



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0017039  
(43) 공개일자 2010년02월16일

(51) Int. Cl.

H04B 7/04 (2006.01) H04L 27/26 (2006.01)

H04J 11/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0006826

(22) 출원일자 2009년01월29일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

61/086,456 2008년08월05일 미국(US)

(71) 출원인

엘지전자 주식회사

서울특별시 영등포구 여의도동 20번지

(72) 발명자

이문일

경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

김소연

경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양문옥

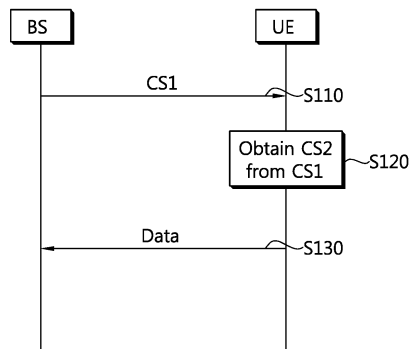
전체 청구항 수 : 총 12 항

**(54) 다중 안테나 시스템에서 데이터 전송 방법**

**(57) 요약**

다중 안테나 시스템에서 데이터 전송 방법을 제공한다. 상기 방법은 제1 순환 천이값을 수신하는 단계, 상기 제1 순환 천이값으로부터 제2 순환 천이값을 획득하는 단계, 제1 안테나를 통해 상기 제1 순환 천이값이 적용된 제1 데이터를 전송하는 단계 및 제2 안테나를 통해 상기 제2 순환 천이값이 적용된 제2 데이터를 전송하는 단계를 포함하되, 상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터는 동일한 무선자원을 통해 전송된다.

**대표도** - 도17



(72) 발명자

**정재훈**

경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

**고현수**

경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

**한승희**

경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

다중 안테나 시스템에서 데이터 전송 방법에 있어서,

제1 순환 천이값을 수신하는 단계;

상기 제1 순환 천이값으로부터 제2 순환 천이값을 획득하는 단계;

제1 안테나를 통해 상기 제1 순환 천이값이 적용된 제1 데이터를 전송하는 단계; 및

제2 안테나를 통해 상기 제2 순환 천이값이 적용된 제2 데이터를 전송하는 단계를 포함하되,

상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터는 동일한 무선자원을 통해 전송되는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 무선자원은 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) 심벌 및 부반송파인 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제1 순환 천이값과 상기 제2 순환 천이값의 차이는 최대 지연 스프레드보다 큰 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제1 순환 천이값과 상기 제2 순환 천이값의 차이는 최대 지연 스프레드보다 작은 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 무선자원을 할당받는 단계;

상기 무선자원의 크기를 임계치와 비교하는 단계를 더 포함하되,

상기 무선자원의 크기가 임계치보다 작은 경우, 상기 제1 순환 천이값과 상기 제2 순환 천이값의 차이는 최대 지연 스프레드보다 크고,

상기 무선자원의 크기가 임계치보다 큰 경우, 상기 제1 순환 천이값과 상기 제2 순환 천이값의 차이는 상기 최대 지연 스프레드보다 작은 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 무선자원에 대한 정보와 상기 제1 순환 천이값은 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 수신되고, 상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터는 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)를 통해 전송되는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

### 청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 SC-FDMA 심벌은 복수의 윈도우로 나뉘고, 상기 제1 순환 천이값과 상기 제2 순환 천이값은 각각 서로 다른

윈도우에 속하되,

상기 복수의 윈도우 각각의 윈도우 구간은 최대 지연 스프레드에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

**청구항 8**

제 2 항에 있어서,

상기 SC-FDMA 심벌은 복수의 윈도우로 나뉘고, 상기 제1 순환 천이값과 상기 제2 순환 천이값은 모두 동일한 윈도우에 속하되,

상기 복수의 윈도우 각각의 윈도우 구간은 최대 지연 스프레드에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,

송신 안테나 기법에 따라 상기 제1 순환 천이값과 상기 제2 순환 천이값의 차이가 최대 지연 스프레드보다 크게 결정되거나 작게 결정되는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

**청구항 10**

무선 신호를 수신하는 RF(Radio Frequency)부; 및

상기 RF부와 연결되어,

제1 순환 천이값을 수신하고,

상기 제1 순환 천이값으로부터 제2 순환 천이값을 획득하고,

제1 안테나를 통해 상기 제1 순환 천이값이 적용된 제1 데이터를 전송하고,

제2 안테나를 통해 상기 제2 순환 천이값이 적용된 제2 데이터를 전송하되,

상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터는 동일한 무선자원을 통해 전송되는 것을 특징으로 하는 무선 통신을 위한 장치.

**청구항 11**

$M(M \geq 2, M$ 은 자연수)개의 안테나를 사용하는 다중 안테나 시스템에서 데이터 전송 방법에 있어서,

제1 순환 천이값을 수신하는 단계;

상기 제1 순환 천이값으로부터  $M-1$ 개의 순환 천이값을 획득하여  $M$ 개의 순환 천이값을 생성하는 단계; 및

상기  $M$ 개의 안테나마다 상기  $M$ 개의 순환 천이값이 각각 적용된 각각의 데이터를 전송하는 단계를 포함하되,

상기 각각의 데이터는 모두 동일한 SC-FDMA 심벌을 통해 전송되고,

상기 SC-FDMA 심벌은 복수의 윈도우로 나뉘고, 상기  $M$ 개의 순환 천이값은 서로 중복되지 않게  $N(N < M, N$ 은 자연수)개의 그룹으로 구분되고, 상기  $N$ 개의 그룹 중 서로 다른 그룹에 속하는 순환 천이값들은 서로 다른 윈도우에 속하고,

상기  $N$ 개의 그룹 중 동일한 그룹에 속하는 순환 천이값들은 모두 동일한 윈도우에 속하는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,

상기 복수의 윈도우 각각의 윈도우 구간은 최대 지연 스프레드에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 데이터 전송 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 다중 안테나 시스템에서 데이터 전송 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 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.

[0003] 신뢰할 수 있는 고속의 데이터 서비스를 지원하기 위한 기술로 MIMO(Multiple Input Multiple Output)가 있다. MIMO 기술은 다중 송신 안테나와 다중 수신 안테나를 사용하여 데이터의 송수신 효율을 향상시킨다. MIMO 기술에는 공간 다중화(spatial multiplexing), 전송 다이버시티(transmit diversity), 빔포밍(beamforming) 등이 있다. 수신 안테나 수와 송신 안테나 수에 따른 MIMO 채널 행렬은 다수의 독립 채널로 분해될 수 있다. 각각의 독립 채널은 공간 계층(spatial layer) 또는 스트림(stream)이라 한다. 스트림의 개수는 랭크(rank)라 한다.

[0004] 일반적으로 무선 통신 시스템은 가용한 시스템 자원(대역폭, 전송 파워 등)을 공유하여 다중 사용자와의 통신을 지원할 수 있는 다중 접속(multiple access) 시스템이다. 다중 접속 시스템의 예들로는 CDMA(Code Division Multiple access) 시스템, FDMA(Frequency Division Multiple Access) 시스템, TDMA(Time Division Multiple Access) 시스템, OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 시스템, SC-FDMA(Single Carrier-FDMA) 시스템 등이 있다.

[0005] SC-FDMA는 OFDMA와 거의 동일한 복잡성을 가지면서도, 싱글 반송파 특성(single carrier property)으로 인하여 낮은 PAPR(peak-to-average power ratio)을 가진다. 낮은 PAPR은 전송 파워 효율 측면에서 단말에게 유익하므로, SC-FDMA는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TS 36.211 V8.2.0 (2008-03) "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (Release 8)"의 5절에 나타난 바와 같이 3GPP LTE(long term evolution)에서 상향링크 전송에 채택되고 있다. 상기 3GPP 표준은 단지 싱글 송신 안테나를 이용한 싱글 스트림 전송만을 정의하고 있다.

[0006] 한편, 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-Advanced 시스템의 표준화를 진행하고 있다. 3GPP에서는 IMT-Advanced 시스템을 위한 후보 기술로 3GPP LTE-Advanced 시스템을 고려하고 있다. LTE-Advanced 시스템은 LTE 시스템의 완성도를 높이는 방향으로 진행되고, LTE 시스템과 하위 호환성(backward compatibility)을 유지할 것으로 예상되고 있다. LTE-Advanced 시스템과 LTE 시스템과 호환성을 두는 것이 사용자의 입장에서 편리하고, 사업자의 입장에서 기존 장비의 재활용을 도모할 수 있기 때문이다.

[0007] LTE-Advanced 시스템의 요구조건 중 특히 상향링크 최대 전송률의 향상이 크게 강조되고 있다. 싱글 안테나를 이용한 SC-FDMA 만으로는 IMT-Advanced 시스템이 요구하는 최대 전송률 요구 조건을 만족시키기 어렵기 때문이다. 전송률 향상을 위해 고려되고 있는 시스템은 MIMO 시스템과 기존 SC-FDMA이 결합된 시스템이다.

[0008] 따라서, SC-FDMA 기반의 다중 안테나 시스템에서 효율적인 데이터 전송 방법이 필요하다.

발명의 내용

**해결 하고자하는 과제**

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 다중 안테나 시스템에서 데이터 전송 방법을 제공하는 데 있다.

**과제 해결수단**

[0010] 일 양태에서, 다중 안테나 시스템에서 데이터 전송 방법을 제공한다. 상기 방법은 제1 순환 천이값을 수신하는 단계, 상기 제1 순환 천이값으로부터 제2 순환 천이값을 획득하는 단계, 제1 안테나를 통해 상기 제1 순환 천이값이 적용된 제1 데이터를 전송하는 단계 및 제2 안테나를 통해 상기 제2 순환 천이값이 적용된 제2 데이터를 전송하는 단계를 포함하되, 상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터는 동일한 무선자원을 통해 전송된다.

[0011] 다른 양태에서, 무선 신호를 수신하는 RF(Radio Frequency)부 및 상기 RF부와 연결되어, 제1 순환 천이값을 수신하고, 상기 제1 순환 천이값으로부터 제2 순환 천이값을 획득하고, 제1 안테나를 통해 상기 제1 순환 천이값이 적용된 제1 데이터를 전송하고, 제2 안테나를 통해 상기 제2 순환 천이값이 적용된 제2 데이터를 전송하되, 상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터는 동일한 무선자원을 통해 전송되는 무선 통신을 위한 장치를 제공한다.

