



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0026621
(43) 공개일자 2016년03월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 25/02 (2006.01) H04L 27/01 (2006.01)
H04L 27/34 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 25/0202 (2013.01)
H04L 27/01 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0002924
(22) 출원일자 2015년01월08일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020140114120 2014년08월29일 대한민국(KR)

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김성현
서울특별시 마포구 송문16가길 15 (염리동)
권범
서울특별시 강동구 양재대로 1340 둔촌주공아파트
318동 702호 (둔촌동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
윤동열

전체 청구항 수 : 총 28 항

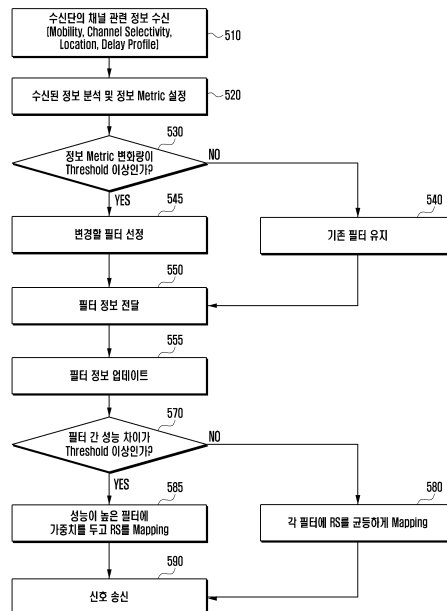
(54) 발명의 명칭 QAM-FBMC 시스템에서 채널 추정과 등화를 위한 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 QAM-FBMC 송수신 기법을 기반으로 하는 셀룰러 환경에서 채널 추정 및 등화에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단의 신호 송신 방법은, 수신단에게 채널 측정을 위한 정보를 송신하는 단계; 상기 수신단으로부터 채널 관련 정보를 수신하는 단계; 상기 수신한 채널 관련 정보에 따라 신호 송신에 사용할 제1 필터 및

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



제2 필터를 선정하는 단계; 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하지 않는 경우, 상기 제1 필터에 대응하는 서브캐리어 및 상기 제2 필터에 대응하는 서브캐리어에 대하여 균등하게 RS를 매핑(mapping)하는 단계; 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하는 경우, 성능이 더 높은 필터에 대응하는 서브캐리어에 가중치를 두고 RS를 매핑하는 단계; 및 상기 매핑된 RS를 포함하는 송신 신호를 송신하는 단계;를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, QAM-FBMC 송수신 기법을 기반으로 하는 셀룰러 환경에서 두 필터 특성에 따라서 RS를 균등하게 혹은 한 필터에 가중치를 두고 매핑(mapping)함으로써 채널 추정 성능을 높일 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04L 27/34 (2013.01)

(72) 발명자

이상훈

서울특별시 강남구 삼성로 151 선경아파트 3동 504호 (대치동)

이호재

경기도 김포시 고촌읍 김포대로320번길 2-123 (신곡리)

김태영

경기도 성남시 분당구 미금로 177 까치마을신원아파트 308동 103호 (구미동)

명세서

청구범위

청구항 1

송신단의 신호 송신 방법에 있어서,

수신단에게 채널 측정을 위한 정보를 송신하는 단계;

상기 수신단으로부터 채널 관련 정보를 수신하는 단계;

상기 수신한 채널 관련 정보에 따라 신호 송신에 사용할 제1 필터 및 제2 필터를 선정하는 단계;

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하지 않는 경우, 상기 제1 필터에 대응하는 서브캐리어 및 상기 제2 필터에 대응하는 서브캐리어에 대하여 균등하게 기준 심볼(RS: Reference Symbol)을 매핑(mapping)하는 단계;

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하는 경우, 성능이 더 높은 송신 필터에 대응하는 서브캐리어에 가중치를 두고 RS를 매핑하는 단계; 및

상기 매핑된 RS를 포함하는 송신 신호를 송신하는 단계;

를 포함하는 송신단의 신호 송신 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 임계값(threshold) 이상인지 여부를 판단하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 송신단의 신호 송신 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터 각각의 시간 축 지연에 대한 변화량 및 직교성의 강건성(robustness) 중 적어도 하나가 다른지 여부를 판단하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 송신단의 신호 송신 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 필터 계수(filter coefficient)의 차이가 존재하는지 여부를 판단하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 송신단의 신호 송신 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서, 상기 제1 필터 및 제2 필터를 선정하는 단계는,

상기 수신된 수신단의 채널 관련 정보를 분석하여 정보 매트릭(metric)을 설정하는 단계;

상기 정보 매트릭을 이용하여 신호 송신에 사용할 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 정보를 계산하는 단계; 및

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 정보를 수신단에게 송신하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 송신단의 신호 송신 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서, 상기 수신단의 채널 관련 정보는,

상기 수신단의 이동성(Mobility), 채널 선택성(Channel Selectivity), 위치(Location), 지연 프로파일(Delay Profile) 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신단의 신호 송신 방법.

청구항 7

제5 항에 있어서, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 정보를 계산하는 단계는,

상기 설정된 정보 매트릭과 이전에 설정된 정보 매트릭의 변화량이 임계값 이상인지 여부를 판단하는 단계;

상기 변화량이 임계값 이상인 경우, 상기 설정된 정보 매트릭을 이용하여 신호 수신에 사용할 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터를 선정하는 단계; 및

상기 변화량이 임계값 미만인 경우, 기존에 선정된 제1 필터 및 제2 필터를 유지하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신단의 신호 송신 방법.

청구항 8

수신단의 신호 수신 방법에 있어서,

송신단으로부터 채널 측정을 위한 정보를 수신하는 단계;

상기 수신한 채널 측정을 위한 정보에 따라 채널 측정을 수행하는 단계;

상기 측정된 채널 관련 정보를 상기 송신단에 송신하는 단계;

상기 송신단으로부터 신호 수신에 사용할 제1 필터 및 제2 필터에 대한 정보를 수신하는 단계;

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하는 경우, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터 중 성능이 더 높은 필터를 이용하여 상기 성능이 더 높은 필터에 대응하는 서브캐리어의 채널 정보를 추정하는 단계;

상기 추정된 채널 정보를 이용하여 성능이 더 낮은 필터에 대응하는 서브캐리어의 채널 정보를 유도하는 단계; 및

상기 추정된 채널 정보 및 유도된 채널 정보를 이용하여 신호를 검출하는 단계;

를 포함하는 수신단의 신호 수신 방법.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하지 않는 경우, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터를 이용하여 각각의 필터에 대응하는 서브캐리어의 채널 정보를 추정하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수신단의 신호 수신 방법.

청구항 10

제8 항에 있어서, 상기 채널 정보를 추정하는 단계는,

상기 성능이 더 높은 필터를 이용하여 기준 심볼(RS: Reference Symbol)이 매핑된 서브캐리어의 채널 정보를 추정하는 단계; 및

인터폴레이션(interpolation)을 이용하여 상기 성능이 더 높은 필터에 대응하는 서브캐리어 중 RS가 매핑되지 않은 서브캐리어의 채널 정보를 추정하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 수신단의 신호 수신 방법.

청구항 11

제8 항에 있어서,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터 각각의 시간 축 지연에 대한 변화량 및 직교성의 강건성(robustness) 중 적어도

도 하나가 다른지 여부를 판단하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수신단의 신호 수신 방법.

청구항 12

제8 항에 있어서,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 필터 계수(filter coefficient)의 차이가 존재하는지 여부를 판단하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수신단의 신호 수신 방법.

청구항 13

제8 항에 있어서,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 임계값(threshold) 이상인지 여부를 판단하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수신단의 신호 수신 방법.

청구항 14

제8 항에 있어서, 상기 수신단의 채널 관련 정보는,

상기 수신단의 이동성(Mobility), 채널 선택성(Channel Selectivity), 위치(Location), 지연 프로파일(Delay Profile) 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 수신단의 신호 수신 방법.

청구항 15

송신단에 있어서,

신호를 송수신하는 통신부; 및

수신단에게 채널 측정을 위한 정보를 송신하고, 상기 수신단으로부터 채널 관련 정보를 수신하고, 상기 수신한 채널 관련 정보에 따라 신호 송신에 사용할 제1 필터 및 제2 필터를 선정하고, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하지 않는 경우, 상기 제1 필터에 대응하는 서브캐리어 및 상기 제2 필터에 대응하는 서브캐리어에 대하여 균등하게 기준 심볼(RS: Reference Symbol)을 매핑(mapping)하고, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하는 경우, 성능이 더 높은 송신 필터에 대응하는 서브캐리어에 가중치를 두고 RS를 매핑하고, 상기 매핑된 RS를 포함하는 송신 신호를 송신하도록 제어하는 제어부;

를 포함하는 송신단.

청구항 16

제15 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 임계값(threshold) 이상인지 여부를 판단하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 송신단.

청구항 17

제15 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터 각각의 시간 축 지연에 대한 변화량 및 직교성의 강건성(robustness) 중 적어도 하나가 다른지 여부를 판단하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 송신단.

청구항 18

제17 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 필터 계수(filter coefficient)의 차이가 존재하는지 여부를 판단하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 송신단.

청구항 19

제15 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 수신된 수신단의 채널 관련 정보를 분석하여 정보 매트릭(metric)을 설정하고, 상기 정보 매트릭을 이용하여 신호 송신에 사용할 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 정보를 계산하고, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 정보를 수신단에게 송신하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 송신단.

청구항 20

제19 항에 있어서, 상기 수신단의 채널 관련 정보는,

상기 수신단의 이동성(Mobility), 채널 선택성(Channel Selectivity), 위치(Location), 지연 프로파일(Delay Profile) 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신단.

청구항 21

제19 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 설정된 정보 매트릭과 이전에 설정된 정보 매트릭의 변화량이 임계값 이상인지 여부를 판단하고, 상기 변화량이 임계값 이상인 경우, 상기 설정된 정보 매트릭을 이용하여 신호 송신에 사용할 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터를 선정하고, 상기 변화량이 임계값 미만인 경우, 기존에 선정된 제1 필터 및 제2 필터를 유지하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 송신단.

청구항 22

수신단에 있어서,

신호를 송수신하는 통신부; 및

송신단으로부터 채널 측정을 위한 정보를 수신하고, 상기 수신한 채널 측정을 위한 정보에 따라 채널 측정을 수행하고, 상기 측정된 채널 관련 정보를 상기 송신단에게 송신하고, 상기 송신단으로부터 신호 수신에 사용할 제1 필터 및 제2 필터에 대한 정보를 수신하고, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하는 경우, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터 중 성능이 더 높은 필터를 이용하여 상기 성능이 더 높은 필터에 대응하는 서브캐리어의 채널 정보를 추정하고, 상기 추정된 채널 정보를 이용하여 성능이 더 낮은 필터에 대응하는 서브캐리어의 채널 정보를 유도하고, 상기 추정된 채널 정보 및 유도된 채널 정보를 이용하여 신호를 검출하도록 제어하는 제어부;

를 포함하는 수신단.

청구항 23

제22 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하지 않는 경우, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터를 이용하여 각각의 필터에 대응하는 서브캐리어의 채널 정보를 추정하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 수신단.

청구항 24

제22 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 성능이 더 높은 필터를 이용하여 기준 심볼(RS: Reference Symbol)이 매핑된 서브캐리어의 채널 정보를 추정하고, 인터폴레이션(interpolation)을 이용하여 상기 성능이 더 높은 필터에 대응하는 서브캐리어 중 RS가 매핑되지 않은 서브캐리어의 채널 정보를 추정하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 수신단.

청구항 25

제22 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 시간 축 지연에 대한 변화량 및 직교성의 강건성(robustness) 중 적어도 하나가 다른지 여부를 판단하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 수신단.

청구항 26

제22 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 필터 계수(filter coefficient)의 차이가 존재하는지 여부를 판단하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 수신단.

청구항 27

제22 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 임계값(threshold) 이상인지 여부를 판단하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 수신단.

청구항 28

제22 항에 있어서, 상기 수신단의 채널 관련 정보는,

상기 수신단의 이동성(Mobility), 채널 선택성(Channel Selectivity), 위치(Location), 지연 프로파일(Delay Profile) 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 수신단.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 직교 진폭 변조(QAM: Quadrature Amplitude Modulation)-필터 뱅크 멀티캐리어(FBMC: Filter-Bank Multi-Carrier) 송수신 기법을 기반으로 하는 셀룰러 환경에서 채널 추정 및 등화(Equalization)에 관한 것으로서, 서로 다른 두 필터를 통과하는 서브캐리어(Subcarrier)에 대하여 기준 심볼(RS: Reference Symbol)을 매핑(Mapping)하고, RS를 활용한 각 필터에 대한 채널 추정/유도 방법 및 추정된 채널 정보를 활용하여 등화(Equalization)를 수행하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

채널 추정은 송수신단에서 서로 약속된 데이터 정보를 활용하여, 수신단 입장에서 이와 같은 데이터 정보를 활용하여 채널을 추정하는 기술로서, 프리앰블(Preamble) 기반의 방식과 분산된 기준 심볼(Scattered RS: Scattered Reference Symbol) 기반의 방식 두 가지가 있을 수 있다. 본 발명의 실시예에서는 Scattered RS 기반의 방식을 고려할 수 있다.

[0003]

도 1은 QAM-OFDM 시스템에서 분산된 기준 심볼 기반의 채널 추정을 위한 서브캐리어-기준 심볼 매핑 구조의 일 예를 도시한 도면이다.

[0004]

직교 진폭 변조(QAM: Quadrature Amplitude Modulation)-직교 주파수 분할 다중(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 시스템에서 Scattered RS 기반의 채널 추정 방식은 LTE(Long Term Evolution)와 같은 셀룰러 환경에서 활용되는 방식이다.

[0005]

도 1을 참고하면, 특정 주기 간격으로 RS(110)를 특정 서브캐리어(Subcarrier)에 매핑하여 해당 서브캐리어에 대한 채널 정보를 추정하도록 한다. 그리고, 이를 인터폴레이션(Interpolation)을 통해 전체 서브캐리어에 대한 채널 정보를 추정할 수 있다.

[0006]

도 2는 OQAM-OFDM 시스템에서 분산된 기준 심볼 기반의 채널 추정을 위한 서브캐리어-기준 심볼 매핑 구조의 일 예를 도시한 도면이다.

[0007]

도 2를 참고하면, 오프셋 직교 진폭 변조(OQAM: Offset QAM)-OFDM 시스템에서 Scattered RS 기반의 채널 추정 방식은, 오프셋(Offset) QAM과 필터를 사용하는 송수신 시스템에서 인접 서브캐리어 및 심볼(symbol)로부터 RS(210)에 영향을 주는 간섭을 없애기 위하여 보조 파일럿(Auxiliary Pilot)(230)을 사용하는 방식이다. 이와 같이 RS(210)와 보조 파일럿(230)을 함께 사용하여, RS(210)에 위치한 채널 정보를 추정하고, 이를 인터폴레이션(Interpolation)을 통해 전체 서브캐리어에 대한 채널 정보를 추정할 수 있다.

