



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0088555
(43) 공개일자 2010년08월09일

(51) Int. Cl.

H04B 7/06 (2006.01) H04J 11/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0008124

(22) 출원일자 2010년01월28일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

61/148,399 2009년01월30일 미국(US)

(뒷면에 계속)

(71) 출원인

엘지전자 주식회사

서울특별시 영등포구 여의도동 20번지

(72) 발명자

이문일

경기 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

정재훈

경기 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양문옥

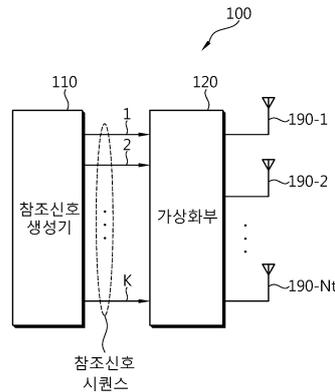
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 무선 통신 시스템에서 참조신호 전송 장치 및 방법

(57) 요약

무선 통신 시스템에서 참조신호 전송 장치 및 방법을 제공한다. 상기 장치는 N개의 안테나 및 상기 N개의 안테나와 연결되어, 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 및 각각의 K개의 가상 안테나 벡터를 기반으로 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 생성하고($K < N$), 상기 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 상기 N개의 안테나를 통해 전송하도록 형성되는 프로세서를 포함한다.

대표도 - 도13



(72) 발명자
고현수
경기 안양시 동안구 호계1동 LG연구소
임빈철
경기 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

(30) 우선권주장
61/163,033 2009년03월24일 미국(US)
61/169,712 2009년04월15일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

N개의 안테나; 및

상기 N개의 안테나와 연결되어,

각각의 K개의 참조신호 시퀀스 및 각각의 K개의 가상 안테나 벡터를 기반으로 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 생성하고($K < N$),

상기 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 상기 N개의 안테나를 통해 전송하도록 형성되는 프로세서를 포함하는 것을 특징으로 하는 참조신호 전송 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 제1 구간 동안 전송하고,

각각의 N-K개의 참조신호 시퀀스 및 각각의 N-K개의 가상 안테나 벡터를 기반으로 각각의 N-K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 생성하고,

상기 각각의 N-K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 제2 구간 동안 상기 N개의 안테나를 통해 전송하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 참조신호 전송 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 각각의 K개의 가상 안테나 벡터 및 상기 각각의 N-K개의 가상 안테나 벡터는 $N \times N$ 크기의 가상 안테나 행렬로부터 선택되는 서로 다른 열 벡터(column vector)인 것을 특징으로 하는 참조신호 전송 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 중 적어도 하나 이상의 참조신호 시퀀스의 참조신호 패턴은 상기 각각의 N-K개의 참조신호 시퀀스 중 적어도 하나 이상의 참조신호 시퀀스의 참조신호 패턴과 동일하되,

참조신호 패턴은 참조신호 시퀀스 전송에 사용되는 시간-주파수 자원 패턴인 것을 특징으로 하는 참조신호 전송 장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 가상 안테나 행렬은 유니터리 행렬인 것을 특징으로 하는 참조신호 전송 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는

단말로부터 가상 안테나 채널 정보를 피드백 받는 것을 특징으로 하는 참조신호 전송 장치.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 프로세서는

단말로부터 상기 물리적 안테나 채널 정보를 피드백 받되,

상기 물리적 안테나 채널 정보는 가상 안테나 채널 및 상기 가상 안테나 채널 행렬을 기반으로 추정되는 것을 특징으로 하는 참조신호 전송 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 제1 주파수 영역을 통해 전송하고,

각각의 N-K개의 참조신호 시퀀스 및 각각의 N-K개의 가상 안테나 벡터를 기반으로 각각의 N-K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 생성하고,

상기 각각의 N-K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 제2 주파수 영역을 통해 상기 N개의 안테나를 통해 전송하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 참조신호 전송 장치.

청구항 9

무선 통신 시스템에서 참조신호 전송 방법에 있어서,

각각의 K개의 참조신호 시퀀스 및 각각의 K개의 가상 안테나 벡터를 기반으로 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 생성하는 단계(K<N); 및

상기 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 N개의 안테나를 통해 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터는 제1 구간 동안 전송되고,

각각의 N-K개의 참조신호 시퀀스 및 각각의 N-K개의 가상 안테나 벡터를 기반으로 각각의 N-K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 생성하는 단계; 및

상기 각각의 N-K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 제2 구간 동안 상기 N개의 안테나를 통해 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 무선 통신 시스템에서 참조신호 전송 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 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.

[0003] 신뢰할 수 있는 고속의 데이터 서비스를 지원하기 위한 기술로 MIMO(multiple input multiple output)가 있다. MIMO 기법은 다중 전송 안테나와 다중 수신 안테나를 사용하여 데이터의 송수신 효율을 향상시킨다. MIMO 기법에는 공간 다중화(spatial multiplexing), 전송 다이버시티(transmit diversity), 빔포밍(beamforming) 등이

있다.

- [0004] 다중 수신 안테나 및 다중 전송 안테나에 의해 MIMO 채널 행렬이 형성된다. MIMO 채널 행렬로부터 랭크(rank)를 구할 수 있다. 랭크는 공간 레이어(spatial layer)의 개수이다. 랭크는 전송기가 동시에 전송할 수 있는 공간 스트림(spatial stream)의 개수라고 정의될 수도 있다. 랭크는 공간 다중화율이라고도 한다. 전송 안테나 개수를 N_t , 수신 안테나의 개수를 N_r 이라 할 때, 랭크 R 은 $R \leq \min\{N_t, N_r\}$ 이 된다.
- [0005] 무선 통신 시스템에서는 채널 측정(channel measurement), 정보 복조(demodulation) 등을 위하여 전송기와 수신기가 모두 알고 있는 신호가 필요하다. 전송기와 수신기가 모두 알고 있는 신호를 참조신호(reference signal, RS)라 한다. 참조신호는 파일럿(pilot)으로도 불릴 수 있다.
- [0006] 수신기는 참조신호를 통해 전송기와 수신기 사이의 채널을 추정하고, 추정된 채널을 이용하여 정보를 복조할 수 있다. 단말이 기지국으로부터 전송된 참조신호를 수신한 경우, 단말은 참조신호를 통해 채널을 측정하고, 기지국으로 채널 상태 정보를 피드백할 수 있다. 전송기로부터 전송된 신호는 전송 안테나마다 또는 공간 레이어마다 대응되는 채널을 겪기 때문에, 참조신호는 각 전송 안테나별 또는 공간 레이어별로 전송될 수 있다.
- [0007] 한편, ITU(International Telecommunication Union)에서는 3세대 이후의 차세대 이동 통신 시스템으로 IMT-A(International Mobile Telecommunication-Advanced) 시스템의 표준화를 진행하고 있다. IMT-A 시스템의 목표는 하향링크 1Gbps(gigabits per second) 및 상향링크 500Mbps(megabits per second)인 고속의 전송률(transmission rate)을 제공하고, IP(internet protocol) 기반의 멀티미디어 심리스(seamless) 서비스를 지원하는 것이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서는 IMT-A 시스템을 위한 후보 기술로 LTE-A(Long Term Evolution-Advanced) 시스템을 고려하고 있다.
- [0008] LTE 시스템은 하향링크 전송은 최대 4개의 전송 안테나까지 지원되고, LTE-A 시스템은 하향링크 전송은 최대 8개의 전송 안테나까지 지원된다. 그런데 셀 내에는 LTE 시스템이 적용되는 단말(이하, LTE 단말)과 LTE-A 시스템이 적용되는 단말(이하, LTE-A 단말)이 공존(coexisting)할 수 있다. 따라서 LTE-A 시스템은 LTE 단말 및 LTE-A 단말을 함께 지원할 수 있도록 설계되어야 한다. 그런데 서로 다른 개수의 안테나 전송이 지원되는 경우, 참조신호 전송 장치 및 방법이 문제된다. 따라서 무선 통신 시스템에서 효율적인 참조신호 전송 장치 및 방법을 제공할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 무선 통신 시스템에서 참조신호 전송 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 일 양태에서, 무선 통신 시스템에서 참조신호 전송 장치를 제공한다. 상기 장치는 N개의 안테나 및 상기 N개의 안테나와 연결되어, 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 및 각각의 K개의 가상 안테나 벡터를 기반으로 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 생성하고($K < N$), 상기 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 상기 N개의 안테나를 통해 전송하도록 형성되는 프로세서를 포함한다.
- [0011] 다른 양태에서, 무선 통신 시스템에서 참조신호 전송 방법을 제공한다. 상기 방법은 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 및 각각의 K개의 가상 안테나 벡터를 기반으로 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 생성하는 단계($K < N$) 및 상기 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 N개의 안테나를 통해 전송하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0012] 무선 통신 시스템에서 효율적인 참조신호 전송 장치 및 방법을 제공할 수 있다. 따라서 전체 시스템 성능이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 무선 통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- 도 2는 무선 프레임(radio frame) 구조의 예를 나타낸다.

- 도 3은 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도이다.
- 도 4는 하향링크 서브프레임의 구조의 예를 나타낸다.
- 도 5는 노멀 CP의 경우, 하나의 안테나에 대한 공용 참조신호의 맵핑 예를 나타낸다.
- 도 6은 노멀 CP의 경우, 2개의 안테나에 대한 공용 참조신호들의 맵핑 예를 나타낸다.
- 도 7은 노멀 CP의 경우, 4개의 안테나에 대한 공용 참조신호들의 맵핑 예를 나타낸다.
- 도 8은 확장된 CP의 경우, 하나의 안테나에 대한 공용 참조신호의 맵핑 예를 나타낸다.
- 도 9는 확장된 CP의 경우, 2개의 안테나에 대한 공용 참조신호들의 맵핑 예를 나타낸다.
- 도 10은 확장된 CP의 경우, 4개의 안테나에 대한 공용 참조신호들의 맵핑 예를 나타낸다.
- 도 11은 LTE에서 노멀 CP의 경우, 전용 참조신호의 맵핑 예를 나타낸다.
- 도 12는 LTE에서 확장된 CP의 경우, 전용 참조신호의 맵핑 예를 나타낸다.
- 도 13은 안테나 가상화 기법을 사용하는 전송기 구조의 예를 나타낸 블록도이다.
- 도 14는 하나의 가상 안테나를 통해 참조신호가 전송되는 무선 통신 시스템의 예를 나타낸 블록도이다.
- 도 15는 본 발명의 실시예가 구현되는 무선 통신을 위한 장치를 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 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 LTE의 진화이다.
- [0015] 설명을 명확하게 하기 위해, LTE(Release 8)/LTE-A(Release 10)를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0016] 도 1은 무선 통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [0017] 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 다수 개의 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.
- [0018] 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.
- [0019] 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 스

트림을 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.