[0012] 또 다른 양태에서,  $M(M \geq 2, M$ 은 자연수)개의 안테나를 사용하는 다중 안테나 시스템에서 데이터 전송 방법을 제공한다. 상기 방법은 제1 순환 천이값을 수신하는 단계, 상기 제1 순환 천이값으로부터  $M-1$ 개의 순환 천이값을 획득하여  $M$ 개의 순환 천이값을 생성하는 단계 및 상기  $M$ 개의 안테나마다 상기  $M$ 개의 순환 천이값이 각각 적용된 각각의 데이터를 전송하는 단계를 포함하되, 상기 각각의 데이터는 모두 동일한 SC-FDMA 심벌을 통해 전송되고, 상기 SC-FDMA 심벌은 복수의 윈도우로 나뉘고, 상기  $M$ 개의 순환 천이값은 서로 중복되지 않게  $N(N < M, N$ 은 자연수)개의 그룹으로 구분되고, 상기  $N$ 개의 그룹 중 서로 다른 그룹에 속하는 순환 천이값들은 서로 다른 윈도우에 속하고, 상기  $N$ 개의 그룹 중 동일한 그룹에 속하는 순환 천이값들은 모두 동일한 윈도우에 속한다.

**효과**

[0013] 다중 안테나 시스템에서의 효율적인 데이터 전송 방법을 제공할 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

[0014] 도 1은 무선 통신 시스템을 나타낸 블록도이다.

[0015] 도 1을 참조하면, 무선 통신 시스템(100)은 적어도 하나의 기지국(110; Base Station, BS)을 포함한다. 각 기지국(110)은 특정한 지리적 영역(일반적으로 셀이라고 함)(105a, 105b, 105c)에 대해 통신 서비스를 제공한다. 셀은 다시 다수의 영역(섹터라고 함)으로 나누어질 수 있다. 단말(120; User Equipment, UE)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, MS(Mobile station), UT(User Terminal), SS(Subscriber Station), 무선기기(Wireless Device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 기지국(110)은 일반적으로 단말(120)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.

[0016] 이하에서 하향링크(downlink)는 기지국(110)에서 단말(120)로의 통신을 의미하며, 상향링크(uplink)는 단말(120)에서 기지국(110)으로의 통신을 의미한다. 상향링크에서 단말(120)은 적어도 하나의 송신기를 포함하고, 기지국(110)은 적어도 하나의 수신기를 포함한다. 하향링크에서 기지국(110)은 적어도 하나의 송신기를 포함하고, 단말(120)은 적어도 하나의 수신기를 포함한다.

[0017] 무선 통신 시스템(100)은 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 송신 안테나(transmit antenna)와 다수의 수신 안테나(receive antenna)를 사용한다. MISO 시스템은 다수의 송신 안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SISO 시스템은 하나의 송신 안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SIMO 시스템은 하나의 송신 안테나와 다수의 수신 안테나를 사용한다.

[0018] 이하에서, 송신 안테나는 하나의 스트림을 전송하는 데 사용되는 논리적 또는 물리적 안테나를 의미하고, 수신 안테나는 하나의 스트림을 수신하는 데 사용되는 논리적 또는 물리적 안테나를 의미한다.

[0019] 도 2는 무선 통신을 위한 장치를 나타낸 블록도이다. 이 장치는 단말의 일부일 수 있다. 무선 통신을 위한 장치(50)는 프로세서(processor, 51), 메모리(memory, 52), RF부(RF(Radio Frequency) unit, 53), 디스플레이부

(display unit, 54), 사용자 인터페이스부(user interface unit, 55)를 포함한다. 프로세서(51)는 데이터 처리, 참조신호 생성, MIMO 처리, 시간 영역 신호(time domain signal) 생성 등의 동작을 수행한다. 프로세서(51)는 이하에서 설명하는 방법에 따라 데이터를 처리하여 다중 안테나를 통해 상기 데이터를 전송한다. 메모리(52)는 프로세서(51)와 연결되어, 단말 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. RF부(53)는 프로세서와 연결되어, 무선 신호(radio signal)를 송신 및/또는 수신한다.

[0020] 도 3은 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access)를 사용하는 상향링크 시스템에서 하나의 송신 안테나를 사용하는 송신기의 구조를 나타낸 블록도이다.

[0021] 도 3을 참조하면, 송신기(200)는 채널 코딩부(210), 변조기(220), DFT(Discrete Fourier Transform)부(230), 부반송파 맵퍼(240), IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)부(250), CP(Cyclic Prefix) 삽입부(260) 및 하나의 송신 안테나(290)를 포함한다.

[0022] 채널 코딩부(210)는 비트열(bit stream)에 채널 코딩을 수행하여 부호화된 비트(coded bit)를 생성한다. 변조기(220)는 부호화된 비트를 신호 성상(signal constellation) 상의 위치를 표현하는 심벌로 맵핑한다. DFT부(230)는 입력되는 심벌에 DFT를 수행하여 주파수 영역 심벌을 출력한다. 부반송파 맵퍼(240)는 주파수 영역 심벌들을 각 부반송파에 맵핑시키고, 부반송파에 적절하게 '0'을 삽입한다. IFFT부(250)는 입력되는 심벌에 대해 IFFT를 수행하여 시간 영역 신호를 출력한다. CP 삽입부(260)는 시간 영역 신호의 뒷부분 일부를 복사하여 시간 영역 신호 앞에 삽입한다. CP 삽입을 통해 ISI(Inter Symbol Interference), ICI(Inter Carrier Interference)가 방지되어 다중경로 채널에서도 직교성이 유지될 수 있다.

[0023] SC-FDMA는 DFT 확산(spreading) 후 IFFT를 수행함으로써 싱글 반송파 특성(single carrier property)을 가지며, 이는 OFDM에 비해 낮은 PAPR((peak-to-average power ratio)을 가진다. 따라서, 전력이 제한된 단말이 더 높은 송신전력을 사용할 수 있도록 할 수 있다. 이에 따라, 사용자 수율(user throughpupt)을 높일 수 있다.

[0024] 도 4는 SC-FDMA를 사용하는 상향링크 시스템에서 다수의 송신 안테나를 사용하는 송신기의 구조의 일 예를 나타낸 블록도이다.

[0025] 도 4를 참조하면, 송신기(300)는 채널 코딩부(310), 변조기(320), 공간 맵퍼(spatial mapper, 330), DFT부(340-1, ..., 340-Nt), 부반송파 맵퍼(350-1, ..., 350-Nt), IFFT부(360-1, ..., 360-Nt), CP 삽입부(370-1, ..., 370-Nt) 및 다수의 송신 안테나(390-1, ..., 390-Nt)를 포함한다. 송신기(300)는 하나의 채널 코딩부(310)와 하나의 변조기(320)를 가지는 하나의 코드워드(single codeword) 시스템이다. 공간 맵퍼(330)는 심벌들을 공간 다중화율(spatial multiplexing rate)에 따라 공간 다중화한다. 공간 다중화된 심벌들은 공간별로 DFT부(340-1, ..., 340-Nt), 부반송파 맵퍼(350-1, ..., 350-Nt), IFFT부(360-1, ..., 360-Nt) 및 CP 삽입부(370-1, ..., 370-Nt)를 거쳐 송신 안테나(390-1, ..., 390-Nt)를 통해 전송된다. 송신기(300)는 공간 다중화율이 증가할 때 부호화 이득을 최대로 얻을 수 있다. 하지만 공간별 채널적응적 자원 할당이 유동적이지 못할 수 있다.

[0026] 도 5는 SC-FDMA를 사용하는 상향링크 시스템에서 다수의 송신 안테나를 사용하는 송신기의 구조의 다른 예를 나타낸 블록도이다.

[0027] 도 5를 참조하면, 송신기(400)는 채널 코딩부(410), 변조기(420), 공간 맵퍼(430), DFT부(440-1, ..., 440-L), MIMO 처리기(450), 부반송파 맵퍼(460-1, ..., 460-Nt), IFFT부(470-1, ..., 470-Nt), CP 삽입부(480-1, ..., 480-Nt) 및 다수의 송신 안테나(490-1, ..., 490-Nt)를 포함한다. 송신기(400)는 하나의 코드워드 시스템이다. 공간 다중화된 심벌들은 공간별로 DFT부(440-1, ..., 440-L)를 거친 후, MIMO 처리기(450)에 의해 다중 안테나 기법에 따라 MIMO 처리된다. 예를 들어, MIMO 처리에는 시공간블록부호화(space-time block coding, STBC), 순환 지연 다이버시티(cyclic delay diversity, CDD), 프리코딩(precoding) 또는 빔포밍(beamforming) 등의 송신 안테나 기법이 있다. 송신기(400)는 공간별 채널적응적 자원 할당을 유동적으로 할 수 있다.

[0028] 도 6은 SC-FDMA를 사용하는 상향링크 시스템에서 다수의 송신 안테나를 사용하는 송신기의 구조의 또 다른 예를 나타낸 블록도이다.

[0029] 도 6을 참조하면, 송신기(500)는 채널 코딩부(510-1, ..., 510-M), 변조기(520-1, ..., 520-M), 공간 맵퍼(530-1, ..., 530-M), DFT부(540-1, ..., 540-L), MIMO 처리기(550), 부반송파 맵퍼(560-1, ..., 560-Nt), IFFT부(570-

1, ..., 570-Nt), CP 삽입부(580-1, ..., 580-Nt) 및 다수의 송신 안테나(590-1, ..., 590-Nt)를 포함한다. 송신기(500)는 M개의 채널 코딩부(510-1, ..., 510-M)와 M개의 변조기(520-1, ..., 520-M)를 가지는 다중 코드워드(multiple codeword) 시스템이다. 각 코드워드마다 부호화되고, 변조된다. 각 코드워드에 대한 변조 심벌들은 공간 맵퍼(530-1, ..., 530-M)를 거쳐 공간 다중화된다. 코드워드의 개수 M은 공간 다중화율과 동일할 수도 있고, 공간 다중화율보다 적을 수도 있다. 다중 코드워드 시스템인 것을 제외하면, 송신기(500)는 도 5의 송신기(400)와 동일하다.

[0030] 이하, 도 5 및 6의 MIMO 처리가 다중 안테나 기법에 따라 수행할 수 있는 시공간블록부호화, 순환 지연 다이버시티, 프리코딩(precoding)에 대해 설명한다.

[0031] 첫째, 시공간블록부호화를 설명한다.

[0032] 시공간블록부호화는 다중 안테나 환경에서 같은 신호를 시간 영역 또는 주파수 영역으로 연속적으로 보내면서, 다른 송신 안테나를 통해 반복 전송하는 방식이다. 시공간블록부호화를 통해 공간 다이버시티 이득을 얻을 수 있다.

[0033] 다음 수학식은 2개의 송신 안테나를 사용하는 송신기의 시공간블록부호화의 예를 나타낸다.

**수학식 1**

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}$$

[0034]

[0035] 여기서,  $S_1, S_2$ 는 송신 심벌이고,  $(\cdot)^*$ 는 복소 켤레(complex conjugate)이다. 행렬의 행(row) 및/또는 열(column)은 송신 안테나, 시간 또는 주파수 등에 대응할 수 있다. 예를 들어, 행렬의 각 행은 각 송신 안테나에 대응하고, 각 열은 시간 또는 주파수에 대응할 수 있다. 열 간에 직교성이 유지되면, 심벌의 위치는 자유롭게 변형될 수 있다.