[0008]

QAM-필터 뱅크 멀티캐리어(FBMC: Filter-Bank Multi-Carrier) 송수신 기반의 셀룰러 환경에서는 송수신 필터의 특성으로 인해서, LTE와 같이 QAM-OFDM 송수신 기반의 셀룰러 환경에 적용되는 기존 Scattered RS 기반의 채널 추정 방식을 QAM-FBMC 송수신 기반의 셀룰러 환경에 바로 적용하기 어렵다. 그리고, 이로 인하여 등화 성능 저

하와 같은 문제점이 존재할 수 있다.

- [0009] 또한, 송수신단에서 하나의 필터를 사용하는 OQAM-OFDM 송수신 기반의 셀룰러 환경에 적용되는 Scattered RS 기반의 채널 추정 방식은, OQAM-OFDM 시스템과 다른 신호 검출 과정이 적용되고 서로 다른 두 개의 필터를 사용하는 QAM-FBMC 송수신 기반의 셀룰러 환경에 적용되기 어렵다. 또한, OQAM-OFDM 송수신 기반의 셀룰러 환경에 적용되는 Scattered RS 기반의 채널 추정 방식은 RS에 대한 채널 정보 추정을 위해서 RS 이외에 보조 파일럿이 필요하다는 측면에서 주파수 이용 효율을 감소시키는 단점이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, QAM-FBMC 송수신 기법을 기반으로 하는 셀룰러 환경에서 Scattered RS 기반의 채널 추정 및 등화를 수행하는 방법 및 그 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0011] 이때, 본 발명은 기존 QAM-OFDM 송수신 기반의 셀룰러 환경과 달리, QAM-FBMC 송수신 기법을 기반으로 하는 셀룰러 환경에서 서로 다른 두 개의 필터를 통과하는 서브캐리어를 고려하여, QAM-FBMC 시스템에 적합한 RS Mapping 방법 및 그 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명은 QAM-FBMC 송수신 기법에 적용되는 각 필터에 대한 채널 추정과 유도 방법 및 그 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 그리고, 본 발명은 추정된 채널 정보를 활용한 등화기(Equalizer) 구현 방법 및 그 장치를 제안하는 것을 목적으로 한다.
- [0012] 이에 따라, 본 발명은 QAM-FBMC 시스템에 대한 채널 추정 정확도 향상 및 수신 성능 향상을 달성하는 것을 목적으로 한다.
- [0013] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단의 신호 송신 방법은, 수신단에게 채널 측정을 위한 정보를 송신하는 단계; 상기 수신단으로부터 채널 관련 정보를 수신하는 단계; 상기 수신한 채널 관련 정보에 따라 신호 송신에 사용할 제1 필터 및 제2 필터를 선정하는 단계; 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하지 않는 경우, 상기 제1 필터에 대응하는 서브캐리어 및 상기 제2 송신 필터에 대응하는 서브캐리어에 대하여 균등하게 기준 심볼(RS: Reference Symbol)을 매핑(mapping)하는 단계; 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하는 경우, 성능이 더 높은 필터에 대응하는 서브캐리어에 가중치를 두고 RS를 매핑하는 단계; 및 상기 매핑된 RS를 포함하는 송신 신호를 송신하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 임계값(threshold) 이상인지 여부를 판단하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 시간 축 지연에 대한 변화량 및 직교성의 강건성(robustness) 중 적어도 하나가 다른지 여부를 판단하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 필터 계수(filter coefficient)의 차이가 존재하는지 여부를 판단하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 제1 필터 및 제2 필터를 선정하는 단계는, 상기 수신된 수신단의 채널 관련 정보를 분석하여 정보 매트릭(metric)을 설정하는 단계; 상기 정보 매트릭을 이용하여 신호 송신에 사용할 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 정보를 계산하는 단계; 및 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 정보를 수신단에게 송신하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 수신단의 채널 관련 정보는, 상기 수신단의 이동성(Mobility), 채널 선택성(Channel Selectivity), 위치(Location), 지연 프로파일(Delay Profile) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 정보를 계산하는 단계는, 상기 설정된 정보 매트릭과 이전에 설정된 정보 매트릭의 변화량이 임계값 이상인지 여부를 판단하는 단계; 상기 변화량이 임계값 이상인 경우, 상기 설정된 정보 매트릭을 이용하여 신호 송신에 사용할 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터를 선정하는 단계; 및 상기 변

화량이 임계값 미만인 경우, 기존에 선정된 제1 필터 및 제2 필터를 유지하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 신호 수신 방법은, 송신단으로부터 채널 측정을 위한 정보를 수신하는 단계; 상기 수신한 채널 측정을 위한 정보에 따라 채널 측정을 수행하는 단계; 상기 측정된 채널 관련 정보를 상기 송신단에게 송신하는 단계; 상기 송신단으로부터 신호 수신에 사용할 제1 필터 및 제2 필터에 대한 정보를 수신하는 단계; 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하는 경우, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터 중 성능이 더 높은 필터를 이용하여 상기 성능이 더 높은 필터에 대응하는 서브캐리어의 채널 정보를 추정하는 단계; 상기 추정된 채널 정보를 이용하여 성능이 더 낮은 필터에 대응하는 서브캐리어의 채널 정보를 유도하는 단계; 및 상기 추정된 채널 정보 및 유도된 채널 정보를 이용하여 신호를 검출하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 수신단의 신호 수신 방법은, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하지 않는 경우, 상기 제1 필터에 대응하는 서브캐리어 및 상기 제2 필터를 이용하여 각각의 필터에 대응하는 서브캐리어의 채널 정보를 추정하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 채널 정보를 추정하는 단계는, 상기 성능이 더 높은 필터를 이용하여 기준 심볼(RS: Reference Symbol)이 매핑된 서브캐리어의 채널 정보를 추정하는 단계; 및 인터폴레이션(interpolation)을 이용하여 상기 성능이 더 높은 필터에 대응하는 서브캐리어 중 RS가 매핑되지 않은 서브캐리어의 채널 정보를 추정하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 시간 축 지연에 대한 변화량 및 직교성의 강건성(robustness) 중 적어도 하나가 다른지 여부를 판단하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 수신단의 신호 수신 방법은, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 필터 계수(filter coefficient)의 차이가 존재하는지 여부를 판단하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0026] 또한, 상기 수신단의 신호 수신 방법은, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 임계값(threshold) 이상인지 여부를 판단하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 수신단의 채널 관련 정보는, 상기 수신단의 이동성(Mobility), 채널 선택성(Channel Selectivity), 위치(Location), 지연 프로파일(Delay Profile) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단은, 신호를 송수신하는 통신부; 및 수신단에 채널 측정을 위한 정보를 송신하고, 상기 수신단으로부터 채널 관련 정보를 수신하고, 상기 수신한 채널 관련 정보에 따라 신호 송신에 사용할 제1 필터 및 제2 필터를 선정하고, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하지 않는 경우, 상기 제1 필터에 대응하는 서브캐리어 및 상기 제2 필터에 대응하는 서브캐리어에 대하여 균등하게 기준 심볼(RS: Reference Symbol)을 매핑(mapping)하고, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하는 경우, 성능이 더 높은 필터에 대응하는 서브캐리어에 가중치를 두고 RS를 매핑하고, 상기 매핑된 RS를 포함하는 송신 신호를 송신하도록 제어하는 제어부;를 포함할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단은, 신호를 송수신하는 통신부; 및 송신단으로부터 채널 측정을 위한 정보를 수신하고, 상기 수신한 채널 측정을 위한 정보에 따라 채널 측정을 수행하고, 상기 측정된 채널 관련 정보를 상기 송신단에게 송신하고, 상기 송신단으로부터 신호 수신에 사용할 제1 필터 및 제2 필터에 대한 정보를 수신하고, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터의 성능 차이가 존재하는 경우, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터 중 성능이 더 높은 필터를 이용하여 상기 성능이 더 높은 필터에 대응하는 서브캐리어의 채널 정보를 추정하고, 상기 추정된 채널 정보를 이용하여 성능이 더 낮은 필터에 대응하는 서브캐리어의 채널 정보를 유도하고, 상기 추정된 채널 정보 및 유도된 채널 정보를 이용하여 신호를 검출하도록 제어하는 제어부;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 본 명세서의 일 실시예에 따르면, QAM-FBMC 송수신 기법을 기반으로 하는 셀룰러 환경에서 두 필터 특성에 따라 RS를 균등하게 혹은 한 필터에 가중치를 두고 매핑(mapping)함으로써 채널 추정 성능을 높일 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명을 통해서 임의의 두 필터에 대하여, 시간 축 지연에 대한 성능을 비교할 수 있고, 이에 따라 RS 매핑(mapping) 방식을 결정할 수 있다.

[0032] 예를 들어 두 필터의 성능이 유사한 경우, RS를 균등하게 매핑(mapping)함으로써, 전체 서브캐리어에 대한 채널

추정 및 등화기(Equalizer)를 구현할 수 있다.

[0033] 또 다른 예로, 필터 A의 성능이 더 좋은 경우, 필터 A에 해당하는 even 서브캐리어에 RS를 매핑(mapping)하여 even 채널을 추정하고, 이후 even 채널로부터 odd 서브캐리어와 연관한 채널 유도를 통해 등화기를 구현할 수 있다.

[0034] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 RS 매핑(mapping)방식은 서로 다른 두 필터를 사용하는 QAM-FBMC 송수신의 특성을 반영하여 설계될 수 있고, 두 필터의 성능이 유사한 경우와 하나의 필터가 높은 성능을 갖는 경우를 고려하여 RS를 매핑(mapping)함으로써 채널추정의 정확도를 높일 수 있다.

[0035] 또한, 특정 필터의 성능이 높은 경우, 다른 필터에 대한 채널을 앞서 추정한 채널로부터 유도함으로써, 두 필터 모두에 대하여 등화기를 구현할 수 있다.

[0036] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 채널 추정/유도 방식 및 등화기 구현을 통하여, 데이터 수신률이 증대될 수 있다.

[0037] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 QAM-OFDM 시스템에서 분산된 기준 심볼 기반의 채널 추정을 위한 서브캐리어-기준 심볼 매핑 구조의 일 예를 도시한 도면이다.

도 2는 OQAM-OFDM 시스템에서 분산된 기준 심볼 기반의 채널 추정을 위한 서브캐리어-기준 심볼 매핑 구조의 일 예를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 채널 추정을 위한 서브캐리어-기준 심볼 매핑 구조의 일 예를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 채널 추정을 위한 서브캐리어-기준 심볼 매핑 구조의 다른 일 예를 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단의 신호 송신 방법의 흐름도의 일 예를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 신호 수신 방법의 흐름도의 일 예를 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신단 사이의 필터 설정 방법의 흐름도의 일 예를 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단의 구현의 일 예를 도시한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단의 구현의 다른 일 예를 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단의 구현의 또 다른 일 예를 도시한 도면이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 일 예를 도시한 도면이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 다른 일 예를 도시한 도면이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 또 다른 일 예를 도시한 도면이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 또 다른 일 예를 도시한 도면이다.

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 또 다른 일 예를 도시한 도면이다.

도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 또 다른 일 예를 도시한 도면이다.

도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 또 다른 일 예를 도시한 도면이다.

도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 M/2 크기의 even 채널 정보로부터 인터폴레이션(interpolation)을 이용한 odd 관련 채널 유도 방법의 일 예를 도시한 도면이다.

도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 M/2 크기의 even 채널 정보로부터 IFFT/FFT를 이용한 odd 관련 채널 유도 방법의 일 예를 도시한 도면이다.

도 20은 본 발명의 다중 셀 환경에서의 채널 추정을 위한 서브캐리어-기준 심볼 매핑 구조의 일 예를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하, 본 명세서의 실시 예의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0040] 실시 예를 설명함에 있어서 본 명세서의 실시 예가 속하는 기술 분야에 익히 알려져 있고 본 명세서의 실시 예와 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 명세서의 실시 예의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.
- [0041] 하기에 본 명세서의 실시 예를 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 명세서의 실시 예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서의 실시 예의 실시 예를 설명하기로 한다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0042] 본 발명의 일 실시예에서 따른 QAM-FBMC 송수신 방법은 M개의 서브캐리어(subcarrier)를 짝수 번째와 홀수 번째로 구분하여 시간 축 및 주파수 축에 대한 직교성을 만족하는 서로 다른 두 개의 필터를 통하여 신호를 송수신할 수 있다. 이때, 필터의 오버래핑 팩터(overlapping factor)는 K로 표현할 수 있다.
- [0043] 이하, 설명의 편의를 위하여 짝수(even) 번째 서브캐리어와 결합하는 필터를 필터 A(또는 제1 필터), 홀수(odd) 번째 서브캐리어와 결합하는 필터를 필터 B(또는 제2 필터)라고 명시하도록 한다. 이때, 두 필터, 즉 필터 A 및 필터 B의 특성은 시간 축 지연에 대하여 필터 형태의 변화량과 직교성의 강건성(Robustness)으로 측정 가능하다. 그리고, 필터 A 및 필터 B는 시간 축 지연에 대하여 필터 형태의 변화량 및 직교성의 강건성(Robustness)이 유사할 수도 있고 또는 다르게 나타날 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위하여 두 개의 필터의 특성이 다른 경우에 한하여, 필터 A가 필터 B보다 시간 축 지연에 대한 변화량이 적고, 강건한 직교성을 갖는다고 가정하고 설명을 하도록 한다.
- [0044] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 채널 추정을 위한 서브캐리어-기준 심볼 매핑 구조의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0045] 도 3을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 채널 QAM-FBMC 송수신 방법은 M개의 서브캐리어(subcarrier)를 짝수 번째와 홀수 번째로 구분하여 시간 축 및 주파수 축에 대한 직교성을 만족하는 서로 다른 두 개의 필터를 통하여 신호를 송수신할 수 있다. 이때, 송신단은 두 개의 필터, 즉 필터 A 및 필터 B의 성능이 유사한 경우, 상기 M개의 서브캐리어를 짝수 번째와 홀수 번째로 구분하여 짝수 번째 서브캐리어(310)에는 필터 A를 위한 기준 심볼(RS: Reference Symbol)을 매핑할 수 있다. 그리고, 홀수 번째 서브캐리어(320)에는 필터 B를 위한 RS를 균등하게 매핑할 수 있다. 그리고, DC(330)는 홀수 번째 서브캐리어, 즉 필터 B에 해당하는 서브캐리어이다. DC(330)에는 RS가 매핑되지 않을 수 있다. 이때, 실시예에 따라 상기 필터 A와 필터 B의 성능은 상술한 바와 같이 시간 축 지연에 대하여 필터 형태의 변화량과 직교성의 강건성(Robustness)을 의미할 수 있다.
- [0046] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단은 필터 특성 측정 및 비교 방식에 따라, 필터 A와 필터 B의 성능 차이가 존재하는지 여부를 판단할 수 있다. 그리고 예를 들면, 필터 A와 필터 B의 성능 차이가 임계값(threshold)보다 작은 경우에 송신단은 두 필터의 성능이 유사한 것으로 판단할 수 있다. 이와 같이 필터 A와 필터 B의 성능이 유사한 경우, 송신단은 짝수 번째 서브캐리어(310)와 홀수 번째 서브캐리어(320)에 대하여 균등하게 RS를 매핑할 수 있다. 필터 특성 측정 및 비교에 대한 구체적인 설명은 후술하기로 한다.
- [0047] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 채널 추정을 위한 서브캐리어-기준 심볼 매핑 구조의 다른 일 예를 도시한 도면이다.
- [0048] 도 4를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단은 필터 특성을 측정하고, 이를 비교하여, 필터 A와 필터 B의 성능 차이가 존재하는지 여부를 판단할 수 있다. 이때, 예를 들면 필터 A가 시간 축 지연에 대한 변화량이 적고, 강건한 직교성을 갖는 경우, 필터 A에 해당하는 서브캐리어에 대한 채널 추정의 정확도가 높을 수 있다. 따라서, 도 4에 도시된 바와 같이 필터 A에 비하여 상대적으로 성능이 낮은 필터 B에 해당하는 서브캐리어보다 성능이 높은 필터 A에 해당하는 서브캐리어에 가중치를 두고 RS를 매핑할 수 있다.
- [0049] 즉, 도 4에 도시된 바와 같이, 필터 A의 성능이 필터 B의 성능에 비하여 더 좋은 경우, 송신단은 필터 A에 해당

하는 짝수 번째 서브캐리어(410)에 RS를 매핑하여 신호를 송신할 수 있다.