- [0020] 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.
- [0021] 도 2는 무선 프레임(radio frame) 구조의 예를 나타낸다.
- [0022] 도 2를 참조하면, 무선 프레임은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 무선 프레임 내 슬롯은 #0부터 #19까지 슬롯 번호가 매겨진다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)라 한다. TTI는 정보 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. 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [0023] 도 3은 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도이다.
- [0024] 도 3을 참조하면, 하향링크 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌을 포함하고, 주파수 영역(frequency domain)에서 N_{DL} 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. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록의 수 N_{DL} 은 셀에서 설정되는 하향링크 전송 대역폭(transmission bandwidth)에 종속한다. LTE에서 N_{DL} 은 60 내지 110 중 어느 하나일 수 있다. 하나의 자원블록은 주파수 영역에서 복수의 부반송파를 포함한다.
- [0025] 자원 그리드 상의 각 요소(element)를 자원요소(resource element)라 한다. 자원 그리드 상의 자원요소는 슬롯 내 인덱스 쌍(index pair) (k, ℓ) 에 의해 식별될 수 있다. 여기서, $k(k=0, \dots, N_{DL} \times 12 - 1)$ 는 주파수 영역 내 부반송파 인덱스이고, $\ell(\ell=0, \dots, 6)$ 은 시간 영역 내 OFDM 심벌 인덱스이다.
- [0026] 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)에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 노멀(normal) CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 7이고, 확장된(extended) CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 6이다.
- [0027] 도 3의 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드는 상향링크 슬롯에 대한 자원 그리드에도 적용될 수 있다.
- [0028] 도 4는 하향링크 서브프레임의 구조의 예를 나타낸다.
- [0029] 도 4를 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.
- [0030] 데이터 영역에는 PDSCH(physical downlink shared channel)가 할당될 수 있다. PDSCH 상으로는 하향링크 데이터가 전송된다.
- [0031] 제어영역에는 PCFICH(physical control format indicator channel), PHICH(physical HARQ(hybrid automatic repeat request) indicator channel), PDCCH(physical downlink control channel) 등의 제어채널이 할당될 수 있다.
- [0032] 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. PHICH는 상향링크 데이터에 대한 HARQ ACK(acknowledgement)/NACK(negative acknowledgement)을 나른다.
- [0033] 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.
- [0034] 하향링크 그랜트는 하향링크 데이터가 전송되는 시간-주파수 자원을 지시하는 자원 할당 필드, 하향링크 데이터

의 MCS(modulation coding scheme) 레벨을 지시하는 MCS 필드 등을 포함할 수 있다.

- [0035] 무선 통신 시스템에서는 채널 측정(channel measurement), 정보 복조(demodulation) 등을 위하여 전송기와 수신기가 모두 알고 있는 신호가 필요하다. 전송기와 수신기가 모두 알고 있는 신호를 참조신호(reference signal, RS)라 한다. 참조신호는 파일럿(pilot)으로도 불릴 수 있다. 참조신호는 상위계층으로부터 유래된 정보를 나르지 않고, 물리계층(physical layer)에서 생성될 수 있다.
- [0036] 참조신호는 미리 정의된 참조신호 시퀀스가 곱해져 전송될 수 있다. 참조신호 시퀀스는 이진 시퀀스(binary sequence) 또는 복소 시퀀스(complex sequence)일 수 있다. 예를 들어, 참조신호 시퀀스는 PN(pseudo-random) 시퀀스, m-시퀀스 등을 이용할 수 있다. 다만 이는 예시일 뿐, 참조신호 시퀀스에 특별한 제한은 없다. 기지국이 참조신호에 참조신호 시퀀스를 곱해서 전송할 경우, 단말은 인접 셀의 신호가 참조신호에 미치는 간섭을 감소시킬 수 있다. 이를 통해 채널추정 성능이 향상될 수 있다.
- [0037] 참조신호는 공용 참조신호(common RS)와 전용 참조신호(dedicated RS)로 구분될 수 있다.
- [0038] 공용 참조신호는 셀 내 모든 단말에게 전송되는 참조신호이다. 셀 내 모든 단말들은 공용 참조신호를 수신할 수 있다. 셀 간 간섭을 피하기 위해, 공용 참조신호는 셀에 따라 정해질 수 있다. 이 경우, 공용 참조신호는 셀 특정 참조신호(cell-specific RS)라고도 한다. 공용 참조신호는 채널 측정과 정보 복조에 사용될 수 있다. 채널 측정만을 위한 참조신호의 예로 CSI-RS(channel state information-RS)가 있다.
- [0039] 전용 참조신호는 셀 내 특정 단말 또는 특정 단말 그룹이 수신하는 참조신호이다. 다른 단말은 전용 참조신호를 이용할 수 없다. 전용 참조신호는 단말 특정 참조신호(UE-specific RS)라고도 한다. 전용 참조신호는 특정 단말의 하향링크데이터 전송을 위해 할당된 자원블록을 통해서 전송될 수 있다. 전용 참조신호는 정보 복조에 사용될 수 있다.
- [0040] 도 5는 노멀 CP의 경우, 하나의 안테나에 대한 공용 참조신호의 맵핑 예를 나타낸다. 도 6은 노멀 CP의 경우, 2개의 안테나에 대한 공용 참조신호들의 맵핑 예를 나타낸다. 도 7은 노멀 CP의 경우, 4개의 안테나에 대한 공용 참조신호들의 맵핑 예를 나타낸다. 도 8은 확장된 CP의 경우, 하나의 안테나에 대한 공용 참조신호의 맵핑 예를 나타낸다. 도 9는 확장된 CP의 경우, 2개의 안테나에 대한 공용 참조신호들의 맵핑 예를 나타낸다. 도 10은 확장된 CP의 경우, 4개의 안테나에 대한 공용 참조신호들의 맵핑 예를 나타낸다.
- [0041] 도 5 내지 10를 참조하면, R_p 는 안테나 # p 를 통한 참조신호 전송에 사용되는 자원요소를 나타낸다($p=0,1,2,3$). 이하, 참조신호 전송에 사용되는 자원요소를 참조 자원요소라 한다. R_p 는 안테나 # p 에 대한 참조 자원요소이다. R_p 는 안테나 # p 를 제외한 다른 모든 안테나를 통해서는 어떤 전송에도 사용되지 않는다. 다시 말해, 서브프레임 내 어떤 안테나를 통해 참조신호 전송을 위해 사용되는 자원요소는 동일 서브프레임 내 다른 안테나를 통해서는 어떤 전송에도 사용되지 않고, 0으로 설정될 수 있다. 이는 안테나 간 간섭을 주지 않기 위해서이다.
- [0042] 이하, 설명의 편의를 위해 시간-주파수 자원 내 참조신호 패턴(RS pattern)의 최소 단위를 기본 단위(basic unit)라 한다. 참조신호 패턴이란 시간-주파수 자원 내에서 참조 자원요소의 위치가 결정되는 방식이다. 기본 단위가 시간 영역 및/또는 주파수 영역으로 확장되면, 참조신호 패턴이 반복된다. 여기서, 기본 단위는 시간 영역에서 하나의 서브프레임 및 주파수 영역에서 하나의 자원블록이다.
- [0043] 공용 참조신호는 하향링크 서브프레임마다 전송될 수 있다. 안테나마다 하나의 공용 참조신호가 전송된다. 공용 참조신호는 서브프레임 내 참조 자원요소들의 집합에 대응된다. 기지국은 공용 참조신호에 미리 정의된 공용 참조신호 시퀀스를 곱하여 전송할 수 있다.
- [0044] 공용 참조신호의 참조신호 패턴을 공용 참조신호 패턴이라 한다. 안테나들 각각을 위한 공용 참조신호 패턴들은 시간-주파수 영역에서 서로 직교(orthogonal)한다. 공용 참조신호 패턴은 셀 내 모든 단말에 공통된다. 공용 참조신호 시퀀스 역시 셀 내 모든 단말에게 공통된다. 다만 셀 간 간섭을 최소화시키기 위해, 공용 참조신호 패턴 및 공용 참조신호 시퀀스 각각은 셀에 따라 정해질 수 있다.
- [0045] 공용 참조신호 시퀀스는 하나의 서브프레임 내 OFDM 심벌 단위로 생성될 수 있다. 공용 참조신호 시퀀스는 셀 ID(identifier), 하나의 무선 프레임 내 슬롯 번호, 슬롯 내 OFDM 심벌 인덱스, CP의 길이 등에 따라 달라질 수 있다.
- [0046] 기본 단위 내 참조 자원요소를 포함하는 OFDM 심벌에서, 하나의 안테나에 대한 참조 자원요소의 개수는 2이다. 즉, 기본 단위 내 R_p 를 포함하는 OFDM 심벌에서, R_p 의 개수는 2이다. 서브프레임은 주파수 영역에서 N_{DL} 자원블록을 포함한다. 따라서 서브프레임 내 R_p 를 포함하는 OFDM 심벌에서 R_p 의 개수는 $2 \times N_{DL}$ 이다. 그리고 서브프

레이프 내 R_p 를 포함하는 OFDM 심벌에서 안테나 # p 에 대한 공용 참조신호 시퀀스의 길이는 $2 \times N_{DL}$ 이다.

[0047] 다음 수학적식은 하나의 OFDM 심벌에서 공용 참조신호 시퀀스를 위해 생성되는 복소 시퀀스 $r(m)$ 의 예를 나타낸다.

수학적식 1

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}} (1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}} (1 - 2 \cdot c(2m+1)),$$

$$m = 0, 1, \dots, 2N_{max,DL} - 1$$

[0048]

[0049] 여기서, $N_{max,DL}$ 은 무선 통신 시스템에서 지원되는 최대 하향링크 전송 대역폭에 해당하는 자원블록의 개수이다. LTE에서 $N_{max,DL}$ 은 110이다. N_{DL} 이 $N_{max,DL}$ 보다 작은 경우, $2 \times N_{max,DL}$ 길이로 생성된 복소 시퀀스 중 $2 \times N_{DL}$ 길이의 일정 부분을 선택해서 공용 참조신호 시퀀스로 사용할 수 있다. $c(i)$ 는 PN 시퀀스이다. PN 시퀀스는 길이-31의 골드(Gold) 시퀀스에 의해 정의될 수 있다. 다음 수학적식은 $c(i)$ 의 예를 나타낸다.

수학적식 2

$$c(n) = (x(n+Nc) + y(n+Nc)) \bmod 2$$

$$x(n+31) = (x(n+3) + x(n)) \bmod 2$$

$$y(n+31) = (y(n+3) + y(n+2) + x(n+1) + x(n)) \bmod 2$$

[0050]

[0051] 여기서, $Nc=1600$ 이고, $x(i)$ 은 제1 m -시퀀스이고, $y(i)$ 는 제2 m -시퀀스이다. 예를 들어, 제1 m -시퀀스는 각 OFDM 심벌의 처음에서 $x(0)=1$, $x(i)=0(i=1,2,\dots,30)$ 으로 초기화(initialization)될 수 있다. 제2 m -시퀀스는 각 OFDM 심벌의 처음에서 셀 ID, 무선 프레임 내 슬롯 번호, 슬롯 내 OFDM 심벌 인덱스, CP의 길이 등에 따라 초기화될 수 있다.

[0052] 다음 수학적식은 제2 m -시퀀스의 초기화의 예이다.

수학적식 3

$$\sum_{i=0}^{30} y(i) \cdot 2^i = 2^{10} (7(n_s+1) + \ell + 1) (2N_{cell_ID} + 1) + 2N_{cell_ID} + N_{CP}$$

[0053]

[0054] 여기서, n_s 는 무선 프레임 내 슬롯 번호이고, ℓ 은 슬롯 내 OFDM 심벌 인덱스이고, N_{cell_ID} 는 셀 ID이다. 노멀 CP인 경우, N_{CP} 는 1이고, 확장된 CP인 경우, N_{CP} 는 0이다.

[0055] 상기 식으로 공용 참조신호 시퀀스를 생성하는 경우, 공용 참조신호 시퀀스는 안테나와는 무관하다. 따라서 동일한 OFDM 심벌에서 복수의 안테나 각각마다 공용 참조신호가 전송되는 경우, 상기 복수의 안테나 각각의 공용 참조신호 시퀀스는 동일하다.