[0036] 2개의 송신 안테나에 대한 시공간블록부호화를 확장하여 4개의 송신 안테나에 대해서도 시공간블록부호화를 사용할 수 있다.

[0037] 다음 수학식은 4개의 송신 안테나를 사용하는 송신기의 시공간블록부호화의 예를 나타낸다.

**수학식 2**

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix}$$

[0038]

[0039] 여기서, 송신 심벌들은 시간 영역 또는 주파수 영역에서 단순 반복된다.

[0040] 둘째, 순환 지연 다이버시티를 설명한다.

[0041] 도 7은 시간 영역에서 순환 지연 다이버시티의 예를 나타낸다.

[0042] 도 7을 참조하면, 공간 다중화율은 1이다. OFDM 심벌에 CP가 더해진 신호가 0번 안테나(Ant 0)를 통해 전송된다. OFDM 심벌이 d1만큼 순환 지연되고, CP가 더해진 신호가 1번 안테나(Ant 1)를 통해 전송된다. OFDM 심벌이 dNt만큼 순환 지연되고, CP가 더해진 신호가 Nt번 안테나(Ant Nt)를 통해 전송된다. 여기서, OFDM 심벌은 N개의 샘플에 대응되고, CP는 G개의 샘플에 대응된다.

[0043] 이와 같이, 순환 지연 다이버시티는 다수의 송신 안테나를 가지는 시스템에서 각각의 송신 안테나별로 각각 다른 순환 지연 또는 다른 크기로 OFDM 심벌을 전송하는 방법이다. 수신기의 채널 복호화 과정에서 주파수 다이버



시터 이득을 얻을 수 있어, 수신기의 복잡도를 크게 줄일 수 있다.

- [0044] 시간 영역에서의 OFDM 심벌의 순환 지연은 주파수 영역에서 OFDM 심벌에 위상 시퀀스(phase sequence)를 곱한 형태와 같다.
- [0045] 도 8은 주파수 영역에서 순환 지연 다이버시티의 예를 나타낸다.
- [0046] 도 8을 참조하면, 주파수 영역의 OFDM 심벌에 IFFT가 수행되고, CP가 더해진 신호가 0번 안테나(Ant 0)를 통해 전송된다. 주파수 영역의 OFDM 심벌에 1번 위상 시퀀스(Phase Sequence 1)가 곱해지고, IFFT가 수행되고, CP가 더해진 신호가 1번 안테나(Ant 1)를 통해 전송된다. 주파수 영역의 OFDM 심벌에 Nt번 위상 시퀀스(Phase Sequence Nt)가 곱해지고, IFFT가 수행되고, CP가 더해진 신호가 Nt번 안테나(Ant Nt)를 통해 전송된다. 여기서, 주파수 영역의 OFDM 심벌은 N개의 부반송파에 대응되고, CP는 G개의 샘플에 대응된다.
- [0047] 이와 같이, 주파수 영역에서 순환 지연 다이버시티는 각각의 송신 안테나별로 IFFT 전 주파수 영역에서 각각 다른 위상 시퀀스를 곱한 신호를 전송하는 방법이다. 이를 위상 천이 다이버시티(phase shift diversity, PSD)라 한다. 위상 천이 다이버시티는 OFDM 시스템만이 아니라, SC-FDMA 시스템에서도 사용 가능하다.
- [0048] 셋째, 프리코딩을 설명한다.
- [0049] 프리코딩은 송신기가 프리코딩 행렬이 적용된 송신 신호를 전송하는 방법이다. 송신기는 수신기로부터 받은 피드백 정보를 이용하여 프리코딩 행렬을 적용한다. 피드백 정보는 양자화(quantization)된 채널 정보일 수 있다. 코드북(codebook) 기반의 프리코딩의 경우, 피드백 정보는 프리코딩 행렬의 인덱스일 수 있다.
- [0050] 도 9는 코드북 기반의 프리코딩의 예를 나타낸다.
- [0051] 도 9를 참조하면, 송신기(1000)는 수신기(2000)로부터 프리코딩 행렬의 인덱스( $\ell$ )를 피드백 정보로 수신한다 ( $\ell \in \{1, \dots, L\}$ ). 송신기(1000)와 수신기(2000)는 유한한 L개의 프리코딩 행렬을 갖는다고 가정한다. L개의 프리코딩 행렬을 코드북이라한다. 송신기(1000)는 피드백 정보에 따라 코드북으로부터 프리코딩 행렬(W)을 선택한다( $W=P_\ell$ ). 송신기(1000)는 송신 심벌( $x_1, \dots, x_{M_t}$ )에 프리코딩 행렬이 처리된 송신 신호( $z_1, \dots, z_{N_t}$ )를 출력한다. 송신기(1000)는 Nt개의 송신 안테나를 통해 송신 신호( $z_1, \dots, z_{N_t}$ )를 전송한다. 송신기(1000)와 수신기(2000) 사이에는 MIMO 채널이 형성된다. 수신기(2000)는 Nr개의 수신 안테나를 통해 수신 신호( $r_1, \dots, r_{N_r}$ )를 수신한다. 수신기(2000)는 ML(Maximum Likelihood) 수신기 또는 MMSE(Minimum Mean Squared Error) 수신기 등을 사용하여 수신 신호로부터 송신 심벌을 추정한다.
- [0052] 위상 천이 기반의 프리코딩(phase shift-based precoding, PSP)은 프리코딩과 순환 지연 다이버시티가 결합된 방법이다.
- [0053] 다음 수학적식은 위상 천이 기반의 프리코딩 행렬(PSP(k))의 예를 나타낸다.

**수학적식 3**

$$\begin{aligned}
 PSP(k) &= \mathbf{B}(k) \mathbf{U} \\
 &= \begin{bmatrix} e^{j\theta_1 k} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & e^{j\theta_2 k} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & e^{j\theta_M k} \end{bmatrix} \mathbf{U}
 \end{aligned}$$

- [0054]
- [0055] 여기서,  $\mathbf{B}(k)$ 는  $N_t \times N_t$  크기의 위상 천이 행렬이고,  $\mathbf{U}$ 는  $N_t \times R$  크기의 프리코딩 행렬이다. 위상 천이 행렬  $\mathbf{B}(k)$ 는 k에 따라 프리코딩 행렬  $\mathbf{U}$ 의 위상을 변화시킨다. k는 부반송파 인덱스 또는 가상(virtual) 자원의 인덱스일 수 있다. 또는, k는 다수의 부반송파의 인덱스 또는 가상 자원그룹의 인덱스일 수도 있다. 프리코딩 행렬  $\mathbf{U}$ 는 순환 지연 다이버시티가 포함되도록 구성될 수 있다. 또한, 위상 천이 기반의 프리코딩 행렬(PSP(k))은 다수의 위상 천이 행렬과 다수의 프리코딩 행렬의 여러가지 조합으로 구성될 수도 있다.
- [0056] 그런데, 지금까지 설명된 다중 안테나 기법은 OFDMA 시스템에 최적화되어 설계된 것이다. SC-FDMA 시스템에 다

중 안테나 기법을 사용하는 경우 SC-FDMA의 특성이 변형될 수 있다. 따라서, SC-FDMA에 알맞은 다중 안테나 기법의 설계가 필요하다.

- [0057] SC-FDMA 기반의 다중 안테나 시스템은 LTE(long term evolution) 시스템과 호환성이 유지되는 것이 바람직하므로, 3GPP TS 36.211 V8.2.0 (2008-03) "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)"의 4절과 5절에 나타난 LTE 시스템의 프레임 구조에 대해 기술한다.
- [0058] 도 10은 무선 프레임의 구조를 나타낸다.
- [0059] 도 10을 참조하면, 무선 프레임(Radio Frame)은 10개의 서브프레임(Subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(Slot)으로 구성된다. 무선 프레임 내 슬롯은 0번부터 19번까지 슬롯 번호가 매겨진다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)라 정의한다. TTI는 데이터 전송을 위한 스케줄링 단위라 할 수 있다. 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms일 수 있다.
- [0060] 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [0061] 도 11은 하나의 상향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도이다.
- [0062] 도 11을 참조하면, 상향링크 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 SC-FDMA 심벌을 포함하고, 주파수 영역(frequency domain)에서  $N^{\text{UL}}$  자원블록(Resource Block, RB)을 포함한다. SC-FDMA 심벌은 하나의 심벌 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것으로, 시스템에 따라 OFDMA 심벌 또는 심벌 구간이라고 할 수 있다. 상향링크 슬롯에 포함되는 자원블록의 수  $N^{\text{UL}}$ 은 셀에서 설정되는 상향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다. 하나의 자원블록은 주파수 영역에서 복수의 부반송파를 포함한다. 자원 그리드 상의 각 요소(element)를 자원요소(Resource Element)라 한다. 여기서, 하나의 자원블록은 시간 영역에서 7 SC-FDMA 심벌, 주파수 영역에서 12 부반송파로 구성되는  $7 \times 12$  자원요소를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 자원블록 내 SC-FDMA 심벌의 수와 부반송파의 수는 이에 제한되는 것은 아니다. SC-FDMA 심벌의 수와 부반송파의 수는 CP의 길이에 따라 변경될 수 있다. 예를 들어, 노멀(normal) CP의 경우 SC-FDMA 심벌의 수는 7이고, 확장된(extended) CP의 경우 SC-FDMA 심벌의 수는 6이다.
- [0063] 도 12는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [0064] 도 12를 참조하면, 상향링크 서브프레임은 상향링크 제어정보를 나르는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)가 할당되는 제어영역(control region)과 데이터 스트림을 나르는 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)가 할당되는 데이터영역으로 나눌 수 있다. 서브프레임의 중간 부분이 PUSCH에 할당되고, 데이터 영역의 양측 부분이 PUCCH에 할당된다. SC-FDMA에서 싱글 반송파 특성을 유지하기 위해, 하나의 단말에게 주파수 영역으로 연속적인 자원블록을 자원으로 할당한다. 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송할 수 없다.
- [0065] PUCCH 상에서 전송되는 상향링크 제어정보는 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request) 수행에 사용되는 ACK(Acknowledgement)/NACK(Not-Acknowledgement) 신호, 하향링크 채널 상태를 나타내는 CQI(Channel Quality Indicator), 상향링크 무선자원 할당 요청인 스케줄링 요청 신호 등이 있다. 상향링크 제어정보는 PUCCH 뿐만 아니라 PUSCH 상에서 전송될 수 있다.
- [0066] PUSCH는 전송채널(transport channel)인 UL-SCH(Uplink Shared Channel)에 맵핑되며, 데이터 스트림 및/또는 상향링크 제어정보를 나른다.
- [0067] 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)으로 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각에서 서로 다른 자원블록(또는 부반송파)를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍이 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다. m은 서브프레임 내에서 PUCCH에 할당된 자원블록의 주파수 영역 위치를 나타내는 위치 인덱스이다.
- [0068] 도 13은 시간 영역에서 하나의 서브프레임, 주파수 영역에서 하나의 자원블록으로 구성된 무선자원에서 PUSCH를 위한 참조신호 구조의 예를 나타낸다.
- [0069] 도 13을 참조하면, PUSCH를 위한 참조신호는 서브프레임의 2개의 슬롯들의 각각에서 4번째 SC-FDMA 심벌(즉, 슬롯의 중앙에 위치한 SC-FDMA 심벌)에서 전송된다. 참조신호는 채널추정을 위하여는 송신기와 수신기가 모두 알

고 있는 신호이다. 싱글 반송파 특성을 유지하기 위해, 하나의 전체 SC-FDMA 심벌을 참조신호의 전송에 사용한다. PUSCH를 위한 참조신호는 DMRS(demodulation reference signal)로, PUSCH 상으로 전송되는 데이터를 복조하기 위한 채널추정을 위해 사용되는 참조신호이다.