[0050] 이상에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 채널 추정을 위한 서브캐리어-기준 심볼 매핑 구조에 대해서 살펴보았다.

[0051] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단 및 수신단의 신호 송수신 방법에 대해서 살펴보도록 한다.

[0052] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단의 신호 송신 방법의 흐름도의 일 예를 도시한 도면이다.

[0053] 도 5를 참고하면, QAM-FBMC 시스템을 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단은, 수신단에게 채널 측정을 위한 정보를 송신할 수 있다. 즉, 송신단은 수신단이 어떠한 정보를 이용하여 채널 측정을 수행할 것인지에 대한 정보를 수신단에게 전송하여 줄 수 있다. 채널측정을 위한 정보는 셀-특정(cell-specific) RS 또는 UE-특정(UE-specific) RS를 이용하여 채널 측정을 수행할 때 필요한 안테나 포트 수, RS 구성 패턴, RS 서프브레임 구성 및 주기, RS 서프브레임 오프셋 등의 정보를 포함할 수 있다. 이러한 정보는 PBCH(Physical Broadcast Channel)의 MIB(Master Information Block) 또는 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)의 SIB(system information block) 등과 같은 하향링크 제어 채널 및 하향링크 데이터 채널을 통해 전송될 수 있으며, 또는 RRC 메시지를 통해 전송될 수도 있다. 상기 채널 측정을 위한 정보는 수신단이 어떤 필터에 대한 채널 측정을 수행할 것인지에 대한 정보를 더 포함할 수 있다. 예를 들면, 현재 송신단이 기존에 신호 송수신에 사용하기 위하여 선정된 필터에 대한 정보가 존재하는 경우, 송신단은 수신단에게 기존에 선정되어 저장된 필터에 대한 채널 측정을 수행하도록 하는 메시지를 전송할 수 있다. 또는 기존에 선정된 필터 이외에 다른 필터를 추가로 채널 측정을 수행하도록 할 수도 있다. 이 경우 필터에 대한 인덱스가 상기 채널 측정을 위한 정보에 포함될 수 있다. 또한, 상기 채널 측정을 위한 정보는 수신단이 채널 측정을 언제 수행할 것인지에 대한 정보를 포함할 수 있다. 예를 들면, 수신단이 특정 주기에 따라 채널 측정을 수행하고 채널 측정이 수행되면 그 결과를 송신단에게 보고하도록 하는 정보가 포함될 수 있다. 또는 수신단이 비주기적으로 채널 측정을 수행하도록 하는 정보가 포함될 수도 있다.

[0054] 이후, 510 단계에서 송신단은 수신단으로부터 수신단의 채널 관련 정보를 수신할 수 있다. 실시예에 따라, 상기 수신단의 채널 관련 정보는 수신단의 이동성(Mobility), 채널 선택성(Channel Selectivity), 위치(Location), 지연 프로파일(Delay Profile) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 상기 수신단의 채널 관련 정보는 상기 언급된 정보 이외에 다른 관련 정보를 더 포함할 수도 있음은 물론이다. 이러한 채널 관련 정보의 수신은 주기적으로 이루어질 수 있다. 예를 들면, 수신단이 주기적으로 채널 측정을 수행한 경우에 그 채널 측정 결과를 주기적으로 수신단이 송신하여 송신단이 이를 수신할 수 있다. 또는 채널 관련 정보를 비주기적으로 수신단이 송신하는 경우, 송신단은 이를 비주기적으로 수신할 수도 있다. 예를 들면, 수신단이 비주기적으로 채널 측정을 수행하는 경우에 그 채널 측정 결과를 비주기적으로 송신단이 수신할 수 있다. 한편, 상기 채널 관련 정보의 수신은 상향링크 데이터 채널 또는 상향링크 제어 채널, 예를 들면 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 또는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)을 통해 이루어질 수 있다. 예를 들면, 비주기적으로 채널 측정이 이루어진 경우에는 상향링크 데이터 채널을 통해 채널 관련 정보의 수신이 이루어질 수 있다. 또한 주기적으로 채널 측정이 이루어진 경우에는 상향링크 제어 채널을 통해 채널 관련 정보의 수신에 이루어질 수도 있다. 수신단이 송신단에게 보고하는 채널 관련 정보는 CQI(Channel Quality Indicator), RI(Rank Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator) 등이 포함되고, mobility, channel selectivity 정보 등이 추가로 포함될 수 있다.

[0055] 이후 520 단계에서 송신단은 상기 510 단계에서 수신한 수신단의 채널 관련 정보를 분석할 수 있다. 그리고 송신단은 이를 대표할 수 있는 정보 매트릭(metric)을 설정할 수 있다.

[0056] 그리고 530 단계에서 송신단은 수신단의 채널 상태의 변화가 있는지 여부를 판단할 수 있다. 예를 들면, 송신단은 520 단계에서 설정된 정보 metric과, 이전에 설정된 정보 metric을 비교할 수 있다. 그리고, 정보 metric의 변화량이 특정 임계값 이상인지 여부를 판단할 수 있다. 상기 임계값은 상기 송신단에 미리 설정되어 저장된 값일 수 있고, 또는 다른 네트워크 엔티티로부터 수신된 값일 수도 있다.

[0057] 530 단계에서 판단 결과 수신단의 채널 상태의 변화가 없는 경우, 540 단계에서 송신단은 기존의 필터를 유지할 수 있다. 그리고 송신단은 550 단계에서 필터 정보를 수신단에게 전송할 수 있다.

[0058] 반면, 530 단계에서 판단 결과 수신단의 채널 상태의 변화가 있는 경우, 545 단계에서 송신단은 상기 수신단의 채널 관련 정보에 따라 적합한 필터를 선정할 수 있다. 이때, 상기 송신단은 520 단계에서 설정된 현재 정보 metric을 기반으로 적합한 필터를 선정할 수 있다. 그리고, 550 단계에서, 송신단은 상기 545 단계에서 선정된

필터의 정보를 수신단에게 전송할 수 있다.

- [0059] 상기 550 단계에서 송신단은 수신단에게 필터 정보를 전송한 후, 560 단계에서 필터 정보를 업데이트할 수 있다. 즉, 540 단계에서 유지된 기존의 필터 또는 545 단계에서 선정된 필터에 대한 정보를 업데이트할 수 있다. 한편, 실시예에 따라서, 상기 540 단계에서 기존의 필터가 유지된 경우에는 상기 송신단에 저장된 필터 정보가 동일하게 유지될 수 있는 것이므로 560 단계에서 필터 정보의 업데이트를 하지 않고, 기존의 필터 정보를 유지할 수 있다.
- [0060] 그 후, 송신단은 업데이트된 필터에 대하여 필터 간 성능 차이를 비교하여, 성능 차이에 따라 RS 매핑(mapping) 방식을 결정할 수 있다.
- [0061] 구체적으로, 570 단계에서 송신단은 업데이트된 필터 정보(또는 유지된 필터 정보)를 이용하여, 업데이트된 필터에 대하여 필터 간 성능 차이가 존재하는지 여부를 판단할 수 있다. 즉, 송신단은 수신단으로부터 수신한 채널 관련 정보에 따라 선택된 필터들 사이에 성능 차이가 존재하는지 여부를 판단할 수 있다. 이 때, 예를 들면, 송신단은 각각의 필터들의 성능 간 차이가 임계값(threshold) 이상인지 여부를 판단할 수 있다. 실시예에 따라 상기 필터의 성능은 상술한 바와 같이 시간 축 지연에 대하여 필터 형태의 변화량과 직교성의 강건성(Robustness)을 의미할 수 있다. 또는 실시예에 따라서, 상기 선정된 필터의 필터 계수(filter coefficient)를 비교하여, 필터의 성능의 차이가 존재하는지 여부를 판단할 수도 있다.
- [0062] 570 단계에서 판단 결과, 필터들 사이의 성능의 차이가 거의 없어 필터들의 성능이 유사한 것으로 판단된 경우, 송신단은 580 단계에서 각 필터에 RS 매핑을 균등하게 수행할 수 있다. 예를 들면, 상기 도 3과 관련된 부분에서 설명한 바와 같이, 두 개의 필터, 필터 A와 필터 B가 사용되는 경우에 M개의 서브캐리어를 짝수 번째와 홀수 번째로 구분하여 짝수 번째 서브캐리어에는 필터 A를 위한 RS를 매핑할 수 있다. 그리고, 송신단은 홀수 번째 서브캐리어에는 필터 B를 위한 RS를 균등하게 매핑할 수 있다.
- [0063] 반면, 570 단계에서 판단한 결과, 두 필터 사이의 성능 차이가 존재하는 경우, 송신단은 585 단계에서 성능이 높은 필터에 가중치를 두고 RS 매핑을 수행할 수 있다. 예를 들면, 상기 도 4와 관련된 부분에서 설명한 바와 같이, 두 개의 필터, 필터 A와 필터 B가 사용되는 경우에 필터 A가 시간 축 지연에 대한 변화량이 적고 강건한 직교성을 갖는 경우, 성능이 높은 필터 A에 해당하는 서브캐리어에 가중치를 두고 RS를 매핑할 수 있다.
- [0064] 이후, 송신단은 상기 매핑된 RS에 따라 신호를 수신단에게 송신할 수 있다.
- [0065] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 신호 수신 방법의 흐름도의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0066] 도 6을 참고하면, QAM-FBMC 시스템을 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단은, 송신단으로부터 채널 측정을 위한 정보를 수신할 수 있다. 즉, 수신단은 어떠한 정보를 이용하여 채널 측정을 수행할 것인지에 대한 정보를 송신단으로부터 수신할 수 있다. 채널측정을 위한 정보는 셀-특정(cell-specific) RS 또는 UE-특정(UE-specific) RS를 이용하여 채널 측정을 수행할 때 필요한 안테나 포트 수, RS 구성 패턴, RS 서프브레임 구성 및 주기, RS 서프브레임 오프셋 등의 정보를 포함할 수 있다. 이러한 정보는 PBCH(Physical Broadcast Channel)의 MIB(Master Information Block) 또는 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)의 SIB(system information block) 등과 같은 하향링크 제어 채널 및 하향링크 데이터 채널을 통해 수신될 수 있으며, 또는 RRC 메시지를 통해 수신될 수도 있다. 상기 채널 측정을 위한 정보는 수신단이 어떤 필터에 대한 채널 측정을 수행할 것인지에 대한 정보를 더 포함할 수 있다. 예를 들면, 현재 송신단이 기존에 신호 송수신에 사용하기 위하여 선정된 필터에 대한 정보가 존재하는 경우, 수신단은 송신단으로부터 기존에 선정되어 저장된 필터에 대하여 채널 측정을 수행하도록 하는 메시지를 수신할 수 있다. 또는 기존에 선정된 필터 이외에 다른 필터를 추가로 채널 측정을 수행하도록 할 수도 있다. 이 경우 필터에 대한 인덱스가 상기 채널 측정을 위한 정보에 포함될 수 있다. 또한, 상기 채널 측정을 위한 정보는 수신단이 채널 측정을 언제 수행할 것인지에 대한 정보를 포함할 수 있다. 예를 들면, 수신단이 특정 주기에 따라 채널 측정을 수행하고 채널 측정이 수행되면 그 결과를 송신단에게 보고하도록 하는 정보가 포함될 수 있다. 또는 수신단이 비주기적으로 채널 측정을 수행하도록 하는 정보가 포함될 수도 있다.
- [0067] 그리고, 수신단은 상기 수신된 채널 측정을 위한 정보를 이용하여 채널 측정을 수행할 수 있다. 이때, 상기 채널 측정은 상술한 바와 같이 주기적 또는 비주기적으로 이루어질 수 있다.
- [0068] 이후, 610 단계에서 수신단은 상기 수신단의 채널 관련 정보를 송신단에게 피드백(전송)할 수 있다. 실시예에 따라, 상기 수신단의 채널 관련 정보는 수신단의 이동성(Mobility), 채널 선택성(Channel Selectivity), 위치(Location), 지연 프로파일(Delay Profile) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 상기 수신단의 채널 관련

정보는 상기 언급된 정보 이외에 다른 관련 정보를 더 포함할 수도 있음은 물론이다. 이러한 채널 관련 정보의 송신은 주기적으로 이루어질 수 있다. 예를 들면, 수신단이 주기적으로 채널 측정을 수행한 경우에 그 채널 측정 결과를 주기적으로 송신단에게 송신할 수 있다. 또는 채널 관련 정보를 비주기적으로 송신단에게 송신할 수도 있다. 예를 들면, 수신단이 비주기적으로 채널 측정을 수행하는 경우에 그 채널 측정 결과를 비주기적으로 송신단에게 전송할 수 있다. 한편, 상기 채널 관련 정보의 송신은 상향링크 데이터 채널 또는 상향링크 제어 채널, 예를 들면 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 또는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)을 통해 이루어질 수 있다. 예를 들면, 비주기적으로 채널 측정이 이루어진 경우에는 상향링크 데이터 채널을 통해 채널 관련 정보의 송신이 이루어질 수 있다. 또한 주기적으로 채널 측정이 이루어진 경우에는 제어 채널을 통해 채널 관련 정보의 송신이 이루어질 수도 있다. 수신단이 송신단에게 보고하는 채널 관련 정보는 CQI(Channel Quality Indicator), RI(Rank Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator) 등이 포함되고, mobility, channel selectivity 정보 등이 추가로 포함될 수 있다.

