



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년02월06일
(11) 등록번호 10-2495896
(24) 등록일자 2023년01월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 27/26 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H04L 27/264 (2021.01)

H04L 27/2614 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0157458

(22) 출원일자 2015년11월10일

심사청구일자 2020년11월10일

(65) 공개번호 10-2017-0054821

(43) 공개일자 2017년05월18일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020150035424 A

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

한성배

서울특별시 서대문구 연세로 50, 제2공학관 705호 (신촌동)

최수용

서울특별시 서대문구 연세로 50, 제2공학관 705호 (신촌동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권혁록, 이정순

전체 청구항 수 : 총 24 항

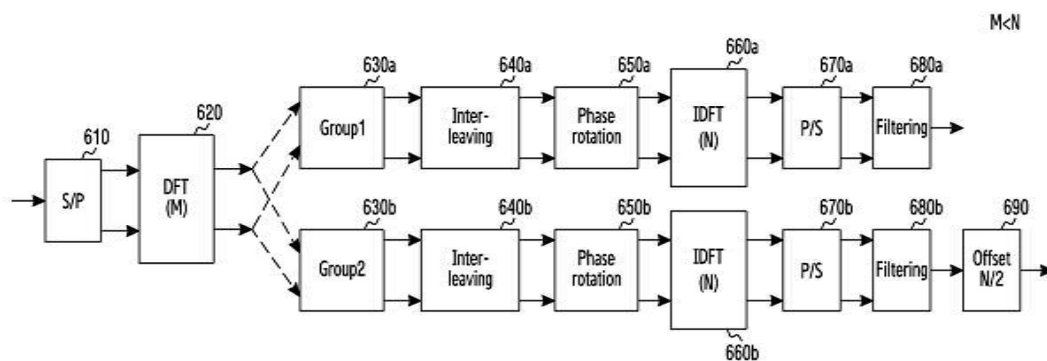
심사관 : 김성태

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 신호의 피크 대 평균 전력 비율을 제어하는 장치 및 동작 방법

(57) 요약

본 개시는 LTE와 같은 4G 통신 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 제공될 5G 또는 pre-5G 통신 시스템에 관련된 것이다. 본 개시의 다양한 실시 예들은 다수의 변조 신호들에 대하여 푸리에(Fourier) 변환을 수행하는 과정과, 상기 변환된 다수의 신호들을 적어도 두 개의 그룹들로 분할하는 과정과, 상기 그룹들에 대응하는 필터 뱅크 기반 다중 반송파(filter bank multicarrier, FBMC)심볼들을 생성하는 과정과, 상기 FBMC 심볼들을 송신하는 과정을 포함한다.

대표도 - 도6



- | | |
|---|---|
| <p>(52) CPC특허분류 <i>H04L 27/2695</i> (2021.01) <i>H04L 27/2697</i> (2013.01)</p> | <p>(56) 선행기술조사문헌 KR1020140053251 A KR1020140127949 A</p> |
| <p>(72) 발명자 남형주 서울특별시 서대문구 연세로 50, 제2공학관 705호 (신촌동)</p> | <p>US20140321524 A1 US20150092827 A1 US20120027070 A1</p> |
| <p>윤여훈 경기도 화성시 병점3로 117, 906동 1303호(병점동, 안화동마을주공9단지)</p> | |
-

명세서

청구범위

청구항 1

송신 장치의 동작 방법에 있어서,
 변조 심볼들에 대하여 푸리에(fourier) 변환을 적용하는 과정과,
 상기 푸리에 변환이 적용된 상기 변조 심볼들에서 제1 심볼 그룹 및 제2 심볼 그룹을 결정하는 과정과,
 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 중 적어도 하나의 그룹에 전처리를 적용하는 과정과, 상기 전처리는
 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹을 결합함으로써 발생된 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹
 간의 간섭을 줄이기 위함이고,
 상기 전처리가 적용된 상기 적어도 하나의 그룹을 포함하는 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹을 결합
 함으로써 필터 बैं크 기반 다중 반송파(filter bank multicarrier, FBMC) 심볼들을 생성하는 과정과,
 상기 FBMC 심볼들을 송신하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 변조 심볼들은 오프셋 직교 진폭 변조(offset quadrature amplitude
 modulation, OQAM)에 기반하고,
 상기 제1 심볼 그룹은 상기 변조 심볼들의 실수 부를 포함하고,
 상기 제2 심볼 그룹은 상기 변조 심볼들의 허수 부를 포함하는 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 상기 전처리를 적용하는 과정은,
 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 각각에 대하여 인터리빙(interleaving)을 적용하는 과정을 포함하는
 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서, 상기 전처리를 적용하는 과정은,
 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 각각에 대하여 위상 회전(phase rotation)을 적용하는 과정과,
 상기 위상 회전이 적용된 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹에 역 푸리에(inverse fourier) 변환을 적
 용하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 변조 심볼들은 직교 진폭 변조(quadrature amplitude modulation, QAM)방식에 기반하
 고,
 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹은 동일한 수의 심볼들을 포함하는 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 전처리가 적용되기 전에 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹에 대하여 역 푸리에 변환을 적용하는 과정과,