[0070] 참조신호에 미리 정의된 참조신호 시퀀스를 곱하여 전송할 수 있다. 참조신호 시퀀스는 이진(binary) 시퀀스 또는 복소(complex) 시퀀스를 사용할 수 있다. 예를 들어, 참조신호 시퀀스는 ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스 등을 이용할 수 있다.

[0071] 그런데, 복수의 단말이 동일한 자원블록을 할당받을 수 있다. 이 경우, 기지국에서 각 단말별 참조신호를 구분할 수 있어야 데이터를 복원할 수 있다. 각 단말별 참조신호를 구분하기 위해 각 단말마다 다른 참조신호 시퀀스를 사용하여 참조신호를 전송한다. 각 단말별 참조신호 시퀀스들은 서로 직교(orthogonal)하거나, 상관도(correlation)가 낮은 것이 바람직하다. 예를 들어, 각 단말별 참조신호 시퀀스는 제1 시퀀스가 시간 영역에서 단말에 따라 다른 크기의 순환 천이(cyclic shift)된 것일 수 있다. 시간 영역에서 순환 천이(time-domain circular shift)를 적용하면, 주파수 영역에서 제1 시퀀스에 위상 천이(phase rotation)를 곱한 형태로 구성된다.

[0072] 제1 시퀀스에서 순환 천이  $a$ 를 통해 얻어지는 시퀀스를  $S^{(a)}(n)$ 이라 하고, 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

**수학적식 4**

$$S^{(a)}(n) = e^{jan} S(n)$$

[0073]

[0074] 여기서,  $n=0,1,\dots,M^{RS}-1$ 이고,  $a=2\pi n_{cs}/12$ 이고,  $S(n)$ 은  $M^{RS}$  길이의 제1 시퀀스이다. 예를 들어,  $M^{RS}$ 는 상향링크 전송을 위해 스케줄된 대역폭에 해당하는 부반송파의 개수이다. 이하,  $n_{cs}$ 는 순환 천이 요소라 한다.

[0075] 순환 천이  $a$ 를 단말마다 다르게 적용하면, 복수의 단말이 동일한 자원블록을 할당받더라도 기지국에서 각 단말별 참조신호를 구별할 수 있다. 따라서, 순환 천이의 개수만큼 다중 사용자 또는 다중 데이터를 동시에 동일한 자원블록에 할당할 수 있다. 하나의 자원블록이 12 부반송파로 구성되는 경우, 최대 12개의 순환 천이를 구성할 수 있다( $n_{cs}=0,1,\dots,11$ ). 최대 12개의 순환 천이가 가능하지만, 상관도 특성이 좋은 순환 천이들만을 사용하여 무선 통신의 성능을 최대로 유지할 수 있다. 예를 들어, 상관도 특성이 좋은 8개의 순환 천이들을 사용할 수 있다. 이 경우, 최대 8개의 단말 또는 8개의 독립적인 데이터를 동일한 시간-주파수 무선자원에 할당할 수 있다.

[0076] 기지국은 셀 내 존재하는 복수의 단말에게 각 단말에 따라 다른 순환 천이 요소( $n_{cs}$ )를 할당할 수 있다. 8개의 순환 천이들을 사용할 경우, 기지국은 단말에게 3 비트의 순환 천이 필드를 통해 순환 천이 요소에 대한 정보를 전송할 수 있다. 다음 표는 3 비트의 순환 천이 필드의 예를 나타낸다.

**표 1**

[0077]

Cyclic Shift Field	$n_{cs}$
000	0
001	2
010	3
011	4
100	6
101	8
110	9
111	10

[0078] 순환 천이 필드는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 전송되는 상향링크 자원 할당에 대한 제어정보에 포함되어 전송될 수 있다. PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 DCI(Downlink Control Information)라고 한다. 예를 들어, 상향링크 자원 할당에 대한 제어정보는 PUSCH 스케줄링을 위한 DCI 포맷 0을 사용할 수 있다. 단말은 순환 천이 필드에 따라 순환 천이를 적용한 참조신호를 전송한다.

[0079] 순환 천이 요소( $n_{cs}$ )는 순환 천이 필드 외에도 다른 파라미터의 결합 형태로 결정될 수도 있다. 예를 들어, 단말

은 순환 천이 필드, 브로드캐스트되는 값, 셀 ID(identity) 등에 의해 순환 천이 요소를 결정할 수 있다.

[0080] 도 14는 복수의 단말이 각각의 참조신호를 전송한 경우, 시간 영역의 임펄스 응답(impulse response)의 예를 나타낸다. 복수의 단말이 동일한 시간-주파수 무선자원을 통해 각각 다른 순환 천이를 적용하여 각각의 참조신호를 전송한 경우이다.

[0081] 도 14를 참조하면, 하나의 SC-FDMA 심벌 구간( $T_{sym}$ )에서 0번 채널의 임펄스 응답부터 N-1번 채널의 임펄스 응답이 각각 구분된다. n번 채널은 n번 순환 천이를 사용한 단말의 채널이다( $0 \leq n \leq N-1$ , n과 N은 정수). 여기서, n은 순환 천이 인덱스로  $n=0, \dots, N-1$ 이다. 따라서, 기지국은 시간 영역 윈도우링(windowing)을 통하여 각 채널을 추정할 수 있다. 시간 영역 윈도우링은 주파수 영역의 필터링에 대응한다. n번 윈도우를 통해 n번 채널을 추정할 수 있다. 시간 영역 윈도우링은 윈도우 함수를 이용하여 수행될 수 있다. 예를 들어, 윈도우 함수는 윈도우 구간에만 1이고, 윈도우 구간 외에는 0인 함수를 이용할 수 있다. 여기서, 윈도우 구간은 채널의 최대 지연 스프레드(maximum delay spread)에 따라 결정될 수 있다.

[0082] 이와 같이, 각 단말에 대한 채널의 임펄스 응답을 구별하기 위해서는 각 단말이 사용하는 순환 천이는 서로 충분한 간격을 갖고 있어야 한다. 채널의 최대 지연 스프레드(delay spread)에 따라 각 채널의 임펄스 응답을 구분할 수 있는 순환 천이의 최대 개수가 결정된다.

[0083] 다음 수학적식은 순환 천이의 최대 개수(N)를 나타낸다.

**수학적식 5**

$$N = \left\lfloor \frac{T_{sym}}{\tau_{max}} \right\rfloor$$

[0084]

[0085] 여기서,  $T_{sym}$ 는 OFDM 심벌 또는 SC-FDMA 심벌의 길이이고,  $\tau_{max}$ 는 채널의 최대 지연 스프레드이다. 이하, n을 순환 천이 인덱스라 한다.  $n=0, \dots, N-1$ 이다.

[0086] OFDM 시스템 또는 SC-FDMA 시스템에서 하나의 OFDM 심벌 또는 하나의 SC-FDMA 심벌의 길이는  $T_{sym}=1/\Delta f$ 이다. 여기서,  $\Delta f$ 는 부반송파 간격(subcarrier spacing)이다.

[0087] n번 순환 천이값은  $n \cdot \Delta_{cs}$ 로 표현할 수 있다.  $\Delta_{cs}$ 는 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

**수학적식 6**

$$\Delta_{cs} \approx \frac{T_{sym}}{N}$$

[0088]

[0089] 각 단말에 따라 다른 순환 천이 인덱스 n을 사용하면, 기지국은 윈도우링을 통하여 각 채널을 구분할 수 있다. 이와 같이, 순환 천이의 최대 개수에 따라서 동시에 동일한 시간-주파수 무선자원을 통해 다중화할 수 있는 사용자의 수 또는 데이터의 개수가 제한된다. 그런데, 셀 크기 또는 주변 환경에 따라 채널의 실제 최대 지연 스프레드는 순환 천이의 최대 개수를 계산하기 위해 사용된 최대 지연 스프레드( $\tau_{max}$ )와 다를 수 있다. 특히, 무선 통신 시스템은 시변(time variant) 시스템이므로, 전송 환경은 시간에 따라 변할 수 있기 때문이다. 실제 최대 지연 스프레드가 상기 최대 지연 스프레드보다 ( $\tau_{max}$ ) 큰 경우, 인접하는 순환 천이 인덱스 n을 사용하는 채널 간에는 간섭(interference)이 발생할 수 있다.

[0090] 이제 SC-FDMA 기반의 다중 안테나 시스템에서의 데이터 전송 방법을 설명한다. 다수의 단말은 동시에 같은 시간-주파수 무선자원을 할당받을 수 있고, 각각의 단말은 복수의 안테나를 가질 수 있다.

[0091] 단말이 복수의 안테나를 사용하여 상향링크 데이터를 전송하는 경우, 안테나마다 하나의 자원 그리드가 있다. 즉, 안테나마다 도 13과 같은 시간-주파수 무선자원을 통해 DMRS와 데이터가 전송될 수 있다. 따라서, 각 안테나별 채널을 구분할 수 있어야 한다. 시공간블록부호화, 순환 지연 다이버시티 등의 다중 안테나 기법은 각 안테나별 채널 간 간섭없이 각 안테나별 채널이 최대한 분리되어야 한다. 이를 위해, 하나의 단말에서 각 안테나

마다 다른 순환 천이값을 적용하여 각 안테나별 채널을 구분하도록 할 수 있다. 그런데, 순환 천이의 최대 개수는 최대 지연 스프레드에 따라 제한된다. 따라서, 다중 안테나 기법에 따라 적절히 안테나별 순환 천이값을 사용하는 것이 중요하다.

