



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0145035

(43) 공개일자 2015년12월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04J 11/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0074263

(22) 출원일자 2014년06월18일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

홍대식

서울특별시 용산구 이촌로 347 신동아아파트 7동 307호

정원석

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이건주, 김정훈

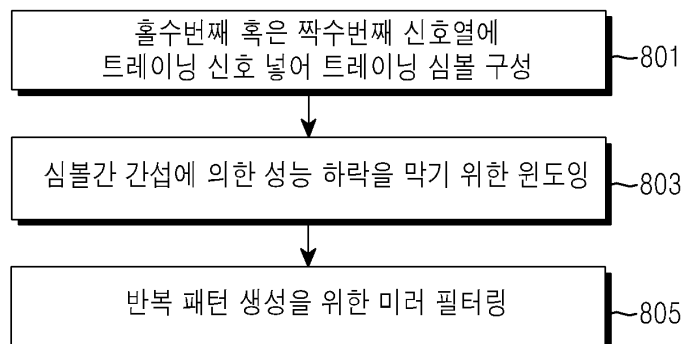
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 FBMC 시스템에서 심볼을 송수신하는 기법

(57) 요약

본 개시는 FBMC(filter bank multi carrier: 필터 बैंक 다중 전송) 방식의 송신 장치에서 전송 심볼을 송신함에 있어서, 하나의 트레이닝 심볼을 구성하는 홀수 심볼 및 짝수 심볼 중 적어도 하나가 트레이닝 신호를 포함하는 상기 트레이닝 심볼을 생성하고, 상기 하나의 트레이닝 심볼 및 적어도 하나의 데이터 심볼을 지연 중첩하여 상기 전송 심볼을 생성하여 상기 전송 심볼을 전송할 포함하는 송신 방법 및 송신 장치를 제공한다.

대표도 - 도8



(72) 발명자

김범주

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교

유현규

경기도 수원시 영통구 광교호수로152번길 23 광교
한양수자인아파트 2304동 1201호

명세서

청구범위

청구항 1

FBMC(filter bank multi carrier: 필터 뱅크 다중 전송) 방식의 송신 장치에서 전송 심볼을 송신하는 방법에 있어서,

하나의 트레이닝 심볼을 구성하는 홀수 심볼 및 짝수 심볼 중 적어도 하나가 트레이닝 신호를 포함하는 상기 트레이닝 심볼을 생성하는 동작;

상기 하나의 트레이닝 심볼 및 적어도 하나의 데이터 심볼을 지연 중첩하여 상기 전송 심볼을 생성하는 동작; 및

상기 전송 심볼을 전송하는 동작을 포함하는 송신 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전송하는 동작 이전에,

상기 홀수 심볼 및 짝수 심볼 중 적어도 하나를 구성하는 다수의 신호 블록들 중 동기 추정에 사용될 두 개의 신호 블록을 트레이닝 구간으로 선택하는 동작; 및

상기 트레이닝 구간으로 선택된 상기 두 개의 신호 블록들 각각에 곱해진 필터 블록들을 서로 교차하여 상기 두 개의 신호 블록들 각각에 곱하는 동작을 더 포함함을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하는 동작은,

상기 다수의 신호 블록들 중 상기 신호 블록들 각각에 곱해진 필터 블록의 값이 큰 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하는 동작임을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하는 동작은,

상기 다수의 신호 블록들 중 상기 신호 블록들 각각의 SIR(signal to interference ratio) 값이 큰 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하는 동작임을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하는 동작은,

상기 다수의 신호 블록들 중 상기 신호 블록들 각각의 신호 세기가 큰 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하는 동작임을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 6

FBMC(filter bank multi carrier: 필터 뱅크 다중 전송) 방식의 수신 장치에서 전송 심볼을 이용하는 동기화 방법에 있어서,

하나의 트레이닝 심볼을 포함하는 상기 전송 심볼을 수신하는 동작;

상기 하나의 트레이닝 심볼이 포함하는 트레이닝 신호들 간의 상관 관계를 연산하여 동기 시점을 결정하고, 상기 결정된 동기 시점을 이용하여 동기화하는 동작을 포함하되,

상기 트레이닝 심볼을 구성하는 홀수 심볼 및 짝수 심볼 중 적어도 하나는 상기 트레이닝 신호를 포함하는 동기화 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 동기화하는 동작 이전에,

상기 홀수 심볼 및 짝수 심볼 중 적어도 하나를 구성하는 다수의 신호 블록들 중 상기 동기화하는 동작에 사용될 두 개의 신호 블록을 트레이닝 구간으로 선택하는 동작; 및

상기 트레이닝 구간으로 선택된 상기 두 개의 신호 블록들 각각에 곱해진 필터 블록들을 서로 교차하여 상기 두 개의 신호 블록들 각각에 곱하는 동작을 더 포함하되,

상기 트레이닝 신호들은 상기 두 개의 신호 블록들에 포함됨을 특징으로 하는 동기화 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하는 동작은,

상기 다수의 신호 블록들 중 상기 신호 블록들 각각에 곱해진 필터 블록의 값이 큰 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하는 동작임을 특징으로 하는 동기화 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하는 동작은,

상기 다수의 신호 블록들 중 상기 신호 블록들 각각의 SIR(signal to interference ratio) 값이 큰 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하는 동작임을 특징으로 하는 동기화 방법.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하는 동작은,

상기 다수의 신호 블록들 중 상기 신호 블록들 각각의 신호 세기가 큰 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하는 동작임을 특징으로 하는 동기화 방법.

청구항 11

전송 심볼을 송신하는 FBMC(filter bank multi carrier: 필터 뱅크 다중 전송) 방식의 송신 장치에 있어서, 상기 송신 장치는:

하나의 트레이닝 심볼을 구성하는 홀수 심볼 및 짝수 심볼 중 적어도 하나가 트레이닝 신호를 포함하는 상기 트레이닝 심볼을 생성하고, 상기 하나의 트레이닝 심볼 및 적어도 하나의 데이터 심볼을 지연 중첩하여 상기 전송 심볼을 생성하여, 상기 전송 심볼을 전송하도록 구성됨을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 장치는:

상기 홀수 심볼 및 짝수 심볼 중 적어도 하나를 구성하는 다수의 신호 블록들 중 동기 추정에 사용될 두 개의 신호 블록을 트레이닝 구간으로 선택하고, 상기 트레이닝 구간으로 선택된 상기 두 개의 신호 블록들 각각에 곱해진 필터 블록들을 서로 교차하여 상기 두 개의 신호 블록들 각각에 곱하도록 더 구성됨을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 장치는:

상기 다수의 신호 블록들 중 상기 신호 블록들 각각에 곱해진 필터 블록의 값이 큰 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하도록 구성됨을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 장치는:

상기 다수의 신호 블록들 중 상기 신호 블록들 각각의 SIR(signal to interference ratio) 값이 큰 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하도록 구성됨을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 장치는:

상기 다수의 신호 블록들 중 상기 신호 블록들 각각의 신호 세기가 큰 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하도록 구성됨을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 16

전송 심볼을 수신하여 동기화에 이용하는 FBMC(filter bank multi carrier: 필터 뱅크 다중 전송) 방식의 수신 장치에 있어서, 상기 수신 장치는:

하나의 트레이닝 심볼을 포함하는 상기 전송 심볼을 수신하고, 상기 하나의 트레이닝 심볼이 포함하는 트레이닝 신호들 간의 상관 관계를 연산하여 동기 시점을 결정하고, 상기 결정된 동기 시점을 이용하여 동기화하도록 구성되며,

상기 트레이닝 심볼을 구성하는 홀수 심볼 및 짝수 심볼 중 적어도 하나는 상기 트레이닝 신호를 포함함을 특징으로 하는 수신 장치.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 장치는:

상기 홀수 심볼 및 짝수 심볼 중 적어도 하나를 구성하는 다수의 신호 블록들 중 상기 동기화에 사용할 두 개의 신호 블록을 트레이닝 구간으로 선택하고, 상기 트레이닝 구간으로 선택된 상기 두 개의 신호 블록들 각각에 곱해진 필터 블록들을 서로 교차하여 상기 두 개의 신호 블록들 각각에 곱하도록 더 구성되며,

상기 트레이닝 신호들은 상기 두 개의 신호 블록들에 포함됨을 특징으로 하는 수신 장치.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 장치는:

상기 다수의 신호 블록들 중 상기 신호 블록들 각각에 곱해진 필터 블록의 값이 큰 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하도록 구성됨을 특징으로 하는 수신 장치.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 장치는:

상기 다수의 신호 블록들 중 상기 신호 블록들 각각의 SIR(signal to interference ratio) 값이 큰 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하도록 구성됨을 특징으로 하는 수신 장치.