상기 전처리를 적용하는 과정은 상기 역 푸리에 변환이 적용된 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 중 하나의 그룹에 대하여 위상 회전을 적용하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 7

수신 장치의 동작 방법에 있어서,

송신 장치로부터 필터 뱅크 기반 다중 반송파(filter bank multicarrier, FBMC) 심볼들을 수신하는 과정과, 상기 FBMC 심볼들은 상기 송신 장치에 의해 생성되고, 상기 송신 장치의 동작 방법은,

변조 심볼들에 대하여 푸리에(fourier)변환을 적용하는 과정과,

상기 푸리에 변환이 적용된 상기 변조 심볼들에서 제1 심볼 그룹 및 제2 심볼 그룹을 결정하는 과정과,

상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 중 적어도 하나의 그룹에 전처리를 적용하는 과정과, 상기 전처리는 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹을 결합함으로써 발생된 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 간의 간섭을 줄이기 위함이고,

상기 전처리가 적용된 상기 적어도 하나의 그룹을 포함하는 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹을 결합함으로써 상기 FBMC 심볼들을 생성하는 과정을 포함하고,

상기 수신 장치의 동작 방법은, 상기 전처리에 대응하는 처리를 상기 FBMC 심볼들에 적용하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서, 상기 변조 심볼들은 오프셋 직교 진폭 변조(offset quadrature amplitude modulation, OQAM)에 기반하고,

상기 제1 심볼 그룹은 상기 변조 심볼들의 실수 부를 포함하고,

상기 제2 심볼 그룹은 상기 변조 심볼들의 허수 부를 포함하는 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서, 상기 전처리에 대응하는 상기 처리를 상기 FBMC 심볼들에 적용하는 과정은,

상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 각각에 대하여 위상 회전(phase rotation)을 적용하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서, 상기 전처리에 대응하는 상기 처리를 상기 FBMC 심볼들에 적용하는 과정은,

상기 위상 회전이 적용된 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 각각에 대하여 디인터리빙(deinterleaving)을 적용하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 11

청구항 7에 있어서, 상기 변조 심볼들은 직교 진폭 변조(quadrature amplitude modulation, QAM)방식에 기반하고,

상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹은 동일한 수의 심볼들을 포함하는 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 제1 심볼 그룹과 필터 계수를 곱하여 제3 심볼 그룹을 생성하고, 상기 제2 심볼 그룹과 상기 필터 계수를 곱하여 제4 심볼 그룹을 생성하는 과정과,

상기 제3 심볼 그룹 및 상기 제4 심볼 그룹 중 하나의 그룹에 대하여 위상 회전을 적용하는 과정과,

상기 제3 심볼 그룹 및 상기 제4 심볼 그룹 각각에 대하여 상기 푸리에 변환을 적용하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 13

송신 장치에 있어서,

송수신기(transceiver)와,

적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

변조 심볼들에 대하여 푸리에(fourier)변환을 적용하고,

상기 푸리에 변환이 적용된 상기 변조 심볼들에서 제1 심볼 그룹 및 제2 심볼 그룹을 결정하고,

상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 중 적어도 하나의 그룹에 전처리를 적용하고, 상기 전처리는 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹을 결합함으로써 발생된 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 간의 간섭을 줄이기 위함이고,

상기 전처리가 적용된 상기 적어도 하나의 그룹을 포함하는 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹을 결합함으로써 필터 बैं크 기반 다중 반송파(filter bank multicarrier, FBMC) 심볼들을 생성하고,

상기 송수신기는, FBMC 심볼들을 송신하는 장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서, 상기 변조 심볼들은 오프셋 직교 진폭 변조(offset quadrature amplitude modulation, OQAM)에 기반하고,

상기 제1 심볼 그룹은 상기 변조 심볼들의 실수 부를 포함하고,

상기 제2 심볼 그룹은 상기 변조 심볼들의 허수 부를 포함하는 장치.

청구항 15

청구항 14에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는,

상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 각각에 대하여 인터리빙(interleaving)을 적용하는 장치.

청구항 16

청구항 15에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는,

상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 각각에 대하여 위상 회전(phase rotation)을 적용하고,

상기 위상 회전이 적용된 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹에 역 푸리에(inverse fourier) 변환을 적용하는 장치.

청구항 17

청구항 13에 있어서, 상기 변조 심볼들은 직교 진폭 변조(quadrature amplitude modulation, QAM)방식에 기반하고,

상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹은 동일한 수의 심볼들을 포함하는 장치.

청구항 18

청구항 17에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는,

상기 전처리가 적용되기 전에 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹에 대하여 역 푸리에 변환을 적용하고,

상기 전처리의 적용은, 상기 역 푸리에 변환이 적용된 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 중 하나의 그룹에 대하여 위상 회전을 적용하는 장치.

