automatic repeat request) 수행에 사용되는 ACK(acknowledgement)/NACK(not-acknowledgement), 하향링크 채널 상태를 나타내는 CQI(channel quality indicator), 상향링크 전송을 위한 무선 자원 할당을 요청하는 SR(scheduling request) 등 여러 가지 종류가 있다.
- [7] 그런데, 차세대 무선 통신 시스템에서 고속의 전송률이 제공되기 위해 기존 시스템보다 추가적인 제어정보가 전송될 수 있어야 한다. 따라서, 기존 시스템과 호환성을 유지하면서 효율적으로 추가적인 제어정보를 전송하는 방법 및 장치를 제공할 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

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

과제 해결 수단

- [9] 무선 통신 시스템에서 단말에 의해 수행되는 제어신호 전송 방법을 제공한다. 상기 방법은 제1 제어정보를 제1 자원 인덱스를 기반으로 처리하여 제1 제어신호를 생성하는 단계, 제2 제어정보를 제2 자원 인덱스를 기반으로 처리하여 제2 제어신호를 생성하는 단계 및 상기 제1 제어신호 및 상기 제2 제어신호를 기지국으로 전송하는 단계를 포함한다.
- [10] 바람직하게는, 상기 제1 제어신호 및 상기 제2 제어신호를 상기 기지국으로 전송하는 단계는 상기 제2 제어신호를 위상 변환하여 제3 제어신호를 생성하는 단계, 상기 제1 제어신호 및 상기 제3 제어신호를 더하여 제4 제어신호를 생성하는 단계 및 상기 제4 제어신호를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.
- [11] 바람직하게는, 상기 제1 제어정보는 제1 하향링크 반송파에 대한 제어정보이고, 상기 제2 제어정보는 제2 하향링크 반송파에 대한 제어정보일 수 있다.

- [12] 바람직하게는, 상기 제1 제어정보 및 상기 제2 제어정보는 동일한 상향링크 반송파를 통해 전송될 수 있다.
- [13] 바람직하게는, 상기 제1 제어신호 및 상기 제2 제어신호는 동시에 전송될 수 있다.
- [14] 바람직하게는, 상기 제1 자원 인덱스와 상기 제2 자원 인덱스는 서로 다를 수 있다.
- [15] 바람직하게는, 상기 제1 자원 인덱스는 제1 순환 쉬프트 인덱스 및 제1 자원블록을 지시하고, 상기 제2 자원 인덱스는 제2 순환 쉬프트 인덱스 및 제2 자원블록을 지시할 수 있다.
- [16] 바람직하게는, 상기 제1 제어신호를 생성하는 단계는 상기 제1 순환 쉬프트 인덱스로부터 얻은 제1 순환 쉬프트 양만큼 기본 시퀀스를 순환 쉬프트시킴으로써 제1 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성하는 단계, 상기 제1 순환 쉬프트된 시퀀스 및 상기 제1 제어정보에 대한 제1 변조 심벌을 기반으로 제1 변조된 시퀀스를 생성하는 단계 및 상기 제1 변조된 시퀀스를 상기 제1 자원블록에 맵핑한 후 상기 제1 제어신호를 생성하는 단계를 포함하고, 상기 제2 제어신호를 생성하는 단계는 상기 제2 순환 쉬프트 인덱스로부터 얻은 제2 순환 쉬프트 양만큼 상기 기본 시퀀스를 순환 쉬프트시킴으로써 제2 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성하는 단계, 상기 제2 순환 쉬프트된 시퀀스 및 상기 제2 제어정보에 대한 제2 변조 심벌을 기반으로 제2 변조된 시퀀스를 생성하는 단계 및 상기 제2 변조된 시퀀스를 상기 제2 자원블록에 맵핑한 후 상기 제2 제어신호를 생성하는 것을 포함할 수 있다.
- [17] 바람직하게는, 상기 제1 제어정보는 제1 하향링크 반송파를 통해 수신된 제1 데이터에 대한 제1 ACK(acknowledgement)/NACK(not-acknowledgement)이고, 상기 제2 제어정보는 제2 하향링크 반송파를 통해 수신된 제2 데이터에 대한 제2 ACK/NACK일 수 있다.
- [18] 상기 방법은 상기 제1 하향링크 반송파를 통해 상기 제1 데이터를 수신하는 단계, 상기 제2 하향링크 반송파를 통해 상기 제2 데이터를 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [19] 다른 양태에서, 무선 신호를 생성 및 전송하는 RF(radio frequency)부 및 상기 RF부와 연결되어, 제1 제어정보를 제1 자원 인덱스를 기반으로 처리하여 제1 제어신호를 생성하고, 제2 제어정보를 제2 자원 인덱스를 기반으로 처리하여 제2 제어신호를 생성하고, 상기 제1 제어신호 및 상기 제2 제어신호를 전송하는 프로세서를 포함하는 무선 통신을 위한 장치를 제공한다.

발명의 효과

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

도면의 간단한 설명

- [21] 도 1은 무선 통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [22] 도 2는 HARQ(hybrid automatic repeat request) ACK(acknowledgement)/NACK(not-acknowledgement) 및 CQI(channel quality indicator) 전송을 나타낸다.
- [23] 도 3은 상향링크 전송을 나타낸다.
- [24] 도 4는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.
- [25] 도 5는 3GPP LTE에서 하나의 상향링크 슬롯에 대한 자원 그리드를 나타낸 예시도이다.
- [26] 도 6은 3GPP LTE에서 하향링크 서브프레임의 구조의 예를 나타낸다.
- [27] 도 7은 3GPP LTE에서 상향링크 서브프레임의 구조의 예를 나타낸다.
- [28] 도 8은 노멀 CP(cyclic prefix)의 경우, PUCCH(physical uplink control channel) 포맷 1/1a/1b 전송의 예를 나타낸다.
- [29] 도 9는 확장된 CP의 경우, PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송의 예를 나타낸다.
- [30] 도 10은 노멀 CP의 경우, PUCCH 포맷 2/2a/2b 전송의 예를 나타낸다.
- [31] 도 11은 확장된 CP의 경우, PUCCH 포맷 2/2a/2b 전송의 예를 나타낸다.
- [32] 도 12는 정보 전송 방법의 일 예를 나타낸 흐름도이다.
- [33] 도 13은 정보 전송 방법의 다른 예를 나타낸 흐름도이다.
- [34] 도 14는 정보 전송 방법의 또 다른 예를 나타낸 흐름도이다.
- [35] 도 15는 자원 인덱스를 기반으로 하는 정보 처리 방법의 일 예를 나타낸 순서도이다.
- [36] 도 16은 자원 인덱스를 기반으로 하는 정보 처리 방법의 다른 예를 나타낸 순서도이다.
- [37] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 제어신호 전송 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [38] 도 18은 전송기 구조의 예를 나타낸 블록도이다.
- [39] 도 19는 제 r 확산된 시퀀스가 맵핑되는 하나의 자원블록의 예를 나타낸다.
- [40] 도 20은 제 r 변조된 시퀀스가 맵핑되는 서브프레임의 예를 나타낸다.
- [41] 도 21은 무선 통신을 위한 장치의 예를 나타낸 블록도이다.
- [42] 도 22는 기지국의 예를 나타낸 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [43] 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. SC-FDMA는 DFT(Discrete Fourier Transform) 확산(spreading)된 복소수 심벌들에 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)가 수행되는 방식으로, DFTS-OFDM(DFT spread-orthogonal frequency division multiplexing)이라고도

한다. 또한, 이하의 기술은 SC-FDMA의 변형인 클러스터된(clustered) SC-FDMA, N×SC-FDMA 등의 다중 접속 방식에 사용될 수도 있다. 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. N×SC-FDMA는 코드블록이 복수의 청크(chunk)로 나뉘고, 청크 단위로 DFT와 IFFT가 수행되는 방식으로, 청크 특정(chunk specific) DFTS-OFDM이라고도 한다.

- [44] 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.
- [45] 설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [46] 도 1은 무선 통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [47] 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.
- [48] 이하에서 하향링크(downlink, DL)는 기지국에서 단말로의 통신을 의미하며, 상향링크(uplink, UL)는 단말에서 기지국으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 전송기는 기지국의 일부일 수 있고, 수신기는 단말의 일부일 수 있다. 상향링크에서 전송기는 단말의 일부일 수 있고, 수신기는 기지국의 일부일 수 있다.
- [49] 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.

- [50] 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.
- [51] 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.
- [52] 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.
- [53] 도 2는 HARQ ACK(acknowledgement)/NACK(not-acknowledgement) 및 CQI 전송을 나타낸다.
- [54] 도 2를 참조하면, 기지국으로부터 하향링크 데이터(DL data)를 수신한 단말은 일정 시간이 경과한 후에 HARQ ACK/NACK을 전송한다. 하향링크 데이터는 PDCCH(physical downlink control channel)에 의해 지시되는 PDSCH(physical downlink shared channel) 상으로 전송될 수 있다. HARQ ACK/NACK은 상기 하향링크 데이터의 디코딩에 성공하면 ACK이 되고, 상기 하향링크 데이터의 디코딩에 실패하면 NACK이 된다. 기지국은 NACK이 수신되면, ACK이 수신되거나 최대 재전송 횟수까지 상기 하향링크 데이터를 재전송할 수 있다.
- [55] 하향링크 데이터에 대한 HARQ ACK/NACK의 전송 시점, HARQ ACK/NACK 전송을 위한 자원 할당 정보 등은 기지국이 시그널링(signaling)을 통해 동적으로 알려줄 수 있다. 또는, HARQ ACK/NACK의 전송 시점, 자원 할당 정보 등은 상기 하향링크 데이터의 전송 시점이나 상기 하향링크 데이터 전송에 사용된 자원에 따라 미리 약속되어 있을 수 있다. 예를 들어, FDD(frequency division duplex) 시스템에서, PDSCH가 n번 서브프레임을 통해 수신되면, 상기 PDSCH에 대한 HARQ ACK/NACK은 n+4번 서브프레임 내 PUCCH(physical uplink control channel)를 통해 전송될 수 있다.

- [56] 단말은 하향링크 채널 상태를 측정하여, 주기적 및/또는 비주기적으로 CQI를 기지국에 보고할 수 있다. 기지국은 CQI를 이용하여 하향링크 스케줄링에 사용할 수 있다. 기지국은 단말로부터 수신되는 CQI를 이용하여 전송에 사용되는 MCS(modulation and coding scheme)를 결정할 수 있다. CQI를 이용하여 채널 상태가 좋다고 판단되면, 기지국은 변조 차수(modulation order)를 높이거나 부호화율(coding rate)을 높여 전송률을 높일 수 있다. CQI를 이용하여 채널 상태가 좋지 않다고 판단되면, 기지국은 변조 차수를 낮추거나 부호화율을 낮춰 전송률을 낮출 수 있다. 전송률이 낮아지면, 수신 오류율이 감소될 수 있다. CQI는 전체 대역에 대한 채널 상태 및/또는 전체 대역 중 일부 대역에 대한 채널 상태를 가리킬 수 있다. 기지국은 단말에게 CQI의 전송 시점이나 CQI 전송을 위한 자원 할당 정보를 알려줄 수 있다.
- [57] 단말은 CQI 외에도 PMI(precoding matrix indicator), RI(rank indicator) 등을 기지국에 보고할 수 있다. PMI는 코드북에서 선택된 프리코딩 행렬의 인덱스를 지시하고, RI는 유용한 전송 레이어(useful transmission layer)의 개수를 지시한다. 이하, CQI는 CQI 외에도 PMI, RI까지 포함된 개념이다.
- [58] 도 3은 상향링크 전송을 나타낸다.
- [59] 도 3을 참조하면, 상향링크 전송을 위해 먼저 단말은 기지국으로 SR(scheduling request)을 보낸다. SR은 단말이 상향링크 무선 자원 할당을 기지국에 요청하는 것이다. SR은 대역폭 요청(bandwidth request)으로도 불릴 수 있다. SR은 데이터 교환을 위한 사전 정보 교환의 일종이다. 단말이 기지국으로 상향링크 데이터를 전송하기 위해서는 먼저 SR을 통해 무선 자원 할당을 요청한다. 기지국은 단말에게 SR의 전송 시점이나 SR 전송을 위한 자원 할당 정보를 알려줄 수 있다. SR은 주기적으로 전송될 수 있다. 기지국은 단말에게 SR의 전송 주기를 알려줄 수 있다.
- [60] 기지국은 SR에 대한 응답으로 상향링크 그랜트(UL grant)를 단말에게 보낸다. 상향링크 그랜트는 PDCCH 상으로 전송될 수 있다. 상향링크 그랜트는 상향링크 무선 자원 할당에 대한 정보를 포함한다. 단말은 할당된 상향링크 무선 자원을 통해 상향링크 데이터를 전송한다.
- [61] 도 2 및 3에 나타난 바와 같이, 단말은 HARQ ACK/NACK, CQI 및 SR과 같은 상향링크 제어정보를 주어진 전송 시점에서 전송할 수 있다. 상향링크 제어정보의 종류 및 크기는 시스템에 따라 달라질 수 있으며, 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [62] 도 4는 3GPP LTE에서 무선 프레임(radio frame)의 구조를 나타낸다.
- [63] 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 0.5ms 일 수 있다.
- [64] 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수 등은 다양하게 변경될 수 있다.
- [65] 도 5는 3GPP LTE에서 하나의 상향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도이다.
- [66] 도 5를 참조하면, 상향링크 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌을 포함하고, 주파수 영역(frequency domain)에서 N^{RB} 자원블록(resource block, RB)을 포함한다. OFDM 심벌은 하나의 심벌 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것이다. OFDM 심벌은 OFDMA, SC-FDMA, 클러스터된 SC-FDMA 또는 $N \times \text{SC-FDMA}$ 등의 다중 접속 방식이 적용될 수 있다. OFDM 심벌은 시스템에 따라 SC-FDMA 심벌, OFDMA 심벌 또는 심벌 구간이라고 할 수 있다.
- [67] 자원블록은 주파수 영역에서 복수의 부반송파를 포함한다. 상향링크 슬롯에 포함되는 자원블록의 수 N^{RB} 은 셀에서 설정되는 상향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다.
- [68] 자원 그리드 상의 각 요소(element)를 자원요소(resource element)라 한다. 자원 그리드 상의 자원요소는 슬롯 내 인덱스 쌍(pair) (k, ℓ) 에 의해 식별될 수 있다. 여기서, $k(k=0, \dots, N^{\text{RB}} \times 12 - 1)$ 는 주파수 영역 내 부반송파 인덱스이고, $\ell(\ell=0, \dots, 6)$ 은 시간 영역 내 심벌 인덱스이다.
- [69] 여기서, 하나의 자원블록은 시간 영역에서 7 OFDM 심벌, 주파수 영역에서 12 부반송파로 구성되는 7×12 자원요소를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 자원블록 내 부반송파의 수와 OFDM 심벌의 수는 이에 제한되는 것은 아니다. 자원블록이 포함하는 OFDM 심벌의 수 또는 부반송파의 수는 다양하게 변경될 수 있다. 이하, 자원블록은 일반적인 주파수 자원을 의미한다. 즉, 자원블록이 다르면, 주파수 자원이 다르다. OFDM 심벌의 수는 사이클릭 프리픽스(cyclic prefix, 이하 CP)의 길이에 따라 변경될 수 있다. 예를 들어, 노멀(normal) CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 7이고, 확장된(extended) CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 6이다.
- [70] 도 5의 3GPP LTE에서 하나의 상향링크 슬롯에 대한 자원 그리드는 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드에도 적용될 수 있다.
- [71] 도 6은 3GPP LTE에서 하향링크 서브프레임의 구조의 예를 나타낸다.
- [72] 도 6을 참조하면, 하향링크 서브프레임은 2개의 연속적인(consecutive) 슬롯을 포함한다. 하향링크 서브프레임 내의 제1 슬롯의 앞선 최대 3 OFDM 심벌들은 제어영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심벌들은 데이터 영역(data region)이 된다.
- [73] 데이터 영역에는 PDSCH가 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. 즉, 3GPP LTE에서는 2 코드워드까지 지원된다. 코드워드란 정보에 해당하는 정보 비트(information bit)에 채널 코딩이 수행된 부호화된 비트(coded bits)이다. 코드워드마다 변조가 수행될 수 있다.