청구항 20

제17항에 있어서, 상기 장치는:

상기 다수의 신호 블록들 중 상기 신호 블록들 각각의 신호 세기가 큰 두 개의 신호 블록을 상기 트레이닝 구간으로 선택하도록 구성됨을 특징으로 하는 수신 장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 FBMC 시스템에서 심볼을 송수신 하는 기법에 관한 것으로서, 송신 장치 또는 수신 장치가 전송 심볼을 동기화에 이용하는 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] OFDM (orthogonal frequency division multiplexing: 직교 주파수 분할 다중 전송) 시스템에서 동기 운영 방식 중 하나는 반복 패턴의 트레이닝 심볼(training symbol)을 생성하여 동기를 운영하는 방식이다.
- [0003] 도 1은 OFDM 시스템에서의 동기 운영 방식의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0004] 도 1의 방식에서, 송신측은 데이터 심볼들(120, 130) 사이에 적어도 하나의 트레이닝 심볼(110)을 전송한다. 하나의 트레이닝 심볼은 하나 이상의 트레이닝 신호를 열(sequence)로 포함할 수 있다. 즉, 트레이닝 심볼은 트레이닝 신호 열(training signal sequence)로 표현될 수 있으며, 2 이상의 트레이닝 심볼 각각의 임의의 트레이닝 신호(예를 들어, 100 및 102)들은 서로 상관 관계(104)를 가질 수 있다. 즉, 상기 적어도 하나의 트레이닝 심볼(110)은 트레이닝 신호들 간의 상관 관계(104, 106, 108)가 있는 특징 즉, 반복 패턴을 갖는다.
- [0005] 수신측은 상기 트레이닝 심볼(110)을 수신하고 상기 트레이닝 심볼을 구성하는 트레이닝 신호들간의 상관 관계(104, 106, 108)를 파악하여 동기를 맞출 수 있다. 예를 들어, 송신측으로부터 전송된 트레이닝 심볼들 중, 상기 수신측은 상기 적어도 하나의 트레이닝 심볼에 포함되는 트레이닝 신호(100)와 다른 트레이닝 신호(102)의 상관 관계(104)를 이용하여 동기를 맞출 수 있다.
- [0006] 그러나, 동기를 위한 별도의 시간 자원(예를 들어, 상기 트레이닝 심볼(110)을 위한 시간 자원)을 할당할 수 없거나, 또는 반복 패턴(예를 들어, 104, 106, 108와 같은 트레이닝 신호들이 균등한 크기를 갖는 반복 패턴)의 트레이닝 심볼(110)을 생성할 수 없는 시스템은 OFDM 시스템의 동기 운영 방식을 적용할 수 없다.
- [0007] 즉, FBMC (filter bank multi carrier: 필터 बैं크 다중 전송) 시스템은 상기 두 가지 조건을 만족시키기 어려우므로 OFDM 시스템의 동기 운영 방식을 적용하기 어렵다.
- [0008] FBMC 시스템은 필터를 통해 시간 지연에 강인한 특성이 있으며, 측대파(sidelobe) 크기가 작은 신호를 전송한다. FBMC 방식은 필터링 과정을 통해 2 이상의 신호들에 서로 다른 필터 계수들을 곱하여 생성되는 심볼(symbol)들을 중첩 전송하는 방식이다. FBMC 시스템은 OFDM 시스템에 비해 복잡하여 주목받지 못했으나 최근 반도체 기술의 발전으로 인해 구현복잡도의 한계가 많이 극복되었고, 빠른 속도와 주파수의 활용성 측면에서도 FBMC 시스템의 필요성이 대두되고 있다.
- [0009] 도 2는 FBMC 시스템에서의 동기 운영 방식의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0010] FBMC 시스템의 동기 운영 방식에서는 동일한 심볼들(200)을 일정 구간 동안 지연하여 반복 출력함으로써 생성되는 전송 심볼이 이용된다. 이하에서는, 이와 같이 심볼들을 지연하여 반복 출력함으로써 중첩시키는 동작을 '지연 중첩한다'라고 표현할 것이다.
- [0011] 도 2에서는 상기 동일한 심볼들(200)을 출력할 때마다 하나의 심볼 길이(202)에 해당하는 구간 동안 지연함으로써 전송 심볼을 지연 중첩하는 동작이 예시되고 있다. 즉, (M-2) 번째 심볼들의 출력이 시작된 이후 (M-1) 번째 심볼들의 출력이 시작되기 까지는 하나의 심볼 길이(202)에 해당하는 지연이 발생하고, 상기 (M-1) 번째 심볼들의 출력이 시작된 이후 (M) 번째 심볼들의 출력이 시작되기 까지는 상기 하나의 심볼 길이(202)에 해당하는 지연이 발생한다. 도 2에서는 이해의 편의를 위해 지연 출력되는 동일 심볼들을 중첩되지 않게끔 y 축 상에 펼쳐서 표기하였으나, 상기 지연 출력되는 동일 심볼들은 동일 평면상에 중첩되는 것으로 해석될 수 있다.
- [0012] 이와 같이 지연 중첩되는 전송 심볼은 반복 패턴을 갖는 트레이닝 구간(training part 또는 training interval) (210, 212)을 포함하게 된다. 상기 트레이닝 구간 210은 (M-2) 번째 심볼의 A_4 신호 블록, (M-1) 번째 심볼의 A_3 신호 블록, (M) 번째 심볼의 A_2 신호 블록, 및 (M+1) 번째 심볼의 A_1 신호 블록이 합해진 신호 구간이 된다. 또한, 상기 트레이닝 구간 212은 (M-1) 번째 심볼의 A_4 신호 블록, (M) 번째 심볼의 A_3 신호 블록, (M+1) 번째 심볼의 A_2 신호 블록, 및 (M+2) 번째 심볼의 A_1 신호 블록이 합해진 신호 구간이 된다.
- [0013] 상기 수신측은 상기 트레이닝 구간(210, 212)을 동기 운영에 이용할 수 있다. 반복 패턴의 트레이닝 구간이 발생하면 상기 OFDM 시스템에서 동기를 운영하기 위해 사용하였던 방법을 FBMC 시스템에서도 적용이 가능하다.
- [0014] FBMC 시스템의 동기 운영 방식은 반복 패턴의 트레이닝 구간을 형성하기 위해 심볼들이 중첩 전송되기 때문에 다수의 심볼을 사용하게 되고, 따라서 시간 및 주파수 자원의 효율성이 감소된다. 따라서, FBMC 시스템의 특성을 이용하여 효율적으로 동기 운영할 수 있는 방법이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 개시는 FBMC 시스템에서 하나의 심볼을 이용하여 반복하는 신호 파형을 검출할 수 있는 원도잉 방법 및 미리 필터링 장치를 제공한다.
- [0016] 본 개시에서는 FBMC 시스템에서 다수의 트레이닝 심볼을 이용하지 않고도 OFDM 시스템에서의 동기 성능과 유사한 성능을 갖는 동기 운영 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 개시는 FBMC(filter bank multi carrier: 필터 뱅크 다중 전송) 방식의 송신 장치에서 전송 심볼을 송신함에 있어서, 하나의 트레이닝 심볼을 구성하는 홀수 심볼 및 짝수 심볼 중 적어도 하나가 트레이닝 신호를 포함하는 상기 트레이닝 심볼을 생성하고, 상기 하나의 트레이닝 심볼 및 적어도 하나의 데이터 심볼을 지연 중첩하여 상기 전송 심볼을 생성하여 상기 전송 심볼을 전송함 포함하는 송신 방법 및 송신 장치를 제공한다.
- [0018] 본 개시는 FBMC 방식의 수신 장치에서 전송 심볼을 이용하는 동기화 방법에 있어서, 하나의 트레이닝 심볼을 포함하는 상기 전송 심볼을 수신하고, 상기 하나의 트레이닝 심볼이 포함하는 트레이닝 신호들 간의 상관 관계를 연산하여 동기 시점을 결정하고, 상기 결정된 동기 시점을 이용하여 동기화되되, 상기 트레이닝 심볼을 구성하는 홀수 심볼 및 짝수 심볼 중 적어도 하나는 상기 트레이닝 신호를 포함하는 동기화 방법 및 수신 장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0019] 본 개시에 의해 FBMC 시스템에서 다수의 트레이닝 심볼을 이용하지 않더라도 OFDM 시스템의 동기 운영 기법의 적용이 가능하다. 따라서, 종래의 기법과 비교해 볼 때 동일한 효과를 얻으면서 자원을 효율적으로 사용할 수 있다.
- [0020] 즉, 본 개시에 의해 FBMC 시스템은 자원을 제한적으로 사용하더라도 OFDM 기반의 동기 운영 기법과 거의 동일한 성능 및 다중 경로 채널에서도 강인한 동기 성능을 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 OFDM 시스템에서의 동기 운영 방식의 일 예를 도시한 도면;
- 도 2는 FBMC 시스템에서의 동기 운영 방식의 일 예를 도시한 도면;
- 도 3은 FBMC 시스템에서 심볼을 전송하는 구조를 예시하는 도면;
- 도 4는 FBMC 필터 중 짝수 필터의 그래프를 변환 신호 열에서 트레이닝 신호가 반복된 횟수만큼의 구간으로 나누어 예시한 도면;
- 도 5는 FBMC 시스템에서 하나의 트레이닝 심볼을 데이터 심볼들과 지연 중첩하여 전송하는 경우의 반복 패턴과 심볼간 간섭을 예시하는 도면;
- 도 6은 FBMC 필터의 차수(K)가 3일 때, 트레이닝 심볼이 다른 데이터 심볼과 지연 중첩 전송되는 구조를 예시하는 도면;
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른, 원도잉된 동기 구간에 대해 반복된 신호 파형을 만들기 위한 미리 필터링 과정을 나타낸 도면;
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른, FBMC 심볼 특성을 이용하여 송신 장치 또는 수신 장치에서 수행될 수 있는 동기 운용 방법을 개략적으로 나타낸 도면;
- 도 9는 본 발명의 일 실시예로 동기 운영을 위한 원도잉과 미리 필터링을 송신 장치에서 처리하는 사전 필터링(pre-filtering) 방법을 예시하는 도면;
- 도 10은 본 발명의 일 실시예로 동기 운영을 위한 원도잉과 미리 필터링을 수신 장치에서 처리하는 사후 필터링(post-filtering) 방법을 예시하는 도면;