청구항 19

수신 장치에 있어서,

송수신기(transceiver)와,

적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 송수신기는,

송신 장치로부터 필터 뱅크 기반 다중 반송파(filter bank multicarrier, FBMC) 심볼들을 수신하고, 상기 FBMC 심볼들은 상기 송신 장치에 의해 생성되고,

상기 송신 장치는,

변조 심볼들에 대하여 푸리에(fourier)변환을 적용하고,

상기 푸리에 변환이 적용된 상기 변조 심볼들에서 제1 심볼 그룹 및 제2 심볼 그룹을 결정하고,

상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 중 적어도 하나의 그룹에 전처리를 적용하고, 상기 전처리는 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹을 결합함으로써 발생된 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 간의 간섭을 줄이기 위함이고,

상기 전처리가 적용된 상기 적어도 하나의 그룹을 포함하는 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹을 결합함으로써 상기 FBMC 심볼들을 생성하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 전처리에 대응하는 처리를 상기 FBMC 심볼들에 적용하는 장치

청구항 20

청구항 19에 있어서, 상기 변조 심볼들은 오프셋 직교 진폭 변조(offset quadrature amplitude modulation, OQAM)에 기반하고,

상기 제1 심볼 그룹은 상기 변조 심볼들의 실수 부를 포함하고,
상기 제2 심볼 그룹은 상기 변조 심볼들의 허수 부를 포함하는 장치.

청구항 21

청구항 20에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는,
상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 각각에 대하여 위상 회전(phase rotation)을 적용하는 장치.

청구항 22

청구항 21에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는,
상기 위상 회전이 적용된 상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹 각각에 대하여 디인터리빙(deinterleaving)을 적용하는 장치.

청구항 23

청구항 19에 있어서, 상기 변조 심볼들은 직교 진폭 변조(quadrature amplitude modulation, QAM)방식에 기반하고,
상기 제1 심볼 그룹 및 상기 제2 심볼 그룹은 동일한 수의 심볼들을 포함하는 장치.

청구항 24

청구항 23에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는,
상기 제1 심볼 그룹과 필터 계수를 곱하여서 제3 심볼 그룹을 생성하고,
상기 제2 심볼 그룹과 상기 필터 계수를 곱함으로써 제4 심볼 그룹을 생성하고,
상기 제3 심볼 그룹 및 상기 제4 심볼 그룹 중 하나의 그룹에 대하여 위상 회전을 적용하고,
상기 제3 심볼 그룹 및 상기 제4 심볼 그룹 각각에 대하여 상기 푸리에 변환을 적용하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 신호의 PAPR(Peak to Average Power Ratio)제어에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 4G 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후 (Beyond 4G Network) 통신 시스템 또는 LTE 시스템 이후 (Post LTE)의 시스템이라 불리어지고 있다.

[0004] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파(mmWave) 대역 (예를 들어, 60기가(60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO), 전차원 다중입출력(Full Dimensional MIMO: FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔형성(analog beamforming), 및 대규모 안테나 (large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.