- [74] 제어영역에는 PCFICH(physical control format indicator channel), PHICH(physical HARQ indicator channel), PDCCH 등의 제어채널이 할당될 수 있다.
- [75] PCFICH는 서브프레임 내에서 PDCCH들의 전송에 사용되는 OFDM 심벌의 개수에 관한 정보를 나른다(carry). 여기서, 제어영역이 3 OFDM 심벌을 포함하는 것은 예시에 불과하다. PHICH는 상향링크 전송에 대한 HARQ ACK/NACK을 나른다.
- [76] 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 자원요소들로의 제어채널 맵핑을 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.
- [77] PDCCH는 하향링크 스케줄링 정보, 상향링크 스케줄링 정보 또는 상향링크 파워 제어 명령 등의 하향링크 제어정보를 나른다. 기지국이 단말에게 서브프레임 내 PDSCH 상으로 하향링크 데이터를 전송하는 경우, 기지국은 상기 서브프레임 내 PDCCH 상으로 상기 PDSCH의 스케줄링을 위해 사용되는 하향링크 제어정보를 나른다. 단말은 상기 하향링크 제어정보를 디코딩하여 PDSCH 상으로 전송되는 하향링크 데이터를 읽을 수 있다.
- [78] 도 7은 3GPP LTE에서 상향링크 서브프레임의 구조의 예를 나타낸다.
- [79] 도 7을 참조하면, 상향링크 서브프레임은 상향링크 제어정보를 나르는 PUCCH가 할당되는 제어영역과 상향링크 데이터를 나르는 PUSCH(physical uplink shared channel)가 할당되는 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 3GPP LTE(Relase 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(Relase 10)에서는 PUCCH와 PUSCH의 동시 전송(concurrent transmission)이 고려 중에 있다.
- [80] 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 논리적인 주파수 영역 위치를 나타내는 위치 인덱스이다.

- [81] PUSCH는 전송 채널인 UL-SCH(uplink shared channel)에 맵핑된다. PUCCH 상으로 전송되는 상향링크 제어정보에는 HARQ ACK/NACK, 하향링크 채널 상태를 나타내는 CQI, 상향링크 무선 자원 할당 요청인 SR 등이 있다.
- [82] PUCCH는 다중 포맷을 지원할 수 있다. 즉, PUCCH 포맷의 적용에 종속된 변조 방식(modulation scheme)에 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.
- [83] 표 1

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

- [84] 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.
- [85] 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.
- [86] PUCCH 상으로 전송되는 제어정보는 순환 쉬프트된 시퀀스(cyclically shifted sequence)를 이용할 수 있다. 순환 쉬프트된 시퀀스는 기본 시퀀스(base sequence)를 특정 CS 양(cyclic shift amount) 만큼 순환 쉬프트시켜 생성할 수 있다. 특정 CS 양은 순환 쉬프트 인덱스(CS index)에 의해 지시된다. 다양한 종류의 시퀀스가 기본 시퀀스로 사용될 수 있다. 예를 들어, PN(pseudo-random) 시퀀스, ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스와 같은 잘 알려진 시퀀스를 기본 시퀀스로 사용할 수 있다. 또는, 컴퓨터를 통해 생성되는 CAZAC(Constant Amplitude Zero Auto-Correlation)를 사용할 수 있다. 다음 수학적식은 기본 시퀀스의 예이다.

[87] 수학적식 1

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

[88] 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.

[89] 표 2

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

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

[91] 수학적식 2

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

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

[93] 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.

- [94] 도 8은 노멀 CP의 경우, PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송의 예를 나타낸다. 이는 하나의 서브프레임 내 제1 슬롯과 제2 슬롯에 할당된 자원블록 쌍을 나타낸 것이다. 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.
- [95] 도 8을 참조하면, 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각은 7 OFDM 심벌을 포함한다. 각 슬롯의 7 OFDM 심벌 중 3 OFDM 심벌에는 RS(reference signal)가 실리고, 나머지 4 OFDM 심벌에는 제어정보가 실린다. RS는 각 슬롯 중간의 3개의 인접하는(contiguous) OFDM 심벌에 실린다. 이때 RS에 사용되는 심벌의 개수 및 위치는 달라질 수 있으며, 제어정보에 사용되는 심벌의 개수 및 위치도 그에 따라 변경될 수 있다.
- [96] PUCCH 포맷 1, 1a 및 1b 각각은 하나의 복소 심벌(complex-valued symbol) $d(0)$ 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 복소 심벌 $d(0)$ 의 값으로는 임의의 복소수를 사용할 수 있다. 예를 들어, $d(0)=1$ 을 사용할 수 있다. PUCCH 포맷 1a를 위한 복소 심벌 $d(0)$ 는 1비트의 HARQ ACK/NACK 정보가 BPSK(Binary Phase Shift Keying) 변조되어 생성되는 변조 심벌이다. PUCCH 포맷 1b를 위한 복소 심벌 $d(0)$ 는 2비트의 HARQ ACK/NACK 정보가 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 변조되어 생성되는 변조 심벌이다. PUCCH 포맷 1a는 1 코드워드에 대한 HARQ ACK/NACK 정보를 위한 것이고, PUCCH 포맷 1b는 2 코드워드에 대한 HARQ ACK/NACK 정보를 위한 것이다.
- [97] 다음 표는 변조 방식에 따라 HARQ ACK/NACK 정보 비트가 맵핑되는 변조 심벌의 예를 나타낸다.
- [98] 표 3

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

- [99] PUCCH 포맷 1/1a/1b을 위한 복소 심벌 $d(0)$ 및 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, lcs)$ 를 이용하여 변조된 시퀀스(modulated sequence) $s(n)$ 를 생성한다. 다음 수학적식과

같이 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 에 복소 심벌 $d(0)$ 를 곱하여 변조된 시퀀스 $s(n)$ 을 생성할 수 있다.

[100] 수학적 식 3

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

[101] 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 의 순환 쉬프트 인덱스인 I_{cs} 는 할당된 자원으로부터 시작하여 심벌 레벨(symbol level)로 홉핑될 수 있다. 이하, 심벌 레벨의 순환 쉬프트 인덱스의 홉핑을 CS 홉핑(CS hopping)이라 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 $I_{cs}(n_s, \ell)$ 로 표현될 수 있다. CS 홉핑은 셀 간 간섭(inter-cell interference)을 랜덤화(randomization)시키기 위해 셀 특정하게 수행될 수 있다. 여기서는, 제1 슬롯의 슬롯 번호는 0이고, 제2 슬롯의 슬롯 번호는 1로 하고, $I_{cs}(0,0)=0$, $I_{cs}(0,1)=1$, $I_{cs}(0,5)=2$, $I_{cs}(0,6)=3$, $I_{cs}(1,0)=4$, $I_{cs}(1,1)=5$, $I_{cs}(1,5)=6$ 및 $I_{cs}(1,6)=7$ 로 두고 있으나, 이는 예시에 불과하다.

[102] 단말 다중화 용량(UE multiplexing capacity)을 증가시키기 위해, 변조된 시퀀스 $s(n)$ 은 직교 시퀀스를 이용하여 확산될 수 있다. 단말 다중화 용량이란, 동일한 자원블록에 다중화될 수 있는 단말의 개수이다.

[103] 여기서는, 하나의 슬롯 내의 제어정보가 실리는 4 OFDM 심벌에 대해 확산 계수(spreading factor) $K=4$ 인 직교 시퀀스 $w(k)$ 를 통해 변조된 시퀀스 $s(n)$ 을 확산시키는 것을 보이고 있다. 확산 계수 $K=4$ 인 직교 시퀀스 $w_{los}(k)$ (I_{os} 는 직교 시퀀스 인덱스, k 는 직교 시퀀스의 요소 인덱스, $0 \leq k \leq K-1$)로 다음 표와 같은 시퀀스를 사용할 수 있다.

[104] 표 4

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]

[105] 직교 시퀀스를 구성하는 요소들은 차례대로 제어정보가 실리는 OFDM 심벌들에 1:1로 대응된다. 직교 시퀀스를 구성하는 요소들 각각은 대응하는 OFDM 심벌에 실리는 변조된 시퀀스 $s(n)$ 에 곱해져 확산된 시퀀스가 생성된다. 확산된 시퀀스는 서브프레임 내 PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍에 맵핑된다. 확산된 시퀀스가 자원블록 쌍에 맵핑된 후, 상기 서브프레임의 OFDM 심벌마다 IFFT가 수행되어 제어정보에 대한 시간 영역 신호가 출력된다. 여기서는, IFFT 수행 전에 직교 시퀀스가 곱해지나, 변조된 시퀀스 $s(n)$ 에 대한 IFFT 수행 후에 직교 시퀀스가 곱해져도 동일한 결과가 얻어질 수 있다.

[106] 또는, 확산 계수 $K=3$ 인 직교 시퀀스 $w_{los}(k)$ (I_{os} 는 직교 시퀀스 인덱스, k 는 직교 시퀀스의 요소 인덱스, $0 \leq k \leq K-1$)로 다음 표와 같은 시퀀스를 사용할 수 있다.

[107] 표 5

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

- [108] 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 슬롯에서는 제어정보가 4 OFDM 심벌에 실리고, 상기 서브프레임의 제2 슬롯에서는 제어정보가 3 OFDM 심벌에 실린다. 따라서, 제1 슬롯에 대해서는 확산 계수 $K=4$ 인 직교 시퀀스가 이용되고, 제2 슬롯에 대해서는 확산 계수 $K=3$ 인 직교 시퀀스가 이용된다.
- [109] 직교 시퀀스 인덱스 I_{os} 는 할당된 자원으로부터 시작하여 슬롯 레벨로 hopping될 수 있다. 이하, 슬롯 레벨의 직교 시퀀스 인덱스의 hopping을 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.
- [110] 변조된 시퀀스 $s(n)$ 은 직교 시퀀스를 이용한 확산 외에도 스크램블될 수 있다. 예를 들어, 변조된 시퀀스 $s(n)$ 에 특정 파라미터에 따라 1 또는 j 가 곱해질 수 있다.
- [111] RS는 제어정보와 동일한 기본 시퀀스로부터 생성된 순환 쉬프트된 시퀀스와 직교 시퀀스를 이용하여 생성할 수 있다. 순환 쉬프트된 시퀀스를 확산 계수 $K=3$ 인 직교 시퀀스 $w(k)$ 를 통해 확산시켜 RS로 사용할 수 있다. 따라서, 단말이 제어정보를 전송하기 위해, 제어정보를 위한 순환 쉬프트 인덱스와 직교 시퀀스 인덱스 외에도, RS를 위한 순환 쉬프트 인덱스와 직교 시퀀스 인덱스도 필요하다.
- [112] 도 9는 확장된 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 hopping될 수 있다.
- [113] 도 9를 참조하면, 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각은 6 OFDM 심벌을 포함한다. 각 슬롯의 6 OFDM 심벌 중 2 OFDM 심벌에는 RS가 실리고, 나머지 4 OFDM 심벌에는 제어정보가 실린다. 이를 제외하면, 도 8의 노멀 CP의 경우의 예가 그대로 적용될 수 있다. 다만, RS는 순환 쉬프트된 시퀀스를 확산 계수 $K=2$ 인 직교 시퀀스 $w(k)$ 를 통해 확산시켜 RS로 사용할 수 있다.
- [114] 확산 계수 $K=2$ 인 직교 시퀀스 $w_{I_{os}}(k)$ (I_{os} 는 직교 시퀀스 인덱스, k 는 직교 시퀀스의 요소 인덱스, $0 \leq k \leq K-1$)로 다음 표와 같은 시퀀스를 사용할 수 있다.

[115] 표 6

Orthogonal sequence index	$[w(0), w(1)]$
0	[1 1]
1	[1 -1]
2	N/A

- [116] 상술한 바와 같이, 노멀 CP, 확장된 CP의 경우 모두 PUCCH 포맷 1/1/a/1b 전송을 위해, 다음의 정보가 필요하다. 제어정보가 전송되는 부반송파(또는 자원블록), 제어정보를 위한 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 및 직교 시퀀스 인덱스 I_{os} , RS를 위한 순환 쉬프트 인덱스 I'_{cs} 및 직교 시퀀스 인덱스 I'_{os} 가 필요하다. 예를 들어, 확장된 CP에서 CS 간격이 2인 경우, 단말 다중화 용량은 다음과 같다. 제어정보를 위한 I_{cs} 의 개수는 6이고, I_{os} 의 개수는 3이므로, 하나의 자원블록당 18개의 단말이 다중화될 수 있다. 그러나, RS를 위한 I'_{cs} 의 개수는 6이고, I'_{os} 의 개수는 2이므로, 하나의 자원블록당 12개의 단말이 다중화될 수 있다. 따라서, 단말 다중화 용량은 제어정보 부분(part)보다는 RS 부분에 의해 제한된다.
- [117] 도 10은 노멀 CP의 경우, PUCCH 포맷 2/2a/2b 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.
- [118] 도 10을 참조하면, 각 슬롯에 포함되는 7 OFDM 심벌 중 2 OFDM 심벌에는 RS가 실리고, 나머지 5 OFDM 심벌에는 CQI가 실린다. 이때 RS에 사용되는 심벌의 개수 및 위치는 달라질 수 있으며, CQI에 사용되는 심벌의 개수 및 위치도 그에 따라 변경될 수 있다.
- [119] 단말은 CQI 정보 비트에 채널 코딩을 수행하여 부호화된 CQI 비트를 생성한다. 이때, 블록 코드(block code)가 사용될 수 있다. 블록 코드의 예로 리드 물러 코드(Reed-Muller code) 패밀리가 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.
- [120] 다음 표는 (20, A) 블록 코드를 위한 13 기저 시퀀스(basis sequence)의 예를 나타낸다.
- [121] 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

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

[123] 수학적식 4

$$b_i = \sum_{n=0}^{A-1} (a_n \cdot M_{i,n}) \text{ mod } 2$$

[124] 여기서, a_0, a_1, \dots, a_{A-1} 은 CQI 정보 비트이고, A 는 CQI 정보 비트의 크기이다(A 는 자연수).