도 11은 본 개시에 의한 송신 장치의 구성을 예시하는 도면;

도 12은 본 개시에 의한 수신 장치의 구성을 예시하는 도면;

도 13은 백색 가우시안 노이즈가 있는 채널의 시간 동기 정확도에 대하여 모의 실험한 결과를 나타낸 도면;

도 14는 이동 물체에서의 시간 동기 정확도에 대하여 모의 실험한 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 본 개시에 따른 상세한 설명에서는 상술한 기술적 과제를 이루기 위한 대표적인 실시예를 제시할 것이다. 또한, 하기에서 본 개시를 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 개시의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 개시에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로써 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0023] 본 개시의 자세한 설명에 앞서, 본 명세서에서 사용되는 몇 가지 용어들에 대해 해석 가능한 의미의 예를 제시한다. 하지만, 아래 제시하는 해석 예로 한정되는 것은 아님을 주의하여야 한다.
- [0024] 본 개시에서, 송신측에서 수신측으로 보내고자 하는 데이터는 하드웨어적인 관점에서 신호 또는 심볼로 표현될 수 있다.
- [0025] 송신측과 수신측 간에 통신되는 심볼은 데이터 심볼(data symbol)과 트레이닝 심볼(training symbol)을 포함할 수 있다. 상기 심볼의 수는 하나 또는 다수가 될 수도 있다. 상기 트레이닝 심볼은 송신측과 수신측이 동기를 맞추기 위해 사용되는 심볼로써 트레이닝 신호 열을 포함하는 심볼을 지칭할 수 있다. 상기 데이터 심볼은 송신측에서 수신측으로 보내고자 실질적인 콘텐츠 정보를 포함하는 심볼로써, 상기 트레이닝 신호가 아닌 신호를 포함하는 심볼을 지칭할 수 있다.
- [0026] 본 개시에서 트레이닝 심볼은 동기 심볼, 동기 추정 심볼 또는 (FBMC 시스템에서는) FBMC 심볼로 호칭될 수도 있다.
- [0027] 본 개시에서, FBMC 필터는 FBMC 시스템에서 사용되는 두 개의 필터(예를 들어, 짝수 필터와 홀수 필터)의 공통적인 특성을 나타내고자 할 때 사용될 수 있다.
- [0028] 본 개시에서 '신호 블록'은 '구간'과 같은 의미로 사용될 수 있는데, 시간 축에서 일정 단위(예를 들어, 하나의 심볼에 해당하는 단위)로 나누어진 기간을 의미한다.
- [0029] 도 3은 FBMC 시스템에서 심볼을 전송하는 구조를 예시하는 도면이다.
- [0030] 본 개시는 다수의 심볼을 사용하지 않고도 반복 패턴을 형성하는 방법 및 장치를 제안한다. 즉, 이하에서는 송신측이 임의의 단일 심볼만으로 반복 패턴을 형성하고, 수신측은 상기 단일 심볼의 상기 반복 패턴을 동기 획득에 이용하는 구조를 설명할 것이다. 그러나, 다수의 심볼들을 적용할 경우에, 보다 양호한 동기 운영이 가능할 수 있을 것이므로, FBMC 시스템이 하나가 아닌 다수의 심볼들을 동기 운영에 이용할 수 있음은 물론이다. 따라서, 이하에서는 다수의 심볼들 중 임의의 하나의 심볼(즉, m 번째 심볼)의 측면에서의 심볼 생성 및 반복 패턴의 획득을 통한 동기 운용 방법을 설명할 것이다.
- [0031] FBMC 방식의 송신 장치(이하, '송신 장치')는 트레이닝 신호에 대해 변조(301)를 수행하여 N 개의 트레이닝 신호들을 포함하는 트레이닝 신호 열(training signal sequence) ($a^{(m)} = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_N\}$, 여기서 N 은 짝수라고 가정함)을 생성한다. 상기 송신 장치는 상기 트레이닝 신호 열을 홀수 번째 부분 ($a_o^{(m)} = \{a_1, a_3, \dots, a_{N-1}\}$)과 짝수 번째 부분 ($a_e^{(m)} = \{a_2, a_4, \dots, a_N\}$)으로 나눌 수 있다. 이하에서는, 상기 트레이닝 신호 열의 홀수 번째 부분을 '홀수 번째 신호 열'이라고 칭하고, 상기 트레이닝 신호 열의 짝수 번째 부분을 '짝수 번째 신호 열'이라고 칭한다.
- [0032] 상기 송신 장치는 상기 홀수 번째 신호 열 및 짝수 번째 신호 열 ($a_e^{(m)}, a_o^{(m)}$)을 각각 K 배로 업샘플링을 한 후, 역 고속 푸리에 변환(IFFT; inverse fast Fourier transform)(303, 305)을 수행하여 짝수 번째 변환 신호