- [0005] 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀 (advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크 (cloud radio access network: cloud RAN), 초고밀도 네트워크 (ultra-dense network), 기기 간 통신 (Device to Device communication: D2D), 무선 백홀 (wireless backhaul), 이동 네트워크 (moving network), 협력 통신 (cooperative communication), CoMP (Coordinated Multi-Points), 및 수신 간섭제거 (interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다.
- [0006] 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조(Advanced Coding Modulation: ACM) 방식인 FQAM (Hybrid FSK and QAM Modulation) 및 SWSC (Sliding Window Superposition Coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC(Filter Bank Multi Carrier), NOMA(non orthogonal multiple access), 및 SCMA(sparse code multiple access) 등이 개발되고 있다.
- [0007] FBMC 전송 시스템은 필터링(filtering)과정, IFFT 블록을 이용한 다중 반송파 변조과정, 변조된 심볼 블록들의 중첩 과정으로 구성된다. FBMC 전송 시스템은 오프셋 직교 진폭 변조(Offset Quadrature Amplitude Modulation, OQAM)방식과 직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation, QAM) 방식으로 구분될 수 있다.
- [0008] 이산 푸리에 변환 확산(Discrete Fourier Transform spreading, DFT spreading) 기법은 직교 주파수 분할 다중 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) 전송 시스템에서 PAPR(Peak to Average Power Ratio) 감소를 위한 기법으로 고려되었다. OFDM 전송 시스템은 IFFT를 수행하기 이전에 DFT를 수행함으로써 PAPR 감소 효과를 얻을 수 있다. DFT 확산 기법에서 DFT 크기는 송신 장치에 할당된 반송파의 수와 같다. 상기 DFT 크기는 IFFT 크기보다 작거나 같다. 상기 DFT 방식에 의하여 전처리된 신호는 IFFT 블록에 의하여 변조된다. 상기 방법은 IFFT 블록의 반송파 위치 할당 방식에 따라 LFDMA(Localized Frequency Division Multiple Access)와 IFDMA(Interleaved Frequency Division Multiple Access)로 구분된다.
- [0009] FBMC 전송 시스템은 OFDM 전송 시스템과 달리 신호를 중첩하여 전송하기 때문에 DFT 확산 기법을 OFDM 전송 시스템과 동일하게 적용하면 PAPR 감소 효과가 미약하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 개시의 목적은 FBMC(Filter Bank Multi Carrier) 전송 시스템에서 LFDMA(Localized Frequency Division Multiple Access)방식의 DFT 확산(Discrete Fourier Transform Spreading) 기법을 적용함으로써 중첩 구조로부터 발생한 PAPR(Peak to Average Power Ratio)의 감소 효과를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 개시의 일 실시 예는 송신 장치의 동작 방법을 제공할 수 있다. 상기 동작 방법은 다수의 변조 신호들에 대하여 푸리에 변환을 수행하는 과정과, 상기 변환된 다수의 신호들을 적어도 두 개의 그룹으로 분할하는 과정과, 상기 그룹들에 대응하는 필터 뱅크 기반 다중 반송파(filter bank multicarrier, FBMC)심볼들을 생성하는 과정과, 상기 FBMC 심볼들을 송신하는 과정을 포함한다.
- [0014] 본 개시의 다른 실시 예는 수신 장치의 동작 방법을 제공할 수 있다. 상기 동작 방법은 수신된 다수의 신호들을 적어도 두 개의 그룹으로 분할하는 과정과, 상기 분할된 적어도 두 개의 그룹 각각에 대하여 필터 뱅크 기반 다중 반송파(filter bank multicarrier, FBMC)심볼들을 생성하는 과정과, 상기 생성된 적어도 두 개의 그룹들의 신호들을 동시에 역 푸리에 변환을 수행하는 과정과, 상기 변환된 다수의 신호들에 대하여 채널 추정 및 등화(equalization)를 수행함으로써 다수의 복원된 신호들을 생성하는 과정을 포함한다.
- [0015] 본 개시의 다른 실시 예는 송신 장치를 제공할 수 있다. 상기 장치는 신호를 송신하는 송신부(transmitter)와, 상기 송신부와 기능적으로 결합된 변조부(modulator)를 포함하고, 상기 변조부는 다수의 변조 신호들에 대하여 푸리에 변환을 수행하도록 구성되고, 상기 변환된 다수의 신호들을 적어도 두 개의 그룹들로 분할하도록 구성되고, 상기 그룹들에 대응하는 FBMC 심볼들을 생성하도록 구성된다.
- [0016] 본 개시의 다른 실시 예는 수신 장치를 제공할 수 있다. 상기 장치는 다수의 신호들을 수신하는 수신부(receiver)와, 상기 수신부와 기능적으로 결합된 복조부(demodulator)를 포함하고, 상기 복조부는 상기 수신된 다수의 신호들을 적어도 두 개의 그룹으로 분할하도록 구성되고, 상기 분할된 적어도 두 개의 그룹들에 대응하는 FBMC 심볼들을 생성하도록 구성되고, 상기 생성된 적어도 두 개의 그룹들의 신호들을 동시에 역 푸리에 변환을 수행하도록 구성되고, 상기 변환된 다수의 신호들을 채널 추정 및 등화를 수행함으로써 다수의 복원된 신호

들을 생성하도록 구성된다.

발명의 효과

[0018] 다양한 실시 예들은 FBMC 전송 시스템에서 PAPR 감소효과를 향상시킬 수 있는 효율적인 DFT 확산 기법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 본 개시의 내용 및 장점의 보다 완벽한 이해를 위하여, 첨부된 도면과 함께 이하의 상세한 설명이 기술되며, 동일한 참조 번호는 동일한 부분을 나타낸다.

도 1은 신호를 송수신하는 무선 통신 시스템의 예를 도시한다.

도 2는 일 실시 예에 따른 송신 장치의 블록도를 도시한다.

도 3은 일 실시 예에 따른 수신 장치의 블록도를 도시한다.

도 4는 FBMC 전송 시스템에서 신호의 송신 및 수신을 위한 동작의 일 예를 도시한다.

도 5는 FBMC 전송 시스템에서 신호의 송신 및 수신을 위한 동작의 다른 예를 도시한다.

도 6은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 송신 신호 처리 과정을 도시한다.

도 7은 다른 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 송신 신호 처리 과정을 도시한다.

도 8은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호 처리 과정을 도시한다.

도 9는 다른 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호 처리 과정을 도시한다.

도 10은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 송신 신호 처리 과정의 개략적인 흐름도를 도시한다.

도 11은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 송신 신호 처리 과정의 구체적인 흐름도를 도시한다.

도 12는 다른 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 송신 신호 처리 과정의 구체적인 흐름도를 도시한다.

도 13은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호 처리 과정의 개략적인 흐름도를 도시한다.

도 14는 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호 처리 과정의 구체적인 흐름도를 도시한다.

도 15는 다른 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호 처리 과정의 구체적인 흐름도를 도시한다.

도 16은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 블록 인터리빙 동작을 도시한다.

도 17은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 PAPR 성능을 도시한다.

도 18은 다른 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 PAPR 성능을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하 첨부된 도면을 참조하여 다양한 실시 예들의 동작 원리를 상세히 설명한다. 하기에서 다양한 실시 예들을 설명에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 다양한 실시 예들에서의 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.

[0023] 이하 본 개시는 무선 통신 시스템에서 PAPR 감소효과를 향상시킬 수 있는 효율적인 DFT 확산 기법을 위한 기술에 대해 설명한다.