[125] CQI 정보 비트는 하나 이상의 필드를 포함할 수 있다. 예를 들어, MCS를 결정하는 CQI 인덱스를 지시하는 CQI 필드, 코드북에서 선택된 프리코딩 행렬의 인덱스를 지시하는 PMI(precoding matrix indication) 필드, 랭크를 지시하는 RI(rank indication) 필드 등이 CQI 정보 비트에 포함될 수 있다.

[126] 다음 표는 CQI 정보 비트가 포함하는 필드 및 상기 필드의 비트 크기의 일 예를 나타낸다.

[127] 표 8

Field	Size(bit)
Wideband CQI	4

[128] CQI 정보 비트는 4비트 크기의 광대역(wideband) CQI 필드만을 포함할 수 있다. 이때, CQI 정보 비트의 크기 A 는 4이다. 광대역 CQI 필드는 전체 대역에 대한 CQI 인덱스를 지시한다.

[129] 다음 표는 CQI 정보 비트가 포함하는 필드 및 상기 필드의 비트 크기의 다른 예를 나타낸다.

[130] 표 9

Field	Size(bit)			
	2 antennas		4 antennas	
	Rank = 1	Rank = 2	Rank = 1	Rank > 1
Wideband CQI	4	4	4	4
Spatial differential CQI	0	3	0	3
Precoding matrix indication	2	1	4	4

[131] CQI 정보 비트는 광대역 CQI 필드, 공간 차이(spatial differential) CQI 필드, PMI 필드를 포함할 수 있다. 공간 차이 CQI 필드는 제1 코드워드를 위한 전체 대역에 대한 CQI 인덱스와 제2 코드워드를 위한 전체 대역에 대한 CQI 인덱스의 차이를 지시한다. 각 필드의 크기는 기지국의 전송 안테나의 개수와 랭크에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 기지국이 4 전송 안테나를 사용하고, 랭크가 1 보다 큰 경우, CQI 정보 비트는 4비트의 광대역 CQI 필드, 3비트의 공간 차이 CQI 필드 및 4비트의 PMI 필드를 포함한다(A=11).

[132] 다음 표는 CQI 정보 비트가 포함하는 필드 및 상기 필드의 비트 크기의 또 다른 예를 나타낸다.

[133] 표 10

Field	Size(bit)		
	2 antennas	4 antennas	
		Max 2 layers	Max 4 layers
Rank indication	1	1	2

[134] 20비트의 부호화된 CQI 비트는 단말 특정 스크램블링 시퀀스(UE-specific scrambling sequence)에 의해 스크램블되어 20비트의 스크램블된 비트를 생성할 수 있다. 20비트의 스크램블된 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 RS 생성에 사용된다. $d(10)$ 은 각 슬롯 내 RS가 실리는 2 OFDM 심벌 중 하나의 OFDM 심벌에 대응된다. 다시 말하면, 각 슬롯 내 상기 하나의 OFDM 심벌에 실리는 RS에는 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 RS 생성에 사용된다.

- [135] 변조 심벌들 $d(0), \dots, d(9)$ 와 기본 시퀀스로부터 생성된 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 를 기반으로 변조된 시퀀스를 생성한다. 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 의 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 는 무선 프레임 내 슬롯 번호(n_s) 및 슬롯 내 심벌 인덱스(ℓ)에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 는 $I_{cs}(n_s, \ell)$ 로 표현될 수 있다. 여기서, 제1 슬롯의 슬롯 번호는 0이고, 제2 슬롯의 슬롯 번호는 1로 하고, $I_{cs}(0,0)=0$, $I_{cs}(0,2)=1$, $I_{cs}(0,3)=2$, $I_{cs}(0,4)=3$, $I_{cs}(0,6)=4$, $I_{cs}(1,0)=5$, $I_{cs}(1,2)=6$, $I_{cs}(1,3)=7$, $I_{cs}(1,4)=8$ 및 $I_{cs}(1,6)=9$ 로 두고 있으나, 이는 예시에 불과하다. RS는 제어정보와 동일한 기본 시퀀스로부터 생성된 순환 쉬프트된 시퀀스를 이용할 수 있다.
- [136] PUCCH 포맷 2/2a/2b는 PUCCH 포맷 1/1a/1b와 달리 직교 시퀀스는 사용하지 않는다.
- [137] 도 11은 확장된 CP의 경우, PUCCH 포맷 2/2a/2b 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.
- [138] 도 11을 참조하면, 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각은 6 OFDM 심벌을 포함한다. 각 슬롯의 6 OFDM 심벌 중 1 OFDM 심벌에는 RS가 실리고, 나머지 5 OFDM 심벌에는 제어정보가 실린다. 이를 제외하면, 도 10의 노멀 CP의 경우의 예가 그대로 적용된다.
- [139] 상술한 바와 같이, 노멀 CP, 확장된 CP의 경우 모두 PUCCH 포맷 2/2a/2b 전송을 위해, 다음의 정보가 필요하다. 제어정보가 전송되는 부반송파(또는 자원블록), 제어정보를 위한 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} , RS를 위한 순환 쉬프트 인덱스 I'_{cs} 가 필요하다. CS 간격이 1인 경우, 제어정보를 위한 I_{cs} 의 개수 및 RS를 위한 I'_{cs} 는 각각 12이고, 하나의 자원블록당 12개의 단말이 다중화될 수 있다. CS 간격이 2인 경우, 제어정보를 위한 I_{cs} 의 개수 및 RS를 위한 I'_{cs} 는 각각 6이고, 하나의 자원블록당 6개의 단말이 다중화될 수 있다.
- [140] 도 12는 정보 전송 방법의 일 예를 나타낸 흐름도이다.
- [141] 도 12를 참조하면, 단말은 자원 인덱스(resource index)를 획득한다(S11). 단말은 자원 인덱스를 기반으로 정보를 처리한다(S12). 단말은 기지국으로 정보를 전송한다(S13).
- [142] 셀 내 복수의 단말은 기지국으로 동시에 각자의 정보를 전송할 수 있다. 이때, 각 단말이 서로 다른 자원을 사용한다면, 기지국은 각 단말마다의 정보를 구별할 수 있다. 정보란 제어정보, 사용자 데이터, 여러 제어정보가 혼합된 정보 또는 제어정보와 사용자 데이터가 다중화된 정보 등이 될 수 있다.
- [143] 자원(resource)은 자원블록, 주파수 영역 시퀀스 및 시간 영역 시퀀스 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다. 자원블록은 정보가 전송되는 주파수 자원이다. 주파수 영역 시퀀스는 정보에 대응하는 심벌을 주파수 영역으로 확산시키기

위해 사용된다. 시간 영역 시퀀스는 상기 심벌을 시간 영역으로 확산시키기 위해 사용된다. 자원이 주파수 영역 시퀀스 및 시간 영역 시퀀스를 포함하는 경우, 주파수 영역 시퀀스 및 시간 영역 시퀀스는 상기 심벌을 2차원의 시간-주파수 영역(주파수 영역 및 시간 영역)으로 확산시키기 위해 사용된다.

- [144] 자원 인덱스는 정보 전송에 사용되는 자원을 식별한다. 자원에 따라 자원 인덱스는 자원블록 정보, 주파수 영역 시퀀스 인덱스 및 시간 영역 시퀀스 인덱스 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다. 자원블록 정보는 자원블록을 지시하고, 주파수 영역 시퀀스 인덱스는 주파수 영역 시퀀스를 지시하고, 시간 영역 시퀀스 인덱스는 시간 영역 시퀀스를 지시한다. 예를 들어, 자원이 자원블록 및 주파수 영역 시퀀스를 포함하는 경우, 자원 인덱스는 자원블록 정보 및 주파수 영역 시퀀스 인덱스를 포함할 수 있다.
- [145] 이하, 주파수 영역 시퀀스 및/또는 시간 영역 시퀀스로 사용되는 시퀀스에 대해 상술한다. 시퀀스는 복수의 시퀀스들을 원소로 하는 시퀀스 집합에서 선택될 수 있다. 시퀀스 집합에 포함되는 상기 복수의 시퀀스들은 서로 직교하거나, 서로 낮은 상관도(correlation)를 가질 수 있다.
- [146] 자원이 시퀀스를 포함하는 경우, 자원 인덱스는 시퀀스 인덱스를 포함할 수 있다. 시퀀스는 시퀀스 인덱스를 기반으로 생성될 수 있다. 이하, 시퀀스는 주파수 영역 시퀀스 및/또는 시간 영역 시퀀스이다.
- [147] 일 예로, 시퀀스 인덱스는 시퀀스 집합에서 선택된 하나의 시퀀스를 지시할 수 있다. 시퀀스 집합에 속한 시퀀스들 각각은 하나의 시퀀스 인덱스에 일대일로 대응될 수 있다.
- [148] 다른 예로, 시퀀스 인덱스는 순환 쉬프트 양을 지시하고, 시퀀스는 기본 시퀀스를 상기 순환 쉬프트 양만큼 순환 쉬프트시킴으로써 생성될 수 있다.
- [149] 이하에서는 시간 영역 시퀀스는 직교 시퀀스들의 집합에서 선택된 하나의 직교 시퀀스이고, 주파수 영역 시퀀스는 기본 시퀀스를 순환 쉬프트 양만큼 순환 쉬프트시킴으로써 생성된 순환 쉬프트된 시퀀스인 경우를 가정한다. 이 경우, 시간 영역 시퀀스 인덱스는 직교 시퀀스를 지시하는 직교 시퀀스 인덱스이고, 주파수 영역 시퀀스 인덱스는 순환 쉬프트 양을 지시하는 순환 쉬프트 인덱스일 수 있다. 다만, 이는 예시일 뿐, 시간 영역 시퀀스 및/또는 주파수 영역 시퀀스를 제한하는 것은 아니다.
- [150] PUCCH 포맷 1/1a/1b의 경우, 자원은 (1) CS 양, (2) 직교 시퀀스 및 (3) 자원블록의 조합으로 구성된다. 자원 인덱스는 순환 쉬프트 인덱스, 직교 시퀀스 인덱스 및 자원블록을 지시한다. 예를 들어, 순환 쉬프트 인덱스의 개수가 6, 직교 시퀀스 인덱스의 개수가 3, 자원블록의 개수가 3이면, 자원의 총수는 $54(=6 \times 3 \times 3)$ 이다. 54개의 자원은 0부터 53까지 자원 인덱스가 매겨질 수 있다. 54개 자원 각각은 서로 다른 단말에게 할당될 수 있다.
- [151] PUCCH 포맷 2/2a/2b의 경우, 자원은 (1) CS 양, (2) 자원블록의 조합으로 구성된다. 자원 인덱스는 순환 쉬프트 인덱스 및 자원블록을 지시한다. 예를

들어, 순환 쉬프트 인덱스의 개수가 6, 자원블록의 개수가 2이면, 자원의 총수는 12(=6×2)이다. 12개의 자원은 0부터 11까지 자원 인덱스가 매겨질 수 있다. 12개 자원 각각은 서로 다른 단말에게 할당될 수 있다.

[152] 이와 같이, 자원 인덱스로부터 순환 쉬프트 인덱스 및 자원블록이 결정된다. PUCCH 포맷 1/1a/1b의 경우에는 자원 인덱스로부터 직교 시퀀스 인덱스 역시 결정된다. 예를 들어, 서브프레임 내에서 PUCCH에 할당된 자원블록 쌍의 논리적인 주파수 영역 위치를 나타내는 위치 인덱스 m 은 자원 인덱스로부터 결정될 수 있다.

[153] 도 13은 정보 전송 방법의 다른 예를 나타낸 흐름도이다.

[154] 도 13을 참조하면, 기지국은 단말에게 자원 인덱스를 전송한다(S21). 단말은 자원 인덱스를 기반으로 정보를 처리한다(S22). 단말은 기지국으로 정보를 전송한다(23). 이와 같이, 기지국은 단말에게 자원 인덱스를 명시적으로(explicitly) 알려줄 수 있다. 자원 인덱스는 상위 계층(higher layer) 시그널링에 의해 설정될 수 있다. 예를 들어, 물리 계층(physical layer)의 상위 계층은 단말과 네트워크 간에 무선 자원을 제어하는 RRC(radio resource control) 계층일 수 있다. 이 경우, 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.

[155] 도 14는 정보 전송 방법의 또 다른 예를 나타낸 흐름도이다.

[156] 도 14를 참조하면, 기지국은 단말에게 하향링크 데이터를 전송한다(S31). 단말은 자원 인덱스를 획득한다(S32). 이때, 자원 인덱스는 하향링크 데이터 수신을 위한 제어채널이 전송되는 무선 자원으로부터 얻을 수 있다. 단말은 자원 인덱스를 기반으로 정보를 처리한다(S33). 단말은 기지국으로 정보를 전송한다(S34). 이와 같이, 기지국은 단말에게 자원 인덱스를 암시적으로(implicitly) 알려줄 수 있다. 이 경우, 단말이 전송하는 정보는 동적(dynamic) 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.

[157] 다음 수학적식은 동적 ACK/NACK 전송을 위한 자원 인덱스(In)를 결정하는 예이다.