열 및 홀수 번째 변환 신호 열($A_e^{(m)}, A_o^{(m)}$)을 생성한다. 상기 짝수 번째 변환 신호 열 및 홀수 번째 변환 신호 열은 각각 동일한 트레이닝 신호 열 $A_e^{(m)}$ 및 $A_o^{(m)}$ 이 2K번 반복되는 형태의 신호 열(313, 315)이다. 여기서, $A_e^{(m)}$ 은 m 번째 심볼의 짝수 번째 변환 트레이닝 신호를 나타내고, $A_o^{(m)}$ 은 m 번째 심볼의 홀수 번째 변환 트레이닝 신호를 나타낸다. 실제로는, 상기 짝수 번째 변환 트레이닝 신호 $A_e^{(m)}$ 은 와 같이 신호 열의 형태로 구성될 수 있고, 상기 홀수 번째 변환 트레이닝 신호 $A_o^{(m)}$ 은 와 같이 신호 열의 형태로 구성될 수 있다. 여기서, K배의 업샘플링 동작은 예를 들어, K배로 샘플링 주파수를 증가시키는 동작일 수 있다.

[0033] 상기 송신 장치는 상기 두 개의 변환 신호 열에 대해 필터 차수(filter order)가 K인 짝수 필터(H_e)(307)와 홀수 필터(H_o)(309)를 각각 곱하여 m번째 심볼을 구성하기 위한 짝수 번째 부분(이하, '짝수 심볼'이라 함)과 홀수 번째 부분(이하, '홀수 심볼'이라 함)을 생성한다. 여기서, 상기 짝수 필터(307)는 상기 짝수 번째 변환 신호 열에 적용하기 위한 FBMC 필터를 의미하고, 상기 홀수 필터(309)는 상기 홀수 번째 변환 신호 열에 적용하기 위한 FBMC 필터를 의미한다.

[0034] 상기 송신 장치는 상기 짝수 심볼과 홀수 심볼을 합하여 m번째 트레이닝 심볼(317)을 생성하게 된다.

[0035] 대안적으로, 상기 짝수 필터와 홀수 필터는 상기 IFFT(303, 305)에 앞서 상기 트레이닝 신호 열에 곱해질 수도 있다. 즉, 상기 송신 장치는, 상기 홀수 번째 신호 열 및 짝수 번째 신호 열에 각각 상기 홀수 필터 및 짝수 필터를 곱하고 난 후에, 각각 업샘플링 및 IFFT 동작을 수행할 수도 있다.

[0036] 상기 송신 장치는 상기 생성된 m 번째 트레이닝 심볼(317)을 다른 전송 심볼들과 함께 지연 중첩할 수 있다(311). 상기 m 번째 트레이닝 심볼(317)과 함께 지연 중첩되는 다른 심볼은(예를 들어, m-1 번째 심볼 및 m+1 번째 심볼) 트레이닝 심볼이 될 수도 있고, 데이터 심볼이 될 수도 있다.

[0037] 상기 송신 장치는 상기 생성된 전송 심볼을 전송(319)할 수 있다.

[0038] 도 4는 FBMC 필터 중 짝수 필터의 그래프를 변환 신호 열에서 트레이닝 신호($A_e^{(m)}$)가 반복된 횟수(2K)만큼의 구간으로 나누어 예시한 도면이다.

[0039] 구체적으로, 필터 차수가 K인 필터는 KN개의 필터 계수(coefficient)들을 포함할 수 있다. 상기 KN개의 필터 계

수들은 2K개의 단위 필터 블록들을 포함하는 두 개의 필터 집합($H_e = [H_e^1, H_e^2, \dots, H_e^{2K}]$), $H_o = [H_o^1, H_o^2, \dots, H_o^{2K}]$ 으로 표현될 수 있다. 상기 두 개의 필터 집합은 각각 짝수 필터 집합과 홀수 필터 집합이다. 도 4는 짝수 필터 집합을 예시하고 있다.

[0040] 따라서, m번째 트레이닝 심볼(317)은 아래의 [수학식 1]과 같이 짝수 트레이닝 신호 열과 짝수 필터 집합의 곱 및 홀수 트레이닝 신호 열과 홀수 필터 집합의 곱의 합으로 표현할 수 있다.

수학식 1

[0041] $[A_e^{(m)} H_e^1 + A_o^{(m)} H_o^1, A_e^{(m)} H_e^2 + A_o^{(m)} H_o^2, \dots, A_e^{(m)} H_e^{2K} + A_o^{(m)} H_o^{2K}]$

[0042] 실제로 송신 장치로부터 전송되는 신호는 상기 다수의 심볼들이 지연 중첩 과정을 거쳐 생성될 수 있다.

[0043] 도 5는 FBMC 시스템에서 하나의 트레이닝 심볼을 데이터 심볼들과 지연 중첩하여 전송하는 경우의 반복 패턴과

심볼간 간섭을 예시하는 도면이다.

[0044] 도 5(a)는 FBMC 시스템에서 m번째 트레이닝 심볼을 구성하는 짝수 심볼을 나타낸 도면이다.

[0045] 하나의 트레이닝 심볼은 2K개의 '신호 블록'들로 표현될 수 있다. 하나의 신호 블록은 변환된 트레이닝 신호와

필터 블록의 곱으로 표현될 수 있다. 각 신호 블록에 포함되는 트레이닝 신호($A_e^{(m)}$)는 동일하므로, 신호 블록들은 반복 패턴(501)을 갖는다. 하지만, 상기 동일한 트레이닝 신호에 서로 다른 값의 필터 블록들이 곱해져서, 하나의 트레이닝 심볼을 구성하는 신호 블록들(510, 512, 514)은 서로 다른 신호 세기를 가진다. 즉, 상기 심볼을 구성하는 상기 신호 블록들의 신호 세기를 결정하는 값(deterministic value)은 상기 필터 블록에 해당하는 필터 계수(503)이다. 도 5(b)는 상기 트레이닝 심볼과 데이터 심볼을 지연 중첩하여 전송하는 경우에 심볼간 간섭을 예시하는 도면이다.

[0046] 즉, 데이터 심볼들(520, 522, 524, 526) 사이에서 전송되는 트레이닝 심볼(505)은 상기 데이터 심볼들(520, 522, 524, 526)에 의해 심볼간 간섭(inter-symbol interference: ISI)이 발생할 수 있으므로, 간섭 영향에 대한 고려가 필요하다. 동기 추정용 트레이닝 심볼이 지연 중첩되어 전송될 때, 상기 트레이닝 심볼은 다수의 구간(즉, 신호 블록)에서 타 심볼(즉, 데이터 심볼)에 의해 간섭을 받을 수 있다. 따라서, 동기 운영을 하고자 하는 수신 장치는 심볼간 간섭의 영향을 가장 덜 받는 신호 블록을 트레이닝 구간으로 윈도우링(windowing)해야 우수한 동기 운용 성능을 달성할 수 있을 것이다.

[0047] 도 6은 FBMC 필터의 차수(K)가 3일 때, 트레이닝 심볼이 다른 데이터 심볼과 지연 중첩 전송되는 구조를 예시하는 도면이다.

[0048] 도 6에서는 임의의 전송 심볼이 이전 전송 심볼보다 2개의 신호 블록만큼 지연 중첩되는 경우를 예시하고 있다. 트레이닝 심볼(603)보다 먼저 전송되거나 지연 전송된 타 심볼(601, 605)은 상기 트레이닝 심볼(603)에게 간섭으로 작용한다.