[0056] 참조 자원요소를 포함하는 OFDM 심벌마다 생성된 공용 참조신호 시퀀스는 공용 참조신호 패턴에 따라 참조 자원요소에 맵핑된다. 이때 공용 참조신호 시퀀스는 순서대로 부반송파 인덱스의 오름차순으로 참조 자원요소에 맵핑될 수 있다. 이때, 각 안테나마다 공용 참조신호 시퀀스가 생성되고, 각 안테나마다 공용 참조신호 시퀀스가 참조 자원요소에 맵핑된다.

[0057] 도 11은 LTE에서 노멀 CP의 경우, 전용 참조신호의 맵핑 예를 나타낸다. 도 12는 LTE에서 확장된 CP의 경우, 전용 참조신호의 맵핑 예를 나타낸다.

[0058] 도 11 및 12를 참조하면, R5는 안테나 #5를 통한 전용 참조신호 전송에 사용되는 자원요소를 나타낸다. LTE에서 전용 참조신호는 단일 안테나 전송을 위해 지원된다. 상위계층에 의해 PDSCH 상의 하향링크 데이터 전송 기법 (transmission scheme)이 안테나 #5를 통한 단일 안테나 전송으로 설정된 경우에만, 전용 참조신호가 존재할 수 있고, PDSCH 복조를 위해 유효할 수 있다. 전용 참조신호는 PDSCH가 맵핑되는 자원블록 상에서만 전송될 수 있다. 전용 참조신호는 PDSCH가 맵핑되는 자원블록 내 참조 자원요소들의 집합에 대응된다. 기지국은 전용 참조신호에 미리 정의된 전용 참조신호 시퀀스를 곱하여 전송할 수 있다. 여기서, 기본 단위는 시간 영역에서 하나의 서브프레임 및 주파수 영역에서 하나의 자원블록이다.

[0059] 전용 참조신호는 공용 참조신호와 동시에 전송될 수 있다. 따라서 참조신호 오버헤드가 공용 참조신호만이 전송되는 경우의 참조신호 오버헤드와 비교하여 대단히 높아지게 된다. 단말은 공용 참조신호와 전용 참조신호를 같이 사용할 수 있다. 서브프레임 내 제어정보가 전송되는 제어영역에서 단말은 공용 참조신호를 사용하고, 서브프레임 내 나머지 데이터 영역에서 단말은 전용 참조신호를 사용할 수 있다. 예를 들어, 제어영역은 서브프레임의 제1 슬롯 내 OFDM 심벌 인덱스 l 이 0 내지 2인 OFDM 심벌들이다(도 4 참조).

[0060] 전용 참조신호의 참조신호 패턴인 전용 참조신호 패턴은 셀 내 모든 단말에게 공통될 수 있다. 다만 셀 간 간섭을 최소화시키기 위해, 전용 참조신호 패턴은 셀에 따라 정해질 수 있다. 전용 참조신호 시퀀스는 단말에 따라 정해질 수 있다. 따라서 셀 내 특정 단말만이 전용 참조신호를 수신할 수 있다.

[0061] 전용 참조신호 시퀀스는 서브프레임 단위로 생성될 수 있다. 전용 참조신호 시퀀스는 셀 ID, 하나의 무선 프레임 내 서브프레임의 위치, 단말 ID 등에 따라 달라질 수 있다.

[0062] 기본 단위 내 전용 참조신호를 위한 참조 자원요소의 개수는 12이다. 즉, 기본 단위 내 R5의 개수는 12이다. PDSCH가 맵핑되는 자원블록의 개수를 N_{PDSCH} 라 할 경우, 전용 참조신호를 위한 전체 R5의 개수는 $12 \times N_{PDSCH}$ 이다. 따라서 전용 참조신호 시퀀스의 길이는 $12 \times N_{PDSCH}$ 이다. 전용 참조신호 시퀀스의 길이는 단말이 PDSCH 전송을 위해 할당받는 자원블록의 개수에 따라 달라질 수 있다.

[0063] 다음 수학적식은 전용 참조신호 시퀀스 $r(m)$ 의 예를 나타낸다.

수학적식 4

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}} (1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}} (1 - 2 \cdot c(2m+1)),$$

$$m = 0, 1, \dots, 12 \times N_{PDSCH} - 1$$

[0064]

[0065] 여기서, $c(i)$ 는 PN 시퀀스이다. $c(i)$ 는 수학적식 2가 이용될 수 있다. 이때, 제2 m -시퀀스는 각 서브프레임의 처음에서 셀 ID, 하나의 무선 프레임 내 서브프레임의 위치, 단말 ID 등에 따라 초기화될 수 있다.

[0066] 다음 수학적식은 제2 m -시퀀스의 초기화의 예이다.

수학적식 5

$$\sum_{i=0}^{30} y(i) \cdot 2^i = (\lfloor n_s/2 \rfloor + 1) \cdot (2N_{cell_ID} + 1) \cdot 2^{16} + UE_ID$$

[0067]

[0068] 여기서, n_s 는 무선 프레임 내 슬롯 번호이고, N_{cell_ID} 는 셀 ID이고, UE_ID 는 단말 ID이다.

[0069] 전용 참조신호 시퀀스는 PDSCH가 맵핑되는 자원블록 내에서 참조신호 패턴에 따라 참조 자원요소에 맵핑된다. 이때 전용 참조신호 시퀀스는 순서대로 상기 자원블록 내에서 우선 부반송과 인덱스의 오름차순, 다음에는 OFDM 심벌 인덱스의 오름차순으로 참조 자원요소에 맵핑된다.

[0070] 지금까지 LTE 시스템에서의 공용 참조신호 구조 및 전용 참조신호 구조에 대해 설명하였다. 하향링크에서 LTE 시스템은 1, 2 또는 4개의 안테나 전송이 지원된다. 즉, LTE 시스템이 적용되는 단말(이하, LTE 단말)은 최대 4

개의 전송 안테나를 통해 전송되는 신호를 수신할 수 있다. LTE 시스템의 공용 참조신호 구조는 최대 4개 전송 안테나의 채널 추정 가능성이 가능하도록 설계되어 있다.

- [0071] LTE-A 시스템은 8개의 전송 안테나까지 지원된다. 즉, LTE-A 시스템이 적용되는 단말(이하, LTE-A 단말)은 최대 8개의 전송 안테나를 통해 전송되는 신호를 수신할 수 있다. 따라서 LTE-A 시스템은 최대 8개 전송 안테나의 채널 추정이 가능하도록 참조신호가 전송되어야 한다.
- [0072] 그런데 셀 내에는 LTE 단말과 LTE-A 단말이 공존(coexisting)할 수 있다. 따라서 LTE-A 시스템은 LTE 단말 및 LTE-A 단말을 함께 지원할 수 있도록 설계되어야 한다. 이를 위해, LTE-A 시스템은 LTE 시스템과 역호환성을 유지하도록 설계될 수 있다.
- [0073] LTE-A 시스템에서 최대 8개의 안테나 전송이 지원되기 위해, LTE-A 시스템은 LTE-A 단말에게 최대 8개의 전송 안테나에 대한 참조신호를 모두 제공해야 한다. 그리고 LTE-A 시스템은 LTE 단말에게는 하향링크에서 1, 2 또는 4 전송 안테나 시스템으로 보이도록 구성되어야 한다. 이를 통해 LTE-A 시스템은 LTE 단말과 LTE-A 단말을 모두 지원할 수 있다. 이때, LTE-A 시스템에서 LTE 시스템의 공용 참조신호 구조가 최대한 유지될 수 있다.
- [0074] LTE 단말과 LTE-A 단말을 동시에 지원하는 시스템을 구성하기 위해, 적절한 참조신호 전송 장치 및 방법을 제공할 필요가 있다. LTE 단말이 LTE-A 시스템에서 동작하기 위한 참조신호 구조가 적절히 설계되어야 한다.
- [0075] 4 전송 안테나를 통한 MIMO 기법과 8 전송 안테나를 통한 MIMO 기법이 동일한 서브프레임 또는 동일한 무선 프레임에서 지원되기 위해, LTE 단말에 사용되는 제어채널은 4 전송 안테나를 통한 MIMO 기법으로 유지되어야 한다. 따라서 하향링크 서브프레임 내 제어영역(도 4 참조)은 LTE 시스템에서 지원되는 2 전송 안테나 또는 4 전송 안테나로 동작하도록 구성하는 것이 바람직하다.
- [0076] 8 전송 안테나 시스템에서 LTE를 위한 1, 2 또는 4 안테나 전송을 구현하는 방법으로 다음의 방법들이 사용될 수 있다.
- [0077] 첫째, 8 전송 안테나 시스템에서 LTE를 위한 1, 2 또는 4 안테나 전송은 전송 안테나를 온/오프(on/off) 기법으로 구현될 수 있다. 8개의 전송 안테나 중 7, 6 또는 4개의 전송 안테나의 전력을 사용하지 않도록 온/오프함으로써 1, 2 또는 4 안테나 전송이 구현될 수 있다. 그런데 전송 안테나를 온/오프하는 기법은 전송 전력의 손실이 발생한다.
- [0078] 둘째, 8 전송 안테나 시스템에서 LTE를 위한 1, 2 또는 4 안테나 전송은 가상 안테나(virtual antenna) 기법으로 구현될 수 있다. 전송 안테나를 온/오프하는 기법은 전송 전력의 손실이 발생하므로 가상 안테나 기법이 적용되는 것이 바람직하다.
- [0079] 이하, 가상 안테나를 통한 참조신호 전송 방법 및 그 장치에 대해 상술한다. 이하에서 설명되는 내용은 LTE-A 시스템뿐 아니라, 일반적인 OFDM-MIMO 시스템에서 적용 가능하다.
- [0080] 셀 내에는 제1 시스템이 적용되는 단말과 제2 시스템이 적용되는 단말이 공존할 수 있다. 제2 시스템은 제1 시스템의 진화된 시스템이다. 일 예로, 제1 시스템은 LTE 시스템이고, 제2 시스템은 LTE-A 시스템일 수 있다. 다른 예로, 제1 시스템은 IEEE 802.16e 시스템이고, 제2 시스템은 IEEE 802.16m 시스템일 수 있다.
- [0081] 제2 시스템은 제1 시스템에 비해 하향링크에서 지원되는 전송 안테나의 개수가 확장된 시스템이다. 제1 시스템은 하향링크에서 K개의 전송 안테나까지 지원되고, 제2 시스템은 하향링크에서 N개의 전송 안테나까지 지원된다 ($N > K$). 예를 들어, 제1 시스템은 LTE 시스템($K=4$)이고, 제2 시스템은 LTE-A 시스템($N=8$)일 수 있다.
- [0082] 도 13은 안테나 가상화 기법을 사용하는 전송기 구조의 예를 나타낸 블록도이다. 여기서, 전송기는 기지국 또는 단말의 일부분일 수 있다.
- [0083] 도 13을 참조하면, 전송기(100)는 참조신호 생성기(110), 가상화부(virtualization unit, 120) 및 N_t 개의 전송 안테나(190-1, ..., 190- N_t)를 포함한다. N_t 개의 전송 안테나(190-1, ..., 190- N_t)는 물리적 안테나이다. 참조신호 생성기(110)는 가상화부(120)에 연결되고, 가상화부(120)는 N_t 개의 전송 안테나(190-1, ..., 190- N_t)에 연결된다.
- [0084] 참조신호 생성기(110)는 K개의 참조신호 시퀀스를 생성하도록 형성된다($K < N_t$).
- [0085] 가상화부(120)는 각각의 K개의 참조신호 시퀀스를 각각의 K개의 가상 안테나 맵핑하여 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터를 생성하도록 형성된다. 하나의 참조신호 시퀀스를 하나의 가상 안테나에 맵핑하여 하나의 참조신호 시퀀스 벡터가 생성될 수 있다. 각각의 K개의 참조신호 시퀀스 벡터는 N_t 개의 전송 안테나(190-1, ..., 190-

Nt)를 통해 전송된다.