[158] 수학적식 5

$$In = n(CCE) + N_{PUCCH}^{(1)}$$

[159] 여기서, $n(CCE)$ 는 PDSCH에 대한 PDCCH 전송에 사용된 첫번째 CCE 인덱스이고, $N_{PUCCH}^{(1)}$ 는 SR과 SPS ACK/NACK을 위해 할당되는 자원 인덱스의

- 개수이다. $N^{(1)}_{PUCCH}$ 는 RRC 계층과 같은 상위 계층에 의해 설정될 수 있다.
- [160] 따라서, 기지국은 PDCCH 전송에 사용되는 첫번째 CCE 인덱스를 조절하여 ACK/NACK 전송을 위한 자원을 조절할 수 있다.
- [161] 도 15는 자원 인덱스를 기반으로 하는 정보 처리 방법의 일 예를 나타낸 순서도이다.
- [162] 도 15를 참조하면, 단말은 자원 인덱스를 기반으로 순환 쉬프트 인덱스를 결정한다(S41). 단말은 순환 쉬프트 인덱스를 기반으로 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성한다(S42). 순환 쉬프트된 시퀀스는 순환 쉬프트 인덱스로부터 얻은 순환 쉬프트 양만큼 기본 시퀀스를 순환 쉬프트시킴으로써 생성될 수 있다. 단말은 순환 쉬프트된 시퀀스 및 정보를 위한 심벌을 기반으로 변조된 시퀀스를 생성한다(S43). 단말은 변조된 시퀀스를 자원블록에 맵핑한다(S44). 자원블록은 자원 인덱스를 기반으로 결정될 수 있다. 단말은 변조된 시퀀스를 전송한다. 이때, 단말이 전송하는 정보는 CQI일 수 있다.
- [163] 도 16은 자원 인덱스를 기반으로 하는 정보 처리 방법의 다른 예를 나타낸 순서도이다.
- [164] 도 16을 참조하면, 단말은 자원 인덱스를 기반으로 직교 시퀀스 인덱스 및 순환 쉬프트 인덱스를 결정한다(S51). 단말은 순환 쉬프트 인덱스를 기반으로 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성한다(S52). 단말은 순환 쉬프트된 시퀀스 및 정보를 위한 심벌을 기반으로 변조된 시퀀스를 생성한다(S53). 단말은 직교 시퀀스 인덱스를 기반으로 변조된 시퀀스로부터 확산된 시퀀스를 생성한다(S54). 단말은 확산된 시퀀스를 자원블록에 맵핑한다(S55). 자원블록은 자원 인덱스를 기반으로 결정될 수 있다. 단말은 확산된 시퀀스를 전송한다. 이때, 단말이 전송하는 정보는 SR, HARQ ACK/NACK 등일 수 있다.
- [165] 지금까지 설명된 제어정보 전송 방법을 이용할 경우, 2 코드워드 대한 2비트의 HARQ ACK/NACK 정보 또는 20 비트의 부호화된 CQI 비트가 전송될 수 있다. 그런데, 3GPP LTE와의 호환성을 유지하면서, 추가적인 제어정보를 전송할 수 있는 방법이 필요하다. 예를 들어, 코드워드의 개수가 증가되거나, 다중 반송파(multiple carrier) 시스템의 경우, 추가적인 제어정보를 전송해야 한다. 예를 들어, 코드워드의 개수가 4개인 경우, 4비트의 HARQ ACK/NACK 정보를 전송하는 방법이 필요하다. 또 다른 예로, 2 하향링크 및 1 상향링크(2DL-1UL)로 구성된 반송파 집성 시스템(carrier aggregation system)의 경우에도 4비트의 HARQ ACK/NACK 정보를 전송하는 방법이 필요하다.
- [166] 먼저, 추가적인 제어정보 전송을 위해 변조 차수를 높이는 방법이 고려될 수 있다. 예를 들어, 2비트의 제어정보가 QPSK 변조되어 1 변조 심벌이 생성되었다면, 4비트의 제어정보는 16QAM(quadrature amplitude modulation) 변조되어 1 변조 심벌을 생성할 수 있다. 그러나, 16QAM을 사용할 경우, 수신기에서 정확한 전송 전력을 알아야 한다. 또한, 16QAM은 QPSK에 비해 성능이 열화된다. 16QAM은 각 신호 성상(constellation)에 따라 검출 성능이 서로

같지 않다.

[167] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 제어신호 전송 방법을 나타낸 흐름도이다.

[168] 도 17을 참조하면, 단말은 제1 제어정보를 제1 자원 인덱스를 기반으로 처리하여 제1 제어신호를 생성한다(S110). 단말은 제2 제어정보를 제2 자원 인덱스를 기반으로 처리하여 제2 제어신호를 생성한다(S120). 제1 자원 인덱스와 제2 자원 인덱스는 서로 다를 수 있다. 단말은 기지국으로 제1 제어신호 및 제2 제어신호를 전송한다(S130). 제1 제어신호 및 제2 제어신호는 동시에 전송될 수 있다. 이와 같이, 추가적인 제어정보는 추가적인 자원 인덱스를 할당받아 전송될 수 있다.

[169] 여기서, 단말이 제1 제어신호 및 제2 제어신호를 기지국으로 전송하는 단계는 제2 제어신호를 위상 변환하여 제3 제어신호를 생성하고, 제1 제어신호 및 상기 제3 제어신호를 더하여 제4 제어신호를 생성하고, 제4 제어신호를 전송하는 것으로 구성될 수 있다.

[170] 제1 제어정보는 제1 하향링크 반송파에 대한 제어정보이고, 제2 제어정보는 제2 하향링크 반송파에 대한 제어정보일 수 있다. 제1 제어정보 및 제2 제어정보는 동일한 상향링크 반송파를 통해 전송될 수 있다. 제1 제어정보는 단말이 제1 하향링크 반송파를 통해 수신한 제1 데이터에 대한 제1 ACK/NACK이고, 제2 제어정보는 단말이 제2 하향링크 반송파를 통해 수신한 제2 데이터에 대한 제2 ACK/NACK일 수 있다. 또는, 제1 제어정보는 제1 하향링크 반송파에 대한 제1 CQI이고, 제2 제어정보는 제2 하향링크 반송파에 대한 제2 CQI일 수 있다. 즉, 제1 하향링크 반송파에 대해서는 제1 자원 인덱스를 할당받고, 제2 하향링크 반송파에 대해서는 제2 자원 인덱스를 할당받을 수 있다. 이 경우, 제1 하향링크 반송파 및 제2 하향링크 반송파 각각에 대한 제어정보가 하나의 상향링크 반송파를 통해 전송될 수 있다. 따라서, 도 17의 제어신호 전송 방법은 하향링크 반송파의 수가 상향링크 반송파의 수보다 많은 비대칭적(asymmetric) 다중 반송파 시스템에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 하향링크 반송파 수 대 상향링크 반송파 수가 2 대 1인 다중 반송파 시스템에서 사용될 수 있다.

[171] 또는, 제1 제어정보 및 제2 제어정보는 각각 대표 제어정보일 수 있다. 대표 제어정보란 복수의 제어정보를 대표하는 하나의 제어정보이다. 복수의 제어정보를 하나의 대표 제어정보로 나타내는 것을 제어정보 묶음(bundling)이라 한다. 대표 제어정보에는 대표 CQI, 대표 ACK/NACK, 대표 PMI 등이 있다. 대표 CQI는 복수의 하향링크 반송파 전체에 대한 하나의 CQI일 수 있다. 예를 들어, 대표 CQI는 복수의 하향링크 반송파에 대한 각각의 CQI들의 평균 CQI일 수 있다. 또는, 대표 CQI는 복수의 코드워드에 대한 각각의 CQI들을 대표하는 하나의 CQI일 수 있다.

[172] 대표 ACK/NACK은 복수의 하향링크 반송파를 통해 전송된 각각의 데이터들에 대한 하나의 HARQ ACK/NACK일 수 있다. 예를 들어, 복수의 하향링크

반송파를 통해 전송된 각각의 데이터에 대한 디코딩이 모두 성공한 경우, 대표 ACK/NACK은 ACK이 되고, 그 외의 경우에는 대표 ACK/NACK은 NACK이 된다. 또는, 대표 ACK/NACK은 복수의 코드워드에 대한 각각의 ACK/NACK을 대표하는 하나의 HARQ ACK/NACK일 수 있다.

- [173] 예를 들어, 제1 제어정보는 제1 하향링크 반송파 및 제2 하향링크 반송파에 대한 제1 대표 제어정보이고, 제2 제어정보는 제3 하향링크 반송파 및 제4 하향링크 반송파에 대한 제2 대표 제어정보일 수 있다. 또 다른 예로, 제1 제어정보는 복수의 코드워드에 대한 제1 대표 제어정보이고, 제2 제어정보는 다른 코드워드들에 대한 제2 대표 제어정보일 수 있다.
- [174] 첫째, 각 자원 인덱스는 순환 쉬프트 인덱스 및 자원블록을 지시할 수 있다. 이 경우, 제1 자원 인덱스는 제1 순환 쉬프트 인덱스 및 제1 자원블록을 지시하고, 제2 자원 인덱스는 제2 순환 쉬프트 인덱스 및 제2 자원블록을 지시한다. 각 제어정보는 각 자원 인덱스를 이용하여 PUCCH 포맷 2/2a/2b와 같이 처리될 수 있다. 단말은 제1 순환 쉬프트 인덱스로부터 얻은 제1 순환 쉬프트 양만큼 기본 시퀀스를 순환 쉬프트시킴으로써 제1 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성하고, 제1 순환 쉬프트된 시퀀스 및 제1 제어정보에 대한 제1 변조 심벌을 이용하여 제1 변조된 시퀀스를 생성하고, 제1 변조된 시퀀스를 제1 자원블록에 맵핑한다. 제1 제어신호는 제1 변조된 시퀀스 또는 제1 자원블록에 맵핑 후 IFFT된 제1 시간 영역 신호를 의미할 수 있다. 또한, 단말은 제2 순환 쉬프트 인덱스로부터 얻은 제2 순환 쉬프트 양만큼 상기 기본 시퀀스를 순환 쉬프트시킴으로써 제2 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성하고, 제2 순환 쉬프트된 시퀀스 및 제2 제어정보에 대한 제2 변조 심벌을 이용하여 제2 변조된 시퀀스를 생성하고, 제2 변조된 시퀀스를 제2 자원블록에 맵핑한다. 제2 제어신호는 제2 변조된 시퀀스 또는 제2 자원블록에 맵핑 후 IFFT된 제2 시간 영역 신호를 의미할 수 있다. 이때, 제1 제어신호 및 제2 제어신호는 동시에 전송될 수 있다.
- [175] 단말은 제1 자원 인덱스 및 제2 자원 인덱스를 기지국으로부터 수신할 수 있다. 예를 들어, 제1 자원 인덱스는 0, 제2 자원 인덱스는 2와 같이, 복수의 자원 인덱스 각각이 직접 시그널링될 수 있다. 또는, 단말은 제1 자원 인덱스를 기지국으로부터 수신하고, 제2 자원 인덱스를 제1 자원 인덱스로부터 획득할 수 있다. 이 경우, 제2 자원 인덱스는 제1 자원 인덱스에 따라 미리 결정(predetermined)되어 있다. 예를 들어, 제1 자원 인덱스가 0인 경우, 제2 자원 인덱스는 5이고, 제1 자원 인덱스가 1이면, 제2 자원 인덱스는 6으로 미리 정해놓을 수 있다. 기지국은 제1 자원 인덱스로 0 또는 1만을 시그널링하면, 단말은 제1 자원 인덱스로부터 제2 자원 인덱스 5 또는 6을 획득할 수 있다.
- [176] 제1 자원 인덱스와 제2 자원 인덱스는 순환 쉬프트 인덱스 및 자원블록 중 적어도 하나 이상이 다를 수 있다. 또는, CM을 낮추기 위해, 기지국의 스케줄러는 다음과 같은 경우로 자원 인덱스를 제한할 수도 있다. (1) 제1 및 제2 순환 쉬프트 인덱스가 서로 다르고, 제1 및 제2 자원블록이 동일한 경우, (2) 제1

및 제2 순환 쉬프트 인덱스가 동일하고, 제1 및 제2 자원블록이 서로 다른 경우,
(3) 상기 (1) 및 (2)의 경우 중 하나의 경우.

- [177] 둘째, 각 자원 인덱스는 순환 쉬프트 인덱스, 직교 시퀀스 인덱스 및 자원블록을 지시할 수 있다. 이 경우, 제1 자원 인덱스는 제1 순환 쉬프트 인덱스, 제1 직교 시퀀스 인덱스 및 제1 자원블록을 지시하고, 제2 자원 인덱스는 제2 순환 쉬프트 인덱스, 제2 직교 시퀀스 인덱스 및 제2 자원블록을 지시한다. 각 제어정보는 각 자원 인덱스를 이용하여 PUCCH 포맷 1/1a/1b와 같이 처리될 수 있다. 단말은 제1 순환 쉬프트 인덱스로부터 얻은 제1 순환 쉬프트 양만큼 기본 시퀀스를 순환 쉬프트시킴으로써 제1 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성하고, 제1 순환 쉬프트된 시퀀스 및 제1 제어정보에 대한 제1 변조 심벌을 이용하여 제1 변조된 시퀀스를 생성하고, 제1 직교 시퀀스 인덱스를 이용하여 제1 변조된 시퀀스로부터 제1 확산된 시퀀스를 생성하고, 제1 확산된 시퀀스를 제1 자원블록에 맵핑한다. 제1 제어신호는 제1 확산된 시퀀스 또는 제1 자원블록에 맵핑 후 IFFT된 제1 시간 영역 신호를 의미할 수 있다. 또한, 단말은 제2 순환 쉬프트 인덱스로부터 얻은 제2 순환 쉬프트 양만큼 상기 기본 시퀀스를 순환 쉬프트시킴으로써 제2 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성하고, 제2 순환 쉬프트된 시퀀스 및 제2 제어정보에 대한 제2 변조 심벌을 이용하여 제2 변조된 시퀀스를 생성하고, 제2 직교 시퀀스 인덱스를 이용하여 제2 변조된 시퀀스로부터 제2 확산된 시퀀스를 생성하고, 제2 확산된 시퀀스를 제2 자원블록에 맵핑한다. 제2 제어신호는 제2 확산된 시퀀스 또는 제2 자원블록에 맵핑 후 IFFT된 제2 시간 영역 신호를 의미할 수 있다. 이때, 제1 제어신호 및 제2 제어신호는 동시에 전송될 수 있다.
- [178] 각 제어정보는 HARQ ACK/NACK일 수 있고, 단말은 기지국으로부터 각 하향링크 데이터를 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다. 제1 자원 인덱스는 제1 하향링크 데이터를 수신하기 위한 물리적 제어채널에 대한 무선 자원으로부터 획득되고, 제2 자원 인덱스는 제2 하향링크 데이터를 수신하기 위한 물리적 제어채널에 대한 무선 자원으로부터 획득될 수 있다.
- [179] 제1 자원 인덱스와 제2 자원 인덱스는 순환 쉬프트 인덱스, 직교 시퀀스 인덱스 및 자원블록 중 적어도 하나 이상이 다를 수 있다. 또는, CM을 낮추기 위해, 기지국의 스케줄러는 다음과 같이 순환 쉬프트 인덱스, 직교 시퀀스 인덱스 및 자원블록 중 하나만 다른 경우로 자원 인덱스를 제한할 수도 있다. (1) 제1 및 제2 직교 시퀀스 인덱스가 동일하고, 제1 및 제2 자원블록이 동일하고, 제1 및 제2 순환 쉬프트 인덱스만이 다른 경우, (2) 제1 및 제2 순환 쉬프트 인덱스가 동일하고, 제1 및 제2 자원블록이 동일하고, 제1 및 제2 직교 시퀀스 인덱스만이 다른 경우, (3) 제1 및 제2 순환 쉬프트 인덱스가 동일하고, 제1 및 제2 직교 시퀀스 인덱스가 동일하고, 제1 및 제2 자원블록만이 다른 경우, (4) 상기 (1) 및 (2)의 경우 중 하나의 경우, (5) 상기 (1) 및 (3)의 경우 중 하나의 경우, (6) 상기 (2) 및 (3)의 경우 중 하나의 경우, (7) 상기 (1), (2) 및 (3)의 경우 중 하나의 경우.
- [180] 지금까지, 각 제어정보가 각 자원 인덱스를 이용하여 PUCCH 포맷 1/1a/1b 또는

PUCCH 포맷 2/2a/2b와 같이 처리되는 방법 대해 설명하였으나, 이는 모든 CDM 기반의 전송 방식에 적용될 수 있다.