- [0092] 도 15는 복수의 안테나를 사용하는 단말들이 각각의 데이터를 전송한 경우, 시간 영역의 채널 임펄스 응답의 예를 나타낸다. 복수의 안테나를 사용하는 단말들이 동일한 시간-주파수 무선자원을 통해 각각 다른 순환 천이값을 적용하여 각각의 데이터를 전송한 경우이다.
- [0093] 도 15를 참조하면, 1번 단말의 경우, 1번 안테나의 순환 천이 인덱스  $n$ 은 0이고, 2번 안테나의 순환 천이 인덱스  $n$ 은 2이다. 2번 단말의 경우, 1번 안테나의 순환 천이 인덱스  $n$ 은 1이고, 2번 안테나의 순환 천이 인덱스  $n$ 은 3이다. 하나의 단말에서 안테나별 순환 천이 인덱스는 2 차이가 나도록 할당하고 있다. 인접하는 순환 천이 인덱스는 간섭을 발생시킬 수 있기 때문에 안테나별 순환 천이 인덱스는 최소 2 이상 차이가 나도록 구성하는 것이 좋다.
- [0094] 하나의 단말에 복수의 순환 천이값을 할당하는 방법은 다양할 수 있다. 이하, 하나의 단말에 복수의 순환 천이값을 할당하는 방법을 설명한다.
- [0095] (1) 다중 순환 천이값 할당 방법
- [0096] 기지국이 단말에게 각 안테나별 순환 천이값을 전송하는 방법이다. 각 안테나별 순환 천이값은 각각 동일한 비트 크기의 순환 천이 필드를 통해 전송될 수 있다. 또는, 오프셋(offset)을 정의해 놓고, 각 안테나별 순환 천이값은 하나의 순환 천이 필드 및 오프셋 필드를 통해 전송될 수도 있다. 순환 천이값은 상향링크 자원 할당을 위한 DCI 포맷에 포함되어 PDCCH를 통해 전송될 수 있다. 이 방법은 기지국이 셀 상황과 채널 상황에 따라 제한된 개수의 순환 천이값을 적절히 할당할 수 있어 자유도가 높다.
- [0097] (2) 미리 정의된(predefined) 방법
- [0098] 기지국은 단말에게 하나의 안테나의 순환 천이값만을 전송하는 방법이다. 단말은 수신된 순환 천이값을 기준 순환 천이값으로 하여 미리 정해진 오프셋을 이용해 다른 순환 천이값들을 결정한다. 오프셋은 미리 정해진 하나의 값이거나, 시간-주파수 무선자원에 따라 특정 패턴에 의해 정해지는 값일 수도 있다. 오프셋은 기지국마다 다르게 사용될 수 있다. 오프셋에 대한 정보는 상위 계층 시그널링을 통해 반정적(semi-static)으로 전송될 수 있다. 또는, 오프셋에 대한 정보는 셀 특정(cell-specific)한 것으로 브로드캐스트 채널을 통해 전송될 수도 있다. 이 방법은 다중 순환 천이값 할당 방법보다 제어정보 전송의 오버헤드를 줄일 수 있다.
- [0099] 이때, 안테나 간 간섭을 고려하여 각 안테나 간 순환 천이값은 최대 거리가 되도록 미리 정의될 수 있다. 사용할 수 있는 순환 천이의 최대 개수가  $N$ 이고, 단말이 데이터 전송에 사용하는 안테나의 개수가  $N_t$ 인 경우, 오프셋은  $N/N_t$ ,  $\text{ceil}(N/N_t)$  또는  $\text{floor}(N/N_t)$ 일 수 있다.  $\text{ceil}(\cdot)$ 은  $(\cdot)$ 보다 크거나 같으면서 가장 작은 정수이고,  $\text{floor}(\cdot)$ 는  $(\cdot)$ 보다 작거나 같으면서 가장 큰 정수이다.
- [0100] 예를 들어, 2개의 안테나를 사용하는 단말이 기준 순환 천이값의 순환 천이 인덱스로 0을 할당받은 경우를 가정한다. 단말은 1번 안테나의 순환 천이 인덱스는 0을 사용하고, 2번 안테나의 순환 천이 인덱스는  $N/2$ ,  $\text{ceil}(N/2)$  또는  $\text{floor}(N/2)$ 를 사용할 수 있다. 즉, 각 안테나별 순환 천이 인덱스가 최대 거리가 되도록 기준 순환 천이값의 순환 천이 인덱스로부터  $N/2$ ,  $\text{ceil}(N/2)$  또는  $\text{floor}(N/2)$ 의 오프셋을 가진다. 4개의 안테나를 사용하는 단말이 기준 순환 천이값의 순환 천이 인덱스로 0을 할당받은 경우를 가정한다. 편의상  $N$ 을 4의 배수로 가정한다. 단말은 1번 안테나의 순환 천이 인덱스는 0, 2번 안테나의 순환 천이 인덱스는  $N/4$ , 3번 안테나의 순환 천이 인덱스는  $2N/4$ , 4번 안테나의 순환 천이 인덱스는  $3N/4$ 를 사용할 수 있다.
- [0101] (3) 다중 안테나 시스템에서 작은 순환 천이(small cyclic shift) 적용 방법
- [0102] 도 16은 다중 안테나 시스템에서 작은 순환 천이 적용 방법의 예를 나타낸다.
- [0103] 도 16을 참조하면, 1번 단말의 경우, 순환 천이 인덱스  $n$ 은 0이다. 2번 단말의 경우, 순환 천이 인덱스  $n$ 은 1이다. 1번 단말의 경우, 1번 안테나의 순환 천이값과 2번 안테나의 순환 천이값은 하나의 윈도우 안에 위치한다. 2번 단말의 경우에도, 1번 안테나의 순환 천이값과 2번 안테나의 순환 천이값은 하나의 윈도우 안에 위치한다.
- [0104] 인접 셀의 간섭을 최소화 하기 위해, 기지국은 순환 천이값을 하나의 단말에 하나씩만 할당한다. 이하, 단말이 할당받은 하나의 순환 천이값을 기준 순환 천이값이라 한다. 단말은 기준 순환 천이값을 기준으로 하여 다수의 안테나별 순환 천이값이 하나의 윈도우 안에 위치하도록 구성한다. 따라서, 다수의 안테나별 순환 천이값은 기

준 순환 천이값에 대해 최대 지연 스프레드( $\tau_{\max}$ )보다 작은 범위 안의 값이 된다. 최대 지연 스프레드( $\tau_{\max}$ )보다 작은 범위 안의 순환 천이를 작은 순환 천이라 한다. 작은 순환 천이가 적용될 경우, 단말의 각 안테나별 순환 천이값들이 모두 동일한 윈도우에 속한다. 따라서, 하나의 윈도우 안(inner window)에 단말의 각 안테나별 채널이 모두 들어올 수 있게 된다. 이하, 작은 순환 천이와 구별을 위해 도 15와 같이 최대 지연 스프레드( $\tau_{\max}$ )보다 큰 범위의 순환 천이를 큰 순환 천이(large cyclic shift)라 한다. 큰 순환 천이가 적용될 경우, 단말의 각 안테나별 순환 천이값들은 각각 서로 다른 윈도우에 속한다.

[0105] 예를 들어, 단말이 2개의 안테나를 가지는 경우를 설명한다. 1번 안테나의 순환 천이값은 기준 순환 천이값을 적용한다. 2번 안테나의 순환 천이값은 기준 순환 천이값에 대해  $\tau_{\max}/2$ 보다 작은 범위 안에서 선택하는 것이 좋다.

[0106] 작은 순환 천이 적용 방법은 다중 안테나 기법 중 각 송신 안테나별 채널추정을 하지 않아도 수신할 수 있는 다중 안테나 기법을 사용하는 시스템에 적합하다. 예를 들어, 순환 지연 다이버시티, 위상 천이 다이버시티, 프리코딩 등이 있다.

[0107] 프리코딩의 경우, 전용 참조신호(dedicated reference signal)를 적용하는 경우 송신 안테나별 순환 천이값을 동일하게 적용한다. DMRS(demodulation reference signal)에도 동일한 프리코딩 행렬을 적용하는 경우, 수신기에서 프리코딩을 적용한 등가채널을 얻을 수 있어 데이터 수신이 가능하다. 따라서, 송신 안테나별로 작은 순환 천이를 적용할 수 있다.

[0108] (4) 다중 안테나 시스템에서 하이브리드 순환 천이 적용 방법

[0109] 하이브리드 순환 천이 적용 방법은 큰 순환 천이와 작은 순환 천이를 결합하여 사용하는 것이다. 작은 순환 천이 적용 방법 또는 하이브리드 순환 천이 적용 방법은 제한된 순환 천이의 최대 개수를 효율적으로 사용하기 위한 방법이다. 이를 통해, 다른 사용자들 위해 적절한 개수의 순환 천이가 유지되도록 할 수 있다.

[0110] 예를 들어, 단말이 4개의 안테나를 사용하는 경우를 가정한다. 4개의 안테나는 2개의 안테나씩 페어링(pairing)되어 2개의 안테나 그룹을 형성한다. 각 안테나 그룹은 큰 순환 천이가 적용된다. 각 안테나 그룹 내 안테나 간에는 작은 순환 천이가 적용된다. 따라서, 다른 안테나 그룹에 대한 채널은 다른 윈도우(outer window) 안에 들어올 수 있게 되고, 같은 안테나 그룹 내 안테나별 채널은 하나의 윈도우(inner window) 안에 들어올 수 있게 된다. 이 경우, 단말은 4개의 안테나를 사용하지만, 2개의 순환 천이값만을 할당받아 데이터를 전송할 수 있다. 기지국에서는 단말이 2개의 안테나로 전송한 것과 같이 데이터가 수신된다. 따라서, 4개의 안테나를 위한 다중 안테나 기법이 아니라, 2개의 안테나를 위한 다중 안테나 기법을 적용해야 한다.

[0111] 일반적으로, 단말이  $M(M \geq 2, M$ 은 자연수)개의 안테나를 사용하는 경우를 설명한다.  $M$ 개의 안테나를 서로 중복되지 않게  $N(N < M, N$ 은 자연수)개의 안테나 그룹으로 구분한다. 서로 다른 안테나 그룹 사이에는 큰 순환 천이가 적용되고, 동일한 안테나 그룹 내에서는 작은 순환 천이를 적용한다. 따라서,  $N$ 개의 안테나 그룹 중 서로 다른 안테나 그룹에 속하는 순환 천이값들은 서로 다른 윈도우에 속하게 된다. 또한,  $N$ 개의 안테나 그룹 중 동일한 안테나 그룹에 속하는 순환 천이값들은 모두 동일한 윈도우에 속하게 된다.

[0112] (5) 다중 안테나 시스템에서 고정된 순환 천이 적용 방법

[0113] 데이터의 순환 지연 다이버시티 전송을 위한 참조신호 및 PUSCH에서 적용되는 안테나별 순환 천이값에 대해 설명한다. 하나의 단말에게 할당된 기준 순환 천이값에 대해 각 안테나에 적용하는 순환 천이값의 차이는 전송 대역폭에 상응하는 샘플링 주파수 중 어느 한 샘플 또는 몇 샘플로 적용된다.