[0069] 그리고 수신단은 송신단으로부터 620 단계에서 필터 정보를 수신할 수 있다. 이 때의 필터 정보는 상기 도 5와 관련된 부분에서 설명한 바와 같이 송신단이 상기 수신단으로부터 피드백받은 수신단의 채널 관련 정보를 이용하여 선정할 필터에 대한 정보이다. 이후 실시예에 따라, 630 단계에서 수신단은 송신단으로부터 수신한 필터 정보를 업데이트할 수 있다.

[0070] 그리고 640 단계에서 수신단은 송신단이 송신한 신호를 수신할 수 있다.

[0071] 그 후, 수신단은 필터의 성능 분석을 통해 채널 추정 방식을 결정할 수 있다.

[0072] 구체적으로, 650 단계에서 수신단은 업데이트된 필터 정보(또는 유지된 필터 정보)를 이용하여, 업데이트된 필터에 대하여 필터 간 성능 차이가 존재하는지 여부를 판단할 수 있다. 즉, 수신단은 송신단으로부터 수신한 필터 정보에 따른 필터들 사이에 성능 차이가 존재하는지 여부를 판단할 수 있다. 이 때, 예를 들면, 수신단은 각각의 필터들의 성능 간 차이가 임계값(threshold) 이상인지 여부를 판단할 수 있다. 실시예에 따라 상기 필터의 성능은 상술한 바와 같이 시간 축 지연에 대하여 필터 형태의 변화량과 직교성의 강건성(Robustness)을 의미할 수 있다. 또는 실시예에 따라서, 상기 선정된 필터의 필터 계수(filter coefficient)를 비교하여, 필터의 성능의 차이가 존재하는지 여부를 판단할 수도 있다.

[0073] 650 단계에서 판단 결과, 필터들 사이의 성능의 차이가 거의 없어 필터들의 성능이 유사한 것으로 판단된 경우, 660 단계에서 수신단은 주어진 모든 필터를 이용하여 전체 서브캐리어에 대한 채널 추정을 수행할 수 있다. 예를 들면, 두 개의 필터가 사용된 경우, 필터 A에 해당하는 짝수 번째 서브캐리어에 매핑된 RS 및 필터 B에 해당하는 홀수 번째 서브캐리어에 매핑된 RS를 이용하여 RS가 매핑된 서브캐리어의 채널 추정을 수행할 수 있다. 그리고, 추정된 해당 서브캐리어의 채널 정보를 이용하여 나머지 서브캐리어에 대하여 인터폴레이션(Interpolation)을 수행하여 전체 서브캐리어에 대한 채널 정보를 얻을 수 있다.

[0074] 한편, 650 단계에서 판단 결과, 필터들 사이의 성능 차이가 존재하는 경우, 665 단계에서 수신단은 성능이 높은 필터를 이용하여 해당 서브캐리어의 채널을 추정할 수 있다. 예를 들면, 두 개의 필터, 필터 A와 필터 B가 사용되는 경우에 필터 A가 시간 축 지연에 대한 변화량이 적고 강건한 직교성을 갖는 경우, 성능이 높은 필터 A를 이용하여, 필터 A에 해당하는 짝수 번째 서브캐리어의 채널을 추정할 수 있다. 그 후, 670 단계에서 수신단은 추정된 채널 정보를 이용하여 다른 필터와 연관된 채널을 유도할 수 있다. 예를 들면, 필터 A를 이용하여 추정된 짝수 번째 서브캐리어의 채널 정보를 기반으로, 필터 B와 연관된 홀수 번째 서브캐리어의 채널을 유도할 수 있다. 그리고 수신단은 추정된 해당 서브캐리어의 채널 정보를 이용하여 나머지 서브캐리어에 대하여 인터폴레이션(Interpolation)을 수행하여 전체 서브캐리어에 대한 채널 정보를 얻을 수 있다.

[0075] 상기 채널 추정 및 유도 이후, 수신단은 680 단계에서 등화기(Equalizer)를 구현하고, 690 단계에서 이를 통해 신호 검출을 수행할 수 있다.

[0076] 이상에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단 및 수신단의 신호 송수신 방법에 대해서 살펴보았다.

[0077] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신단 사이의 필터 설정 방법에 대해서 살펴보도록 한다.

[0078] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신단 사이의 필터 설정 방법의 흐름도의 일 예를 도시한 도면이다.

[0079] 도 7을 참고하면, 송신단(701)은 수신단(703)에게 채널 측정을 위한 정보를 송신할 수 있다. 즉, 송신단(701)은 수신단(703)이 어떠한 정보를 이용하여 채널 측정을 수행할 것인지에 대한 정보를 수신단(703)에게 전송하여 줄 수 있다. 채널 측정을 위한 정보는 셀-특정(cell-specific) RS 또는 UE-특정(UE-specific) RS를 이용하여 채널

측정을 수행할 때 필요한 안테나 포트 수, RS 구성 패턴, RS 서프브레이밍 구성 및 주기, RS 서프브레이밍 오프셋 등의 정보를 포함할 수 있다. 이러한 정보는 PBCH(Physical Broadcast Channel)의 MIB(Master Information Block) 또는 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)의 SIB(system information block) 등과 같은 하향링크 제어 채널 및 하향링크 데이터 채널을 통해 전송될 수 있으며, 또는 RRC 메시지를 통해 전송될 수도 있다. 상기 채널 측정을 위한 정보는 수신단(703)이 어떤 필터에 대한 채널 측정을 수행할 것인지에 대한 정보를 더 포함할 수 있다. 예를 들면, 현재 송신단(701)이 기존에 신호 송수신에 사용하기 위하여 선정된 필터에 대한 정보가 존재하는 경우, 송신단(701)은 수신단(703)에게 기존에 선정되어 저장된 필터에 대한 채널 측정을 수행하도록 하는 메시지를 전송할 수 있다. 또는 기존에 선정된 필터 이외에 다른 필터를 추가로 채널 측정을 수행하도록 할 수도 있다. 이 경우 필터에 대한 인덱스가 상기 채널 측정을 위한 정보에 포함될 수 있다. 또한, 상기 채널 측정을 위한 정보는 수신단(703)이 채널 측정을 언제 수행할 것인지에 대한 정보를 포함할 수 있다. 예를 들면, 수신단(703)이 특정 주기에 따라 채널 측정을 수행하고 채널 측정이 수행되면 그 결과를 송신단(701)에게 보고하도록 하는 정보가 포함될 수 있다. 또는 수신단(703)이 비주기적으로 채널 측정을 수행하도록 하는 정보가 포함될 수도 있다.

[0080] 그리고, 수신단(703)은 상기 수신된 채널 측정을 위한 정보를 이용하여 채널 측정을 수행할 수 있다. 이때, 상기 채널 측정은 상술한 바와 같이 주기적 또는 비주기적으로 이루어질 수 있다.

[0081] 이후, 710 단계에서 수신단(703)은 송신단(701)에게 채널 관련 정보를 피드백할 수 있다. 실시예에 따라, 상기 수신단의 채널 관련 정보는 수신단의 이동성(Mobility), 채널 선택성(Channel Selectivity), 위치(Location), 지연 프로파일(Delay Profile) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 상기 수신단의 채널 관련 정보는 상기 언급된 정보 이외에 다른 관련 정보를 더 포함할 수도 있음은 물론이다. 이러한 수신단(703)의 채널 관련 정보의 송신은 주기적으로 이루어질 수 있다. 예를 들면, 수신단(703)이 주기적으로 채널 측정을 수행한 경우에 그 채널 측정 결과를 주기적으로 송신단(701)에게 송신할 수 있다. 또는 채널 관련 정보를 비주기적으로 송신단(701)에게 송신할 수도 있다. 예를 들면, 수신단(703)이 비주기적으로 채널 측정을 수행하는 경우에 그 채널 측정 결과를 비주기적으로 송신단(701)에게 전송할 수 있다. 한편, 상기 채널 관련 정보의 송신은 상향링크 데이터 채널 또는 상향링크 제어 채널, 예를 들면 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 또는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)를 통해 이루어질 수 있다. 예를 들면, 비주기적으로 채널 측정이 이루어진 경우에는 상향링크 데이터 채널을 통해 채널 관련 정보의 송신이 이루어질 수 있다. 또한 주기적으로 채널 측정이 이루어진 경우에는 상향링크 제어 채널을 통해 채널 관련 정보의 송신이 이루어질 수도 있다. 수신단(703)이 송신단(701)에게 보고하는 채널 관련 정보는 CQI(Channel Quality Indicator), RI(Rank Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator) 등이 포함되고, mobility, channel selectivity 정보 등이 추가로 포함될 수 있다.

[0082] 이후, 720 단계에서 송신단(701)은 수신단(703)으로부터 취합된 채널 관련 정보를 분석하여, 이를 대표할 수 있는 정보 매트릭(metric)을 설정할 수 있다.

[0083] 그리고, 730 단계에서 송신단(701)은 현재 설정한 정보 metric을 이용하여 필터 계수 및 필터 오더 등과 같은 신호 송수신에 사용될 필터 정보를 계산할 수 있다. 이후, 송신단(701)은 740 단계에서 수신단(703)에게 상기 필터 정보를 전달하고, 760 단계에서 필터 정보를 업데이트할 수 있다.

[0084] 한편, 수신단(703)은 상기 송신단(701)으로부터 750 단계에서 필터 정보를 수신하고, 780 단계에서 수신된 필터 정보를 업데이트할 수 있다.

[0085] 그 후, 송신단(701) 및 수신단(703)은 업데이트된 필터를 이용하여 각각 770 단계 및 780 단계에서 신호 송신 및 신호 수신을 수행할 수 있다.

[0086] 이상에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신단 사이의 필터 설정 방법에 대해서 살펴보았다.

[0087] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신단의 필터들의 특성 측정 및 비교 방법에 대해서 살펴보도록 한다.

[0088] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에서 따른 QAM-FBMC 송수신 방법은 M개의 서브캐리어(subcarrier)를 짝수 번째와 홀수 번째로 구분하여 시간 축 및 주파수 축에 대한 직교성을 만족하는 서로 다른 두 개(필터 A 및 필터 B)의 필터를 통하여 신호를 송수신할 수 있다.

[0089] 이 때, 필터 A 및 필터 B에 대한 프로토 타입 함수를 각각 $g(t)$, $f(t)$ 라고 할 수 있다. 그리고, n번째

심볼의 m 번째 서브캐리어에 해당하는 필터, 즉 시간-주파수에 대한 평행이동 형태의 필터를 각각 $g_{m,n}(t)$, $f_{m,n}(t)$ 으로 표현할 수 있다.

[0090]

이 경우, 필터의 시간 축 지연에 대한 특성 및 비교는 두 필터, 필터 A 및 필터 B에 대하여 자기상관(Autocorrelation)과 상호상관(Cross correlation)으로 측정할 수 있다. 여기서 설명의 편의를 위해 시간-주파수 평행 이동이 없는 위치의 필터, 즉 프로토 타입 함수를 기준으로 설명하도록 한다. 필터의 특성을 측정 및 비교에 대한 예로 다음과 같이 수식을 정리할 수 있다.

[0091]

먼저, 시간 축 지연에 대한 필터 A 및 필터 B의 변화량은 각각 하기 [수학식 1] 및 [수학식 2]와 같은 Autocorrelation으로 표현할 수 있다.

수학식 1

$$R_g(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t-\tau)g^*(t)dt$$

[0092]

수학식 2

$$R_f(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t-\tau)f^*(t)dt$$

[0093]

[0094]

그리고, 두 필터의 시간 축 지연에 대한 변화량 비교 함수를 하기 [수학식 3]과 같이 두 Autocorrelation의 차로 정의할 수 있다.

수학식 3

$$D_T(\tau) = R_g(\tau) - R_f(\tau)$$

[0095]

[0096]

예를 들어, 시간 축 지연에 대한 변화량 비교 함수의 크기가 양수의 임계값 ϵ_1 보다 큰 경우, 즉 $|D_T(\tau)| > \epsilon_1$ 을 만족하는 경우, 두 필터의 시간 축 지연에 대한 변화량 성능 차이가 존재한다는 것을 의미할 수 있다. 반대의 경우에는, 두 필터의 시간 축 지연에 대한 변화량 성능이 유사하다고 볼 수 있다.

[0097]

이 때, 시간 축 지연에 대한 변화량 비교 함수의 크기가 양수의 임계값보다 크고, 동시에 시간 축 지연에 대한 변화량 비교 함수의 값이 양수인 경우, 즉 $D_T(\tau) > \epsilon_1$ 을 만족하는 경우, 필터 A가 필터 B보다 시간 축 지연에 대한 변화량 성능이 높다고 할 수 있다. 반대의 경우, 즉 $D_T(\tau) < -\epsilon_1$ 을 만족하는 경우, 필터 B가 필터 A보다 시간 축 지연에 대한 변화량 성능이 높다고 할 수 있다.

[0098]

또한, 시간 축 지연에 대한 필터 A 및 필터 B의 직교성은 각각 하기 [수학식 4] 및 [수학식 5]와 같은 Cross Correlation 크기의 합으로 표현할 수 있다.

수학식 4

$$I_g(\tau) = \sum_{m \neq 0} \sum_{n \neq 0} \left\{ \left| \int_{-\infty}^{\infty} g_{m,n}(t-\tau) g^*(t) dt \right| + \left| \int_{-\infty}^{\infty} f_{m,n}(t-\tau) g^*(t) dt \right| \right\}$$

수학식 5

$$I_f(\tau) = \sum_{m \neq 0} \sum_{n \neq 0} \left\{ \left| \int_{-\infty}^{\infty} f_{m,n}(t-\tau) f^*(t) dt \right| + \left| \int_{-\infty}^{\infty} g_{m,n}(t-\tau) f^*(t) dt \right| \right\}$$

여기서 상기 [수학식 4] 및 [수학식 5]는 각각 프로토 타입 함수 $g(t)$, $f(t)$ 를 이용하여 수신할 때 발생하는 간섭량을 의미한다. 즉, 시간 축 지연에 대하여 인접 심볼과 인접 서브캐리어로부터 간섭량을 직교성에 대한 측정 기준으로 사용한다.

그리고, 두 필터의 시간 축 지연에 대한 직교성 비교 함수를 하기 [수학식 6]과 같이 두 필터에 대한 간섭량의 차로 정의할 수 있다.

수학식 6

$$D_f(\tau) = I_f(\tau) - I_g(\tau)$$

예를 들어, 시간 축 지연에 대한 직교성 비교 함수의 크기가 양수의 임계값 ε_2 보다 큰 경우, 즉 $|D_f(\tau)| > \varepsilon_2$ 을 만족하는 경우, 두 필터의 시간 축 지연에 대한 직교성 성능 차이가 존재한다는 것을 의미할 수 있다. 반대의 경우, 두 필터의 시간 축 지연에 대한 직교성 성능이 유사하다고 볼 수 있다.