- [181] 도 17의 제어정보 전송 방법은 3개 이상의 전송 안테나에 대해서도 확장 적용될 수 있다. 단말이 R개의 전송 안테나를 통해 R개의 제어정보를 전송하려는 경우, R개의 전송 안테나 각각에 대해 서로 다른 R개의 자원 인덱스를 할당받을 수 있다(R은 2 이상의 자연수). 단말은 R개의 제어정보 각각을 각 자원 인덱스를 이용하여 각 전송 안테나를 통해 기지국으로 전송할 수 있다.
- [182] 도 18은 전송기 구조의 예를 나타낸 블록도이다. 여기서, 전송기는 단말 또는 기지국의 일부분일 수 있다.
- [183] 도 18을 참조하면, 전송기(100)는 R개의 변조기(110), R개의 정보 처리부(120-1,...,120-R, R은 2 이상의 자연수) 및 전송 안테나(190)를 포함한다. 제r 정보 처리부(120-r)는 제r 변조기(120-r)와 연결된다(r=1,...,R). R개의 제어정보마다 자원 인덱스가 할당된다. 즉, 제r 제어정보에 대해서는 제r 자원 인덱스를 할당받는다. 제r 변조기(110)는 제r 제어정보를 변조하여 제r 변조 심벌을 생성한다. 제r 변조 심벌은 하나일 수도 있고, 복수일 수도 있다. 제r 변조 심벌은 제r 정보 처리부(120-r)에 입력된다. 제r 정보 처리부(120-r)는 제r 자원 인덱스를 이용하여 제r 변조 심벌을 처리하여 제r 제어신호를 생성한다. R개의 제어신호는 더해져 하나의 전송 안테나(190)를 통해 전송된다. 이때, 제r 제어신호는 제r 위상만큼 위상 변환될 수 있다. R=2인 경우를 예로 설명한다. 제2 제어신호에서 제2 위상만큼 위상 변환된 제3 제어신호와 제1 제어신호를 더해 제4 제어신호가 전송될 수 있다. BPSK인 경우 제2 위상은 90도이고, QPSK인 경우 제2 위상은 45도일 수 있다.
- [184] 이와 같이, R개의 자원 인덱스를 이용해 R개의 제어정보를 전송할 수 있다. 여기서는 전송기가 하나의 전송 안테나만을 포함하는 경우를 도시하였으나, 전송기가 복수의 전송 안테나를 포함하는 경우에도 적용 가능하다. 즉, 각 전송 안테나마다 복수의 자원 인덱스가 적용될 수 있다.
- [185] 먼저, PUCCH 포맷 1/1a/1b와 같이, 제어정보 전송에 하나의 변조 심벌을 사용하는 경우를 설명한다. 제1 제어정보에 대한 제1 변조 심벌은 $d_1(0)$ 이고, 제2 제어정보에 대한 제2 변조 심벌은 $d_2(0)$ 라 한다. 일반적으로, 제r 제어정보에 대한 제r 변조 심벌은 $d_r(0)$ 라 한다(r은 자연수).
- [186] 일 예로, 2비트의 제어정보 '10'이 1비트의 제1 제어정보 '1' 및 1비트의 제2 제어정보 '0'으로 분리되어 전송되는 경우를 설명한다. 제1 제어정보 '1'은 BPSK 변조되어 제1 변조 심벌 '-1'이 생성되고, 제2 제어정보 '0'은 BPSK 변조되어 제2 변조 심벌 '1'이 생성될 수 있다($d_1(0)=-1$, $d_2(0)=1$).
- [187] 다른 예로, 4비트의 제어정보 '0110'이 2비트의 제1 제어정보 '01' 및 2비트의 제2 제어정보 '10'으로 분리되어 전송되는 경우를 설명한다. 제1 제어정보 '01'은 QPSK 변조되어 제1 변조 심벌 '-j'가 되고, 제2 제어정보 '10'은 QPSK 변조되어 제2 변조 심벌 'j'가 생성될 수 있다($d_1(0)=-j$, $d_2(0)=j$).

[188] (1) 제 1 실시예

[189] 제 1 실시예에는 제어정보 전송에 사용되는 자원이 직교 시퀀스만으로 구성된 경우이다. 이 경우, 자원 인덱스는 직교 시퀀스 인덱스만을 지시한다.

[190] 제_r 자원 인덱스가 지시하는 확산 계수 $K=N$ 인 제_r 직교 시퀀스를 $[w_r(0), w_r(1), \dots, w_r(N-1)]$ 이라 한다(N 은 자연수, $r=1, \dots, R$). 제_r 직교 시퀀스를 통해 제_r 변조 심벌 $d_r(0)$ 를 확산시켜 생성된 제_r 확산된 시퀀스를 $[z_r(0), z_r(1), \dots, z_r(N-1)]$ 이라 한다. 확산된 시퀀스는 다음 수학적식과 같이 생성될 수 있다.

[191] 수학적식 6

$$z_r(k) = d_r(0) \cdot w_r(k), \quad k=0, 1, 2, \dots, N-1$$

[192] 제_r 확산된 시퀀스는 시간 영역 또는 주파수 영역에 맵핑될 수 있다. 주파수 영역으로 맵핑되는 경우, 제_r 확산된 시퀀스는 N 개의 부반송파에 맵핑될 수 있다. 시간 영역으로 맵핑되는 경우, 제_r 확산된 시퀀스는 N 개의 타임 샘플, N 개의 칩(chip) 또는 N 개의 OFDM 심벌에 맵핑될 수 있다.

[193] R 개의 자원 인덱스 각각을 이용해 생성된 R 개의 확산된 시퀀스들은 동일한 전송 구간에서 전송될 수 있다. 예를 들어, 하나의 서브프레임 동안 각각의 확산된 시퀀스들이 전송될 수 있다. 이때, 각각의 확산된 시퀀스들은 모두 동일한 자원블록을 통해 전송되거나, 서로 다른 자원블록을 통해 전송될 수도 있다.

[194] 수신 신호를 $y=[y(0), y(1), \dots, y(N-1)]$ 라 한다. 각 수신 신호는 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다. 이때, 전송 구간 동안 채널의 특성은 정적(static)이라고 가정한다. 즉, 전송 구간 동안 채널의 특성은 변하지 않는다.

[195] 수학적식 7

$$y(k) = h \sum_{r=1}^R z_r(k) + n(k), \quad k=0, 1, \dots, N-1$$

[196] 여기서, h 는 전송 구간 동안의 채널이고, $n(k)$ 는 잡음의 k 번째 요소이다.

[197] 수신 신호로부터 R 개의 자원 인덱스 각각에 대해 디스프레딩(despreading)을 수행하여 R 개의 변조 심벌 각각을 추정할 수 있다. 제_r 변조 심벌 $d_r(0)$ 에 대한 제_r 추정 심벌을 $d'_r(0)$ 라 할 때, 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

[198] 수학적식 8

$$d'_r(0) = \sum_{k=0}^{N-1} y(k) \cdot (w_r(k))^*$$

[199] 여기서, N 은 직교 시퀀스의 길이이고, $w_r(k)$ 는 제_r 직교 시퀀스의 k 번째 요소이다.

[200] 직교 시퀀스는 월시-하다마드(Walsh-Hadamard) 행렬을 이용하여 생성될 수 있다. 다음 수학적식은 4×4 월시-하다마드 행렬을 나타낸다.

[201] 수학식 9

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

[202] 월시-하다마드 행렬의 4 행 각각은 상호 간에 직교하는 직교 시퀀스를 구성한다. 즉, [1, 1, 1, 1], [1, -1, 1, -1], [1, 1, -1, -1] 및 [1, -1, -1, 1]과 같이 4개의 직교 시퀀스를 정의할 수 있다. 3GPP LTE에서는 [1, 1, -1, -1]을 제외한 3개의 직교 시퀀스를 사용하나(표 3 참조), [1, 1, -1, -1]도 사용 가능하다.

[203] 이하, R=2이고, 제1 직교 시퀀스는 [1, 1, 1, 1]이고, 제2 직교 시퀀스는 [1, -1, 1, -1]인 경우를 예로 설명한다. 제1 자원 인덱스는 직교 시퀀스 인덱스 0을 지시하고, 제2 자원 인덱스는 직교 시퀀스 인덱스 1을 지시한다(표 3 참조).

[204] 제1 확산된 시퀀스는 $[d_1(0), d_1(0), d_1(0), d_1(0)]$ 이고, 제2 확산된 시퀀스는 $[d_2(0), -d_2(0), d_2(0), -d_2(0)]$ 가 된다. 수신 신호를 $y=[y(0), y(1), y(2), y(3)]$ 라 할 때, 각 수신 신호는 다음 수학식과 같이 나타낼 수 있다.

[205] 수학식 10

$$y(0) = \{d_1(0) + d_2(0)\}h + n(0)$$

$$y(1) = \{d_1(0) - d_2(0)\}h + n(1)$$

$$y(2) = \{d_1(0) + d_2(0)\}h + n(2)$$

$$y(3) = \{d_1(0) - d_2(0)\}h + n(3)$$

[206] 수신 신호로부터 제1 직교 시퀀스를 이용해 디스프레딩된 제1 추정 심벌을 $d'_1(0)$ 이라 하고, 수신 신호로부터 제2 직교 시퀀스를 이용해 디스프레딩된 제2 추정 심벌을 $d'_2(0)$ 이라 할 때, 다음 수학식과 같이 나타낼 수 있다.

[207] 수학식 11

$$d'_1(0) = 4d_1(0) + n'_1$$

$$d'_2(0) = 4d_2(0) + n'_2$$

[208] (2) 제 2 실시예

[209] 제 2 실시예는 제어정보 전송에 사용되는 자원이 직교 시퀀스 및 CS 양으로 구성된 경우이다. 이 경우, 자원 인덱스는 직교 시퀀스 인덱스 및 순환 쉬프트 인덱스를 지시한다.

[210] 제r 자원 인덱스를 이용하여 생성된 제r 확산된 시퀀스는 다음 수학식과 같이 시간-주파수의 2차원 영역으로 나타낼 수 있다.

[211] 수학식 12

$$\begin{bmatrix} z_r(0,0) & z_r(0,1) & z_r(0,2) & z_r(0,3) \\ z_r(1,0) & z_r(1,1) & z_r(1,2) & z_r(1,3) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ z_r(11,0) & z_r(11,1) & z_r(11,2) & z_r(11,3) \end{bmatrix}$$

[212] 여기서, 각 행은 부반송파에 대응하고, 각 열은 OFDM 심벌에 대응될 수 있다. 행렬의 각 요소는 제어정보 전송에 사용되는 자원블록의 자원요소에 맵핑될 수 있다. 여기서는, 행렬이 12개의 행과 4개의 열로 구성되나, 이는 예시일 뿐, 행의 수 및 열의 수를 제한하는 것은 아니다.

[213] 도 19는 제_r 확산된 시퀀스가 맵핑되는 하나의 자원블록의 예를 나타낸다.

[214] 도 19를 참조하면, 자원블록은 시간 영역에서 슬롯(7 OFDM 심벌), 주파수 영역에서 12 부반송파로 구성된다. 7 OFDM 심벌 중 3 OFDM 심벌이 실리고, 나머지 4 OFDM 심벌에 제어정보가 실린다(도 8 참조).

[215] 단말은 제_r 자원 인덱스를 이용하여 제_r 직교 시퀀스 인덱스 및 제_r 순환 쉬프트 인덱스를 결정한다. 단말은 제_r 순환 쉬프트 인덱스를 이용하여 제_r 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성한다. 단말은 제_r 순환 쉬프트된 시퀀스 및 제_r 제어정보에 대한 제_r 변조 심벌은 $d_r(0)$ 를 이용하여 제_r 변조된 시퀀스를 생성한다. 단말은 제_r 직교 시퀀스 인덱스를 이용하여 제_r 변조된 시퀀스로부터 제_r 확산된 시퀀스를 생성한다. 제_r 확산된 시퀀스의 요소는 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

[216] 수학적식 13

$$z_r(n, k) = w_r(k) \cdot d_r(0) \cdot r(n, Ics_r')$$

[217] 여기서, $n=0, \dots, 11$ 이고, $k=0, 1, 2, 3$ 이고, $w_r(k)$ 는 제_r 자원 인덱스가 지시하는 제_r 직교 시퀀스의 k 번째 요소이고, Ics_r' 은 제_r 순환 쉬프트 인덱스이고, $r(n, Ics_r')$ 은 제_r 순환 쉬프트된 시퀀스이다.

[218] $R=2$ 인 경우, 수신 신호는 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

[219] 수학적식 14

$$y(n, k) = \{z_1(n, k) + z_2(n, k)\}h + n(n, k)$$

[220] 수신 신호로부터 제1 직교 시퀀스를 이용해 디스프레딩된 제1 추정 심벌을 $d'_1(0)$ 이라 하고, 수신 신호로부터 제2 직교 시퀀스를 이용해 디스프레딩된 제2 추정 심벌을 $d'_2(0)$ 이라 할 때, 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

[221] 수학적식 15

$$\begin{aligned} d'_1(0) &= 48d_1(0) + n'_1 \\ d'_2(0) &= 48d_2(0) + n'_2 \end{aligned}$$

[222] (3) 제 3 실시예

[223] 제 3 실시예에는 제어정보 전송에 사용되는 자원이 직교 시퀀스, CS 양, 자원블록으로 구성된 경우이다. 이 경우, 자원 인덱스는 직교 시퀀스 인덱스, 순환 쉬프트 인덱스 및 자원블록을 지시한다.

[224] 제_r 확산된 시퀀스는 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

[225] 수학적식 16

$$z_r(n+R_r, k) = w_r(k) \cdot d_r(0) \cdot r(n, Ics^r)$$

[226] 여기서, k는 제_r 자원블록 내 OFDM 심벌의 심벌 인덱스이다. RS가 실리는 OFDM 심벌을 제외하면 k=0,1,2,3일 수 있다. R_r은 제_r 자원블록의 주파수 위치 오프셋이고, n은 제_r 자원블록 내 부반송파 인덱스이다(n=0,1,...,11). w_r(k)는 제_r 직교 시퀀스 인덱스의 k번째 요소이고, d_r(0)는 제_r 제어정보에 대한 제_r 변조 심벌이고, Ics^r은 제_r 순환 쉬프트 인덱스이고, r(n, Ics^r)은 제_r 순환 쉬프트된 시퀀스이다.