[0049] 본 개시의 일 실시예로써, 지연 중첩 전송시 간섭의 영향을 가장 덜 받는 구간을 트레이닝 구간으로 결정하는 윈도우링 방법은 트레이닝 신호의 전송전력의 크기가 간섭 신호에 비해 상대적으로 큰 신호 블록을 동기 추정을 위한 트레이닝 구간으로 결정하는 것이다. 예컨대, FBMC 송신 장치 또는 수신 장치는 각 신호 블록별로 트레이닝 신호에 대하여 SIR(signal to interference ratio: 신호 대 간섭 비율)를 구하고 상기 구해진 SIR 값에 근거하여 트레이닝 구간을 결정할 수 있다.

[0050] 이때, 신호 블록들의 각 트레이닝 신호에 대한 신호 세기는 모두 동일하며, [수학식 2]와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$|A_e^{(m)}| = |A_o^{(m)}|, |A_e^{(m)}| = |A_e^{(m+1)}|, |A_o^{(m)}| = |A_o^{(m+1)}| \text{ for all } m$$

[0051]

[0052] 따라서, 트레이닝 심볼을 구성하는 신호 블록들의 신호 세기는 필터 블록들에 의해 결정되며, i번째 신호 블록의 SIR_i 은 신호 블록별 필터 블록의 값에 의해 [수학식3]과 같이 표현할 수 있다.

수학식 3

$$SIR_i = \begin{cases} \frac{|H_e^i|^2}{\sum_{j=1, i \neq 2j-1}^{j=K} (|H_e^{2j-1}|^2 + |H_o^{2j-1}|^2)}, & i=odd \\ \frac{|H_e^i|^2}{\sum_{j=1, i \neq 2j}^{j=K} (|H_e^{2j}|^2 + |H_o^{2j}|^2)}, & i=even \end{cases}$$

[0053]

[0054]

이때, j를 K 까지만 합산하는 이유는, 필터가 좌우 대칭형의 분포를 보이기 때문에 K까지만 합산하여 SIR을 계산한 결과가 나머지 구간(j = K + 1, ..., 2K)의 결과와 동일하기 때문이다. 또한, 상기 수학식 3의 분모가 짝수 번째 필터 블록의 값만을 포함하는 이유는, 트레이닝 신호가 짝수 번째 신호 열에만 전송된 것을 가정한 것이다. 트레이닝 신호는 짝수 번째 신호 열 및 홀수 번째 신호 열 중 어느 하나에만 전송된다. 그리고, 상기 트레이닝 신호의 전송에 사용되지 않는 나머지 신호열에는 '0'이 전송될 수 있다. 그러나, 데이터 심볼은 짝수 번째 신호 열 및 홀수 번째 신호 열 모두에 전송될 수 있다.

[0055]

도 6에서와 같이 필터 차수 K가 3인 경우에, 예를 들어 3 번째 신호 블록(607)의 SIR 즉, SIR₃은

$$SIR_3 = \frac{|H_e^3|^2}{|H_e^1|^2 + |H_o^1|^2 + |H_o^5|^2 + |H_e^5|^2}$$

와 같이 구해질 수 있다.

[0056]

주어진 필터에 따라 모든 신호 블록들의 SIR이 구해지면, 상기 FBMC 송신 장치 또는 수신 장치는 총 2K개의 심볼 구간 중 SIR이 가장 큰 2개의 구간을 트레이닝 구간으로써 원도잉할 수 있다. 구체적으로는, 상기 FBMC 송신 장치 또는 수신 장치는 $1 \leq i \leq K$ 구간에서 가장 큰 SIR의 i를 하나의 트레이닝 구간으로 결정하고, 다른 하나의 트레이닝 구간은 상기 결정된 i에 대응되도록 $K+1 \leq i \leq 2K$ 구간에서 결정할 수 있다.

[0057]

상기 원도잉된 두 개의 트레이닝 구간에 해당하는 신호 블록들은 상기 신호 블록들에 포함되는 트레이닝 신호에 곱해지는 서로 다른 값의 필터 블록들에 의해 동일하지 않은 신호 파형을 가진다. 따라서 상기 원도잉된 트레이닝 구간들이 반복되는(또는 동일한) 신호 파형을 갖게 하기 위해, 상기 FBMC 송신 장치 또는 수신 장치는 미리 필터링(mirror filtering) 동작을 수행한다.

[0058]

대안적으로, 상기 FBMC 송신 장치 또는 수신 장치는 상기 수학식 3에 의한 SIR 값을 구하지 않고, 신호 블록들에 곱해지는 필터 블록들의 크기만을 비교하여 원도잉 될 블록을 결정할 수도 있다. 이때, 상기 FBMC 송신 장치 또는 수신 장치는 상기 필터 블록의 크기가 가장 큰 신호 블록을 원도잉 될 블록으로 결정할 수도 있을 것이다.

[0059]

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른, 원도잉된 동기 구간에 대해 반복된 신호 파형을 만들기 위한 미리 필터링 과정을 나타낸 도면이다.

[0060]

원도잉된 두 개의 트레이닝 구간(701, 703)에 해당하는 신호 블록들은, 트레이닝 신호의 신호 세기는 같지만 필터 블록의 값이 서로 다르기 때문에 동일한 신호 파형을 갖지 않는다(710). 따라서, 상기 FBMC 송신 장치 또는 수신 장치는 상기 두 트레이닝 구간에 해당하는 신호 블록들의 각각에 곱해진 필터 블록을 교환하여 상기 신호 블록들 각각에 곱해주는 동작 즉, 미리 필터링 처리를 할 수 있다.

[0061]

예를 들어, 트레이닝 심볼의 i번째 신호 블록(701)과 j번째 블록(703)이 트레이닝 구간으로 원도잉 되었을 때,

상기 신호 블록 701 및 703에는 각각 필터 블록 H_e^i 및 H_e^j 가 곱해져 있다고 가정한다. 이때, 상기 FBMC 송신 장치 또는 수신 장치의 미리 필터링 동작은 상기 i번째 블록(701)과 상기 j번째 신호 블록에 각각 미리 필

터 블록 H_e^j 와 H_e^i 를 곱해주는 것이며(715), [수학식4]와 같이 표현할 수 있다.

수학식 4

$$\begin{aligned} & \text{Windowing block} \times \text{Mirror filter block} \\ &= [A_e^{(m)} H_e^i, A_e^{(m)} H_e^j] \times [H_e^j, H_e^i] \\ &= [A_e^{(m)} H_e^i H_e^j, A_e^{(m)} H_e^j H_e^i] \end{aligned}$$

[0062]

[0063]

즉, 미리 필터링을 위해 제1 신호 블록(701)에 곱해지는 미리 필터 블록은 트레이닝 심볼 생성 과정에서 제2 신호 블록(703)에 곱해진 필터 블록이고, 상기 제2 신호 블록(703)에 곱해지는 미리 필터 블록은 상기 트레이닝 심볼 생성 과정에서 상기 제1 신호 블록(701)에 곱해진 필터 블록이다.

[0064]

상기 [수학식 4]에 따르는 미리 필터링이 윈도우된 트레이닝 구간(701, 703)에 적용되면, 상기 트레이닝 구간(701 및 703)에는 동일한 신호 파형이 형성된다(720). 따라서, FBMC 수신 장치는 동일한 신호 파형을 갖는 상기 트레이닝 구간에 대해, 상관도 비교 방법과 같은, 반복된 구조를 이용하는 동기 운영 기법을 적용할 수 있다.

[0065]

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른, FBMC 심볼 특성을 이용하여 송신 장치 또는 수신 장치에서 수행될 수 있는 동기 운용 방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.