- [0086] 이와 같이, Nt개의 전송 안테나를 포함하는 전송기(100)는 안테나 가상화를 통해 K개의 가상 안테나를 통해 참조신호를 전송할 수 있다. 단말 입장에서는 K개의 안테나를 통해 참조신호가 전송되는 것으로 보인다. 예를 들어, LTE-A 시스템에서, 8개의 전송 안테나를 포함하는 기지국은 안테나 가상화를 통해 1, 2 또는 4 가상 안테나를 통해 참조신호를 전송할 수 있다.
- [0087] K개 이하의 안테나 전송이 지원되는 경우, 참조신호는 가상 안테나 맵핑 방식으로 전송될 수 있다. 그런데 K개보다 많은 개수의 안테나 전송이 지원되는 경우, 참조신호 전송 방법이 문제된다. 즉, 4개 이하의 안테나 전송이 지원되는 LTE 단말은 가상 안테나 맵핑 방식으로 참조신호가 전송될 수 있으나, 4개보다 많은 개수의 안테나 전송이 지원되는 LTE-A 단말을 위한 참조신호 전송 방법이 문제된다.
- [0088] 첫째, LTE-A 단말을 위한 참조신호는 물리적 안테나 맵핑 방식으로 전송될 수 있다. 둘째, LTE-A 단말을 위한 참조신호 역시 가상 안테나 맵핑 방식으로 전송될 수 있다.
- [0089] 먼저, LTE-A 단말을 위한 참조신호는 물리적 안테나 맵핑 방식으로 전송되는 경우를 설명한다. 이 경우, LTE 단말을 위한 참조신호만을 가상 안테나 맵핑 방식으로 전송하고, LTE-A 단말을 위한 참조신호는 물리적 안테나 맵핑 방식으로 전송한다. 또는 단말의 종류와는 상관없이 K개의 안테나 전송의 경우에는 가상 안테나 맵핑 방식이 적용되고, K개보다 많은 개수의 안테나 전송의 경우에는 물리적 안테나 맵핑 방식이 적용될 수 있다. 예를 들어, 4 전송 안테나 MIMO 기법을 위해서는 가상 안테나 맵핑을 적용하도록 구성되고, 8 전송 안테나 MIMO 기법을 위해서는 물리적 안테나 맵핑을 적용하도록 구성될 수 있다. 이 경우, 4 전송 안테나 MIMO 기법을 위해 사용된 참조신호는 8 전송 안테나 MIMO 기법을 위하여는 사용될 수 없다. 따라서 LTE-A 단말에게 8 전송 안테나 MIMO 기법을 위한 측정용 참조신호는 4 전송 안테나 MIMO 기법의 참조신호와와는 별도로 전송되어야 한다. 이 경우 8 전송 안테나 MIMO 기법의 프리코딩이 좀 더 정확하게 사용될 수 있다.
- [0090] 다음, LTE-A 단말을 위한 참조신호 역시 가상 안테나 맵핑 방식으로 전송되는 경우를 설명한다. 이 경우 LTE-A 단말을 위해 8개의 가상 안테나가 구성된다. LTE 단말을 위해서는 구성된 8개의 가상 안테나 중 1, 2 또는 4개의 가상 안테나가 선택된다.
- [0091] 도 14는 하나의 가상 안테나를 통해 참조신호가 전송되는 무선 통신 시스템의 예를 나타낸 블록도이다.
- [0092] 도 14를 참조하면, 전송기(200)는 참조신호 생성기(210), 가상화부(220) 및 Nt개의 전송 안테나(290-1, ..., 290-Nt)를 포함한다(Nt는 자연수). Nt개의 전송 안테나(290-1, ..., 290-Nt)는 물리적 안테나이다. 참조신호 생성기(210)는 가상화부(220)에 연결되고, 가상화부(220)는 Nt개의 전송 안테나(290-1, ..., 290-Nt)에 연결된다. 수신기(300)는 채널 추정부(310) 및 Nr개의 수신 안테나(390-1, ..., 390-Nr)를 포함한다. 전송기(200)는 기지국의 일부분이고, 수신기(300)는 단말의 일부분일 수 있다.
- [0093] Nt개의 전송 안테나(290-1, ..., 290-Nt) 및 Nr개의 수신 안테나(390-1, ..., 390-Nr) 사이에는 MIMO 채널 행렬 **H**가 형성된다. MIMO 채널 행렬 **H**의 크기는 $N_r \times N_t$ 이다. 수신 안테나의 개수가 1인 경우, MIMO 채널 행렬은 행 벡터(row vector)가 된다. 일반적으로 행렬은 행 벡터 및 열 벡터(column vector)까지 포함하는 개념이다.
- [0094] 참조신호 생성기(210)는 참조신호 시퀀스 #i($r_i(m)$)을 생성하도록 형성된다. 참조신호 시퀀스 #i($r_i(m)$)는 참조신호 패턴 #i에 따라 맵핑된 참조신호 시퀀스이다. 여기서, i는 참조신호 패턴을 지시하는 패턴 인덱스이다. m은 시간-주파수 자원 인덱스에 대응될 수 있다. 참조신호 패턴이란 참조신호 시퀀스 전송에 사용되는 시간-주파수 자원 패턴이다. 예를 들어, 참조신호 패턴 #0 내지 참조신호 패턴 #3에는 도 7의 참조신호 구조가 이용할 수 있다.
- [0095] 또는 참조신호 시퀀스 #i($r_i(m)$)은 전송 안테나 #i에 대한 참조신호 패턴에 따라 맵핑된 참조신호 시퀀스일 수 있다($i=0, 1, \dots, N_t-1$). 이 경우, Nt개의 전송 안테나 각각마다 서로 다른 참조신호 패턴이 사용될 수 있다.
- [0096] 가상화부(220)는 참조신호 시퀀스 #i($r_i(m)$)를 가상 안테나 #i로 맵핑되도록 형성된다. 참조신호 시퀀스 #i($r_i(m)$)를 가상 안테나 #i로 맵핑하기 위해 가상 안테나 행렬(virtual antenna matrix, **V**)을 사용한다.
- [0097] 가상 안테나 행렬의 행의 개수는 물리적 전송 안테나의 개수와 같고, 가상 안테나 행렬의 열의 개수는 가상 안테나의 개수와 같도록 구성될 수 있다. LTE-A 단말을 위한 참조신호 역시 가상 안테나 맵핑 방식으로 전송되는 경우, Nt개의 가상 안테나가 구성될 수 있다. 이 경우, 가상 안테나 행렬의 크기는 $N_t \times N_t$ 이다.

[0098] 다음 수학식은 Nt가 8인 경우, 가상 안테나 행렬의 예를 나타낸다.

수학식 6

$$V = (\mathbf{v}_0 \quad \mathbf{v}_1 \quad \cdots \quad \mathbf{v}_7) = \begin{pmatrix} \mathbf{v}_{00} & \mathbf{v}_{10} & \cdots & \mathbf{v}_{70} \\ \mathbf{v}_{01} & \mathbf{v}_{11} & \cdots & \mathbf{v}_{71} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{v}_{07} & \mathbf{v}_{17} & \cdots & \mathbf{v}_{77} \end{pmatrix}$$

[0099]

[0100] 여기서, \mathbf{v}_i 는 가상 안테나 행렬의 i 번째 열 벡터로 참조신호를 가상 안테나 # i 로 맵핑하기 위한 가상 안테나 벡터 # i 이다. v_{ij} 는 가상 안테나 행렬의 복소수 계수(complex coefficient)이다($i \in \{0, 1, \dots, 7\}$, $j \in \{0, 1, \dots, 7\}$). 복소수 계수는 상황에 따라 여러 가지 형태로 구성 가능하다.

[0101] 가상 안테나 행렬은 유니터리 행렬(unitary matrix) 형태로 구성할 수 있다. 가상 안테나 행렬이 유니터리 행렬인 경우, 모든 전송 안테나에 균등하게 전력이 분배될 수 있다.

[0102] 참조신호 시퀀스 # i 이 가상 안테나 # i 로 맵핑된 참조신호 시퀀스 벡터 # i 를 다음 수학식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$\mathbf{R}_i(m) = \mathbf{v}_i \cdot r_i(m), \quad i=0, \dots, 7$$

[0103]

[0104] 여기서, $r_i(m)$ 은 참조신호 시퀀스 # i 이고, \mathbf{v}_i 는 가상 안테나 행렬의 i 번째 열 벡터로 가상 안테나 벡터 # i 이고, $\mathbf{R}_i(m)$ 은 참조신호 시퀀스 벡터 # i 이다.

[0105] 전송기(200)는 Nt개의 전송 안테나(290-1, ..., 290-Nt)를 통해서 참조신호 시퀀스 벡터 # i ($\mathbf{R}_i(m)$)를 전송한다.

[0106] 수신기(300)는 Nr개의 수신 안테나(390-1, ..., 390-Nr)를 통해 수신 신호 벡터 $\mathbf{y} = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_{Nr}]^T$ 를 수신한다. 수신 신호 벡터 \mathbf{y} 는 다음 수학식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 8

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \mathbf{H}\mathbf{v}_i r_i(m) + \mathbf{n} \\ &= \mathbf{h}_i r_i(m) + \mathbf{n} \end{aligned}$$

[0107]

[0108] 여기서, $\mathbf{n} = [n_1 \ n_2 \ \dots \ n_{Nr}]^T$ 은 잡음 벡터이다.

[0109] 채널 추정부(310)는 수신 신호 벡터로부터 가상 안테나 # i 의 가상 안테나 채널인 가상 안테나 채널 # i (\mathbf{h}_i)를 추정하도록 형성된다. 채널 추정부(310)는 참조신호 시퀀스 # i ($r_i(m)$)을 알고 있으므로, 가상 안테나 채널 # i (\mathbf{h}_i)를 추정할 수 있다.

[0110] 여기서는 하나의 가상 안테나를 통해 하나의 참조신호 시퀀스를 전송하는 경우를 도시하였으나, K개의 가상 안테나를 통해 K개의 참조신호 시퀀스가 전송될 수도 있다. LTE 단말에 K개의 안테나 전송이 적용되는 경우, 기

지국은 N_t 개의 가상 안테나를 구성하여 K 개의 가상 안테나를 선택하여 참조신호를 전송할 수 있다.