[0024] 이하 설명에서 사용되는 변조(modulation)를 지칭하는 용어, 복조(demodulation)를 지칭하는 용어, 필터링(filtering)을 지칭하는 용어, 오프셋(offset)을 지칭하는 용어, 신호(signal)들을 지칭하는 용어, 장치의 구성요소를 지칭하는 용어 등은 설명의 편의를 위해 예시된 것이다. 따라서, 본 발명이 후술되는 용어들에 한정되는 것은 아니며, 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어가 사용될 수 있다.

[0026] 도 1은 신호를 송수신하는 무선 통신 시스템 100의 예를 도시한다.

- [0027] 도 1을 참고하면, 시스템 100은 송신 장치 110과 수신 장치 120을 포함한다. 송신 장치 110과 수신 장치 120은 사용자 장치 또는 망(network) 장치에 해당될 수 있다. 상기 사용자 장치는 단말(terminal), 이동국(mobile station), 사용자 장비(user equipment) 등을 포함할 수 있다. 상기 망 장치는 기지국(base station), 노드 B(nodeB), e노드B(evolved nodeB) 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 송신 장치 110과 수신 장치 120은 모두 단말에 해당될 수 있다. 다른 예로써, 송신 장치 110은 단말에 해당되고, 수신 장치 120은 기지국에 해당될 수 있다.
- [0028] 송신 장치 110은 수신 장치 120에게 신호를 송신할 수 있다. 예를 들어, 송신 장치 110은 FBMC 방식에 의하여 변조된 적어도 하나의 심볼(symbol)들을 송신할 수 있다. 수신 장치 120은 신호를 수신할 수 있다. 설명의 편의를 위하여 송신 장치 110은 신호를 송신하고, 수신 장치 120은 신호를 수신할 수 있다고 도시되었지만, 수신 장치 120 또한 신호를 송신할 수 있고, 송신 장치 110 또한 신호를 수신할 수 있다.
- [0030] 도 2는 일 실시 예에 따른 송신 장치 110의 블록도를 도시한다. 이하 사용되는 " ... 부", " ... 기" 등의 용어는 적어도 하나의 기능 또는 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 상기 용어는 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 결합을 의미할 수 있다.
- [0031] 도 2를 참고하면, 송신 장치 110은 통신부 210, 저장부 220, 제어부 230을 포함한다. 통신부 210은 변조부 212, 송신부 214를 포함할 수 있다. 변조부 212는 송신 신호를 생성하기 위한 일련의 기능들을 제공할 수 있다. 예를 들어, 변조부 212는 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행할 수 있다. 또한 변조부 212는 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심볼들을 생성할 수 있다. 변조부 212는 송신 필터 뱅크를 포함할 수 있다. 상기 송신 필터 뱅크는 변조된 복소 심볼들을 필터링하여 원하는 형태의 파형을 획득할 수 있다. 상기 필터링하는 동작은 주파수 도메인(domain)에서 수행될 수 있고, 또한 시간 도메인에서 수행될 수 있다. 예를 들어, 변조된 심볼들은 주파수 도메인에서 필터링이 수행되고, 역 고속 푸리에 변환(Inverse Fast Fourier Transform, IFFT) 수행에 의하여 시간 도메인으로 변환될 수 있다. 다른 예로써, 변조된 심볼들은 IFFT 수행에 의하여 시간 도메인으로 변환되고, 필터링이 수행될 수 있다.
- [0032] 송신부 214는 신호를 송신하기 위한 일련의 기능들을 수행할 수 있다. 예를 들어, 송신부 214는 기저대역 신호를 RF(radio frequency) 대역 신호로 상향변환한 후 안테나를 통해 송신할 수 있다.
- [0033] 저장부 220은 송신 장치 110의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장할 수 있다. 저장부 220은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리의 조합으로 구성될 수 있다.
- [0034] 제어부 230은 송신 장치 110의 전반적인 동작들을 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어부 230은 통신부 210을 통하여 신호를 송수신할 수 있다. 또한 제어부 230은 저장부 220에 데이터를 기록하고, 불러올 수 있다. 제어부 230은 적어도 하나의 프로세서(Processor) 또는 마이크로 프로세서(Micro Processor)를 포함하거나 또는 상기 프로세서의 일부일 수 있다. 특히, 제어부 230은 통신부 210에서 송신되는 신호의 PAPR을 감소시키기 위한 기능을 제어한다. 예를 들어, 제어부 230은 후술되는 PAPR 감소를 위한 동작들을 수행하도록 통신부 210을 제어할 수 있다.
- [0036] 도 3은 일 실시 예에 따른 수신 장치 120의 블록도를 도시한다. 이하 사용되는 " ... 부", " ... 기" 등의 용어는 적어도 하나의 기능 또는 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 상기 용어는 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 결합을 의미할 수 있다.
- [0037] 도 3을 참고하면, 수신 장치 120은 통신부 310, 저장부 320, 제어부 330을 포함한다. 통신부 310은 복조부 312, 수신부 314를 포함할 수 있다. 수신부 314는 안테나를 통하여 신호를 수신하기 위한 일련의 기능들을 수행할 수 있다. 예를 들어, 수신부 314는 안테나를 통하여 수신되는 RF 대역 신호를 기저대역 신호로 하향변환한다.
- [0038] 복조부 312는 수신된 신호를 복원하기 위한 일련의 기능들을 수행할 수 있다. 예를 들어, 복조부 312는 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행한다. 예를 들어, 데이터 수신 시, 복조부 312는 기저대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원한다. 복조부 312는 수신 필터 뱅크를 포함할 수 있다. 수신 필터 뱅크는 복조된 심볼들을 필터링하여 원하는 형태의 파형을 획득할 수 있다. 상기 필터링을 하는 동작은 주파수 도메인에서 수행될 수 있고, 또한 시간 도메인에서 수행될 수 있다. 예를 들어, 복조된 심볼들은 시간 도메인에서 필터링이 수행되고, 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform, FFT) 수행에 의하여 주파수 도메인으로 변환될 수 있다. 다른 예로써, 복조된 심볼들은 FFT 수행에 의하여 주파수 도메인으로