[227] 다음, PUCCH 포맷 2/2a/2b와 같이, 제어정보 전송에 복수의 변조 심벌을 사용하는 경우를 설명한다. 제어정보 전송에 사용되는 자원은 순환 쉬프트 시퀀스 및 자원블록으로 구성된다. 이 경우, 자원 인덱스는 순환 쉬프트 인덱스 및 자원블록을 지시한다.

[228] 단말은 제_r 자원 인덱스를 이용하여 제_r 순환 쉬프트 인덱스 및 제_r 자원블록을 결정한다. 단말은 제_r 순환 쉬프트 인덱스를 이용하여 제_r 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성한다. 단말은 제_r 순환 쉬프트된 시퀀스 및 제_r 제어정보에 대한 복수의 제_r 변조 심벌을 이용하여 제_r 변조된 시퀀스를 생성한다. 단말은 제_r 변조된 시퀀스를 제_r 자원블록에 맵핑한다.

[229] 제_r 변조된 시퀀스의 요소는 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

[230] 수학적식 17

$$s_r(n+R_r, k) = d_r(k) \cdot r(n) \cdot \exp\left(\frac{j2\pi n Ics^r}{12}\right)$$

[231] 여기서, k는 제_r 자원블록의 OFDM 심벌의 심벌 인덱스일 수 있다. RS가 실리는 OFDM 심벌을 제외하면 k=0,1,...,9일 수 있다. R_r은 제_r 자원블록의 주파수 위치 오프셋이고, n은 제_r 자원블록 내 부반송파 인덱스이다(n=0,1,...,11). d_r(k)는 제_r 제어정보에 대한 제_r 변조 심벌이고, Ics^r은 제_r 순환 쉬프트 인덱스이고, r(n, Ics^r)은 제_r 순환 쉬프트된 시퀀스이다.

[232] 도 20은 제_r 변조된 시퀀스가 맵핑되는 서브프레임의 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.

[233] 도 20을 참조하면, 각 슬롯에 포함되는 7 OFDM 심벌 중 2 OFDM 심벌에는

- RS가 실리고, 나머지 5 OFDM 심벌에는 제어정보가 실린다(도 10 참조).
- [234] 도 21은 무선 통신을 위한 장치를 나타낸 블록도이다. 무선 통신을 위한 장치(50)는 단말의 일부일 수 있다. 무선 통신을 위한 장치(50)는 프로세서(processor, 51), 메모리(memory, 52), RF부(Radio Frequency unit, 53), 디스플레이부(display unit, 54), 사용자 인터페이스부(user interface unit, 55)를 포함한다. RF부(53)는 프로세서(51)와 연결되어, 무선 신호(radio signal)를 전송 및/또는 수신한다. 메모리(52)는 프로세서(51)와 연결되어, 구동 시스템, 애플리케이션 및 일반적인 파일을 저장한다. 디스플레이부(54)는 단말의 여러 정보를 디스플레이하며, LCD(Liquid Crystal Display), OLED(Organic Light Emitting Diodes) 등 잘 알려진 요소를 사용할 수 있다. 사용자 인터페이스부(55)는 키패드나 터치 스크린 등 잘 알려진 사용자 인터페이스의 조합으로 이루어질 수 있다. 프로세서(51)는 지금까지 상술한 정보 처리 및 전송에 관한 모든 방법들을 수행한다.
- [235] 도 22는 기지국의 예를 나타낸 블록도이다. 기지국(60)은 프로세서(processor, 61), 메모리(memory, 62), 스케줄러(scheduler, 63) 및 RF부(64)를 포함한다. RF부(64)는 프로세서(61)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신한다. 프로세서(61)는 지금까지 상술한 정보 전송과 관련한 모든 방법들을 수행할 수 있다. 메모리(62)는 프로세서(61)와 연결되어, 프로세서(61)에서 처리된 정보들을 저장한다. 스케줄러(63)는 프로세서(61)와 연결되어, 지금까지 상술한 자원 인덱스 할당과 같이 정보 전송을 위한 스케줄링에 관한 모든 방법들을 수행할 수 있다.
- [236] 이와 같이, 무선 통신 시스템에서 효율적인 제어신호 전송 방법 및 장치를 제공할 수 있다. 다중 반송파 시스템에서 단일 반송파 시스템과 호환성을 유지하면서 효율적으로 추가적인 제어정보를 전송하는 방법이 제공될 수 있다. 특히, 하향링크 반송파의 수와 상향링크 반송파의 수가 다른 비대칭적 다중 반송파 시스템에서 효율적으로 제어정보를 전송할 수 있다. 또한, 2 코드워드까지 지원되는 3GPP LTE와 역호환성이 만족하면서, 2 코드워드 이상을 지원하는 시스템에서 효율적으로 추가적인 제어정보를 전송할 수 있다. 이를 통해, 무선 통신의 신뢰도를 높일 수 있고, 전체 시스템 성능을 향상시킬 수 있다.
- [237] 지금까지 상향링크 정보 전송을 기준으로 설명하였으나, 지금까지 설명된 내용은 하향링크 정보 전송에도 그대로 적용될 수 있다. 또한, 지금까지 설명된 내용은 제어정보 전송뿐 아니라, 데이터 정보 전송 등 일반적인 정보 전송에도 적용될 수 있다.
- [238] 상술한 모든 기능은 상기 기능을 수행하도록 코딩된 소프트웨어나 프로그램 코드 등에 따른 마이크로프로세서, 제어기, 마이크로제어기, ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등과 같은 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 상기 코드의 설계, 개발 및 구현은 본 발명의 설명에 기초하여 당업자에게 자명하다고 할 것이다.

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

청구범위

- [청구항 1] 무선 통신 시스템에서 단말에 의해 수행되는 제어신호 전송 방법에 있어서,
제1 제어정보를 제1 자원 인덱스를 기반으로 처리하여 제1 제어신호를 생성하는 단계;
제2 제어정보를 제2 자원 인덱스를 기반으로 처리하여 제2 제어신호를 생성하는 단계; 및
상기 제1 제어신호 및 상기 제2 제어신호를 기지국으로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 제1 제어신호 및 상기 제2 제어신호를 상기 기지국으로 전송하는 단계는
상기 제2 제어신호를 위상 변환하여 제3 제어신호를 생성하는 단계;
상기 제1 제어신호 및 상기 제3 제어신호를 더하여 제4 제어신호를 생성하는 단계; 및
상기 제4 제어신호를 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 제1 제어정보는 제1 하향링크 반송파에 대한 제어정보이고,
상기 제2 제어정보는 제2 하향링크 반송파에 대한 제어정보인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 제1 제어정보 및 상기 제2 제어정보는 동일한 상향링크 반송파를 통해 전송되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 제1 제어신호 및 상기 제2 제어신호는 동시에 전송되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
상기 제1 자원 인덱스와 상기 제2 자원 인덱스는 서로 다른 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,
상기 제1 자원 인덱스는 제1 순환 쉬프트 인덱스 및 제1 자원블록을 지시하고, 상기 제2 자원 인덱스는 제2 순환 쉬프트 인덱스 및 제2 자원블록을 지시하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서,
상기 제1 제어신호를 생성하는 단계는

상기 제1 순환 쉬프트 인덱스로부터 얻은 제1 순환 쉬프트 양만큼 기본 시퀀스를 순환 쉬프트시킴으로써 제1 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성하는 단계;

상기 제1 순환 쉬프트된 시퀀스 및 상기 제1 제어정보에 대한 제1 변조 심벌을 기반으로 제1 변조된 시퀀스를 생성하는 단계; 및
상기 제1 변조된 시퀀스를 상기 제1 자원블록에 맵핑한 후 상기 제1 제어신호를 생성하는 단계를 포함하고,

상기 제2 제어신호를 생성하는 단계는

상기 제2 순환 쉬프트 인덱스로부터 얻은 제2 순환 쉬프트 양만큼 상기 기본 시퀀스를 순환 쉬프트시킴으로써 제2 순환 쉬프트된 시퀀스를 생성하는 단계;

상기 제2 순환 쉬프트된 시퀀스 및 상기 제2 제어정보에 대한 제2 변조 심벌을 기반으로 제2 변조된 시퀀스를 생성하는 단계; 및
상기 제2 변조된 시퀀스를 상기 제2 자원블록에 맵핑한 후 상기 제2 제어신호를 생성하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 9]

제 1 항에 있어서,

상기 제1 제어정보는 제1 하향링크 반송파를 통해 수신된 제1 데이터에 대한 제1

ACK(acknowledgement)/NACK(not-acknowledgement)이고, 상기 제2 제어정보는 제2 하향링크 반송파를 통해 수신된 제2 데이터에 대한 제2 ACK/NACK인 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 10]

제 9 항에 있어서,

상기 제1 하향링크 반송파를 통해 상기 제1 데이터를 수신하는 단계;

상기 제2 하향링크 반송파를 통해 상기 제2 데이터를 수신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 11]

무선 신호를 생성 및 전송하는 RF(radio frequency)부; 및

상기 RF부와 연결되어,

제1 제어정보를 제1 자원 인덱스를 기반으로 처리하여 제1

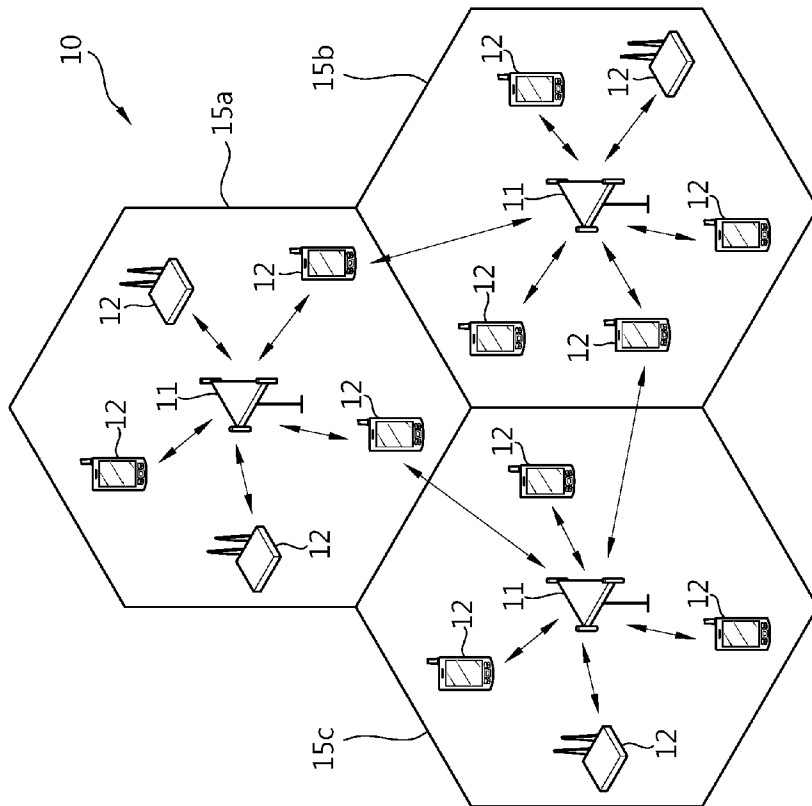
제어신호를 생성하고, 제2 제어정보를 제2 자원 인덱스를

기반으로 처리하여 제2 제어신호를 생성하고, 상기 제1 제어신호

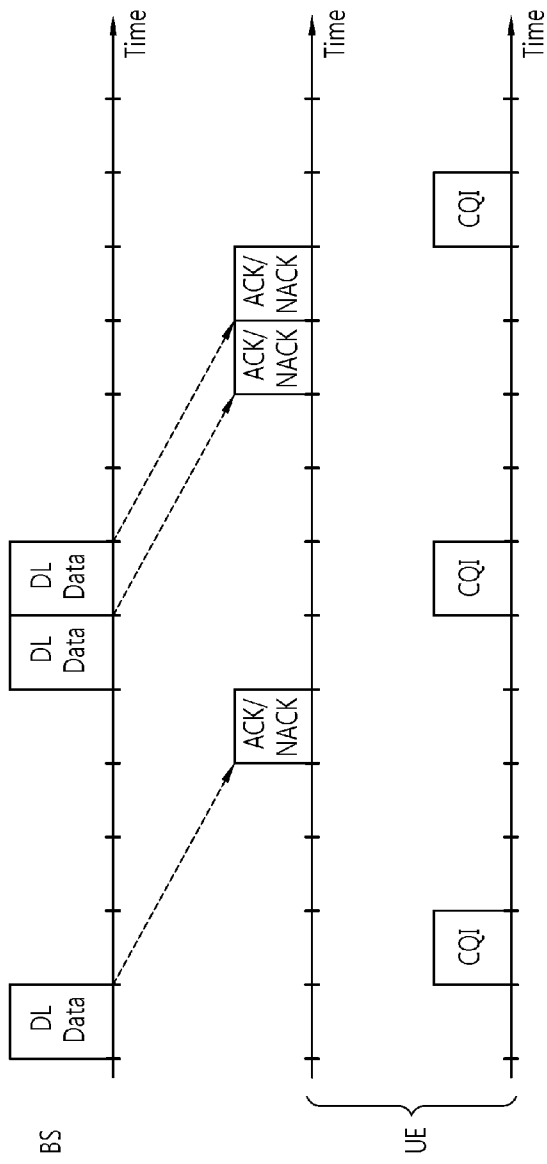
및 상기 제2 제어신호를 전송하는 프로세서를 포함하는 것을

특징으로 하는 무선 통신을 위한 장치.