- [0111] 각각의 K 개의 참조신호 시퀀스 및 각각의 K 개의 가상 안테나 벡터를 기반으로 각각의 K 개의 참조신호 시퀀스 벡터가 생성되고, 각각의 K 개의 참조신호 시퀀스 벡터는 N_t 개의 전송 안테나를 통해 전송될 수 있다. 여기서, 각각의 K 개의 가상 안테나 벡터는 가상 안테나 행렬로부터 선택되는 서로 다른 열 벡터일 수 있다.
- [0112] 가상 안테나 행렬은 K 에 상관없이 동일한 가상 안테나 행렬을 사용할 수 있다. 또는 K 에 따라 가상 안테나 행렬을 다르게 사용할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 LTE 단말을 위해 1, 2 또는 4 안테나 전송에 따라 동일한 가상 안테나 행렬을 사용하거나, 다른 가상 안테나 행렬을 사용할 수도 있다.
- [0113] 이하, 가상 안테나 행렬의 구체적인 예를 설명한다.
- [0114] 1. 8개의 가상 안테나를 구성하여 4개의 가상 안테나가 선택되는 경우
- [0115] LTE 단말에 4 안테나 전송이 적용되는 경우, 기지국은 8개의 가상 안테나를 구성하여 4개의 가상 안테나를 선택하여 참조신호를 전송할 수 있다. 이 경우, 다음과 같은 가상 안테나 행렬을 구성할 수 있다.
- [0116] 다음 수학적식은 가상 안테나 행렬의 일 예이다.

수학적식 9

$$V = (\mathbf{v}_0 \quad \mathbf{v}_1 \quad \cdots \quad \mathbf{v}_7) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

- [0117]
- [0118] 이 경우, 가상 안테나 벡터가 시간-주파수 자원의 위치에 상관없이 고정된다. 시간-주파수 자원에 상관없이 특정 빔(beam)이 형성된다. 여기서, 시간-주파수 자원이란 부반송파, 자원요소 또는 특정 자원일 수 있다.
- [0119] 다음 수학적식은 가상 안테나 행렬의 다른 예이다.

수학적식 10

$$V = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \exp(jd_1k) & 0 & 0 & 0 & -\exp(jd_1k) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \exp(jd_2k) & 0 & 0 & 0 & -\exp(jd_2k) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \exp(jd_3k) & 0 & 0 & 0 & -\exp(jd_3k) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \exp(jd_4k) & 0 & 0 & 0 & -\exp(jd_4k) \end{pmatrix}$$

- [0120]
- [0121] 여기서, k 는 시간-주파수 자원을 지시하는 시간-주파수 자원 인덱스이고, d_i 는 위상(phase)이다($0 \leq d_i < 2\pi$, $i=1,2,3,4$). 예를 들어, k 는 부반송파 인덱스, 자원요소 인덱스 또는 특정 자원 인덱스일 수 있다. 시간-주파수 자원에 따라 빔이 형성될 수 있다.

[0122] 이외의 다른 형태의 임의의 행렬이 가상 안테나 행렬로 사용될 수 있다. 예를 들어, 가상 안테나 행렬은 위상 대각 행렬(phase diagonal matrix) 및 상수 모듈러스 행렬(constant modulus matrix)의 결합으로 구성될 수 있다. 상수 모듈러스 행렬은 행렬의 각 요소가 '0'이 아닌 같은 크기를 갖는 행렬이다. 예를 들어, 상수 모듈러스 행렬 U 는 DFT(discrete Fourier transform) 행렬 또는 월시(Walsh) 행렬일 수 있다. 예를 들어, 가상 안테나 행렬은 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

수학적식 11

[0123]
$$V = \begin{pmatrix} \exp(jd_0k) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \exp(jd_1k) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \exp(jd_2k) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \exp(jd_3k) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \exp(jd_4k) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \exp(jd_5k) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \exp(jd_6k) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \exp(jd_7k) \end{pmatrix} U$$

[0124] 여기서, 행렬 U 는 상수 모듈러스 행렬이고, k 는 시간-주파수 자원을 지시하는 시간-주파수 자원 인덱스이고, d_i 는 위상이다($0 \leq d_i < 2\pi$, $i=0,1,\dots,7$). 상수 모듈러스 행렬 U 는 행렬의 각 요소의 크기가 같은 유니터리 행렬 일 수 있다. k 는 부반송파 인덱스, 자원요소 인덱스 또는 특정 자원 인덱스일 수 있다.

[0125] 위상 d_i 가 '0'인 경우($i=0,1,\dots,7$), 가상 안테나 행렬 V 는 U 가 된다. 위상 d_i 는 고정된 값을 사용하거나, 기지국에 의해 결정될 수 있다($i=0,1,\dots,7$).

[0126] B. 8개의 가상 안테나를 구성하여 2개의 가상 안테나가 선택되는 경우

[0127] LTE 단말에 2 안테나 전송이 적용되는 경우, 기지국은 8개의 가상 안테나를 구성하여 2개의 가상 안테나를 선택하여 참조신호를 전송할 수 있다. 이 경우, 다음과 같은 가상 안테나 행렬을 구성할 수 있다.

[0128] 다음 수학적식은 가상 안테나 행렬의 일 예이다.

수학적식 12

[0129]
$$V = (\mathbf{v}_0 \quad \mathbf{v}_1 \quad \dots \quad \mathbf{v}_7) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & j & 0 & -1 & 0 & -j & 0 \\ 0 & 1 & 0 & j & 0 & -1 & 0 & -j \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -j & 0 & -1 & 0 & j & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -j & 0 & -1 & 0 & j \end{pmatrix}$$

[0130] 가상 안테나 행렬은 DFT 행렬 또는 월시 행렬을 확장하여 구성될 수 있다. 예를 들어, 가상 안테나 행렬은 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 13

$$V = (\mathbf{v}_0 \ \mathbf{v}_1 \ \cdots \ \mathbf{v}_7) = \begin{pmatrix} \mathbf{D}_{4 \times 4} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{D}_{4 \times 4} \end{pmatrix} \text{ or } \begin{pmatrix} \mathbf{W}_{4 \times 4} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{W}_{4 \times 4} \end{pmatrix}$$

[0131]

[0132]

여기서, $\mathbf{D}_{4 \times 4}$ 는 4×4 크기의 DFT 행렬이고, $\mathbf{W}_{4 \times 4}$ 는 4×4 크기의 윌시 행렬이다. 이와 같이, 가상 안테나 행렬은 DFT 행렬 또는 윌시 행렬을 블록 대각(block diagonal) 형태로 확장하여 구성될 수 있다.

[0133]

가상 안테나 행렬은 수학식 13의 행렬의 열 치환(row permutation) 형태로 구성될 수 있다. 이를 다음 수학식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 14

$$V = (\mathbf{v}_0 \ \mathbf{v}_1 \ \cdots \ \mathbf{v}_7) = \mathbf{P}_{8 \times 8} \begin{pmatrix} \mathbf{D}_{4 \times 4} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{D}_{4 \times 4} \end{pmatrix} \text{ or } \mathbf{P}_{8 \times 8} \begin{pmatrix} \mathbf{W}_{4 \times 4} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{W}_{4 \times 4} \end{pmatrix}$$

[0134]

[0135]

여기서, $\mathbf{P}_{8 \times 8}$ 은 8×8 크기의 순열 행렬(permutation matrix)이다. 순열 행렬은 정사각 행렬의 모든 원소가 0 또는 1이고, 각 행이나 열은 오직 하나의 1만 포함하고 있는 행렬이다.

[0136]

수학식 12 내지 14 각각의 행렬에 위상 대각 행렬이 결합된 행렬이 가상 안테나 행렬로 구성될 수도 있다.

[0137]

이와 같이, 가상 안테나 행렬은 LTE 단말을 지원하는 전송 안테나의 개수에 따라 다르게 구성될 수 있다. 또한 특정 개수(예를 들어, 1, 2 또는 4개)의 전송 안테나를 위한 가상 안테나 행렬은 하나 이상으로 구성해 놓을 수도 있다. 이 경우, 전송 기법, 서브프레임, 무선 프레임, 중계 노드(relay node) 등의 상황에 따라 다른 가상 안테나 행렬이 사용될 수 있다.

[0138]

전송 기법은 기지국이 단말에게 하향링크 데이터를 전송하는 기법일 수 있다. 전송 기법에는 단일 안테나 기법, MIMO 기법 등이 있다. MIMO 기법에는 전송 다이버시티 기법, 개루프(open-loop) 공간 다중화 기법, 폐루프(closed-loop) 공간 다중화 기법, MU-MIMO(multiple user-MIMO) 기법 등이 있다. 전송 기법은 RRC(radio resource control)와 같은 상위계층(higher layer) 시그널링에 의해 반정적으로(semi-statically) 설정될 수 있다.

[0139]

이와 같이, N_t 개의 전송 안테나를 포함하는 전송기는 안테나 가상화를 통해 K 개의 가상 안테나를 통해 참조신호를 전송할 수 있다. 이를 통해 K 개의 안테나 전송이 지원되는 LTE 단말에게 참조신호가 전송될 수 있다.

[0140]

그런데 N_t 개의 안테나 전송이 지원되는 LTE-A 단말을 위한 참조신호 역시 가상 안테나 맵핑 방식으로 전송되는 경우, 나머지 $N_t - K$ 개의 가상 안테나를 통한 참조신호 역시 전송되어야 한다. 다음과 같은 방법이 사용될 수 있다.

[0141]

1. 가상 안테나 재설정(virtual antenna reconfiguration)

[0142]

가상 안테나의 구성은 가상 안테나 벡터 \mathbf{v}_i 에 의해 채널특성이 결정된다. 따라서 가상 안테나 벡터 \mathbf{v}_i 를 다르게 구성하면 다른 가상 안테나를 통해 참조신호가 전송되는 효과를 얻을 수 있다.

[0143]

참조신호 시퀀스 벡터 \mathbf{v}_j 는 다음 수학식과 같이 구성될 수 있다.

수학식 15

$$R_j(m) = v_i \cdot r_j(m), \quad i \in \{0, \dots, 7\}, \quad j \in \{0, \dots, 7\}$$

[0144]

[0145] 여기서, $r_j(m)$ 은 참조신호 시퀀스 # j 이고, v_i 는 가상 안테나 행렬의 i 번째 열 벡터로 가상 안테나 벡터 # i 이고, $R_j(m)$ 는 참조신호 시퀀스 벡터 # j 이다. 즉, 참조신호 시퀀스 벡터 # j 는 참조신호 시퀀스 # j 가 가상 안테나 # i 로 맵핑된 것이다. i 는 가상 안테나 인덱스이고, j 는 참조신호 패턴을 지시하는 패턴 인덱스이다. 가상 안테나 인덱스 i 와 패턴 인덱스 j 의 값을 일정 시간 구간 동안 다르게 적용하고, 이를 LTE-A 단말에게 알려줄 수 있다. 이를 통해, LTE-A 단말이 8개의 가상 안테나 채널 정보를 모두 얻을 수 있도록 구성될 수 있다.

[0146]

예를 들어, LTE 단말이 8개의 가상 안테나 중 4개의 가상 안테나를 선택하여 사용하는 경우를 가정한다. LTE 단말은 항상 동일한 4개의 가상 안테나를 사용하는 것이 아니라 시간에 따라 다른 가상 안테나를 사용할 수도 있다. 이때, LTE 단말은 채널의 변화만을 감지할 뿐 다른 가상 안테나로부터 신호가 전송됐는지 여부를 구분할 수 없다. 하지만 LTE-A 단말은 4개의 가상 안테나의 변화를 알 수 있고 이를 통하여 나머지 4개의 가상 안테나에 대한 정보를 추가적으로 얻을 수 있다. 모든 가상 안테나 벡터는 모든 LTE-A 단말에 명백(transparent)하게 구현될 수 있다.