[0066]

송신 장치는 FBMC 트레이닝 심볼을 구성하기 위해 홀수 번째 혹은 짝수 번째 신호 열에 트레이닝 신호를 삽입하여 트레이닝 심볼을 생성한다(801). 예를 들어, 상기 홀수 번째 혹은 짝수 번째 신호열에 트레이닝 신호를 삽입하는 동작은, 홀수 번째 혹은 짝수 번째 서브캐리어에 상기 트레이닝 신호를 실는 동작으로 구현될 수 있다.

[0067]

상기 생성된 트레이닝 심볼은 데이터 심볼과 지연 중첩되어 전송되는데 심볼간 간섭이 발생할 수 있다. 심볼간 간섭에 의한 성능의 하락을 막기 위해, 송신 장치 또는 수신 장치는 하나의 트레이닝 심볼을 구성하는 다수의 신호 블록들 중 SIR이 큰 신호 블록을 트레이닝 구간으로 선택하는 윈도우를 한다(803). 예컨대, 신호 블록에 포함되는 트레이닝 신호의 신호 세기가 동일하다면 상기 신호 블록의 신호 세기는 상기 신호 블록에 곱해지는 필터 블록에 의해 좌우되므로, 상기 송신 장치 또는 수신 장치는 상기 필터 블록의 값을 이용하여 결정되는 SIR 값이 가장 큰 신호 블록(들)을 선택하는 윈도우를 할 수 있다.

[0068]

상기 송신 장치 또는 수신 장치는 윈도우된 블록(즉, 트레이닝 구간)에 대해 반복 패턴을 생성하기 위해 미리 필터링을 한다(805). 구체적으로, 상기 송신 장치 또는 수신 장치는 상기 트레이닝 구간에 해당하는 두 개의 신호 블록에 곱해지는 필터 블록을 서로 바꾸어서 상기 두 개의 신호 블록에 더 곱해줌으로써, 상기 트레이닝 구간에 반복 패턴을 생성할 수 있다.

[0069]

상기 803단계 및 805단계 중 적어도 하나 또는 모두는 송신 장치 또는 수신 장치 어디에서도 수행될 수 있으며, 이에 대한 설명은 도 9와 도 10에서 설명한다.

[0070]

도 9는 본 발명의 일 실시예로 동기 운영을 위한 윈도우와 미리 필터링을 송신 장치에서 처리하는 사전 필터링(pre-filtering) 방법을 예시하는 도면이다.

[0071]

901단계 및 903단계는 상기 도 8에서 801단계에 해당하며, 905단계는 803단계 및 805단계에 해당한다.

[0072]

송신 장치는 트레이닝 심볼에 대한 윈도우 및 미리 필터링을 미리 처리하여 수신 장치에 송신할 수 있다. 상기 송신 과정에서 전송 채널이 페이딩될 수도 있으며, 잡음 채널에 의한 영향을 받을 수도 있다.

[0073]

907단계에서는 수신 장치는 상기 윈도우 및 미리 필터링이 사전 처리된 트레이닝 심볼을 수신하고, 상기 트레이닝 심볼의 상관 관계 연산을 하여 동기를 획득할 수 있다. 구체적으로, 상기 수신 장치는 상관 관계 연산을 통해 동기 시점을 결정할 수 있고, 상기 결정된 동기 시점을 이용하여 동기화할 수 있다.

[0074]

송신측에서 윈도우와 미리 필터링을 사전에 처리하는 것은 상관 관계 연산의 적용이 송신측에서 이루어지므로 수신측(일반적으로 사용자 단말(user equipment))의 낮은 복잡도를 유지할 수 있다는 장점이 있다. 반면, 사전 필터링 방식에서는 미리 필터가 전송 심볼의 전송에 앞서 곱해지므로 FBMC 필터 모양의 변화가 발생하고 상기

필터 모양의 변화로 인한 간섭이 발생해 동기 성능이 열화될 수도 있다.

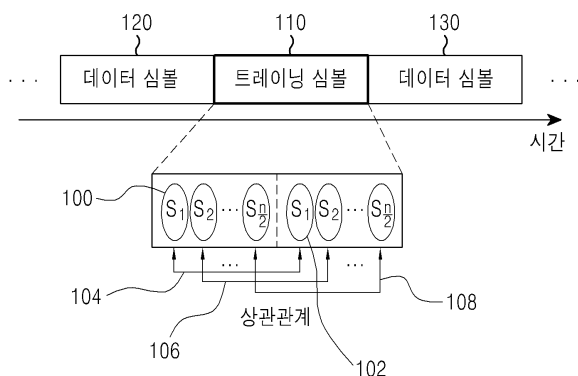
- [0075] 도 10은 본 발명의 일 실시예로 동기 운영을 위한 윈도잉과 미리 필터링을 수신 장치에서 처리하는 사후 필터링(post-filtering) 방법을 예시하는 도면이다.
- [0076] 1001단계, 1003단계, 1005단계 및 1007단계는 상기 도 9의 901단계, 903단계, 905단계 및 907단계에 각각 매칭된다. 다만, 1005단계를 처리하는 주체가 수신측이다. 따라서, 수신측에서는 수신된 트레이닝 심볼에 대하여 윈도잉 및 미리 필터링을 처리하고, 상기 처리된 트레이닝 심볼에 상관 관계 연산을 하여 동기 획득을 할 수 있다.
- [0077] 이와 같이, 수신측에서 윈도잉과 미리 필터링을 사후 처리하는 방법은 미리 필터링 연산이 수신측(일반적으로 사용자 단말)에서 구현되므로 수신 장치의 구현 복잡도를 다소 증가시킬 수 있으나, FBMC 필터 모양에 변화가 발생하지 않아 간섭에 대해 강인하고, 동기 성능을 개선할 수 있다.
- [0078] 도 11은 본 개시에 의한 송신 장치의 구성을 예시하는 도면이다.
- [0079] 본 개시의 송신 장치(1100)는 FBMC 방식에 따라서 트레이닝 심볼을 송신하는 장치로써, 셀룰러 시스템의 기지국 장치, eNB 장치, AP(Access Point) 장치 또는 단말(user equipment) 등이 될 수 있다.
- [0080] 상기 송신 장치(1100)는 수신 장치와 신호를 송수신하는 송수신부(1102) 및 상기 송수신부(1102)를 제어하는 제어부(1104)를 포함할 수 있다.
- [0081] 상기 제어부(1104)는 본 개시에서 송신 장치 또는 송신측이 수행하는 것으로 설명한 모든 동작의 제어를 수행하는 것으로 이해될 수 있다.
- [0082] 한편, 도 11은 상기 송수신부(1102)와 상기 제어부(1104)를 별도의 구성부로 도시하였으나, 상기 송수신부(1102) 및 상기 제어부(1104)는 하나의 구성부로 구현될 수도 있다.
- [0083] 도 12은 본 개시에 의한 수신 장치의 구성을 예시하는 도면이다.
- [0084] 본 개시의 수신 장치(1200)는 FBMC 방식에 따라서 트레이닝 심볼을 수신하여 동기를 획득하는 장치로써, 셀룰러 시스템의 사용자 단말 장치 등이 될 수 있다.
- [0085] 수신 장치(1200)는 수신 장치와 신호를 송수신하는 송수신부(1202) 및 상기 송수신부(1202)를 제어하는 제어부(1204)를 포함할 수 있다.
- [0086] 상기 제어부(1204)는 본 개시에서 수신 장치 또는 수신측이 수행하는 것으로 설명한 모든 동작의 제어를 수행하는 것으로 이해될 수 있다.
- [0087] 한편, 도 12은 상기 송수신부(1202)와 상기 제어부(1204)를 별도의 구성부로 도시하였으나, 상기 송수신부(1202) 및 상기 제어부(1204)는 하나의 구성부로 구현될 수도 있다.
- [0088] 도 13은 백색 가우시안 노이즈가 있는 채널의 시간 동기 정확도에 대하여 모의 실험한 결과를 나타낸 도면이다.
- [0089] 모의 실험의 대상은 윈도잉 및 미리 필터링을 송신측에서 처리하는 경우 및 수신측에서 처리하는 경우, 송수신측 어디에서도 윈도잉 및 미리 필터링을 하지 않는 경우, OFDM 시스템의 경우 4가지이다.
- [0090] 윈도잉 및 미리 필터링을 하는 경우의 조건으로는 FBMC 필터 차수(K)는 4, 고속 푸리에 역변환 크기는 1024, 짝수 필터로 Phydyas(Physical layer for dynamic spectrum access and cognitive radio) 필터를 사용한 것으로 하였다. 대조군인 OFDM 시스템은 중첩이 없는 프리앰블(preamble)이며, 순환 전치부호(cyclic prefix)의 길이는 심볼 길이의 1/8로 한 것이다.
- [0091] 모의 실험의 결과는 EbNo(energy per bit to noise density)에 따른 RMSE(root mean square error: 평균제곱근 오차)로 평가될 수 있다.
- [0092] 결과를 검토해보면, EbNo가 증가함에 따라 동기 성능이 향상되며, 수신측에서 윈도잉과 미리 필터링을 처리하는 방식(사후 필터링 방식)이 성능이 가장 좋으며, 송수신측 어디에서도 윈도잉과 미리 필터링을 하지 않는 방식이 성능면에서 가장 좋지 않다.
- [0093] 도 14는 이동 물체에서의 시간 동기 정확도에 대하여 모의 실험한 결과를 나타낸 도면이다.
- [0094] 다만, 모의 실험 대상에서 윈도잉 및 미리 필터링을 하지 않은 방식을 제외하고는 모의 실험의 조건 및 대상은