변환되고, 필터링이 수행될 수 있다.

- [0039] 저장부 320은 수신 장치 120의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장할 수 있다. 저장부 320은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리의 조합으로 구성될 수 있다.
- [0040] 제어부 330은 수신 장치 120의 전반적인 동작들을 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어부 330은 통신부 310을 통하여 신호를 수신할 수 있다. 또한 제어부 330은 저장부 320에 데이터를 기록하고, 불러올 수 있다. 제어부 230은 적어도 하나의 프로세서(Processor) 또는 마이크로 프로세서(Micro Processor)를 포함하거나 또는 상기 프로세서의 일부일 수 있다. 특히, 제어부 330은 통신부 310에서 수신되는 신호의 PAPR을 감소시키기 위한 기능을 제어한다. 예를 들어, 제어부 330은 후술되는 PAPR 감소를 위한 동작들을 수행하도록 통신부 310을 제어할 수 있다.
- [0042] 도 4는 FBMC 전송 시스템에서 신호의 송신 및 수신을 위한 동작의 일 예를 도시한다. 도 4는 주파수 도메인에서 필터링이 수행되는 동작의 예를 도시한다.
- [0043] 도 4를 참고하면, 송신 장치 110은 송신 필터 뱅크 412, IFFT 모듈 414, 중첩 및 합산 모듈 416을 포함한다. 송신 필터 뱅크 412는 도 2의 송신 필터 뱅크 212에 대응할 수 있다. 송신 필터 뱅크 412는 데이터 심볼 D1 내지 Dm을 오버샘플링(oversampling)할 수 있다. 일 실시 예에서, 도 4는 오버샘플링 인자(factor)가 5인 경우를 도시한다. 오버샘플링이 수행되면, 송신 필터 뱅크 412는 필터 차수(filter order) K를 이용하여 필터링을 수행할 수 있다. 일 실시 예에서 도 4는 필터 차수 K가 2인 경우를 도시한다. 즉, 오버샘플링 인자는 $5=2 \times K+1$ 에 의하여 결정될 수 있다. 설명의 편의를 위하여, 도 4는 오버샘플링 인자를 5, 필터 차수를 2로 도시하였지만 오버샘플링 인자 및 필터 계수에 대한 다른 값이 결정될 수 있다. 예를 들어, 송신 필터 뱅크 412는 D1을 오버샘플링함으로써 5개의 동일한 D1을 생성할 수 있다. 유사하게, 송신 필터 뱅크 412는 D2 내지 Dm을 각각 오버샘플링하고 필터 계수들과 곱셈 연산을 수행할 수 있다. 이때, 인접한 데이터 심볼들의 필터링된 샘플들 중 일부는 합산된다. 예를 들어, 필터링된 D1의 샘플들 2개가 필터링된 D2의 샘플들 2개와 각각 합산될 수 있다. 상기 합산된 샘플들이 수신 장치 120에서 분리되기 위하여 서로 다른 필터들이 인접한 데이터 심볼들에 대하여 적용될 수 있다. 또한 상기 합산된 샘플들이 수신 장치 120에서 분리되기 위하여 상기 인접한 데이터 심볼들은 적어도 두 개의 서로 다른 그룹으로 분할될 수 있다. 예를 들어, OQAM방식의 경우, 상기 인접한 데이터 심볼들은 실수 값(real value)과 허수 값(imaginary value)으로 분할될 수 있다.
- [0044] IFFT 모듈 414는 송신 필터 뱅크 412로부터 출력된 데이터 심볼들에 대하여 IFFT 연산을 수행할 수 있다. 즉, IFFT 모듈 414는 IFFT 연산을 이용하여 FBMC 심볼들을 생성할 수 있다. 상기 FBMC 심볼들의 길이는 송신 필터 뱅크 412에서 수행된 오버샘플링 때문에 기존 데이터 심볼들의 개수 M보다 크다. 따라서, 중첩 및 합산 모듈 416은 IFFT 모듈 414에 의하여 생성된 FBMC 심볼들을 부분적으로 중첩 및 합산할 수 있다. FBMC 심볼들은 시간 도메인에서 서로 독립적으로 송신되지 않고, 일부 중첩된 상태로 송신될 수 있다. 보다 구체적으로, 첫 번째 FBMC 심볼의 후단과 두 번째 FBMC 심볼의 전단이 중첩될 수 있다. 즉, 중첩 및 합산 모듈 416은 FBMC 심볼들을 미리 결정된 간격으로 배치하고, 동일 시간 상에 위치한 FBMC 심볼들의 샘플들을 합산함으로써 송신 신호를 생성할 수 있다.
- [0045] 도 4에 도시되지 아니하였으나, 송신 장치 110은 중첩 및 합산 모듈 416에 의하여 생성된 송신 신호를 송신하기 위하여 적어도 하나의 모듈을 더 포함할 수 있다. 중첩 및 합산 모듈 416에 의하여 생성된 송신 신호는 디지털 기저대역 신호이다. 따라서, 송신 장치 110은 상기 송신 신호를 아날로그 신호로 변환하고, RF 대역의 신호로 상향변환 하기 위한 적어도 하나의 모듈을 더 포함할 수 있다.
- [0046] 상기 송신 신호는 수신 장치 120의 안테나로 전송될 수 있다. FFT 모듈 422는 수신 신호에 대한 FFT 연산을 수행할 수 있다. FFT 모듈 422는 FBMC 심볼들에 대한 중첩 및 합산을 통하여 생성된 수신 신호에서, 하나의 FBMC 심볼 길이만큼 샘플들을 추출하고, FFT 연산을 수행할 수 있다. 수신 필터 뱅크 424는 FFT 모듈 422로부터 제공되는 하나의 FBMC 심볼에 대응하는 샘플들을 필터링하고, 다운샘플링(downsampling)할 수 있다. 상기 샘플들은 다운샘플링에 의하여 D1 내지 Dm으로 복원될 수 있다. 예를 들어, 수신 필터 뱅크 424는 FFT 연산이 수행된 수신 신호의 샘플들 중 5개의 샘플들을 필터 계수들과 곱셈 연산을 수행하고, 합산할 수 있다.
- [0048] 도 5는 FBMC 전송 시스템에서 신호의 송신 및 수신을 위한 동작의 다른 예를 도시한다. 도 5는 시간 도메인에서 필터링이 수행되는 동작의 예를 도시한다.