[0147]

예를 들어, 제1 구간에는 참조신호 시퀀스 #0가 가상 안테나 #0를 통해 전송된다고 가정한다($R_0(m)=v_0r_0(m)$). 이 경우, LTE-A 단말은 가상 안테나 채널 #0($h_0=Hv_0$)에 대한 정보를 얻을 수 있다. 제2 구간에는 참조신호 시퀀스 #0가 가상 안테나 #3를 통해 전송된다고 가정한다($R_0(m)=v_3r_0(m)$). 이 경우, LTE-A 단말은 가상 안테나 채널 #3($h_3=Hv_3$)에 대한 정보를 얻을 수 있다. 예를 들어, 제1 구간 및 제2 구간은 각각 서로 다른 서브프레임 또는 서로 다른 무선 프레임일 수 있다. 이를 통해, LTE-A 단말은 제1 구간 및 제2 구간에서 모두 동일한 시간-주파수 위치에서 전송되는 참조신호 시퀀스를 통해 서로 다른 가상 안테나 채널에 대한 정보를 얻을 수 있다. 동일한 시간-주파수 위치에서 전송되는 참조신호 시퀀스는 동일한 참조신호 패턴을 사용하는 참조신호 시퀀스라 할 수 있다.

[0148]

2. 가상 안테나 그룹 교환(virtual antenna group swapping)

[0149]

N_t 개의 가상 안테나는 K 개의 가상 안테나를 포함하는 제1 가상 안테나 그룹과 N_t-K 개의 가상 안테나를 포함하는 제2 가상 안테나 그룹과 같이 두 개의 가상 안테나 그룹으로 정할 수 있다. 예를 들어, N_t 는 8이고, K 는 4일 수 있다. 제1 가상 안테나 그룹($G1$)과 제2 가상 안테나 그룹($G2$)이 제1 구간($t1$)과 제2 구간($t2$)에서 서로 가상 안테나 벡터가 교환되도록 할 수 있다. 이 경우, 모든 가상 안테나 벡터에 의해 생성되는 N_t 개의 가상 안테나 채널이 고정된 참조신호 시퀀스 위치에서 얻을 수 있도록 구성될 수 있다.

[0150]

일 예로, 제1 구간($t1$)에서 제1 가상 안테나 그룹($G1$)과 제2 가상 안테나 그룹($G2$)은 다음 수학적식과 같다.

수학식 16

$$G1 = \{ v_0r_0(m), v_1r_1(m), v_2r_2(m), v_3r_3(m), \}$$

$$G2 = \{ v_4r_4(m), v_5r_5(m), v_6r_6(m), v_7r_7(m), \}$$

[0151]

[0152]

제2 구간($t2$)에서 제1 가상 안테나 그룹($G1$)과 제2 가상 안테나 그룹($G2$)은 다음 수학적식과 같이 교환될 수 있다.

수학식 17

$$G1 = \{ \mathbf{v}_4 r_0(m), \mathbf{v}_5 r_1(m), \mathbf{v}_6 r_2(m), \mathbf{v}_7 r_3(m), \}$$

$$G2 = \{ \mathbf{v}_0 r_4(m), \mathbf{v}_1 r_5(m), \mathbf{v}_2 r_6(m), \mathbf{v}_3 r_7(m), \}$$

[0153]

[0154]

가상 안테나 그룹 교환은 측정 공용 참조신호(measurement common RS) 전송주기에만 발생할 수도 있다. 제1 가상 안테나 그룹(G1)의 가상 안테나 벡터와 제2 가상 안테나 그룹(G2)의 가상 안테나 벡터가 측정을 위한 참조신호가 전송되어야 하는 서브프레임에서만 순간적으로 교환되어 전송될 수 있다.

[0155]

모든 가상 안테나 벡터는 LTE-A 단말에게 명백하게 구현될 수 있다. 예를 들어, LTE-A 단말은 참조신호 시퀀스 #0 내지 #3을 통하여 가상 안테나 #0 내지 #3 또는 가상 안테나 #4 내지 #7의 채널 정보를 수신한다. 가상 안테나 그룹이 교환되는 구간에서 LTE-A 단말은 나머지 가상 안테나의 채널 정보를 수신할 수 있게 된다. 가상 안테나 그룹이 교환되는 구간은 서브프레임일 수 있다.

[0156]

3. 가상 안테나 선택(virtual antenna selection)

[0157]

기지국은 N_t 개의 가상 안테나 중 K 개의 가상 안테나를 임의로 선택하여 K 개의 가상 안테나에 대한 정보인 가상 안테나 정보를 LTE-A 단말에게 알려줄 수 있다. 이때, K 개의 가상 안테나는 시간에 따라 변할 수 있다. 선택된 K 개의 가상 안테나에 대한 가상 안테나 정보는 일정 주기마다 전송될 수 있다. 또는 N_t 개의 가상 안테나 중 K 개의 가상 안테나가 선택되는 패턴을 미리 정해놓을 수도 있다.

[0158]

4. 측정용 참조신호 전송 방법(measurement RS transmission method)

[0159]

상기 설명된 가상 안테나 재설정, 가상 안테나 교환, 가상 안테나 선택 등의 방법을 이용하여 N_t 개의 전송 안테나 MIMO 기법을 위한 측정용 참조신호가 전송될 수 있다.

[0160]

예를 들어, LTE-A 시스템에서 측정용 참조신호의 참조신호 패턴은 $\{r_0(m), r_1(m), r_2(m), r_3(m)\}$ 만이 전송된다고 가정한다. 이 경우, 도 7의 참조신호 패턴만으로 8개의 전송 안테나 MIMO 기법을 위한 측정용 참조신호가 전송될 수 있다. 8개의 전송 안테나 MIMO 기법을 위해 LTE-A 단말은 8개의 가상 안테나 채널을 모두 알아야 한다.

[0161]

상기 설명된 3가지 방법 등으로 시간에 따라 다른 가상 안테나 벡터를 곱하여 전송함으로써, 일정 시간이 지난 후 LTE-A 단말이 모든 가상 안테나 채널 정보를 얻을 수 있도록 구성할 수 있다.

[0162]

가상 안테나 벡터가 변하는 주기는 CQI(channel quality indicator), PMI(precoding matrix index) 및/또는 RI(rank indicator) 피드백 주기에 따라 변화하도록 구성할 수 있다. CQI는 채널에 적합한 MCS 레벨을 지시할 수 있다. 또는 CQI는 채널의 양자화(quantization) 정보이거나 유효한(effective) 채널의 양자화 정보일 수 있다. PMI는 채널에 적합한 코드북 인덱스를 지시한다. RI는 채널의 랭크를 지시한다. 예를 들어, CQI, PMI 및 RI의 피드백 주기 중 피드백 주기가 가장 빠른 정보에 따라 가상 안테나 벡터가 변화하도록 할 수 있다.

[0163]

예를 들어, 피드백 주기가 가장 빠른 정보는 CQI이고, CQI의 피드백 주기는 5ms라고 가정한다. 5ms 주기마다 가상 안테나를 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 5ms 주기마다 $G1_v(1)=\{\mathbf{v}_0 r_0(m), \mathbf{v}_1 r_1(m), \mathbf{v}_2 r_2(m), \mathbf{v}_3 r_3(m)\}$ 과 $G2_v(2)=\{\mathbf{v}_4 r_0(m), \mathbf{v}_5 r_1(m), \mathbf{v}_6 r_2(m), \mathbf{v}_7 r_3(m)\}$ 이 번갈아 전송되도록 구성될 수 있다. LTE-A 단말은 주기 안에 8개의 가상 안테나 채널을 모두 수신할 수 있다. LTE 단말은 시간 채널의 변화만 감지할 뿐 동작하는데 아무런 문제를 일으키지 않는다.

[0164]

또는 $G1_v(1)$ 이 계속 전송되다가 피드백 주기에 해당되는 서브프레임에서만 $G2_v(2)$ 가 일시적으로 전송되도록 구성될 수 있다. 또는 $G1_v(1)$ 이 계속 전송되다가 특정 서브프레임에서만 $G2_v(2)$ 가 일시적으로 전송되도록 구성될 수 있다. 또는 $G1_v(1)$ 이 계속 전송되다가 특정 주파수 영역에서만 $G2_v(2)$ 가 일시적으로 전송되도록 구성될 수 있다.

[0165]

상기 설명된 가상 안테나 재설정 또는 가상 안테나 교환 방법이 사용되는 경우, 2개 이상의 $G1_v(t)$ 를 설정하고 이를 변경하면서 사용할 수도 있다.

- [0166] 모든 가상 안테나 벡터는 LTE-A 단말에게 명백하게 구현될 수 있다. 따라서 참조신호 시퀀스 벡터 $\#i(\mathbf{R}_i(m))$ 이 LTE-A 단말에서는 전송 안테나 $\#i$ 의 참조신호로 보이도록 구성될 수 있다($i=0,1,\dots,7$).
- [0167] 5. 채널 상태 정보 피드백(channel state information feedback)
- [0168] N_t 개의 가상 안테나를 사용하는 LTE-A 단말은 참조신호를 이용하여 채널을 추정하는 경우, 가상 안테나 채널 정보를 얻게 된다.
- [0169] 가상 안테나를 사용할 경우, LTE-A 단말의 채널 상태 정보 피드백이 문제된다. 가상 안테나 채널 정보를 보고할 경우, 특정 MIMO 기법의 성능이 악화될 수 있다. 따라서 상황에 따라서 물리적 안테나 채널 정보를 이용해야 하는 경우가 있을 수 있다. 이 경우, 가상 안테나 행렬(\mathbf{V})을 이용하여 물리적 안테나 채널 정보를 구할 수 있다. \mathbf{V}^H 를 추정된 채널 행렬에 역으로 곱하면 물리적 안테나의 채널 상태 정보를 추정할 수 있다.
- [0170] LTE-A 단말은 (1) 가상 안테나 채널 상태 정보를 추정하여 피드백하거나, (2) 물리적 안테나의 채널 상태 정보를 추정하여 피드백할 수 있다.
- [0171] 피드백 방법은 두 가지 방법 중 한 가지 방법으로 구성될 수도 있고, 다중 안테나 전송 기법에 따라서 두 가지 방법을 각각 적용할 수도 있다.
- [0172] 전송 기법에 따라서 물리적 안테나 채널 정보 또는 가상 안테나 채널 정보가 피드백될 수 있다. 채널 정보는 CQI, PMI 등이 될 수 있다.
- [0173] 도 15는 본 발명의 실시예가 구현되는 무선 통신을 위한 장치를 나타낸 블록도이다. 기지국(50)은 프로세서(processor, 51) 및 안테나(59)를 포함한다.
- [0174] 프로세서(51)는 안테나(59)와 연결되어, 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 프로토콜 스택의 계층들은 프로세서(51)에 의해 구현될 수 있다. 안테나(59)는 신호를 전송하거나, 수신한다. 안테나(59)는 하나 또는 복수일 수 있다. 기지국(50)은 메모리(미도시)를 더 포함할 수 있다. 메모리(미도시)는 프로세서(51)와 연결되어, 프로세서(51)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다.
- [0175] 단말(60)은 프로세서(61) 및 안테나(69)를 포함한다. 프로세서(61)는 안테나(69)와 연결되어, 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(61)에 의해 구현될 수 있다. 안테나(69)는 전송 신호를 전송하거나, 수신 신호를 수신한다. 안테나(69)는 하나 또는 복수일 수 있다. 단말(60)은 메모리(미도시)를 더 포함할 수 있다. 메모리(미도시)는 프로세서(61)와 연결되어, 프로세서(61)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다.
- [0176] 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 RF부(RF(radio frequency) unit)를 포함할 수 있다. 제안된 전송기는 프로세서(51,61) 내에 구현될 수 있다. 메모리(미도시)는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래시 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. 실시예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리(미도시)에 저장되고, 프로세서(51,61)에 의해 실행될 수 있다. 메모리(미도시)는 프로세서(51,61) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(51,61)와 연결될 수 있다.
- [0177] 이와 같이, 무선 통신 시스템에서 효율적인 참조신호 전송 장치 및 방법을 제공할 수 있다. 가상 안테나 맵핑 방식으로 참조신호가 전송되는 경우, 참조신호 오버헤드를 최소화할 수 있다. 또한 최대 K 개의 안테나 전송이 지원되는 제1 단말과 최대 N_t 개의 안테나 전송이 지원되는 제2 단말이 동시에 지원될 수 있다($N_t > K$). 예를 들어, 4 전송 안테나 MIMO 기법과 8 전송 안테나 MIMO 기법이 동시에 지원될 수 있다. 이를 통해, LTE-A 시스템은 LTE 시스템과 역호환성이 유지되므로, LTE-A 시스템은 LTE-A 단말을 사용하는 사용자뿐 아니라 LTE 단말을 사용하는 사용자에게도 원활한 통신 서비스를 제공할 수 있다. 따라서 전체 시스템 성능이 향상될 수 있다.
- [0178] 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.
- [0179] 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 나타난 단계들이 배타적이지 않고, 다른 단계가 포함되거나 순서도