이 때, 시간 축 지연에 대한 직교성 비교 함수의 크기가 양수의 임계값보다 크고, 동시에 시간 축 지연에 대한 직교성 비교 함수의 값이 양수인 경우, 즉 $D_f(\tau) > \varepsilon_2$ 을 만족하는 경우, 필터 A가 필터 B보다 시간 축 지연에 대한 직교성 성능이 높다고 할 수 있다. 반대의 경우, 즉 $D_f(\tau) < -\varepsilon_2$ 을 만족하는 경우, 필터 B가 필터 A보다 시간 축 지연에 대한 직교성 성능이 높다고 할 수 있다.

한편, 실시예에 따라 시간 축 지연에 대한 변화량과 직교성을 동시에 고려하여, 두 필터의 성능을 비교하는 함수의 예로서 하기 [수학식 7]과 같이 변화량과 직교성 비교 함수에 양수의 가중치 α 와 β 를 적용하여 합하는 방식이 있을 수 있다.

수학식 7

$$D(\tau) = \alpha D_T(\tau) + \beta D_f(\tau)$$

- [0108] 예를 들어, 상기 [수학식 7]의 가중 합 함수의 크기가 양수의 임계값 ε_3 보다 큰 경우, 즉 $|D(\tau)| > \varepsilon_3$ 을 만족하는 경우, 두 필터의 시간 축 지연에 성능 차이가 존재한다는 것을 의미할 수 있다. 반대의 경우, 두 필터의 시간 축 지연에 대한 성능이 유사하다고 볼 수 있다.
- [0109] 이 때, 상기 가중 합 함수의 크기가 양수의 임계값보다 크고, 동시에 가중 합 함수의 값이 양수인 경우, 즉 $D(\tau) > \varepsilon_3$ 을 만족하는 경우, 필터 A가 필터 B보다 시간 축 지연에 대한 성능이 높다고 할 수 있다. 반대의 경우, 즉 $D(\tau) < -\varepsilon_3$ 을 만족하는 경우, 필터 B가 필터 A보다 시간 축 지연에 대한 성능이 높다고 할 수 있다.
- [0110] 이상에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단의 필터들의 특성 측정 및 비교 방법에 대해서 살펴보았다.
- [0111] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단의 동작에 대해서 살펴보도록 한다.
- [0112] 본 발명의 일 실시예에 따른 QAM-FBMC 시스템의 송신단은 시간 축 필터 방식 또는 주파수 축 필터 방식으로 구현할 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위해, 필터 A, 필터 B는 시간 축 필터를 나타내고, 필터 A' 및 필터 B'은 각각 필터 A 및 필터 B에 대한 주파수 축 필터를 나타낸다고 정의하도록 한다.
- [0113] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단의 구현의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0114] 도 8을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단은 시간 축 필터 A(865) 및 시간 축 필터 B(860) 기반으로 구현될 수 있다. 이 경우, 송신단은 두 필터 A, B(865, 860)의 성능에 따라 상기 도 3 내지 도 7과 관련된 부분에서 설명한 바와 같이 RS 매핑(mapping)을 이용하여 짝수(even)/홀수(odd) 서브캐리어에 RS를 배치할 수 있다.
- [0115] 이때, even/odd 서브캐리어의 구현을 위해서 $M/2$ 크기의 역고속푸리에변환(IFFT: Inverse Fast Fourier Transform)을 각각 수행할 수 있다(845, 840). 또한, 실시예에 따라, 서브캐리어가 겹치는 것을 방지하기 위하여 odd 부분에 대하여 위상(phase)을 추가할 수 있다(850). 또는, 실시예에 따라 odd 부분 대신 even 부분에 대하여 phase를 추가할 수도 있음은 물론이다.
- [0116] 그 후, 각각의 IFFT 출력(845, 840)에 대하여 각각 시간 축 필터 A(865), B(860)와 결합시키고, 이를 오버랩(overlap)/합산(sum) 방식(890)을 통해 수신단에게 전송할 수 있다.
- [0117] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단의 구현의 다른 일 예를 도시한 도면이다.
- [0118] 도 9를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단은 시간 축 필터 A(965) 및 시간 축 필터 B(960) 기반으로 구현될 수 있다.
- [0119] 이 실시예의 경우, 송신단의 RS 매핑 방식은 상기 도 8과 관련된 부분에서 설명한 실시예와 유사하다. 다만, even/odd 서브캐리어의 구현을 위해서 M 크기의 IFFT를 수행하는(940) 특징이 있다. 그리고, 송신단은 M 크기의 IFFT 출력(940)에 대하여 even/odd 부분을 구분하여(955, 950) 각각 시간 축 필터 A(965), B(960)와 결합하고, 이를 overlap/sum 방식(990)을 통해 수신단에게 전송할 수 있다.
- [0120] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단의 구현의 또 다른 일 예를 도시한 도면이다.
- [0121] 도 10을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단은 주파수 축 필터 A'(1065) 및 주파수 축 필터 B'(1060) 기반으로 구현될 수 있다.
- [0122] 이 실시예의 경우, 송신단의 RS 매핑 방식은 상기 도 8과 관련된 부분에서 설명한 것과 유사하다. 다만, even/odd 부분(1035, 1030)에 대하여 주파수축 필터 A'(1065) 및 주파수 축 필터 B'(1060)을 결합할 수 있다. 즉, 도 10에 도시된 실시예의 송신단의 경우 주파수 축 필터(1060, 1065)를 기반으로 구현되었으므로, 시간 축 필터(860, 865, 960, 965)를 기반으로 구현된 도 8 및 도 9에 도시된 실시예와 달리, 주파수 축 필터(1060, 1065)에 입력되는 신호에 대하여 IFFT를 수행하지 않는 점이 도 8 및 도 9의 실시예와 구별된다.
- [0123] 상기 even/odd 부분(1035, 1030)에 대하여 주파수축 필터 A'(1065) 및 주파수 축 필터 B'(1060)를 결합한 후, 송신단은 이를 KM 크기의 IFFT를 수행할 수 있다(1070). 한편, 실시예에 따라 상기 K 값은 2 내지 4일 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다.

- [0124] 그 후, 송신단은 IFFT 출력에 대하여 overlap/sum 방식(1090)을 통해 수신단에게 전송할 수 있다.
- [0125] 이상에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단의 동작에 대해서 살펴보았다.
- [0126] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 동작에 대해서 살펴보도록 한다.
- [0127] 본 발명의 일 실시예에 따른 QAM-FBMC 시스템의 수신단의 구현 방식은 두 필터의 성능에 따라 구분할 수 있고, 또한 시간 축 필터 방식 또는 주파수 축 필터 방식에 따라 구분할 수도 있다. 상술한 바와 같이, 필터 A, 필터 B는 시간 축 필터를 나타내고, 필터 A' 및 필터 B'은 각각 필터 A 및 필터 B에 대한 주파수 축 필터를 나타낸다고 정의하도록 한다.
- [0128] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0129] 도 11을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단은 시간 축 필터 A(1160) 및 시간 축 필터 B(1165) 기반으로 구현될 수 있다. 또한 필터 A(1160) 및 필터 B(1165)의 성능이 유사할 수 있다.
- [0130] 이 경우, 수신단은 수신 신호에 대하여 시간 축 필터 A(1160) 및 시간 축 필터 B(1165)를 이용하여 각각 even/odd 서브캐리어를 구분할 수 있다. 그리고 even/odd 서브캐리어에 대해 각각 M/2 크기의 고속푸리에변환(FFT: Fast Fourier Transform)을 각각 수행할 수 있다(1140, 1145). 또한, 실시예에 따라, 송신단이 송신 신호 생성 시 odd 부분에 대하여 phase를 추가한 경우, 수신단은 odd 서브캐리어에 대하여 M/2 크기의 FFT 수행 전 phase 제거를 먼저 수행할 수도 있다(1150). 실시예에 따라 수신 신호의 even 부분에 대하여 phase가 추가된 경우에 수신단은 even 서브캐리어에 대하여 M/2 크기의 FFT 수행 전 phase 제거를 먼저 수행할 수도 있음은 물론이다.
- [0131] 이후, 수신단은 RS가 매핑된 서브캐리어의 채널 정보를 추정 후, 인터폴레이션(Interpolation)을 통해 나머지 서브캐리어에 대한 채널 정보도 얻을 수 있다(1170). 그리고 수신단은 이에 따라 M 크기의 서브캐리어에 대한 채널 정보를 구성할 수 있다.
- [0132] 그리고, 수신단은 이와 같이 얻은 M 크기의 채널을 이용하여 even/odd 서브캐리어에 매핑된 데이터를 검출하기 위한 M 크기 등화기(equalizer)를 구현할 수 있다(1130).
- [0133] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 다른 일 예를 도시한 도면이다.
- [0134] 도 12를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단은 시간 축 필터 A(1260) 및 시간 축 필터 B(1265) 기반으로 구현될 수 있다. 또한 필터 A(1160) 및 필터 B(1165)의 성능이 유사할 수 있다.
- [0135] 이 실시예의 경우, 수신 신호에 대하여 시간 축 필터 A(1260) 및 시간 축 필터 B(1265)를 이용하여 각각 even/odd 서브캐리어를 구분하고, even/odd 서브캐리어에 대하여 M 크기의 FFT를 수행(1240)할 수 있다. M 크기의 FFT를 수행(1240)한 후, M 크기의 서브캐리어에 대한 채널 정보 추정(1270) 및 M 크기 등화기 구현(1230)은 상기 도 11과 관련된 부분에서 설명한 실시예와 유사하다.
- [0136] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 또 다른 일 예를 도시한 도면이다.
- [0137] 도 13을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단은 주파수 축 필터 A'(1360) 및 주파수 축 필터 B'(1365) 기반으로 구현될 수 있다. 또한 두 필터 필터 A'(1360) 및 필터 B'(1365)의 성능이 유사할 수 있다.
- [0138] 이 실시예의 경우, 수신 신호에 대하여 먼저 KM 크기의 FFT를 수행할 수 있다(1380). 즉, 도 13에 도시된 실시예의 송신단의 경우 주파수 축 필터(1360, 1365)를 기반으로 구현되었으므로, 시간 축 필터(1160, 1165, 1260, 1265)를 기반으로 구현된 도 11 및 도 12에 도시된 실시예와 달리, 주파수 축 필터(1360, 1365)에 입력되는 신호에 대하여 FFT를 먼저 수행하는 점이 도 11 및 도 12의 실시예와 구별된다. 한편, 실시예에 따라 상기 K 값은 2 내지 4일 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다.
- [0139] 수신 신호에 대하여 KM 크기의 FFT를 수행한 후(1380), 수신단은 주파수 축 필터 A'(1360) 및 주파수 축 필터 B'(1365)를 이용하여 각각 even/odd 서브캐리어를 구분할 수 있다. 이후, M 크기의 서브캐리어에 대한 채널 정보 추정(1370) 및 M 크기 등화기 구현(1330)은 상기 도 11과 관련된 부분에서 설명한 실시예와 유사하다.
- [0140] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 또 다른 일 예를 도시한 도면이다.
- [0141] 도 14를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단은 시간 축 필터 A(1460) 및 시간 축 필터 B(1465) 기반으로 구현될 수 있다. 또한 필터 A(1460) 및 필터 B(1465)의 성능에 차이가 있을 수 있다. 즉, 앞서 전제한 바

와 같이 이 경우에 필터 B(1465)보다 필터 A(1460)의 성능이 높을 수 있다. 이와 같이 두 필터(1460, 1465)의 성능이 다른 경우, even/odd 서브캐리어에 대한 수신 구조를 다르게 구성하여야 할 필요성이 있다.

[0142] 필터 A(1460)의 성능이 높은 경우, 송신단은 도 4와 같은 RS 매핑을 이용하여 짝수 번째(even) 서브캐리어에 RS를 배치하여 신호를 전송할 수 있다. 그리고 이를 수신한 수신단은 수신 신호에 대하여 수신 필터 A(1460) 및 M/2 크기 FFT를 수행할 수 있다(1440). 그리고, 수신단은 이를 이용하여 RS가 매핑된 even 서브캐리어의 채널 정보를 추정하고, 인터폴레이션(interpolation)을 통하여 나머지 even 서브캐리어에 대한 채널 정보를 얻음으로써, M/2 크기의 even 서브캐리어에 대한 채널 정보를 구성할 수 있다(1470). 여기서, 필터 A(1460)의 안정적인 특성으로 인해, 송수신 필터 A(1460)를 포함하여 추정된 주파수 도메인의 even 채널은 노이즈가 0인 환경에서 실제 물리적 채널의 주파수 응답과 유사할 수 있다.

[0143] 이후, 수신단은 추정된 M/2 크기의 even 서브캐리어에 대한 채널 정보를 이용하여 odd 서브캐리어와 연관된 KM 크기의 채널 정보를 유도할 수 있다(1475).

[0144] 그리고, 수신단은 추정된 M/2 크기 even 채널(1470)과 유도된 KM 크기 채널(1475)을 이용하여 even/odd Subcarrier에 매핑된 데이터를 검출하기 위한 M/2 크기 등화기(1430)와 KM 크기 등화기(1435)를 각각 구현할 수 있다.

[0145] 이때, even 서브캐리어에 해당하는 데이터 검출을 위한 등화(equalization)는 필터 A(1460) 및 M/2 크기 FFT(1440)를 거친 이후에 수행할 수 있다. 그리고, odd 서브캐리어에 해당하는 데이터 검출을 위한 등화(equalization)(1435)는 KM 크기 FFT(1480) 이후, 그리고 수신 필터 B(1465)를 거치기 이전에 수행할 수 있다. 즉, KM 크기 등화(equalization) 이후(1435), KM 크기 IFFT를 수행하고(1485), 시간 축 필터 B(1465), Phase 제거(1450), 그리고 M/2 크기 FFT를 수행(1445)함으로써, Odd 서브캐리어에 해당하는 데이터를 검출할 수 있다.

[0146] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 또 다른 일 예를 도시한 도면이다.

[0147] 도 15를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단은 시간 축 필터 A(1560) 및 주파수 축 필터 B'(1565) 기반으로 구현될 수 있다. 또한 필터 A(1560) 및 필터 B'(1565)의 성능에 차이가 있을 수 있다. 즉, 앞서 전제한 바와 같이 이 경우에 필터 B'(1565)보다 필터 A(1560)의 성능이 높을 수 있다.

[0148] 이 실시예의 경우, 수신 신호에서부터 M/2 크기의 등화기(1670)와 KM 크기의 등화기(1675)까지의 구현 방식은 상술한 도 14와 관련된 부분에서 설명한 실시예와 유사하다.