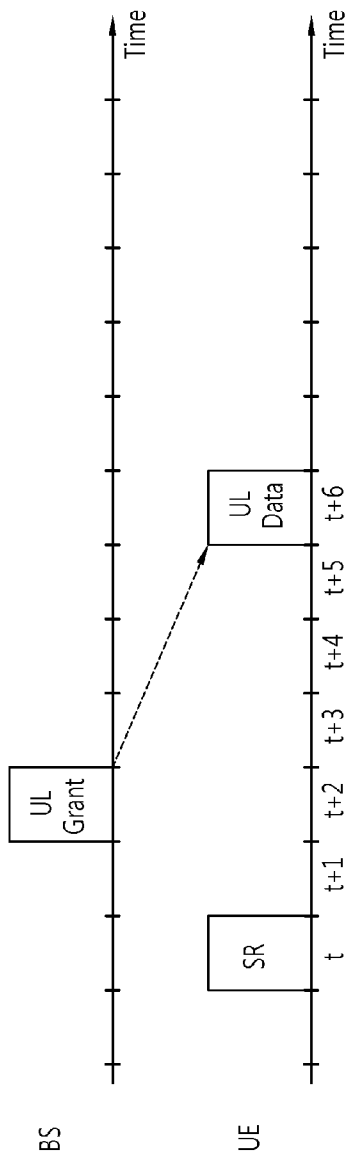
[Fig. 1]



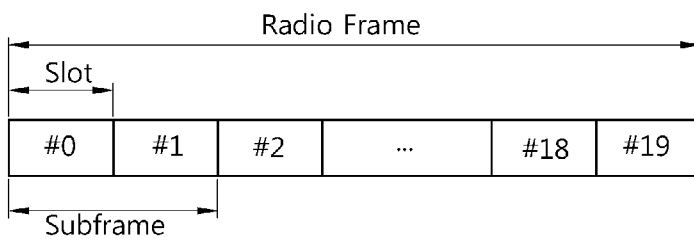
[Fig. 2]



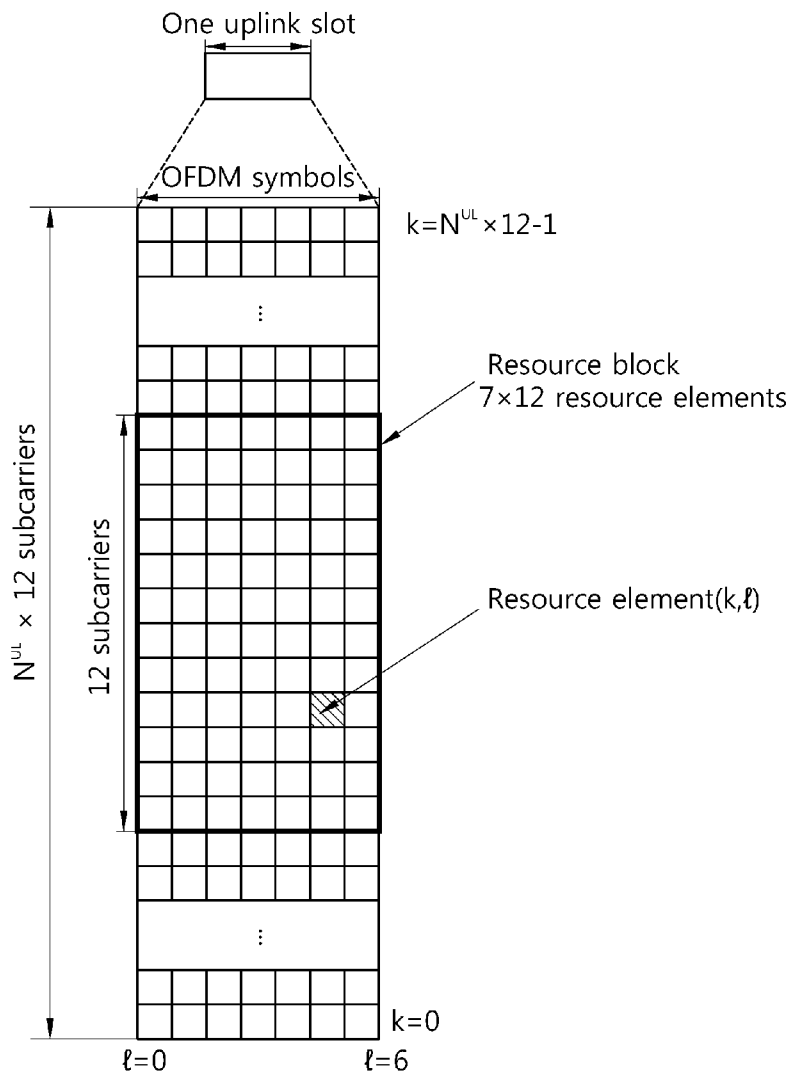
[Fig. 3]



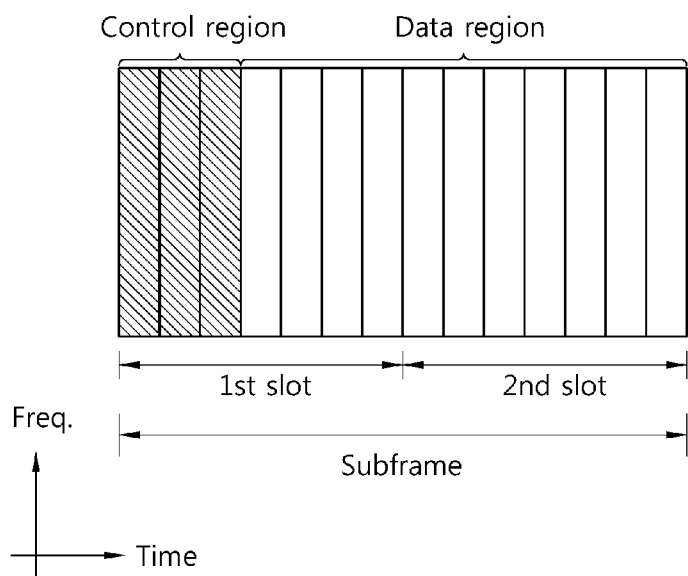
[Fig. 4]



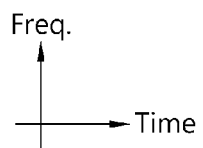
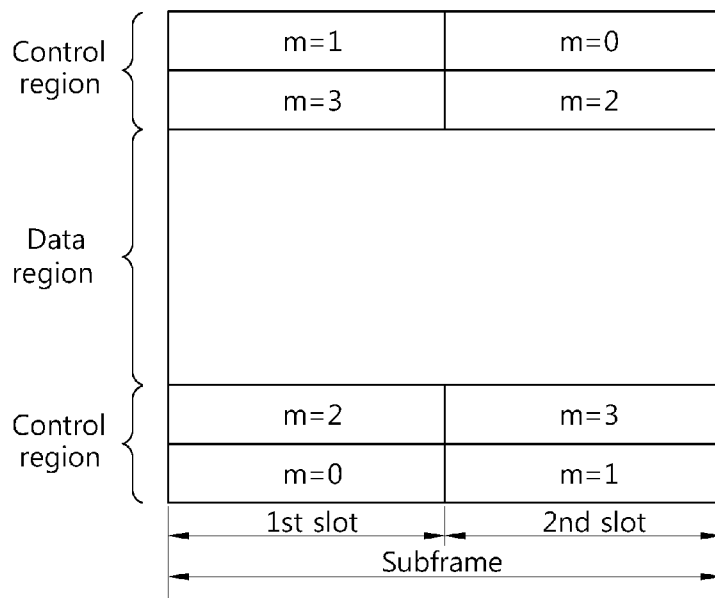
[Fig. 5]



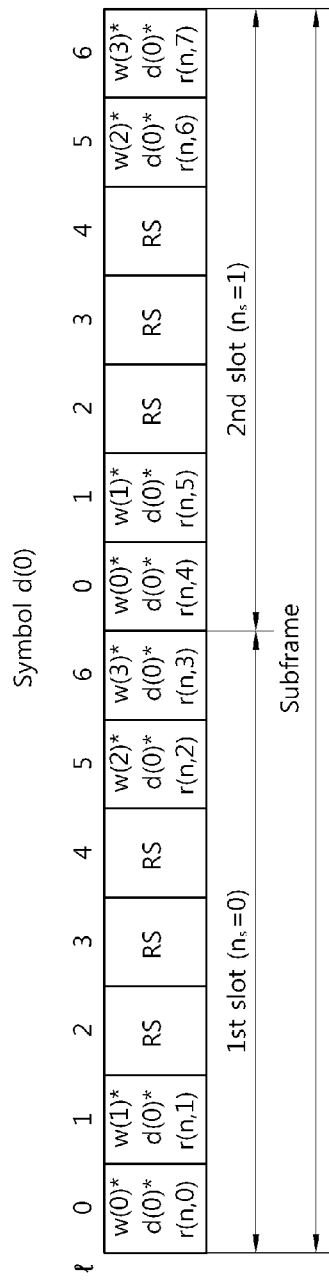
[Fig. 6]



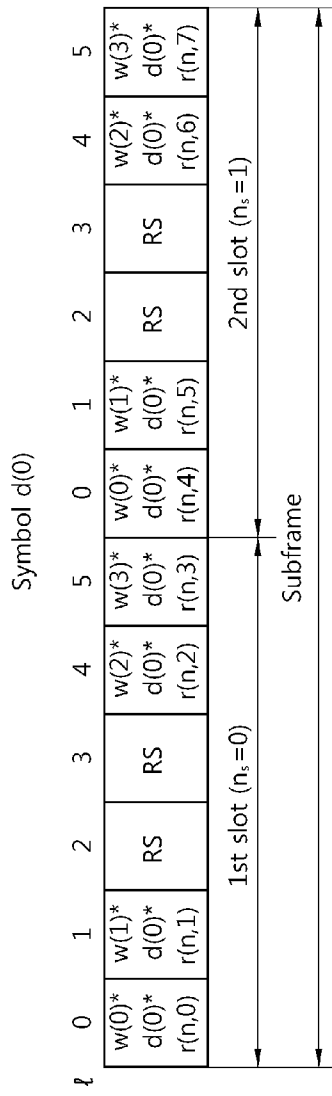
[Fig. 7]



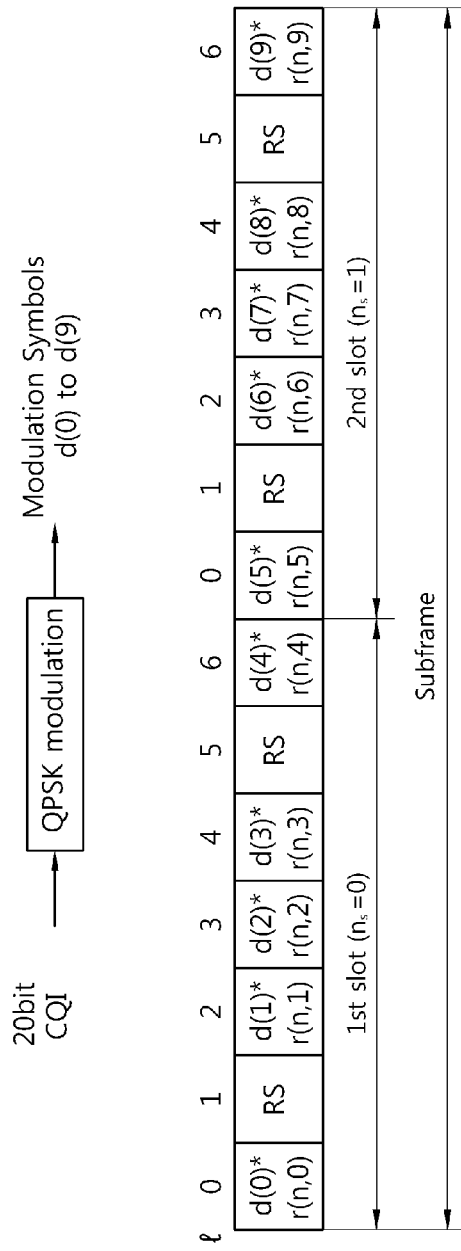
[Fig. 8]



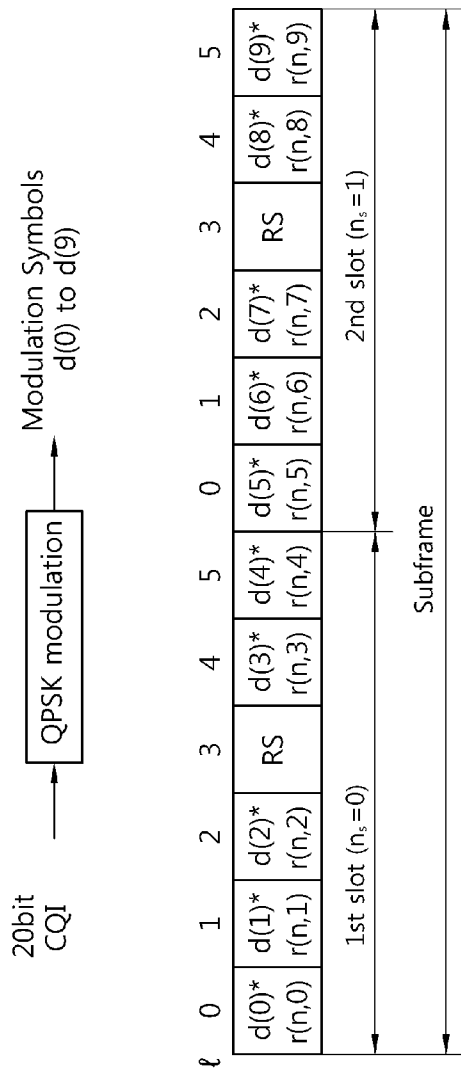
[Fig. 9]



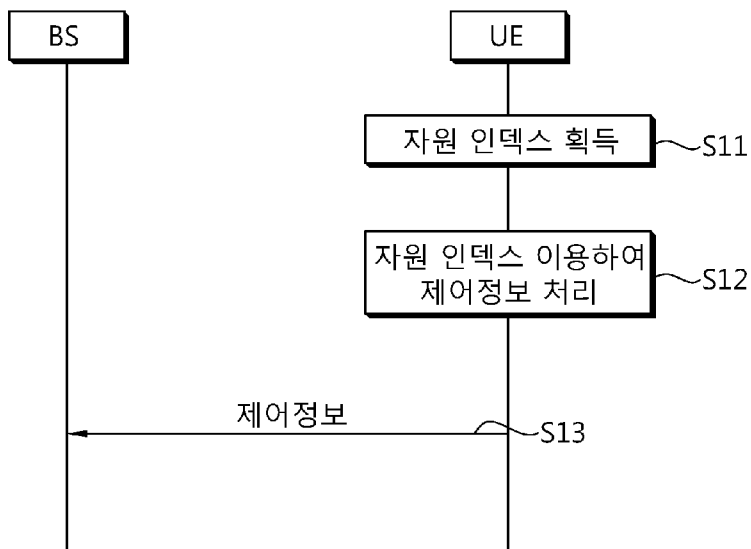
[Fig. 10]



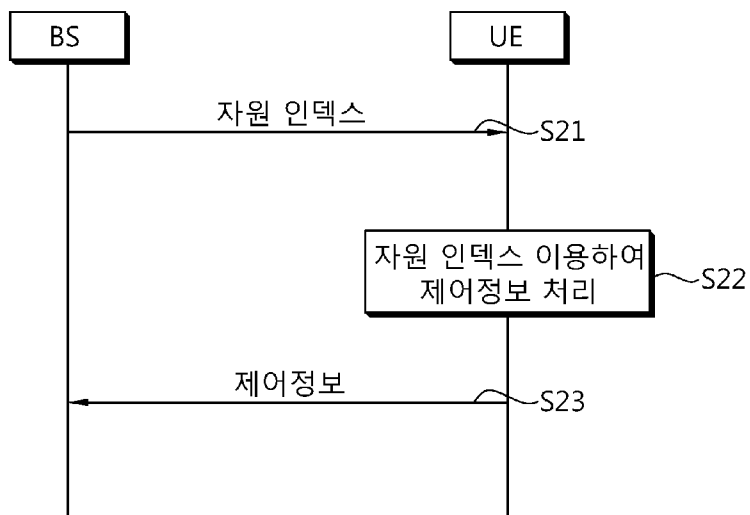
[Fig. 11]