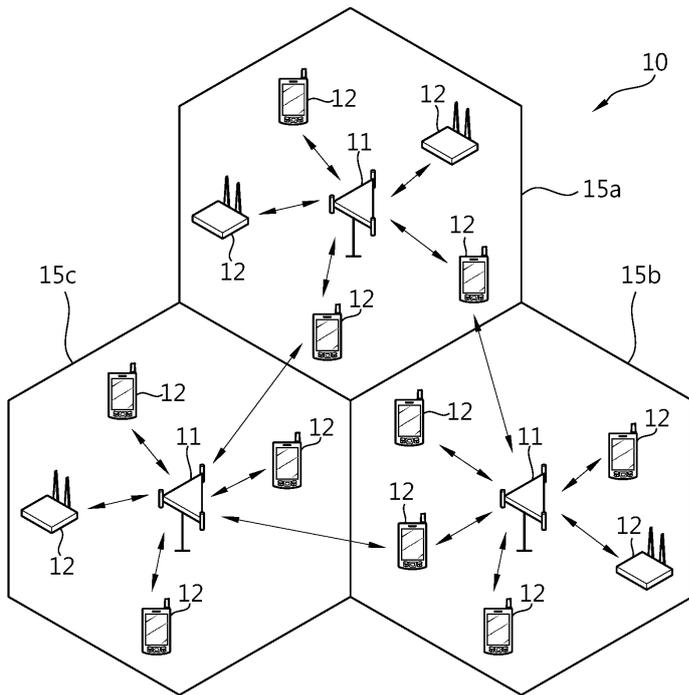
의 하나 또는 그 이상의 단계가 본 발명의 범위에 영향을 미치지 않고 삭제될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0180]

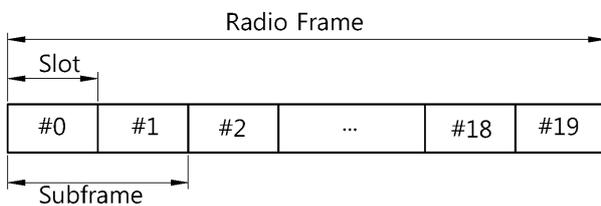
상술한 실시예들은 다양한 양태의 예시들을 포함한다. 다양한 양태들을 나타내기 위한 모든 가능한 조합을 기술할 수는 없지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 다른 조합이 가능함을 인식할 수 있을 것이다. 예를 들어, 당업자는 상술한 실시예들에 기재된 각 구성을 서로 조합하는 방식으로 이용할 수 있다. 따라서 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