[0149] 다만, 필터 B'(1565)이 주파수 축 필터인 관계로, KM 크기 등화(1635) 이후 주파수 축 필터 B'(1565)를 수행함으로써 odd 서브캐리어에 해당하는 데이터를 검출할 수 있다. 즉, 도 14에 도시된 실시예와 비교하여, odd 서브캐리어에 해당하는 데이터 검출을 위한 KM 크기 등화(1535) 이후, KM 크기 IFFT의 수행 없이 주파수 축 필터 B'(1565)를 수행함으로써 odd 서브캐리어에 해당하는 데이터를 검출할 수 있다. 또한, 주파수 축 필터 B'(1565)를 수행한 후에 M/2 크기 FFT의 수행도 역시 이루어지지 않을 수 있다.

[0150] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 또 다른 일 예를 도시한 도면이다.

[0151] 도 16을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단은 주파수 축 필터 A'(1660) 및 주파수 축 필터 B'(1665) 기반으로 구현될 수 있다. 또한 필터 A'(1660) 및 필터 B'(1665)의 성능에 차이가 있을 수 있다. 즉, 앞서 전제한 바와 같이 경우에 필터 B'(1665)보다 필터 A(1660)의 성능이 높을 수 있다.

[0152] 이 실시예의 경우, 수신단은 수신 신호에 대하여 KM 크기의 FFT(1680) 및 주파수 축 필터 A'(1660)를 이용하여 RS가 매핑된 서브캐리어의 채널 정보를 추정할 수 있다. 그리고, 인터폴레이션(interpolation)을 통하여 나머지 even 서브캐리어에 대한 채널 정보를 얻음으로써 M/2 크기의 even 서브캐리어에 대한 채널 정보를 구성할 수 있다(1470).

[0153] 그 후, M/2 크기의 even 서브캐리어에 대한 채널 정보를 이용하여 odd 서브캐리어와 연관된 KM 크기의 채널 정보를 유도할 수 있다(1675).

[0154] 그리고, 수신단은 추정된 M/2 크기 even 채널(1670)과 유도된 KM 크기 채널(1675)을 이용하여 even/odd Subcarrier에 매핑된 데이터를 검출하기 위한 M/2 크기 등화기(1630)와 KM 크기 등화기(1635)를 각각 구성할 수 있다.

[0155] 상기 M/2 크기 등화기(1630)와 KM 크기 등화기(1635)의 구성 이후의 신호 검출 과정은 상술한 도 15와 관련된 부분에서 설명한 실시예와 유사하다.

- [0156] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 구현의 또 다른 일 예를 도시한 도면이다.
- [0157] 도 17을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단은 주파수 축 필터 A'(1760) 및 시간 축 필터 B(1765) 기반으로 구현될 수 있다. 또한 필터 A'(1760) 및 필터 B(1765)의 성능에 차이가 있을 수 있다. 즉, 앞서 전제한 바와 같이 경우에 필터 B(1765)보다 필터 A(1760)의 성능이 높을 수 있다.
- [0158] 이 실시예의 경우, 수신 신호에서부터 M/2 크기의 등화기(1770)와 KM 크기의 등화기(1775)까지의 구현 방식은 상술한 도 16과 관련된 부분에서 설명한 실시예와 유사하다. 그리고, 본 실시예의 수신기는 KM 크기 등화(equalization) 이후(1735), KM 크기 IFFT를 수행하고(1785), 시간 축 필터 B(1765), Phase 제거(1750), 그리고 M/2 크기 FFT를 수행(1745)함으로써, Odd 서브캐리어에 해당하는 데이터를 검출할 수 있다.
- [0159] 이상에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 동작에 대해서 살펴보았다.
- [0160] 이하에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 필터 A의 성능이 높은 경우의 홀수 번째(odd) 서브캐리어와 관련된 채널의 유도 방법에 대해서 살펴보도록 한다.
- [0161] 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 M/2 크기의 even 채널 정보로부터 인터폴레이션(interpolation)을 이용한 odd 관련 채널 유도 방법의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0162] 도 18을 참고하면, M/2 크기의 even 채널에 대하여 인터폴레이션(interpolation)을 통하여, odd 채널을 포함한 M 크기의 채널을 유도하고, 이에 대하여 추가로 인터폴레이션(interpolation)을 수행하여 KM 크기의 채널을 유도 가능하다. 즉, 필터 A에 해당하는 짝수 번째(even) 서브캐리어에 매핑된 RS를 이용하여 수신단은 RS가 매핑된 서브캐리어의 채널 정보를 추정할 수 있다. 그 후, 인터폴레이션(interpolation)을 통하여 나머지 even 서브캐리어에 대한 채널 정보를 얻음으로써 M/2 크기의 even 서브캐리어에 대한 채널 정보를 구성할 수 있다. 그 후, 수신단은 추정된 M/2 크기의 even 서브캐리어에 대한 채널 정보를 이용하여 odd 서브캐리어에 대한 채널 정보를 추정하여 M 크기의 채널을 유도할 수 있다. 그리고, 수신단은 이에 대하여 추가로 인터폴레이션(interpolation)을 수행하여 KM 크기의 채널을 유도할 수 있다.
- [0163] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 M/2 크기의 even 채널 정보로부터 IFFT/FFT를 이용한 odd 관련 채널 유도 방법의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0164] 도 19를 참고하면, 송신 신호(1910)가 실제 물리적 채널, 즉, 시간 축 임펄스 응답을 거친(1920) 수신 신호(1930)에 대하여, 수신단은 M/2 크기의 Even 채널 추정을 수행할 수 있다(1940). 그 후, 수신단은 M/2 크기의 IFFT 연산(1950)을 통해서, 시간 축 임펄스 응답을 추정할 수 있다(1960). 그리고, 추정된 시간 축 임펄스 응답(1960)에 대하여 FFT 연산(1970)을 수행함으로써, odd 관련 채널 유도(1980)가 가능하다.
- [0165] 이상에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단의 필터 A의 성능이 높은 경우의 홀수 번째(odd) 서브캐리어와 관련된 채널의 유도 방법에 대해서 살펴보았다.
- [0166] 도 20은 본 발명의 다중 셀 환경에서의 채널 추정을 위한 서브캐리어-기준 심볼 매핑 구조의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0167] 도 20을 참고하면, 셀 1(또는 제1 셀)을 보면, 상술한 실시 예에서와 마찬가지로 두 개의 베이스 필터, 즉 필터 A0(또는 제1 베이스 필터), 필터 B0(또는 제2 베이스 필터) 중 필터 A0의 성능이 우수하다고 할 때, 짝수 번째 서브캐리어에 RS를 매핑할 수 있다. 즉, 짝수 번째 서브캐리어에는 필터 A0를 베이스 필터로 하는 필터 뱅크가 매핑되어 있고, 홀수 번째 서브캐리어에는 필터 B0를 베이스 필터로 하는 필터 뱅크가 매핑되어 있다. 이 경우, 각 셀당 제어 채널 또는 CRS를 위한 공통 필터 셋(한 필터 셋은 적어도 두 개의 베이스 필터를 포함한다.)만을 정하면 각 주파수 매핑 형식은 미리 정해놓을 수 있다. 이때, LTE에서와 같이 셀간 간섭으로 인한 채널 추정의 저하를 방지하기 위해 셀 식별자(cell ID)에 따라 CRS 매핑시에 주파수 축으로 쉬프트(shift)를 하는 방법을 고려할 때, 하나의 셀에서 사용하던 상술한 실시 예들을 그대로 LTE의 다중 셀 확장 시나리오에 적용하게 되면 베이스 필터가 두 개이면 짝수 번째 서브캐리어만 또는 홀수 번째 서브캐리어에만 RS를 매핑하므로 다중 셀에 의한 주파수축 쉬프트는 두 개의 서브캐리어씩 쉬프트를 하여야 한다. 특히, 베이스 필터가 두 개 이상이 되고 RS에 매핑할 수 있는 베이스 필터가 하나라면, 셀당 주파수 쉬프트는 N_b 개의 자원 요소(RE: resource element)만큼 띄워야 한다. 이때, $N_b = 3$ 만 되어도 위치할 수 있는 주파수축 패턴이 두 가지밖에 존재하지 않을 수 있다. 이때, N_b 는 베이스 필터의 수이다. 참고로, LTE에서는 주파수축 쉬프트 패턴은 6가지가 존재한다.
- [0168] 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 본 발명의 일 실시 예에서는 CRS 위치의 쉬프트 자체는 기존의 LTE와 동일하

게 하되, 물리적인 서브캐리어에 매핑하는 필터 뱅크를 모듈로 쉬프트할 수 있다. 도 20을 예를 들어 설명하면, 두 개의 공통 베이스 필터가 있다고 가정하면, 제1 셀(2010)의 경우 A0로 구성된 필터 뱅크를 짝수 번째 서브캐리어들에 매핑하며 이때 필터는 (A0B0A1B1A2B2...)의 순서로 매핑될 수 있다. 여기서 A1은 베이스 필터 A0가 두 반송파만큼 쉬프트된 형제 필터를 의미하고, B1은 베이스 필터 B0가 두 반송파만큼 쉬프트된 형제 필터를 의미한다. 제2 셀(2020)과 제3 셀(2030)의 경우에는 A0로 구성된 필터 뱅크가 홀수 번째 반송파에 매핑되도록 CRS 향 필터 매핑 정보 지시자가 필요하고, 이때 CRS 쉬프트와 베이스 필터의 수에 따라 필터 뱅크를 쉬프트 할 수 있다. 즉, 필터는 (B0A0B1A1B2A2...)의 순서로 매핑될 수 있다. 따라서 두 개의 베이스 필터 중 한 개의 성능이 우수한 필터에 RS가 매핑된다고 할 때, CRS 주파수축 쉬프트 정도를 모듈로 2를 하여 필터 뱅크를 매핑할 수 있다.

[0169] LTE의 DMRS(Demodulation reference signal)와 같이 특정 사용자들을 위한 RS인 경우에는 베이스 필터 선택이 되면 상술한 실시 예에서와 같이 베이스 필터들의 주파수축 매핑이 정해져 있고, RS 위치를 성능이 우수한 베이스 필터에 매핑이 되도록 RS를 배치할 수 있다. 또 다른 실시 예로는, RS 위치는 정해놓고, 한 사용자의 자원 블록(RB: resource block)들 내에서 두 개 이상의 베이스 필터를 사용하는 경우 성능이 우수한 필터에 RS가 매핑되도록 물리적 서브캐리어를 지정하는 지시자를 필요로 할 수 있다.

[0170] 상술한 설명에서는 설명의 편의를 위해 두 개의 베이스 필터만을 실시 예로 들었으나, QAM-FBMC 시스템에서 두 개 이상의 베이스 필터 즉, N_B 개의 필터 뱅크를 구성할 수 있으며 그 중에서 성능이 우수한 베이스 필터 중 N_k 개의 베이스 필터 뱅크를 RS에 매핑할 수 있다. 예를 들면, $N_B = 4$ 이고, $N_k = 2$ 인 경우에, 앞서 살펴본 바와 같이 필터의 시간축 지연에 따른 자기상관 함수(autocorrelation)과 두 필터 간의 상호상관 함수(cross correlation)를 비교할 수 있다. 다만, 이때 베이스 필터의 수가 늘어나면 이를 전부 다 비교하기에는 하나의 파라미터가 아니라서 어려움이 존재할 수 있다. 따라서 τ 가 데이터 수 "M"의 배수인 경우 자기상관 함수와 상호상관 함수로부터 자기 신호대 간섭비(self SIR: self signal to interference ratio)를 구할 수 있다. 또한 " τ "에 따른 상관 함수의 변화량은 필터의 confinement 특성으로부터 기인하게 된다. 이를 토대로 우수한 필터를 선택하는 기준을 다음 [수학식 8]과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 8

$$\alpha \frac{1}{SIR(P, P_B)} + (1 - \alpha) \text{Confinement}(P, P_B)$$

[0171]

[0172] 여기서 P는 N_B 개의 베이스 필터를 이용하여 구성된 "M" 개의 모든 필터를 모아놓은 것을 의미하며, 이때 P_B 를 베이스 필터로 사용하는 필터 뱅크에 대한 SIR과 confinement를 기준으로 우수한 필터를 선택 할 수 있다. 여기서 self SIR은 이상적인 채널에서 특정 베이스 필터를 기준으로 할 때 다른 필터 및 동일 베이스 필터의 형제 필터들로부터 발생할 수 있는 간섭으로부터 정할 수 있는 값으로 필터 셋이 정해지면 베이스 필터 별로 다른 값을 가질 수 있다. Confinement 또한 필터 셋이 정해지면 베이스 필터 별로 다른 값을 가질 수 있다. 여기서 필터의 confinement와 self SIR중 어디에 가중치를 둘 것인가를 정하는 파라미터 α 는 채널에 의존적인 값으로 주파수 또는 시간 선택적 채널일수록 confinement에 더 가중치를 주기 위해 0에 가까운 값을 가지며 채널이 주파수 시간축으로 평평(flat)할 경우 1에 근접한 값을 가질 수 있다. 즉, 상기 [수학식 8]을 최소화 하는 순서로 베이스 필터를 정렬하여 그 중 N_k 개의 베이스 필터에 RS를 매핑할 수 있다.

[0173] 이상에서는 다중 셀 환경에서의 기준 신호 매핑 방법에 대하여 살펴보았다.

[0174] 한편, 도시되지 않았지만, 본 발명의 일 실시예에 따른 송신단은 통신부 및 상기 송신단의 전반적인 동작을 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.

[0175] 송신단의 제어부는 상술한 실시예들 중 어느 하나의 동작을 수행하도록 송신단을 제어한다. 예를 들면, 제1 송신 필터 및 상기 제2 송신 필터의 성능 차이가 존재하는지 판단하고, 상기 제1 송신 필터 및 상기 제2 송신 필터의 성능 차이가 존재하지 않는 경우, 상기 제1 송신 필터에 대응하는 서브캐리어 및 상기 제2 송신 필터에 대응하는 서브캐리어에 대하여 균등하게 기준 심볼(RS: Reference Symbol)을 매핑(mapping)하고, 상기 제1 송신

필터 및 상기 제2 송신 필터의 성능 차이가 존재하는 경우, 성능이 더 높은 송신 필터에 대응하는 서브캐리어에 가중치를 두고 RS를 매핑하고, 상기 매핑된 RS를 포함하는 송신 신호를 송신하도록 제어할 수 있다.

[0176] 또한, 송신단의 통신부는 상술한 실시예들 중 어느 하나의 동작에 따라 신호를 송수신한다. 예를 들면, 상기 통신부는 RS가 매핑된 송신 신호를 수신단에게 전송할 수 있다. 또한, 통신부는 수신단으로부터 상기 수신단의 채널 관련 정보를 수신할 수 있다.

[0177] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 수신단은 통신부 및 상기 수신단의 전반적인 동작을 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.