[0114] 예를 들어, 2개의 안테나를 사용하는 단말이 기준 순환 천이값으로 순환 천이 인덱스 0을 할당받았다고 가정한다. 1번 안테나는  $a=0$ 으로 전송하고, 2번 안테나는  $a=2\pi n'/N_{fft}$ 로 전송한다. 여기서,  $a$ 는 순환 천이 또는 위상 천이의 위상 성분이다.  $N_{fft}$ 는 전송 대역폭에서 적용되는 FFT(Fast Fourier Transform) 사이즈이고,  $n'=0, 1, \dots, N_{fft}-1$ 이다.  $N_{fft}$ 는 다음 수식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$N_{fft} = \frac{1}{\Delta f \cdot T_s}$$

[0115]

여기서,  $\Delta f$ 는 부반송파 간격(subcarrier spacing)이고,  $T_s$ 는 전송 대역폭에 상응하는 샘플링 시간이다.

[0116]

[0117]

$n'=1$ 인 경우, 즉 한 샘플에 상응하는 순환 천이가 적용되는 경우를 설명한다. 일 예로, 전송 대역폭이 20MHz이고,  $\Delta f=15\text{kHz}$ ,  $N_{fft}=2048$ ,  $T_s=1/(\Delta f \cdot N_{fft})=32.552\text{ns}$ 인 경우를 가정한다. 1번 안테나는  $a=0$ 으로 전송하고, 2번 안테나는  $a=2\pi \cdot 1/2048$ 로 전송한다. 또 다른 예로, 전송 대역폭이 1.4MHz이고,  $\Delta f=15\text{kHz}$ ,  $N_{fft}=128$ ,  $T_s=1/(\Delta f \cdot N_{fft})=520.83\text{ns}$ 인 경우를 가정한다. 1번 안테나는  $a=0$ 으로 전송하고, 2번 안테나는  $a=2\pi \cdot 1/128$ 로 전송한다.

[0118]

(6) 데이터 채널 구성 방법

[0119]

안테나별 순환 천이는 DMRS와 데이터에 다르게 적용될 수 있다. 시공간블록부호화의 경우, 안테나별 순환 천이는 DMRS에만 적용하고, 데이터에는 적용하지 않는 것이 바람직하다. 순환 지연 다이버시티, 위상 천이 다이버시티 또는 프리코딩의 경우에는, 안테나별 순환 천이가 DMRS와 데이터 모두에 적용되거나, DMRS에만 적용될 수 있다. 두 경우 모두 시스템의 성능은 비슷할 수 있다. 순환 지연 다이버시티, 위상 천이 다이버시티 또는 프리코딩의 경우에는, 순환 천이가 DMRS와 데이터 모두에 적용되거나, DMRS에만 순환 천이가 적용될 수 있다. 그러나, 작은 순환 천이 적용 방법의 경우에는 안테나별 순환 천이를 DMRS와 데이터 모두에 적용한다.

[0120]

(7) 다중 RF 시스템에서의 다중 안테나 기법의 적용 방법

[0121]

단말은 다중 RF 시스템을 사용할 수 있다. 다중 RF 시스템은 하나의 단말이 다수의 물리 채널을 할당받는 것이다. 이 경우, 각 물리 채널별로 각각 다른 순환 천이값을 할당받을 수 있다. 이때, 각 물리 채널별로 다른 순환 천이값을 할당하지만, 오프셋은 하나의 단말이 모든 물리 채널에 대해 모두 동일한 값이 되도록 구성할 수 있다. 이를 통해, 제어정보의 오버헤드를 줄일 수 있다. 오프셋은 상위 계층 시그널링을 통해 전송될 수 있다.

[0122]

(8) 자원 할당에 따른 적응적 순환 천이 적용 방법

[0123]

순환 지연 다이버시티 또는 위상 천이 다이버시티의 경우, 도 15는 큰 지연(large delay) 샘플을 적용한 결과와 같고, 도 16은 작은 지연(small delay) 샘플을 적용한 결과와 같다. 큰 지연 샘플은 적어도 하나의 자원블록 내에서 하나 이상의 주기(cycle)를 만족하는 것을 의미한다. 다이버시티 이득을 높이기 위해 큰 지연 샘플을 적용한 순환 지연 다이버시티를 사용할 수 있다. 작은 지연 샘플을 적용한 순환 지연 다이버시티는 주파수 자원을 충분히 할당받은 경우에 큰 이득을 얻을 수 있다.

[0124]

자원 할당에 따른 적응적 순환 천이 적용 방법은 단말이 할당받은 무선자원의 크기와 임계치(threshold value)를 비교하여 순환 천이를 적용하는 것이다. 예를 들어, 할당받은 무선자원의 크기는 자원블록의 개수일 수 있다. 할당받은 무선자원의 크기가 임계치보다 큰 경우, 작은 순환 천이를 적용하고, 할당받은 무선자원의 크기가 임계치보다 작은 경우에는 큰 순환 천이를 적용한다.

[0125]

(9) 자원 할당에 따른 작은 지연 순환 지연 다이버시티 적용 방법

[0126]

작은 순환 천이는 자원 할당에 따라 적용될 수 있다. 작은 순환 천이 적용 방법을 사용하는 경우, 기준 순환 천이값에 대해 안테나별 순환 천이값이 작을수록 다른 기준 순환 천이값을 사용하는 채널에 간섭을 적게 줄 수 있다. 따라서, 자원블록과 같은 자원 할당 개수에 따라 최소의 순환 천이를 이용하여 충분한 다이버시티 이득을 얻도록 구성하는 것이 좋다. 이를 위해, 순환 천이값은 할당된 주파수 자원 구간 안에서 한 주기의 위상 천이가 되도록 구성한다.

[0127]

수학식 4에서의 순환 천이  $a$ 는 다음 수학식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 8

$$\alpha = \frac{2\pi}{M \cdot N_{sub}}$$

[0128]

[0129]

여기서, M은 단말이 연속적으로 할당받은 자원블록의 개수이고, N<sub>sub</sub>는 하나의 자원블록이 주파수 영역에서 포함하는 부반송파의 개수이다.

[0130]

M · N<sub>sub</sub>이 특정 크기보다 작은 경우, 다수의 안테나별 순환 천이값이 윈도우 안에 위치하도록 하기 위해, 순환 천이 a를 다음 수학과 같이 나타낼 수도 있다.

수학식 9

$$\alpha = \frac{2\pi}{N_{cycle}}, \quad N_{cycle} = \max(N^{win}, M \cdot N_{sub})$$

[0131]

[0132]

여기서, N<sup>win</sup>은 윈도우의 크기이다.

[0133]

(10) PUSCH를 위한 순환 천이 홉핑

[0134]

작은 순환 천이 적용 방법은 적은 개수의 자원블록을 할당 받은 경우 충분한 주파수 다이버시티 이득을 얻기 힘들다. 따라서, 하나의 서브프레임 내에서 일정 시간 간격으로 정해진 규칙에 의해 순환 천이를 홉핑(hopping)하여 사용하면 시간 다이버시티 이득을 증가시킬 수 있다. 일정 시간 간격은 SC-FDMA 심볼 또는 슬롯 등이 될 수 있다.

[0135]

예를 들어, 하나의 단말이 하나의 서브프레임 내에서 SC-FDMA 심볼 단위 또는 슬롯 단위로 순환 천이값을 변경하여 사용할 수 있다. 이 경우, 단말은 같은 주파수 영역을 사용하지만, 시간에 따라 채널을 다르게 하여 전송할 수 있다.

[0136]

슬롯 단위의 홉핑 방법은 각 슬롯별로 DMRS가 존재하므로 DMRS와 PUSCH 데이터에 모두 작은 순환 천이를 적용할 수 있다. 그런데, SC-FDMA 심볼 단위의 홉핑 방법은 DMRS는 도 15처럼 순환 천이를 적용하여 각 안테나별 채널을 구분하는 것이 적절하다. 즉, SC-FDMA 심볼 단위의 홉핑 방법은 PUSCH 데이터에만 작은 순환 천이를 적용하는 것이 적절하다.

[0137]

도 17은 다중 안테나 시스템에서 데이터 전송 방법의 예를 나타낸 흐름도이다.

[0138]

도 17을 참조하면, 기지국은 단말에게 제1 순환 천이값(CS1)에 대한 정보를 전송한다(S110). 제1 순환 천이값은 기준 순환 천이값이다. 단말은 제1 순환 천이값으로부터 제2 순환 천이값을 얻는다(S120). 제2 순환 천이값의 개수는 단말이 사용하는 송신 안테나의 개수에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 송신 안테나의 개수가 N<sub>t</sub>인 경우, 단말은 N<sub>t</sub>-1개의 제2 순환 천이값을 구한다. 단말은 각 안테나를 통해 각 순환 천이값이 적용된 데이터를 전송한다(S130). 예를 들어, 단말이 2개의 송신 안테나를 사용하는 경우, 단말은 1번 안테나를 통해 제1 순환 천이값이 적용된 제1 데이터를 전송하고, 2번 안테나를 통해 제2 순환 천이값이 적용된 제2 데이터를 전송한다. 제1 순환 천이값에 대한 정보 전송 방법, 제2 순환 천이값 획득 방법은 앞에서 설명한 방법에 따른다.

[0139]

도 18은 제1 순환 천이값으로부터 제2 순환 천이값을 얻는 방법의 예를 나타낸 순서도이다.

[0140]

도 18을 참조하면, 단말은 기지국으로부터 무선자원을 할당받는다(S210). 단말은 할당받은 무선자원의 크기와 임계치(threshold)를 비교한다(S220). 만일, 할당받은 무선자원의 크기가 임계치보다 크다면, 작은 순환 천이를 적용하여 제2 순환 천이값을 얻는다(S230). 할당받은 무선자원의 크기가 임계치보다 작거나 같다면, 큰 순환 천이를 적용하여 제2 순환 천이값을 얻는다(S240).

[0141]

이와 같이, SC-FDMA 기반 다중 안테나 시스템에서 효율적인 데이터 전송 방법을 제공할 수 있다. 이를 통해, 셀 내 단말의 개수에 따라 적응적으로 데이터를 전송할 수 있어, 단말은 고속 이동 환경에서도 신뢰도(reliability) 높은 데이터 전송이 가능하다. 한정된 무선자원을 효율적으로 사용할 수 있어, 전체 시스템의 성



능을 향상시킬 수 있다.