도면

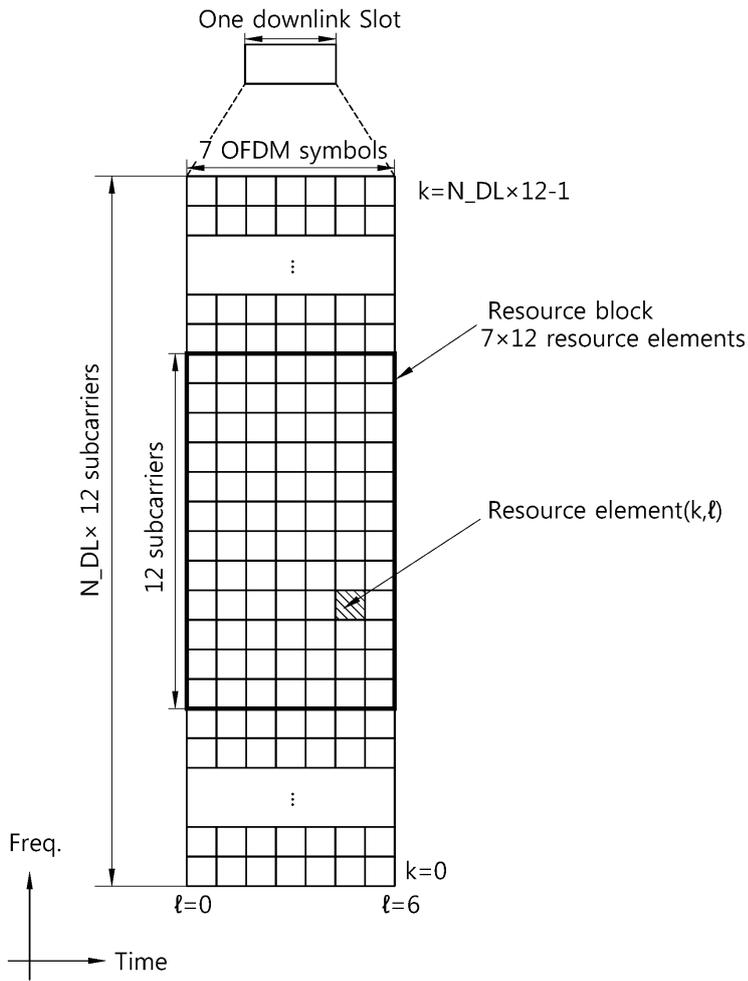
도면1



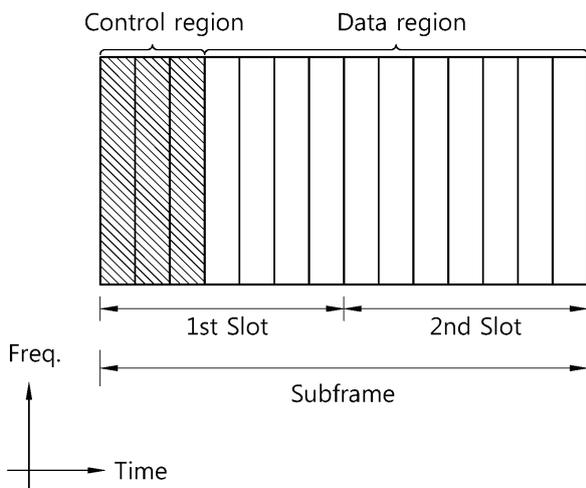
도면2



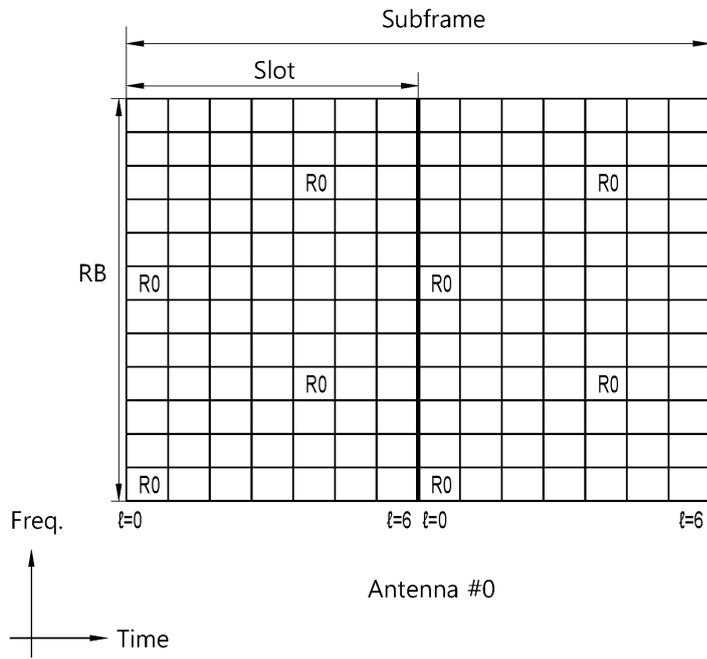
도면3



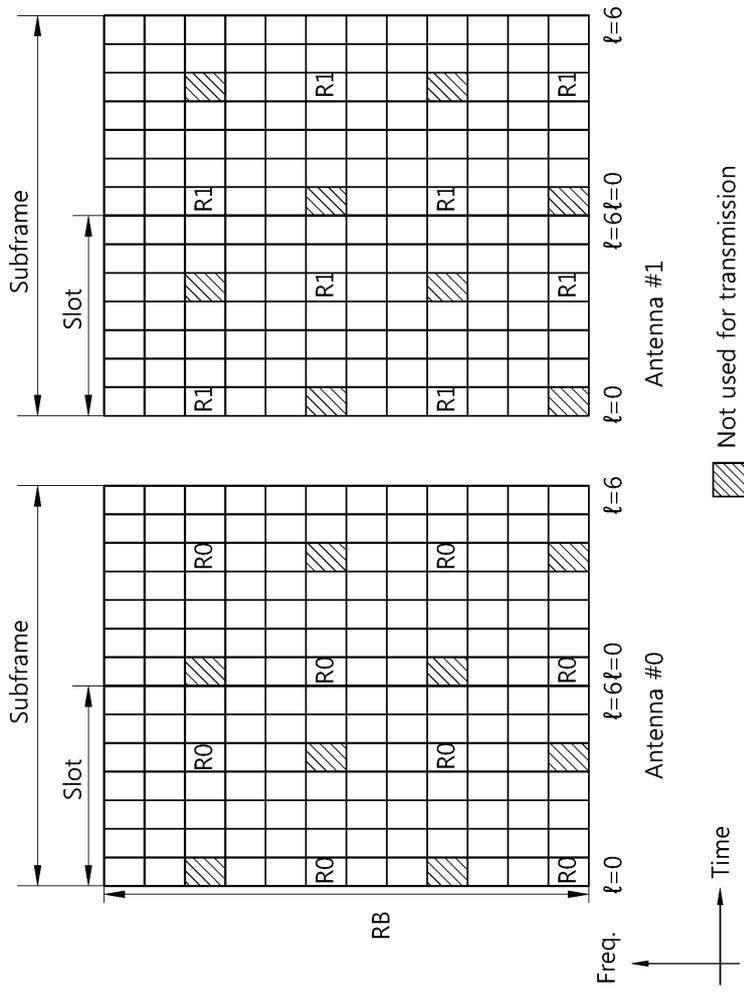
도면4



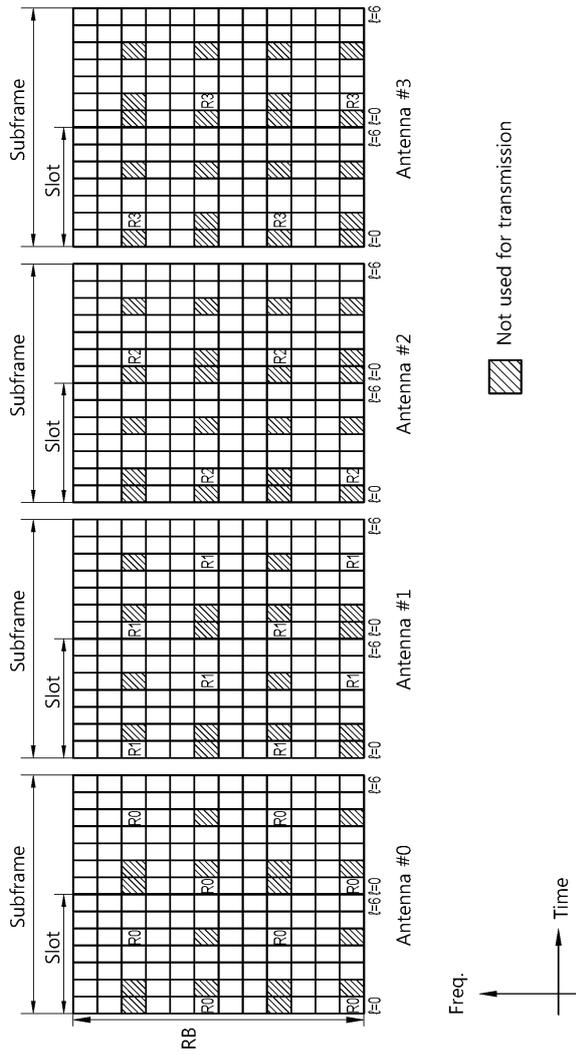
도면5



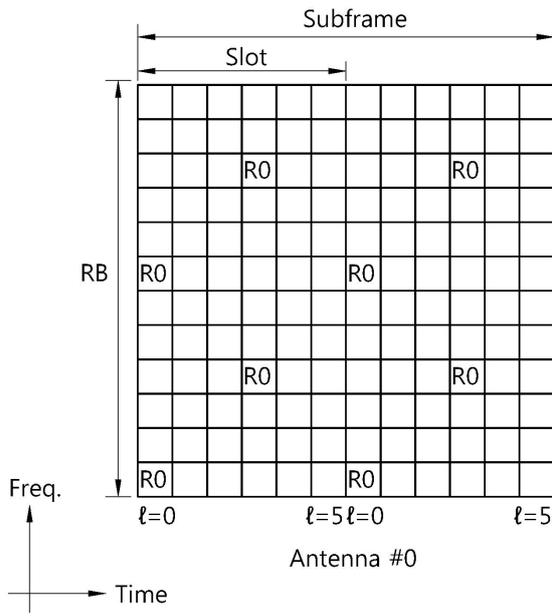
도면6



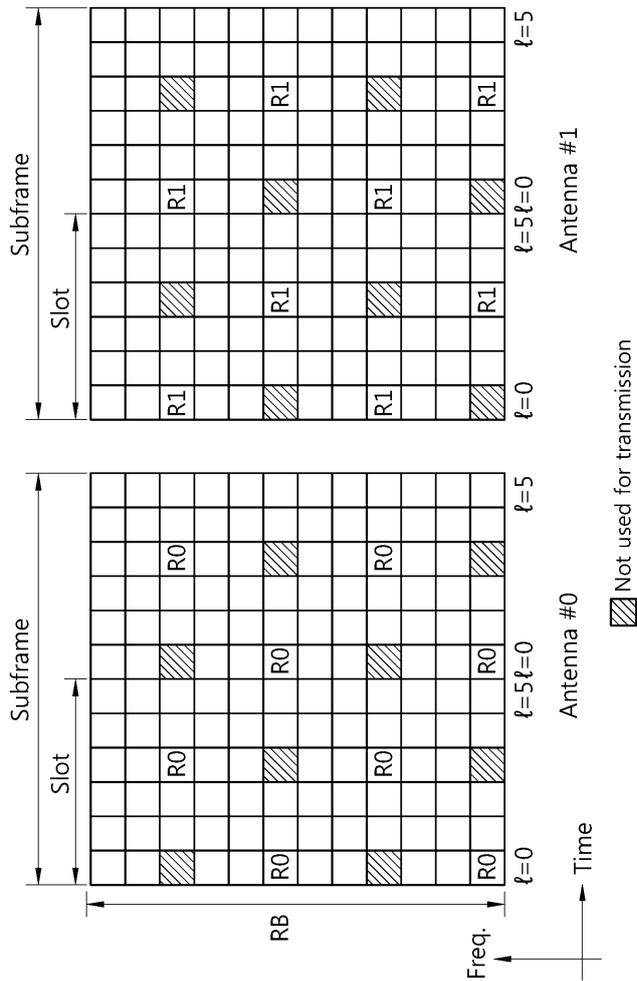
도면7



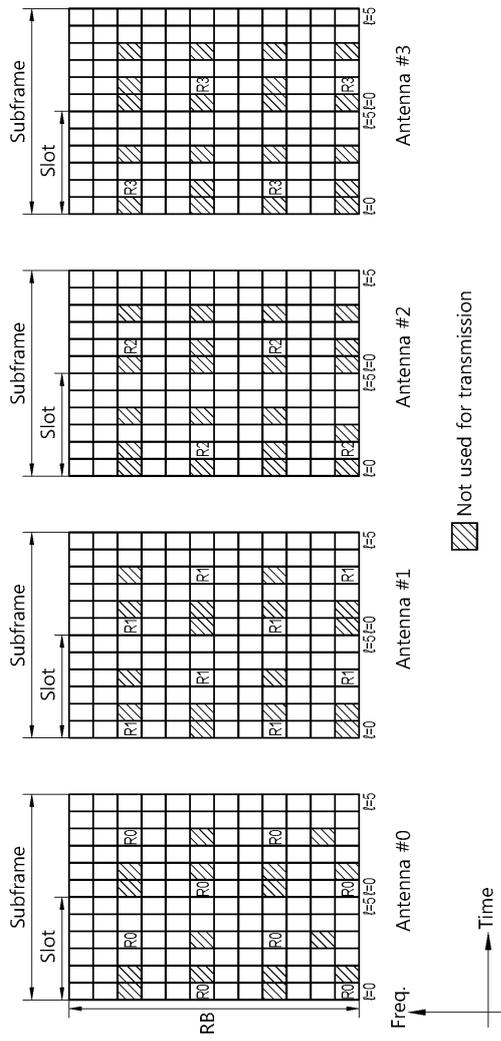
도면8



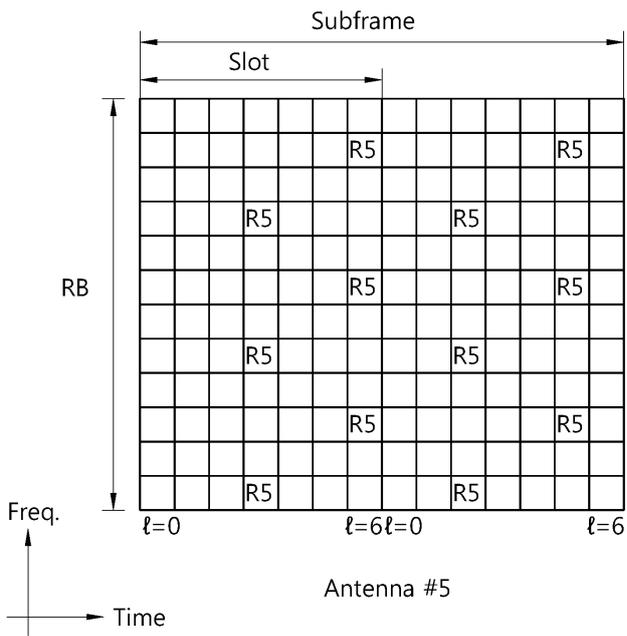
도면9



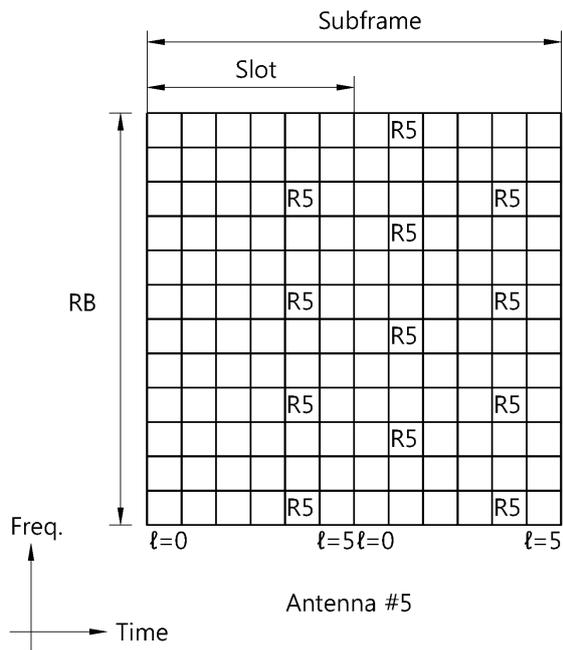
도면10



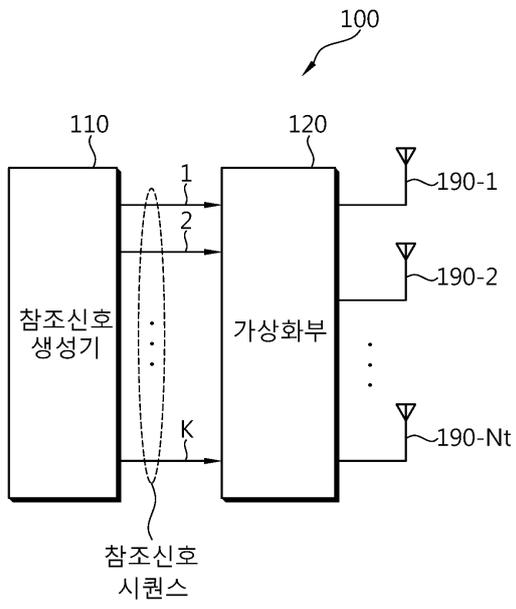
도면11



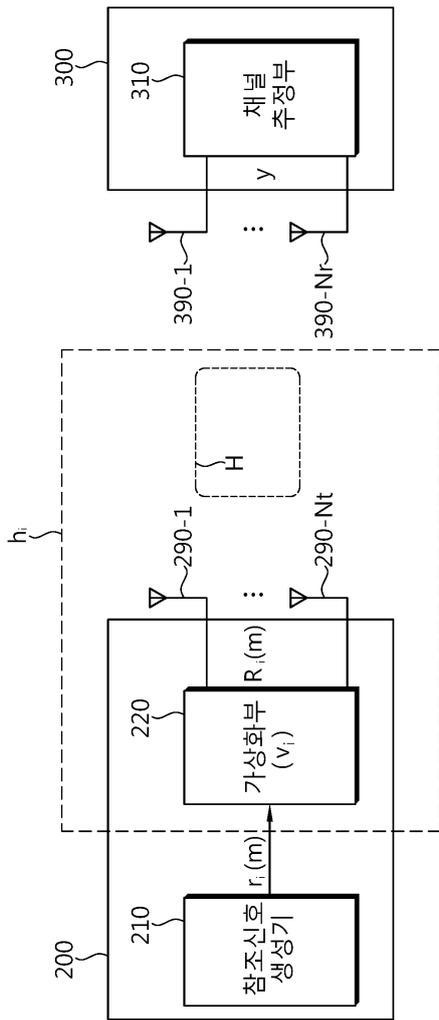
도면12



도면13



도면14



도면15