[0178] 수신단의 제어부는 상술한 실시예들 중 어느 하나의 동작을 수행하도록 수신단을 제어한다. 예를 들면, 제1 수신 필터 및 제2 수신 필터의 성능 차이가 존재하는지 판단하고, 상기 제1 수신 필터 및 상기 제2 수신 필터의 성능 차이가 존재하는 경우, 성능이 더 높은 수신 필터를 이용하여 상기 성능이 더 높은 수신 필터에 대응하는 서브캐리어의 채널 정보를 추정하고, 상기 추정된 채널 정보를 이용하여 성능이 더 낮은 수신 필터에 대응하는 서브캐리어의 채널 정보를 유도하고, 상기 추정된 채널 정보 및 유도된 채널 정보를 이용하여 신호를 검출하도록 제어할 수 있다.

[0179] 또한, 수신단의 통신부는 상술한 실시예들 중 어느 하나의 동작에 따라 신호를 송수신한다. 예를 들면, 상기 통신부는 상기 송신단으로부터 RS가 매핑된 신호를 수신할 수 있다. 또한, 통신부는 송신단에게 상기 수신단의 채널 관련 정보를 송신할 수 있다.

[0180] 본 명세서와 도면에 개시된 실시 예는 기술 내용을 쉽게 설명하고, 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

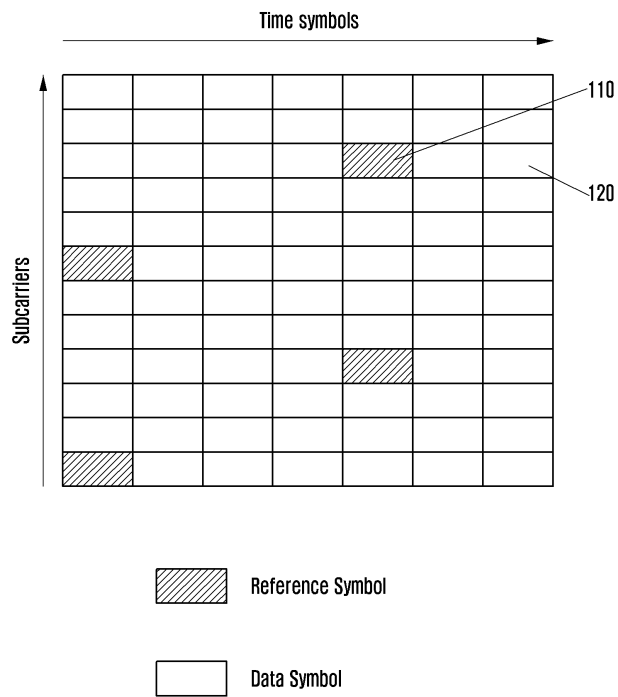
[0181] 한편, 본 명세서와 도면에는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 개시하였으며, 비록 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

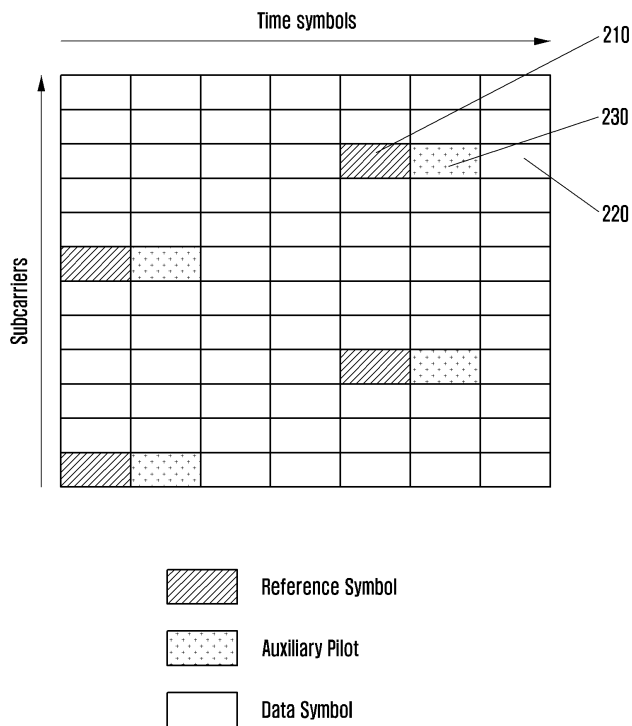
[0182] 110: RS 210: RS
230: 보조 파일럿 310: 짝수 번째 서브캐리어
320: 홀수 번째 서브캐리어 410: 짝수 번째 서브캐리어