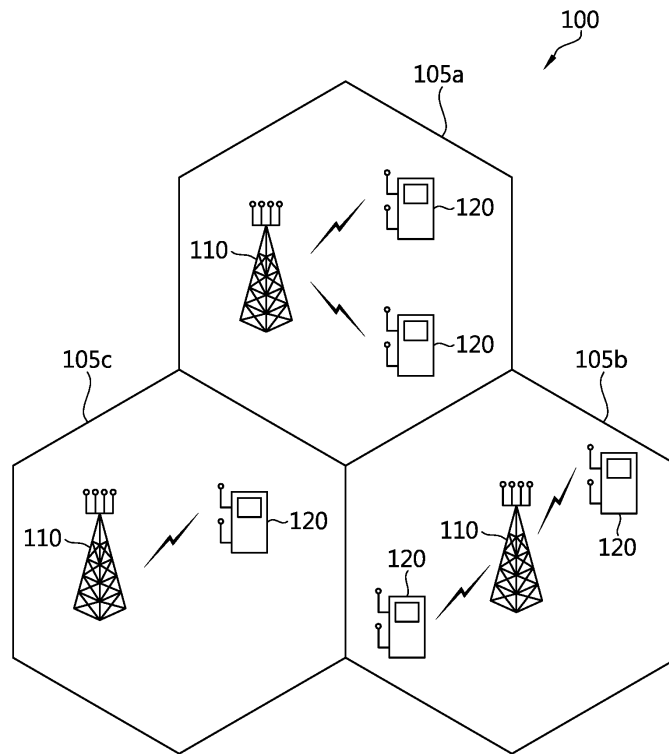
- [0142] 상술한 모든 기능은 상기 기능을 수행하도록 코딩된 소프트웨어나 프로그램 코드 등에 따른 마이크로프로세서, 제어기, 마이크로제어기, ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등과 같은 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 상기 코드의 설계, 개발 및 구현은 본 발명의 설명에 기초하여 당업자에게 자명하다고 할 것이다.
- [0143] 이상 본 발명에 대하여 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 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.

**도면의 간단한 설명**

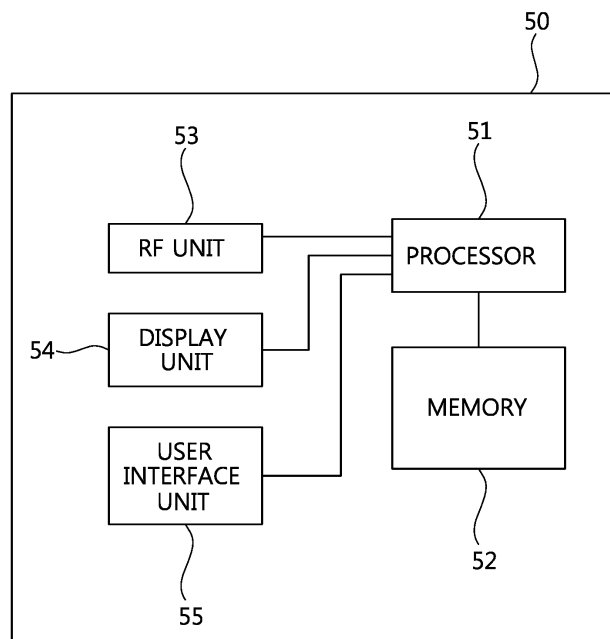
- [0144] 도 1은 무선 통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [0145] 도 2는 무선 통신을 위한 장치를 나타낸 블록도이다.
- [0146] 도 3은 SC-FDMA를 사용하는 상향링크 시스템에서 하나의 송신 안테나를 사용하는 송신기의 구조를 나타낸 블록도이다.
- [0147] 도 4는 SC-FDMA를 사용하는 상향링크 시스템에서 다수의 송신 안테나를 사용하는 송신기의 구조의 일 예를 나타낸 블록도이다.
- [0148] 도 5는 SC-FDMA를 사용하는 상향링크 시스템에서 다수의 송신 안테나를 사용하는 송신기의 구조의 다른 예를 나타낸 블록도이다.
- [0149] 도 6은 SC-FDMA를 사용하는 상향링크 시스템에서 다수의 송신 안테나를 사용하는 송신기의 구조의 또 다른 예를 나타낸 블록도이다.
- [0150] 도 7은 시간 영역에서 순환 지연 다이버시티의 예를 나타낸다.
- [0151] 도 8은 주파수 영역에서 순환 지연 다이버시티의 예를 나타낸다.
- [0152] 도 9는 코드북 기반의 프리코딩의 예를 나타낸다.
- [0153] 도 10은 무선 프레임의 구조를 나타낸다.
- [0154] 도 11은 하나의 상향링크 슬롯에 대한 자원 그리드를 나타낸 예시도이다.
- [0155] 도 12는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [0156] 도 13은 시간 영역에서 하나의 서브프레임, 주파수 영역에서 하나의 자원블록으로 구성된 무선자원에서 PUSCH를 위한 참조신호 구조의 예를 나타낸다.
- [0157] 도 14는 복수의 단말이 각각의 참조신호를 전송한 경우, 시간 영역의 임펄스 응답의 예를 나타낸다.
- [0158] 도 15는 복수의 안테나를 사용하는 단말들이 각각의 데이터를 전송한 경우, 시간 영역의 채널 임펄스 응답의 예를 나타낸다.
- [0159] 도 16은 다중 안테나 시스템에서 작은 순환 천이 적용 방법의 예를 나타낸다.
- [0160] 도 17은 다중 안테나 시스템에서 데이터 전송 방법의 예를 나타낸 흐름도이다.
- [0161] 도 18은 제1 순환 천이값으로부터 제2 순환 천이값을 얻는 방법의 예를 나타낸 순서도이다.