- [0049] 도 5를 참고하면, 송신 장치 110은 IFFT 모듈 512, 송신 필터 뱅크 514, 중첩 및 합산 모듈 516을 포함한다. IFFT 모듈 512는 데이터 심볼들에 대하여 IFFT 연산을 수행할 수 있다. 상기 연산이 수행된 데이터 심볼들의 길이는 M 과 같다. 송신 필터 뱅크 514는 IFFT 모듈 512로부터 출력된 결과에 대하여 시간 도메인에서 필터링을 수행할 수 있다. 송신 필터 뱅크 514는 도 4의 IFFT 모듈 414와 동일한 출력을 생성할 수 있다. 도 4의 송신 필터 뱅크 412의 동작은 주파수 도메인에서 컨볼루션(convolution) 연산에 해당되고, 대응하는 시간 도메인의 연산은 신호 반복 및 필터링으로 구현될 수 있다. 보다 구체적으로, 송신 필터 뱅크 514는 IFFT 모듈 512로부터 출력된 결과 값을 필터 차수만큼 복제하고, 도 4의 송신 필터 뱅크 412의 주파수 도메인 필터에 대응하는 시간 도메인의 송신 필터와 곱셈 연산을 수행할 수 있다.
- [0050] 중첩 및 합산 모듈 516은 상기 곱셈 연산에 의하여 생성된 FBMC 심볼들을 부분적으로 중첩 및 합산한다. FBMC 심볼들은 시간 도메인에서 서로 독립적으로 송신되지 않고, 일부 중첩된 상태로 송신될 수 있다. 보다 구체적으로, 첫 번째 FBMC 심볼의 후단과 두 번째 FBMC 심볼의 전단이 중첩될 수 있다. 즉, 중첩 및 합산 모듈 516은 FBMC 심볼들을 미리 결정된 간격을 배치하고, 동일 시간 상에 위치한 FBMC 심볼들의 샘플들을 합산함으로써 송신 신호를 생성할 수 있다.
- [0051] 도 5에 도시되지 않았으나, 송신 장치 110은 중첩 및 합산 모듈 516에 의하여 생성된 송신 신호를 송신하기 위하여 적어도 하나의 모듈을 더 포함할 수 있다. 중첩 및 합산 모듈 516에 의하여 생성된 송신 신호는 디지털 기저대역 신호이다. 따라서, 송신 장치 110은 상기 송신 신호를 아날로그 신호로 변환하고, RF 대역의 신호로 상향변환 하기 위한 적어도 하나의 모듈을 더 포함할 수 있다.
- [0052] 상기 송신 신호는 수신 장치 120의 안테나로 전송될 수 있다. 수신 필터 뱅크 522은 송신 필터 뱅크 514에서 사용된 송신 필터에 대응하는 수신 필터를 이용하여 시간 도메인 필터링을 수행할 수 있다. 이때, 수신 필터 뱅크 522은 FBMC 심볼들에 대한 중첩 및 합산을 통해 생성된 수신 신호에서, 하나의 FBMC 심볼 길이만큼의 샘플들을 추출하고, 수신 필터링을 수행할 수 있다. 그리고, 수신 필터 뱅크 522은 반복 차수에 따라 신호를 분할하고, 분할된 신호들을 합산할 수 있다. 이에 따라, 송신 필터링 전의 신호(예: $\text{IFFT}\{D\}$)가 복원될 수 있다. FFT 모듈 524은 수신 필터 뱅크 522로부터 제공되는 신호에 대한 FFT 연산을 수행할 수 있다. 이에 따라, 데이터 심볼 D_1 내지 D_m 이 복원될 수 있다.
- [0054] 도 6은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 송신 신호 처리 과정을 도시한다. 도 6은 송신 장치 110이 OQAM 방식에 의해서 변조된 심볼들을 FBMC 변조하는 과정을 예시한다.