도면

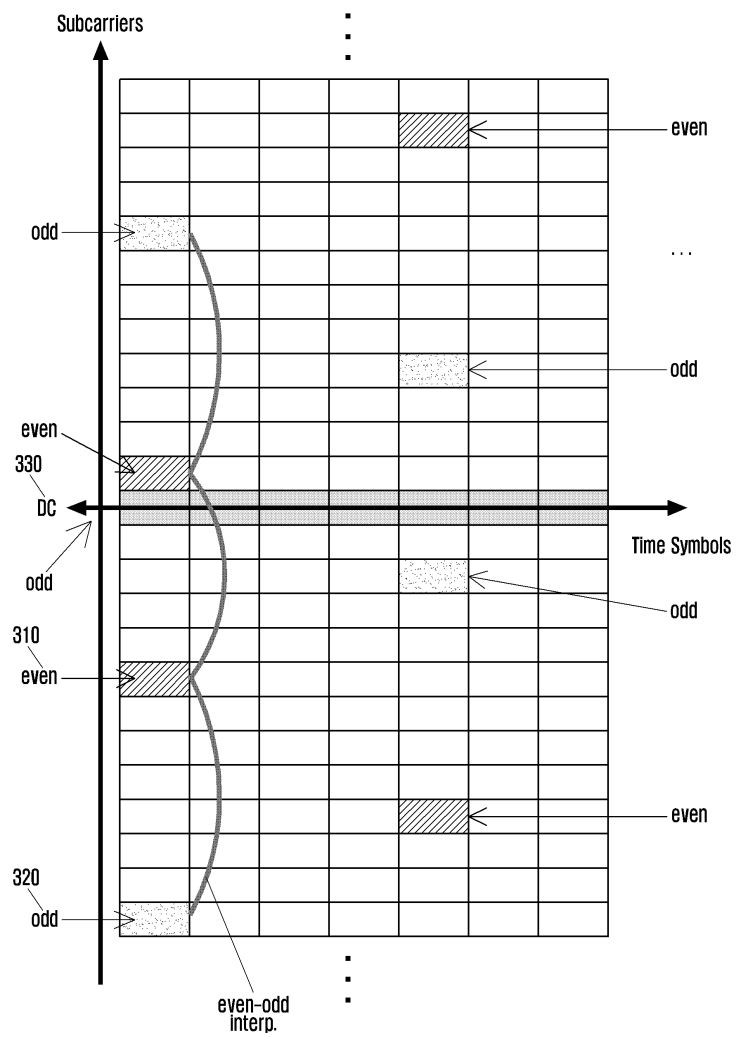
도면1



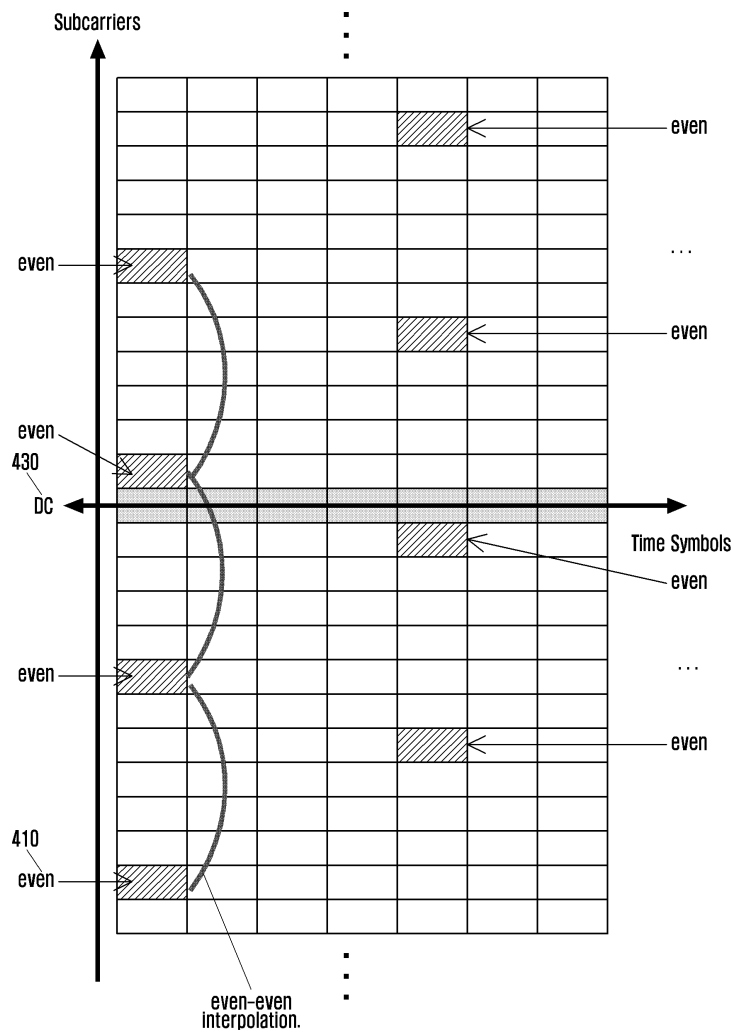
도면2



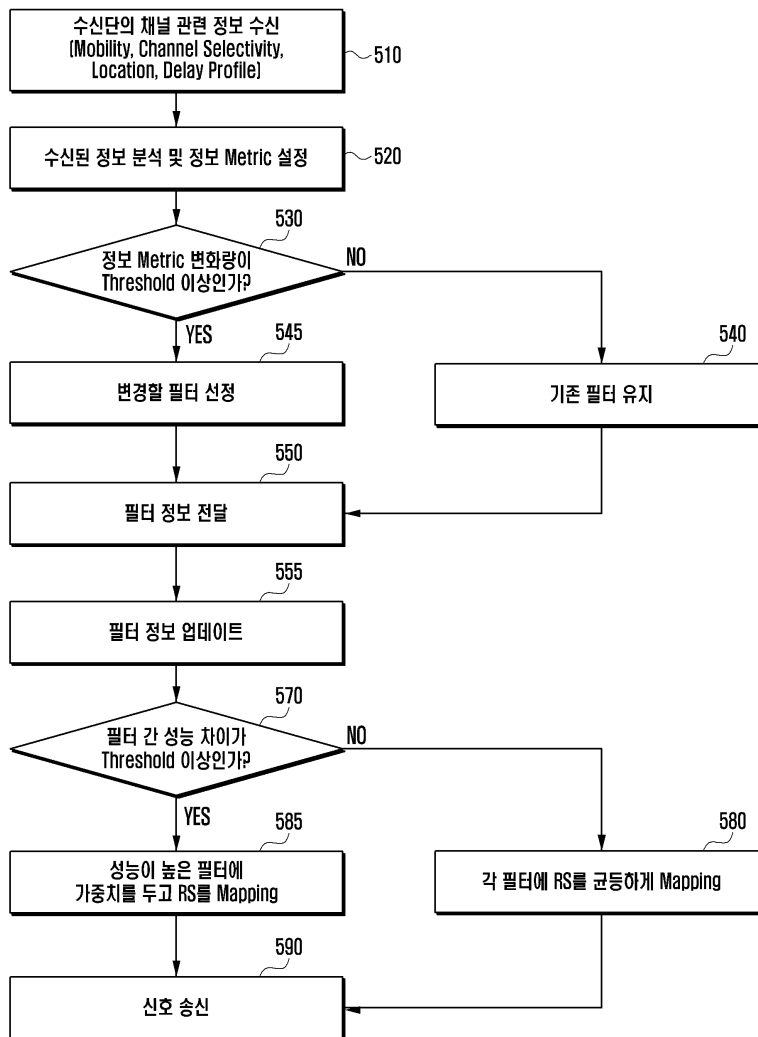
도면3



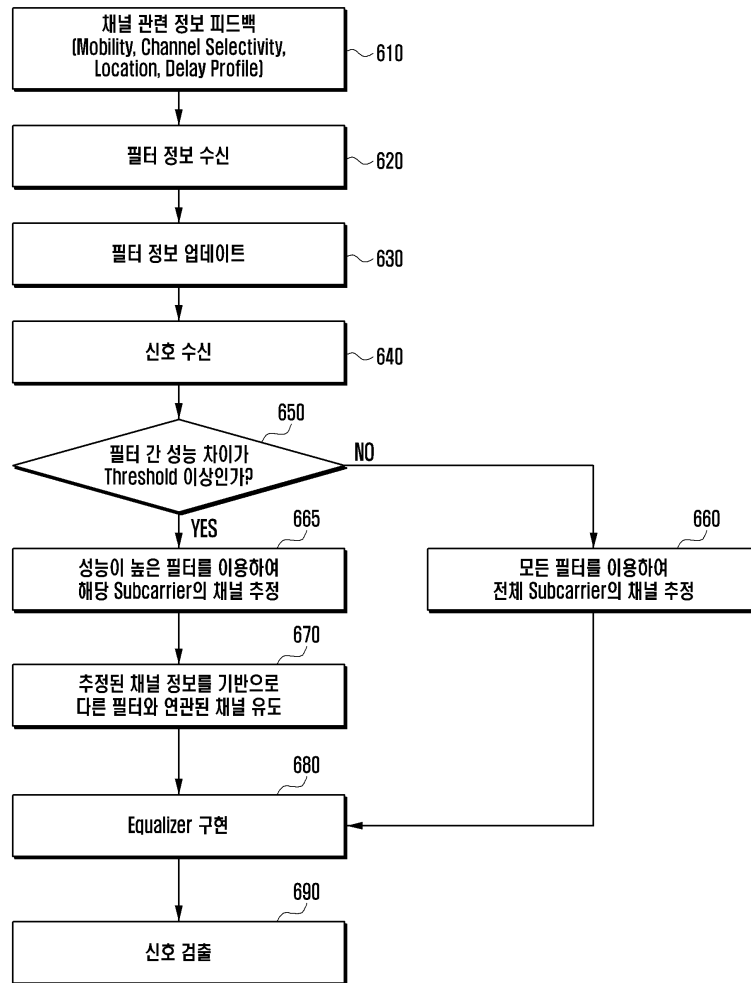
도면4



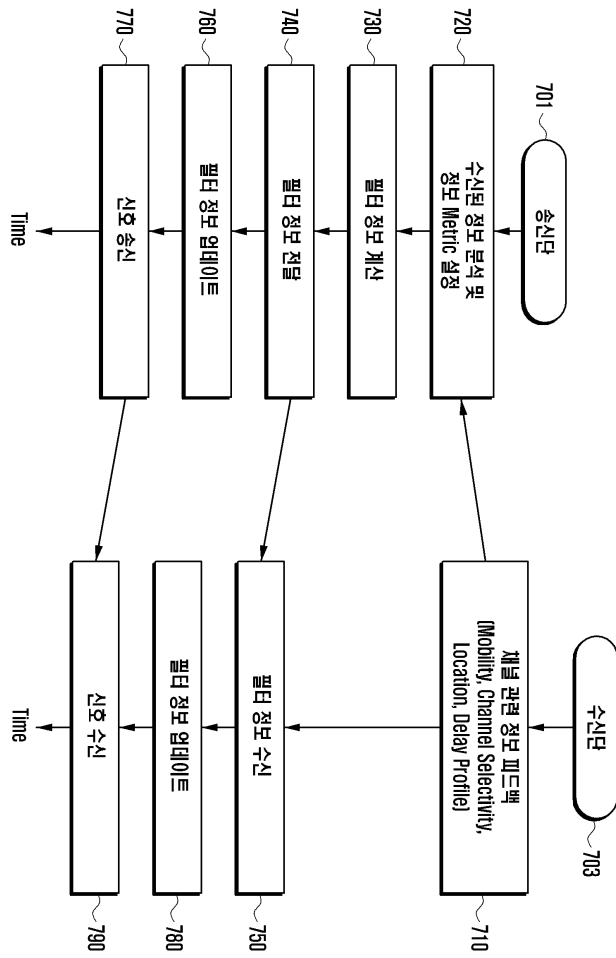
도면5



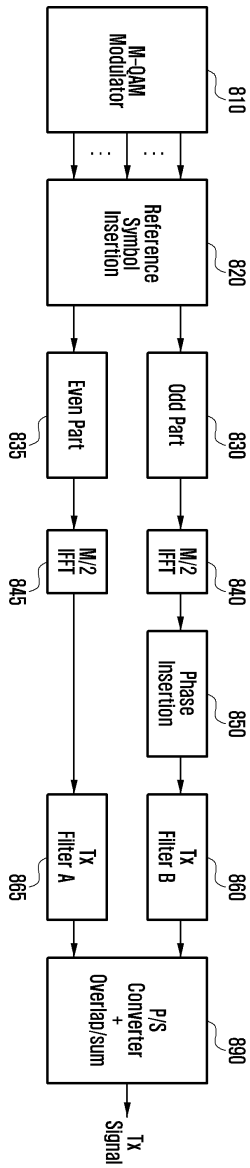
도면6



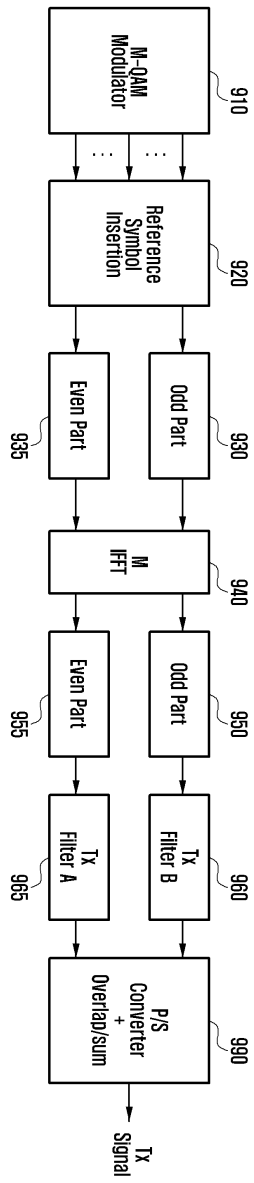
도면7



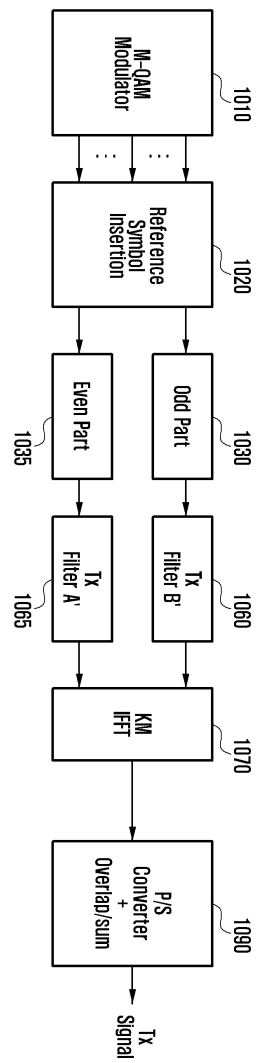
도면8



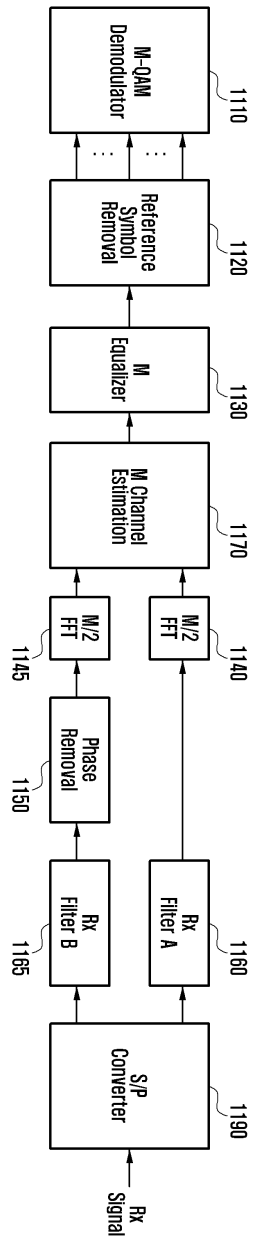
도면9



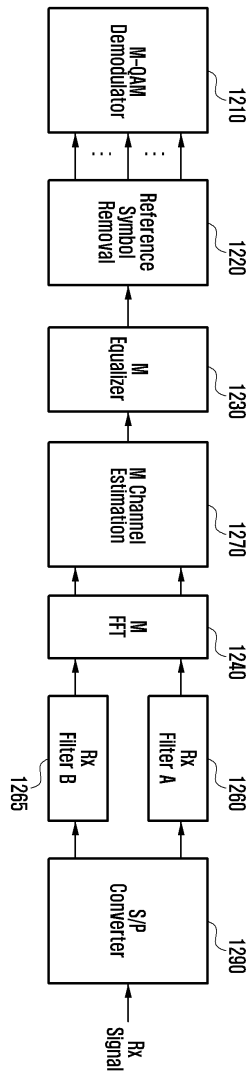
도면10



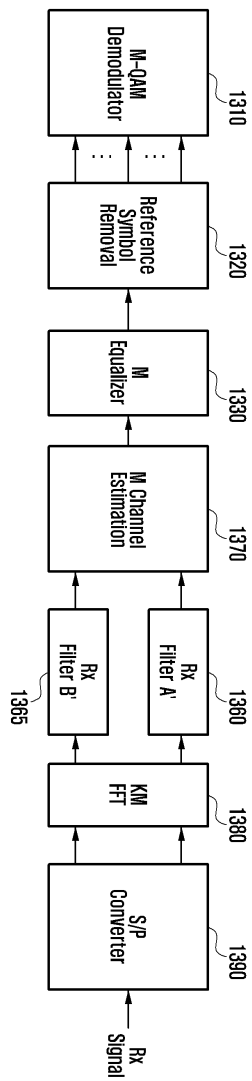
도면11



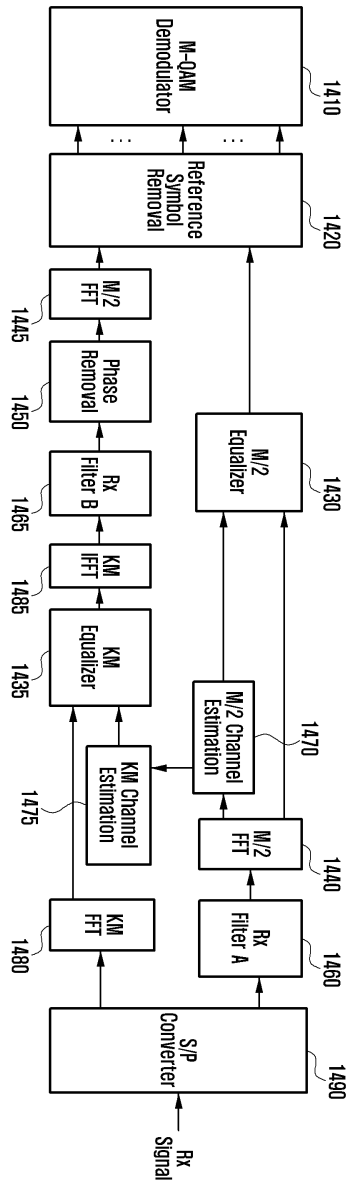
도면12



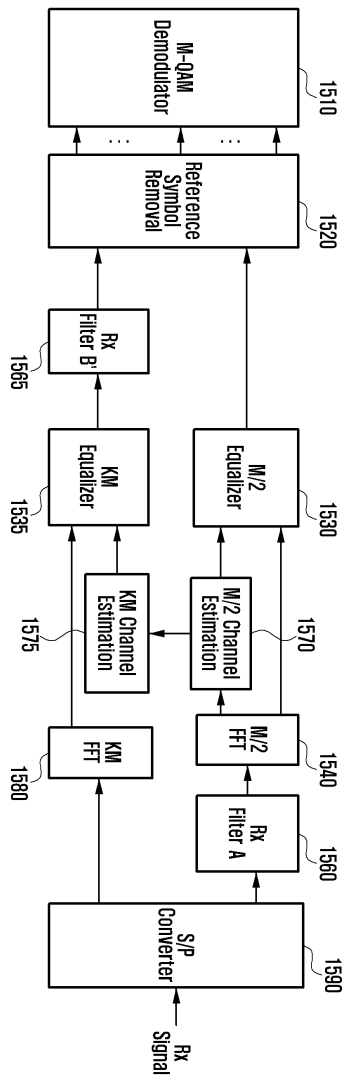
도면13



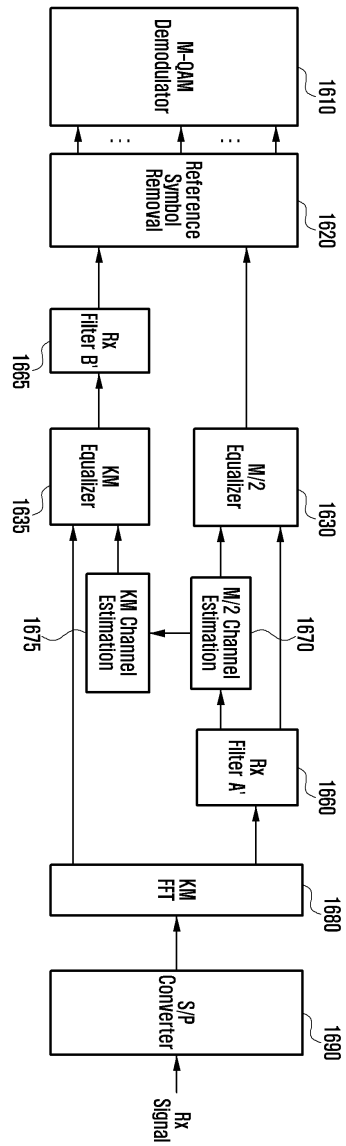
도면14



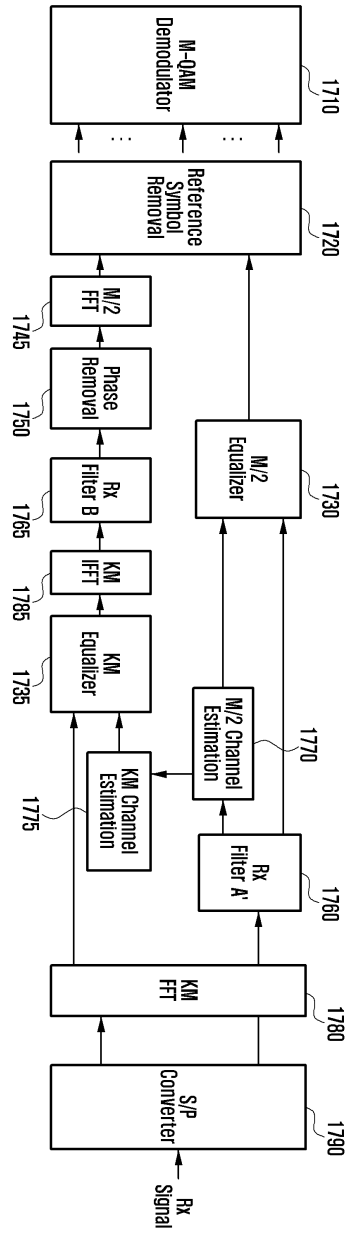
도면15



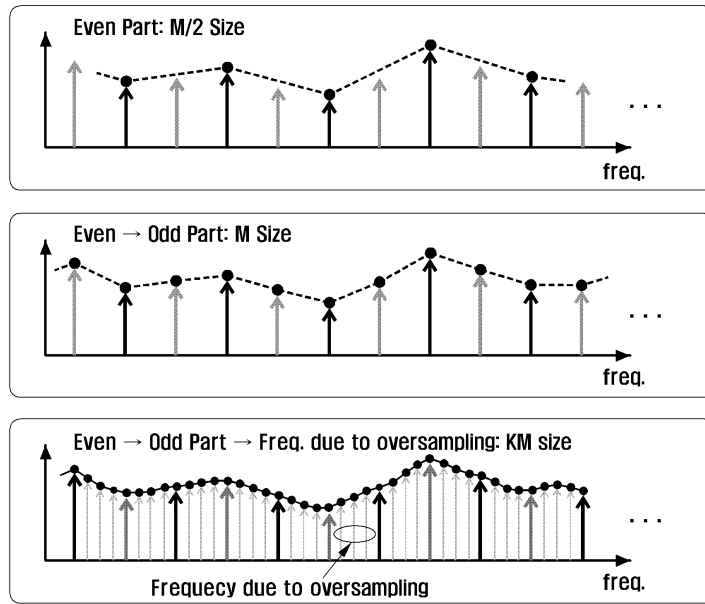
도면16



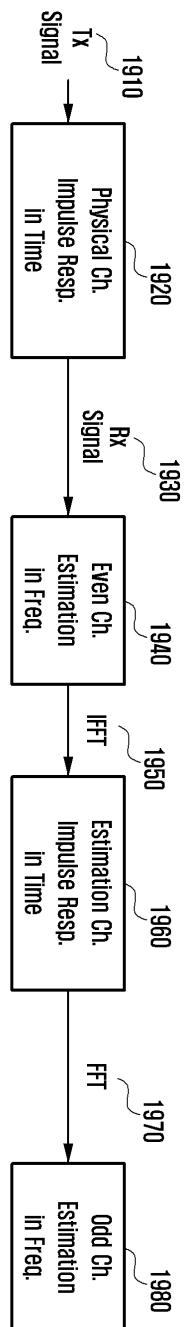
도면17



도면18



도면19



도면20