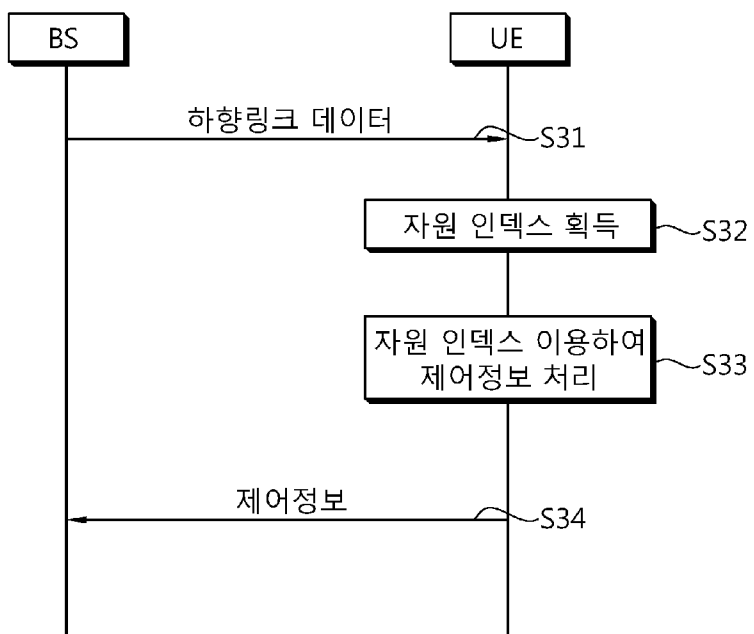
[Fig. 12]



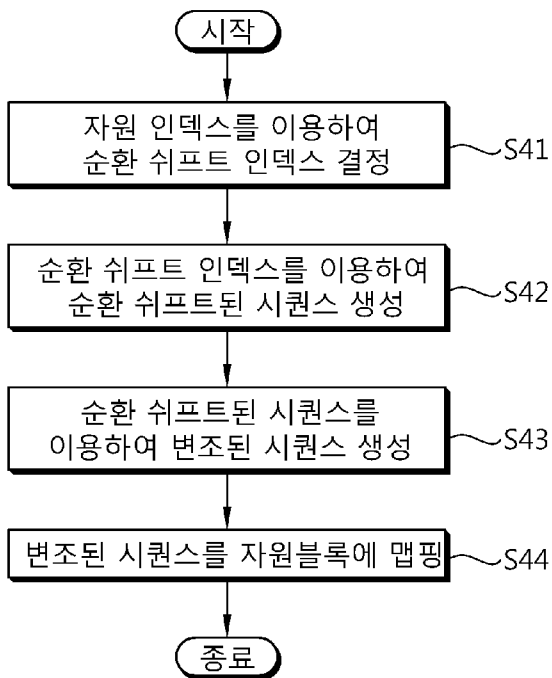
[Fig. 13]



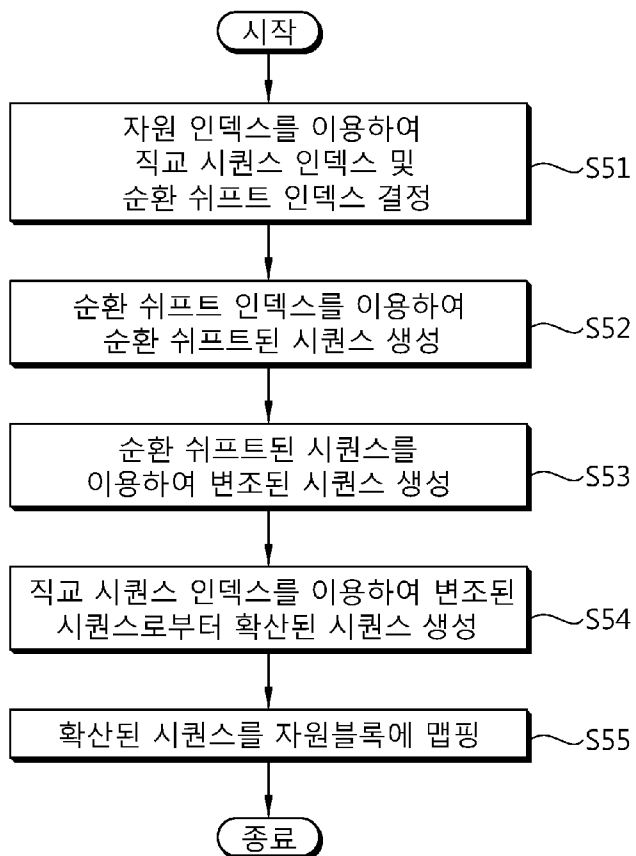
[Fig. 14]



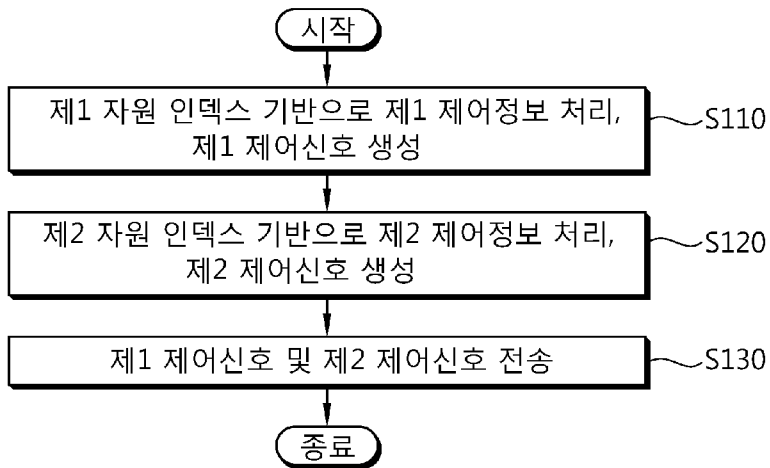
[Fig. 15]



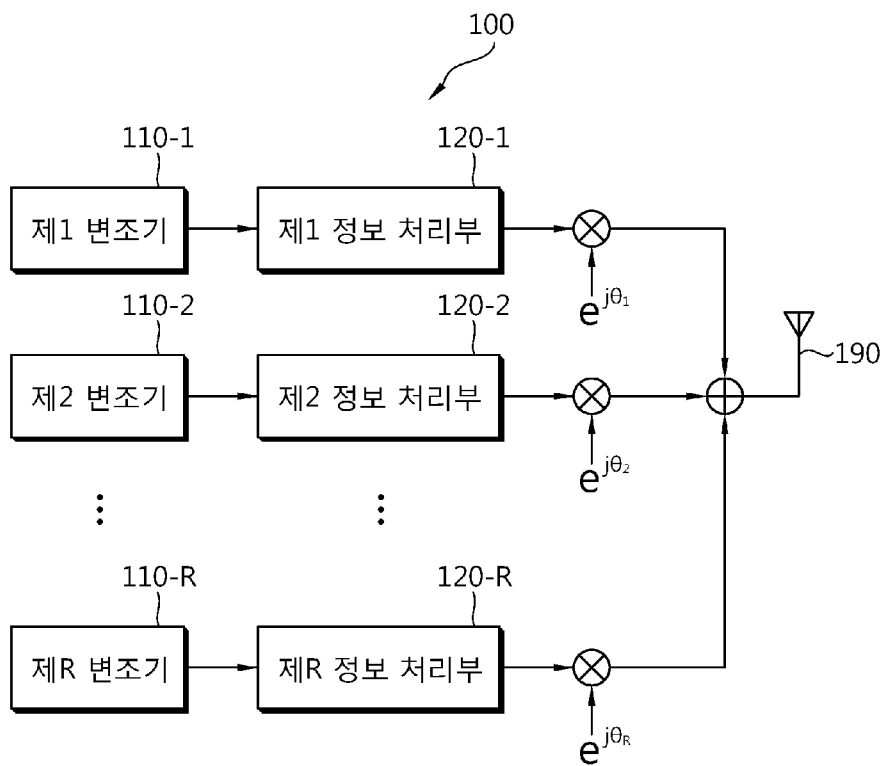
[Fig. 16]



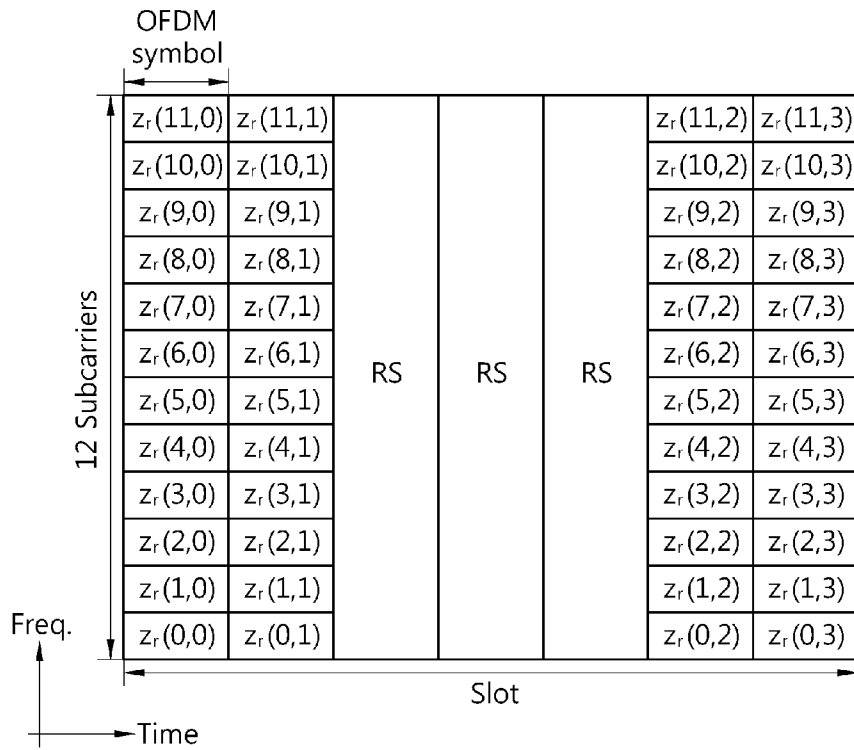
[Fig. 17]



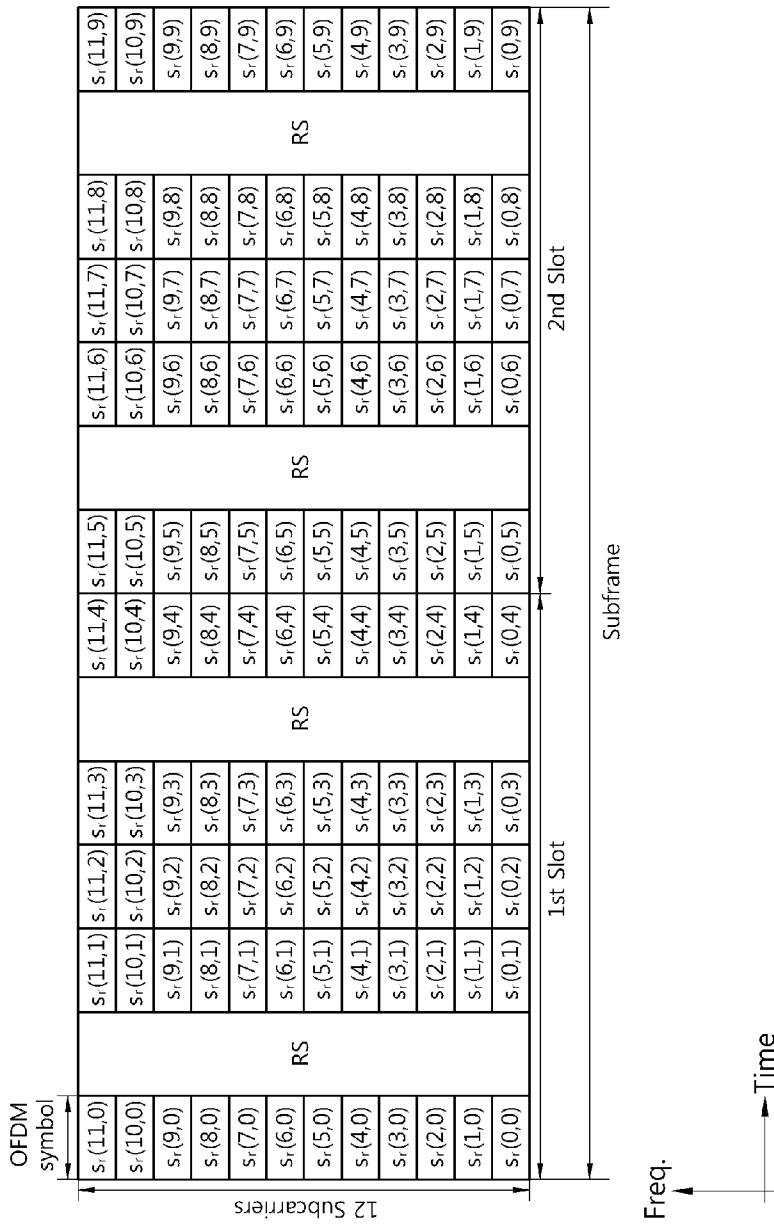
[Fig. 18]



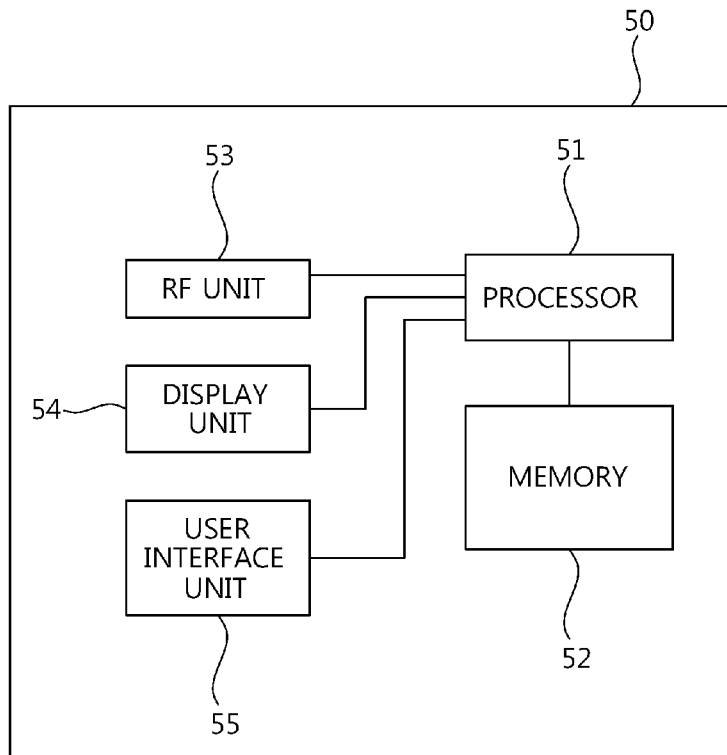
[Fig. 19]



[Fig. 20]



[Fig. 21]



[Fig. 22]