도 13에서와 동일하다.

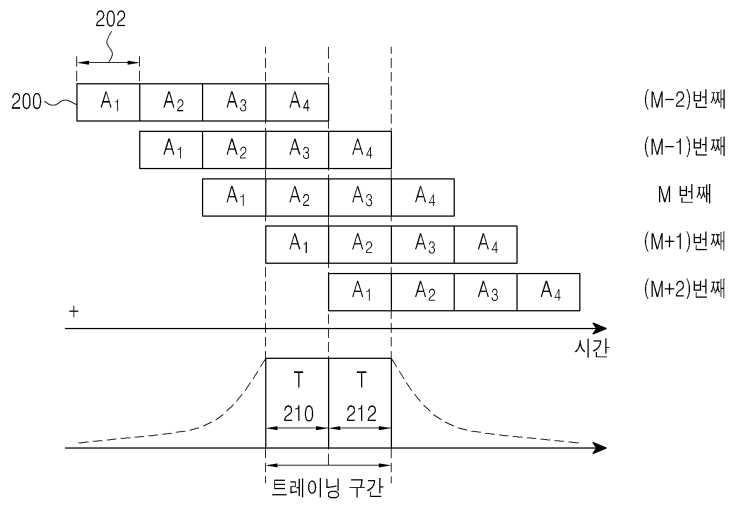
- [0095] 송신측에서 원도잉과 미리 필터링을 처리하는 경우에는, EbNo가 작을 때, OFDM 방식에 비해 다소 성능의 열화가 있으나, 수신측에서 원도잉과 미리 필터링을 처리하는 경우에는 전체적으로 성능이 균일하여 주파수 선택적 환경에서도 강인함을 보여준다.
- [0096] 결과적으로, 본 개시에서 제안한 실시예에 의하더라도 OFDM 시스템의 시간 동기 정확도와 유사한 성능을 가질 수 있다.
- [0097] 상기 도 3 내지 도 12가 예시하는 FBMC 시스템의 심볼 전송 구조 예시도, 짝수 필터의 그래프, 짝수 심볼의 신호 열 구조 및 전송 심볼 간 간섭 예시도, 미리 필터링에 따른 트레이닝 구간 예시도, 송신 장치 또는 수신 장치의 트레이닝 심볼 송신 또는 수신 방법 예시도, 송신 장치 또는 수신 장치의 구성 예시도는 본 개시의 권리범위를 한정하기 위한 의도가 없음을 유의하여야 한다. 즉, 상기 도 3 내지 도 12에 기재된 모든 구성부, 또는 동작의 단계가 발명의 실시를 위한 필수구성요소인 것으로 해석되어서는 안되며, 일부 구성요소 만을 포함하여도 발명의 본질을 해치지 않는 범위 내에서 구현될 수 있다.
- [0098] 앞서 설명한 동작들은 해당 프로그램 코드를 저장한 메모리 장치를 통신 시스템의 기지국, 또는 단말 장치 내의 임의의 구성부에 구비함으로써 실현될 수 있다. 즉, 기지국 또는 단말 장치의 제어부는 메모리 장치 내에 저장된 프로그램 코드를 프로세서 혹은 CPU(Central Processing Unit)에 의해 읽어내어 실행함으로써 앞서 설명한 동작들을 실행할 수 있다.
- [0099] 본 명세서에서 설명되는 기지국 또는 단말 장치의 다양한 구성부들과, 모듈(module)들은 하드웨어(hardware) 회로, 일 예로 상보성 금속 산화막 반도체(complementary metal oxide semiconductor) 기반 논리 회로와, 펌웨어(firmware)와, 소프트웨어(software) 및/혹은 하드웨어와 펌웨어 및/혹은 머신 판독 가능 매체에 삽입된 소프트웨어의 조합과 같은 하드웨어 회로를 사용하여 동작될 수도 있다. 일 예로, 다양한 전기 구조 및 방법들은 트랜지스터(transistor)들과, 논리 게이트(logic gate)들과, 주문형 반도체와 같은 전기 회로들을 사용하여 실시될 수 있다.
- [0100] 한편 본 개시의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 개시의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 개시의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