도면

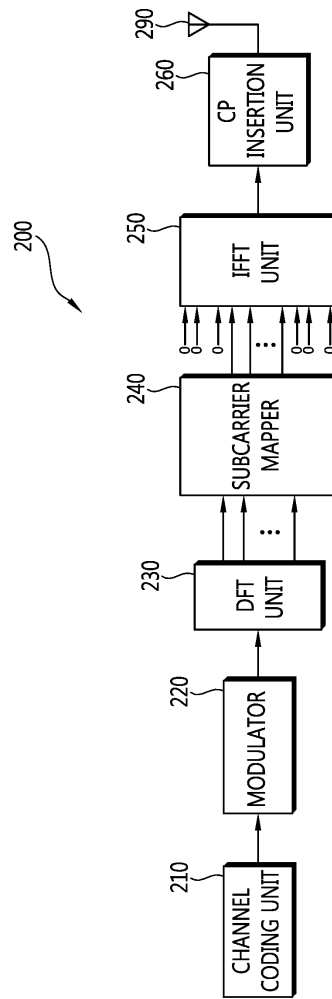
도면1



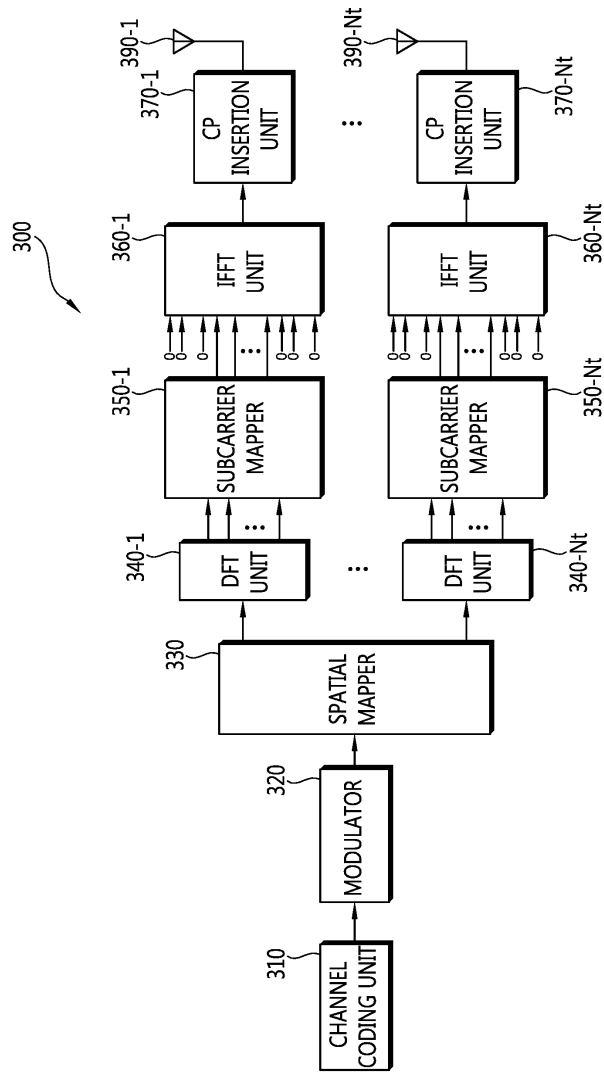
도면2



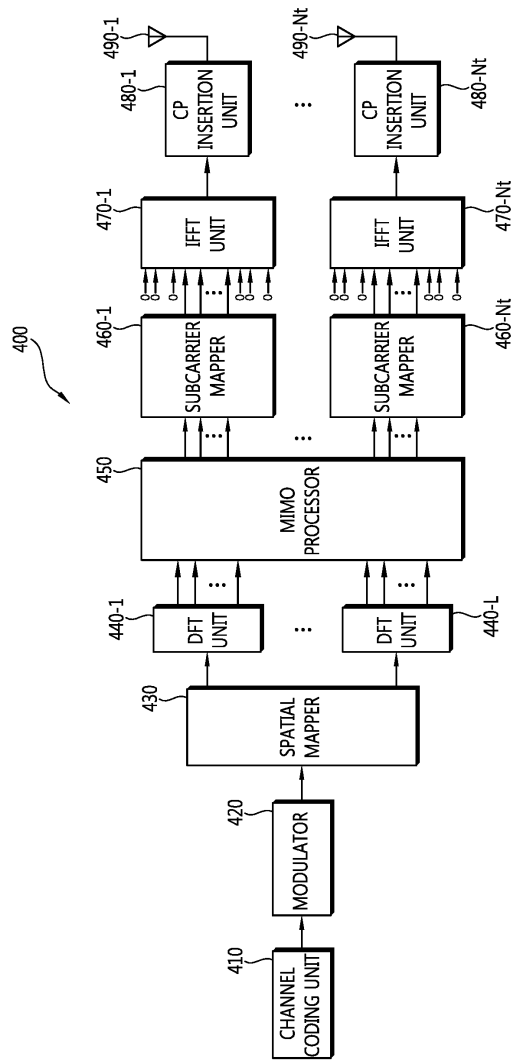
도면3



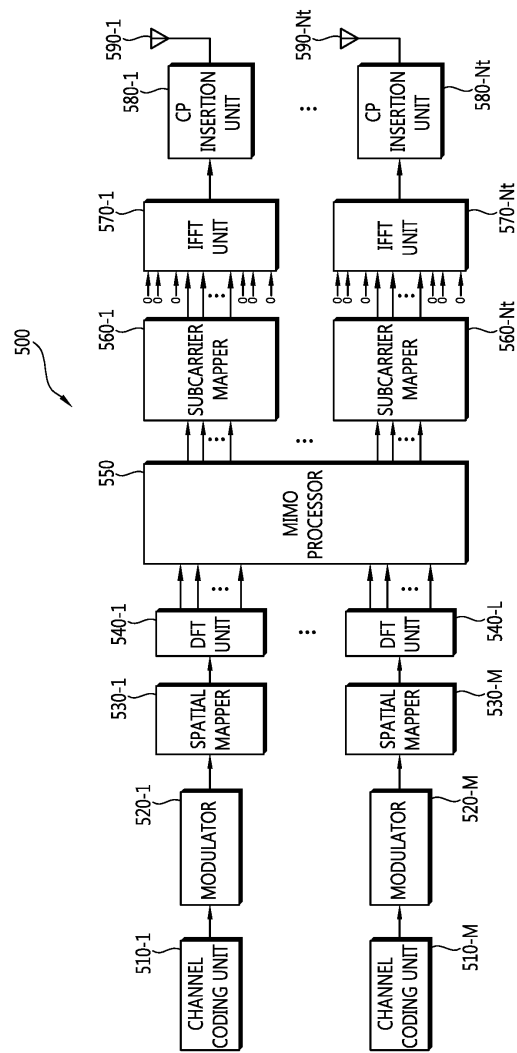
도면4



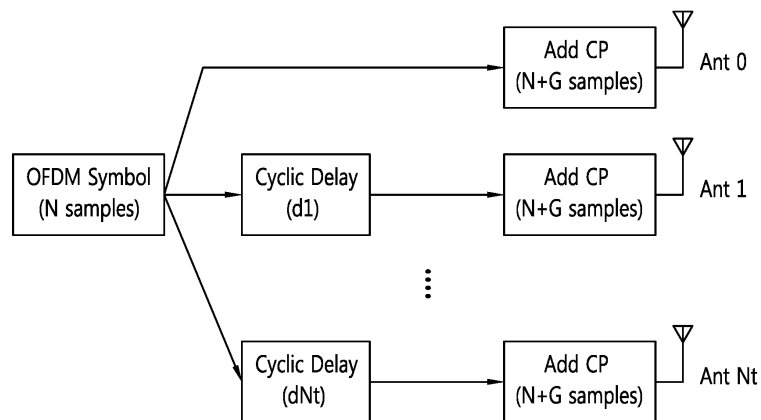
도면5



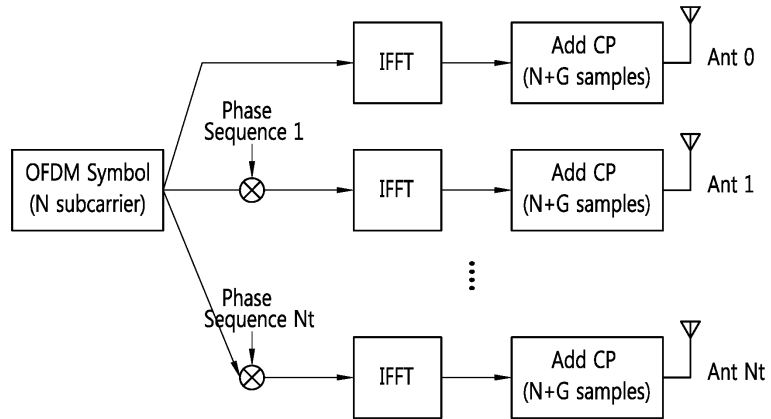
도면6



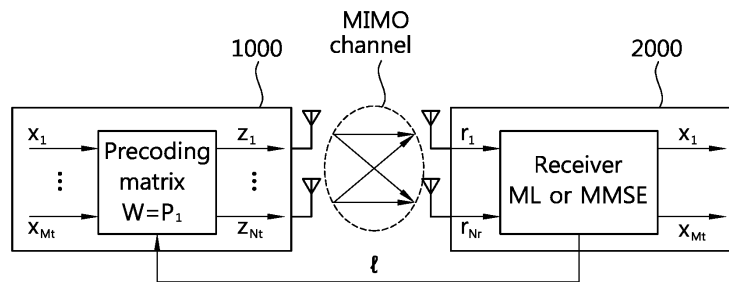
도면7



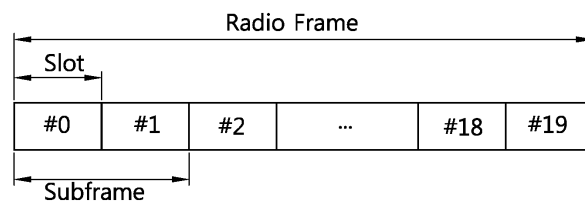
도면8



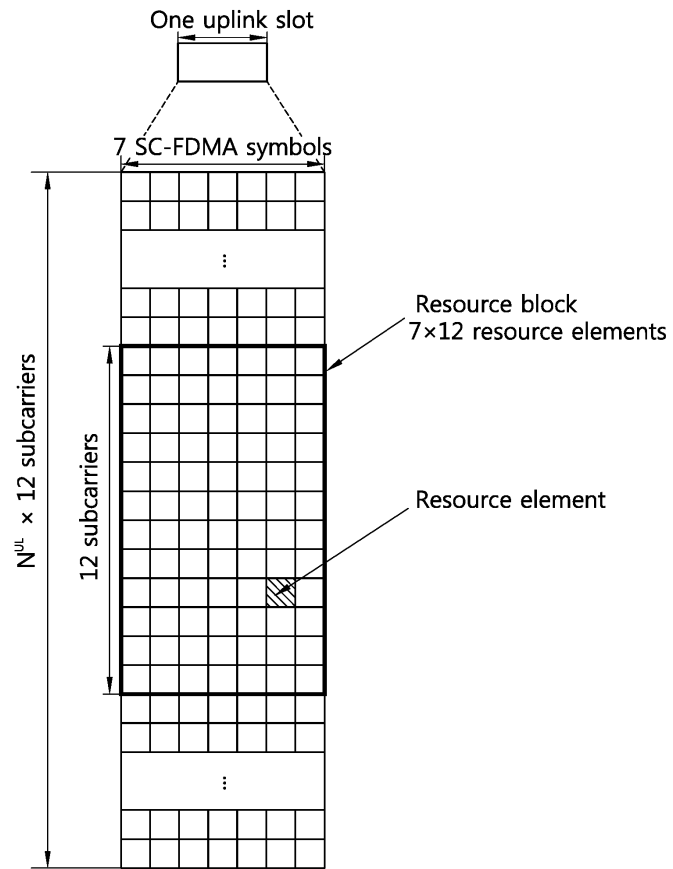
도면9



도면10

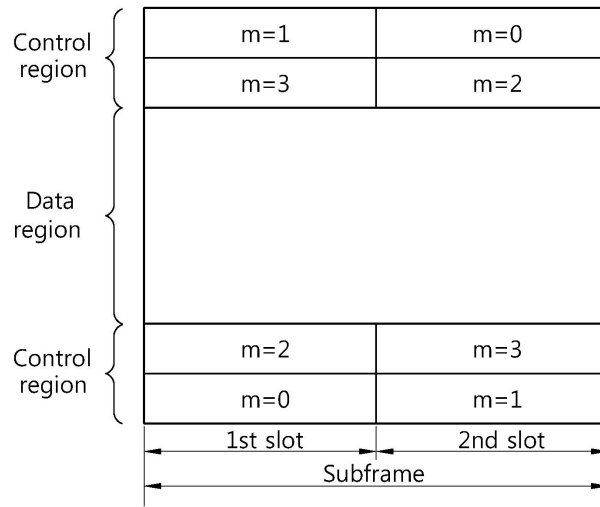


도면11

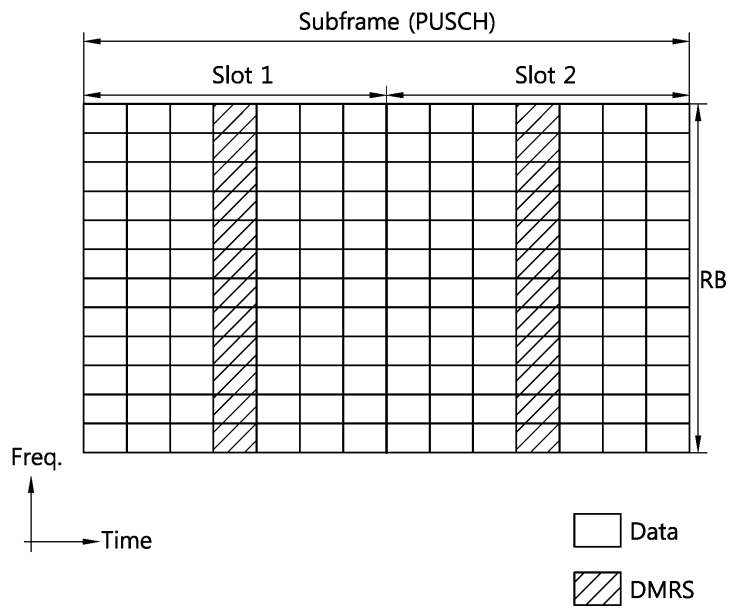




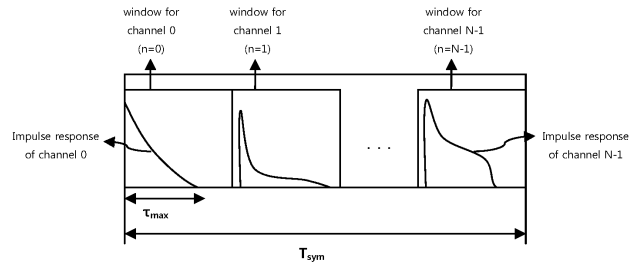
도면12



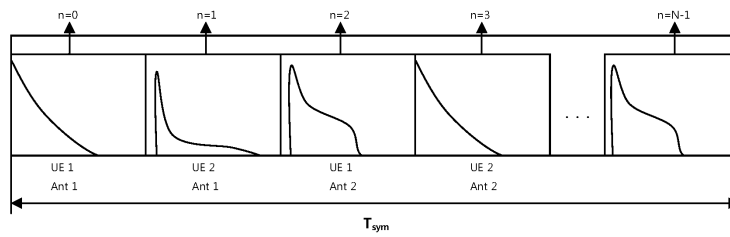
도면13



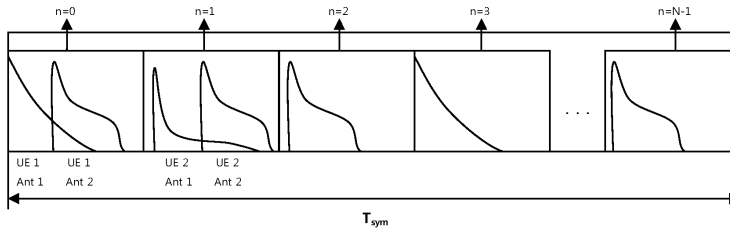
도면14



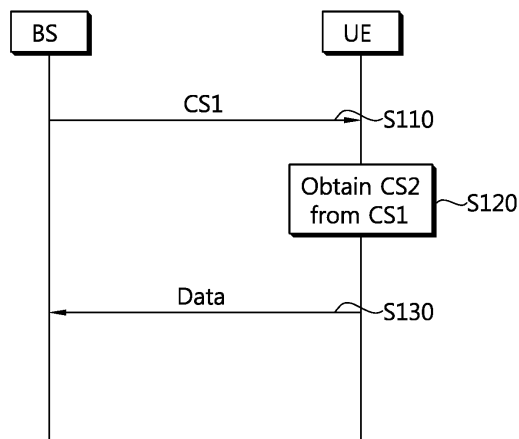
도면15



도면16



도면17



도면18