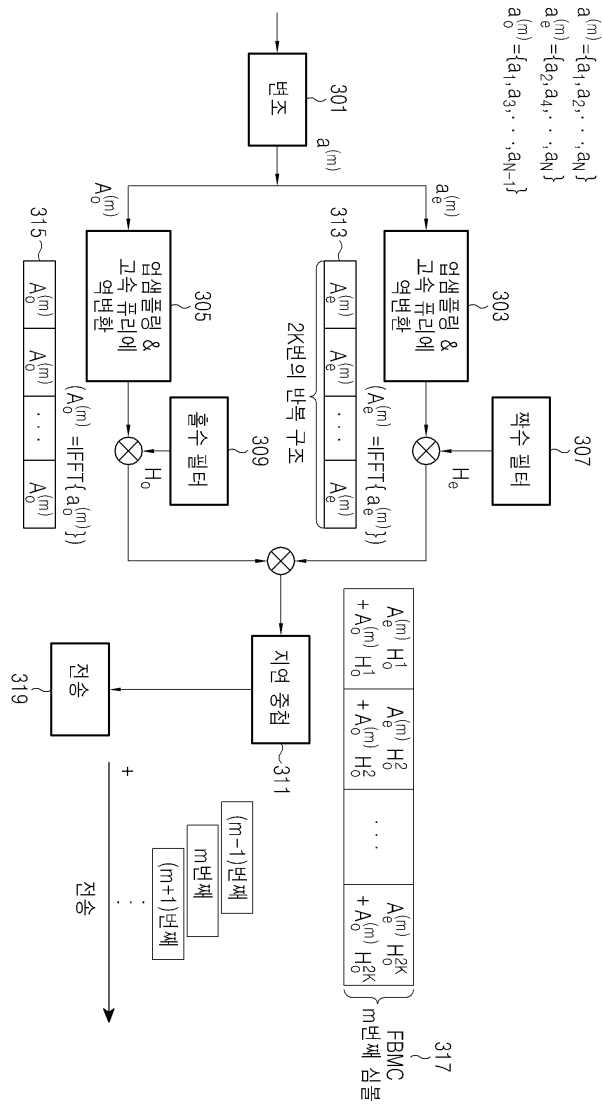
도면1



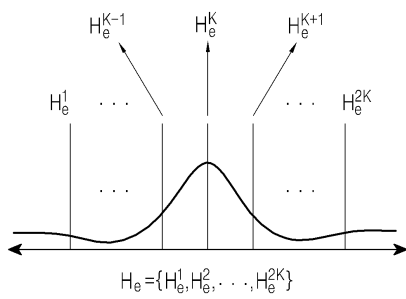
도면2



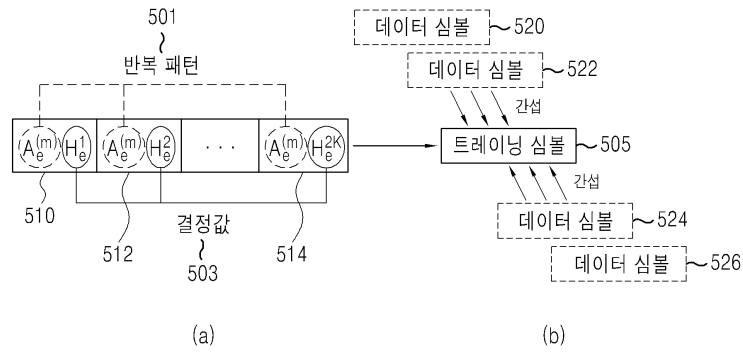
도면3



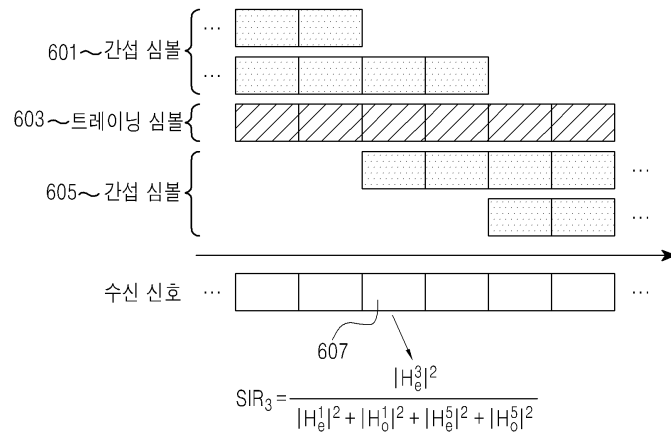
도면4



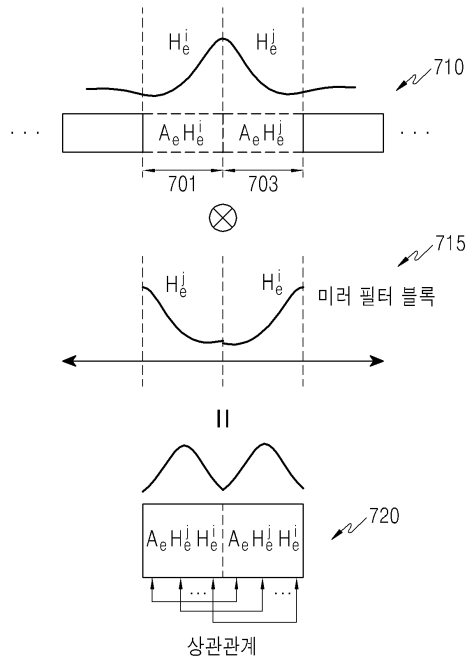
도면5



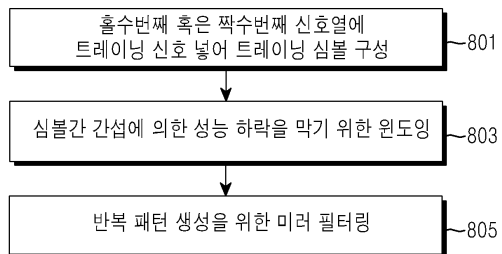
도면6



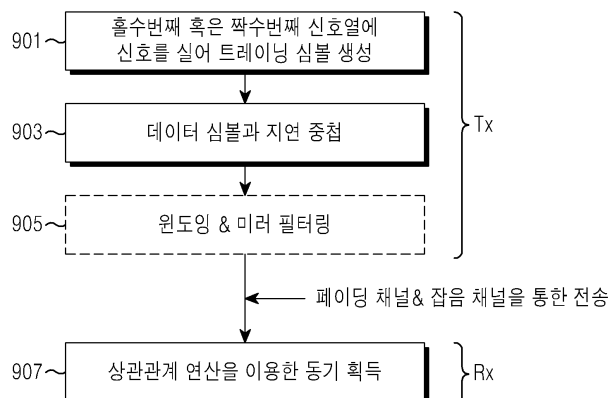
도면7



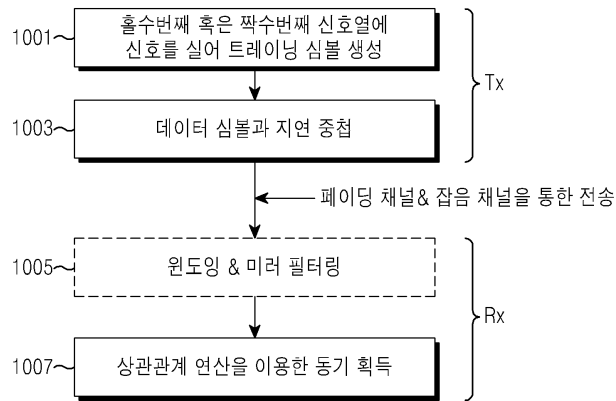
도면8



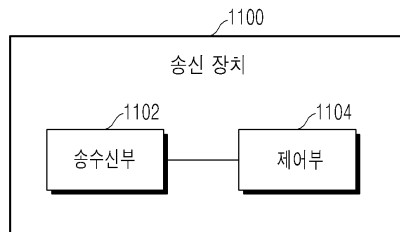
도면9



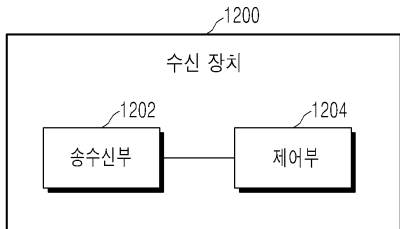
도면10



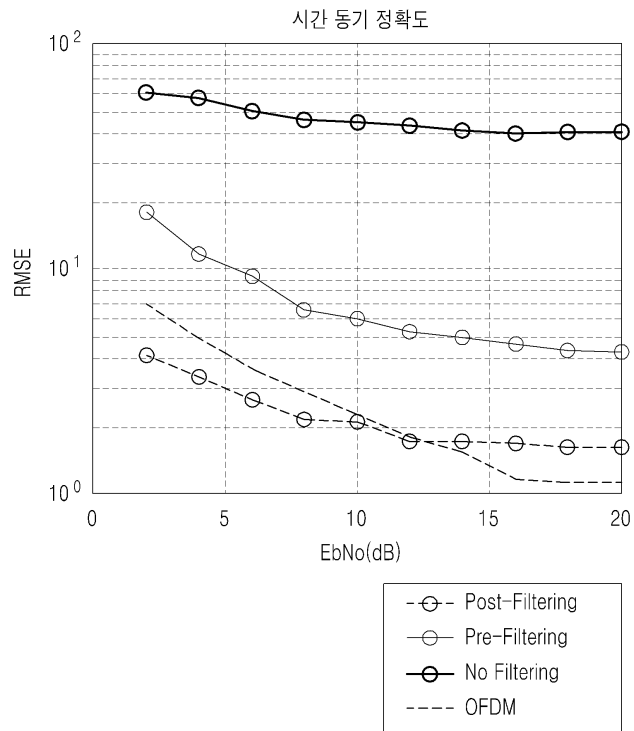
도면11



도면12



도면13



도면14