- [0055] 도 6을 참고하면, M 은 데이터 길이를 의미한다. 또한 M 은 복소 데이터 심볼들의 개수를 의미할 수 있다. N 은 전체 반송파에 대한 IDFT 크기를 의미한다. 즉, 송신 장치 110은 N 개의 반송파를 이용하여 M 개의 복소 데이터 심볼들을 전송할 수 있다.
- [0056] 블록 610에서, 송신 장치 110은 OQAM에 의해서 변조된 M 개의 복소 심볼들을 직렬로부터 병렬로 변환할 수 있다. 블록 620에서, 송신 장치 110은 상기 변환된 각각의 심볼들에 대하여 DFT 연산을 수행할 수 있다. 상기 DFT 연산이 수행되면, 상기 다수의 심볼들은 IFFT 연산이 수행되고 중첩 및 합산이 수행되는 동안 상쇄 간섭이 발생할 수 있다. 상기 상쇄 간섭에 의하여 상기 다수의 심볼들은 낮은 PAPR을 발생시킬 수 있다. 송신 장치 110은 다수의 심볼들이 두 개의 그룹으로 분할되기 이전에 상기 DFT 연산을 수행해야 함을 유의해야 한다. 상기 복소 심볼들이 두 개의 그룹으로 분할되는 동안 각각의 그룹에 포함된 심볼들은 하나의 차원(dimension)(예컨대 실수부와 허수부)으로 분할이 된다. 그러나, 송신 장치 110이 상기 분할된 두 개의 그룹에 포함된 심볼들 각각에 대하여 DFT 연산을 수행하면, 상기 심볼들은 다시 복소 차원으로 출력되므로 상호간 간섭이 발생할 수 있다. 따라서, 상기 DFT 연산은 다수의 심볼들이 두 개의 그룹으로 분할되기 이전에 수행되어야 한다.
- [0057] 송신 장치 110은 상기 DFT 연산이 수행된 복소 심볼들의 실수부를 포함하는 제1 그룹 630a와 상기 복소 심볼들의 허수부를 포함하는 제2 그룹 630b로 분할할 수 있다. 상기 분할된 두 개의 그룹에 포함된 심볼들은 오버샘플링에 의하여 개수가 증가한 이후에 중첩 및 합산이 수행되어도 간섭의 영향이 감소할 수 있다. 즉, 중첩 및 합산에 의한 PAPR이 감소할 수 있다.
- [0058] 상기 분할된 두 개의 그룹은 여전히 그룹간 상관관계(correlation)가 존재한다. 상기 분할된 두 개의 그룹에 포함된 심볼들이 중첩 및 합산되는 동안 상기 심볼들은 서로 간섭을 일으키므로 PAPR은 여전히 증가할 수 있다. 따라서, 본 개시의 실시 예에 따르면 송신 장치 110은 블록 640a, 블록 640b와 블록 650a, 블록 650b에서 상기 제1 그룹 및 제2 그룹 각각을 인터리빙(interleaving) 및 위상 회전(phase rotation)을 수행할 수 있다. 상기 인터리빙과 위상 회전은 분할된 두 개의 그룹에 포함된 심볼들이 합산될 때 두 심볼간 상쇄 간섭을 발생시킨다.

상기 합산된 심볼들은 상기 상쇄 간섭에 의하여 PAPR이 감소한다. 상기 인터리빙에 관한 동작 방법은 도 16에서 상세히 설명될 것이다.

[0059] 송신 장치 110은 상기 인터리빙과 위상 회전이 수행된 제1 그룹과 제2 그룹에 대응하는 FBMC 심볼들을 생성할 수 있다. 상기 FBMC 변조는 도 5에서 송신 장치 110에 의하여 수행된 처리 과정과 대응될 수 있다. 예를 들어, 도 6을 참고하면, 상기 FBMC 변조는 IFFT 연산을 수행하기 위한 블록 660a, 블록 660b, P/S(Parallel-to-Serial) 변환을 수행하기 위한 블록 670a, 블록 670b, 필터링(filtering)을 수행하기 위한 블록 680a, 블록 680b를 포함할 수 있다. 도 6의 블록 660a, 블록 660b는 도 5의 IFFT 모듈 512와 동일 또는 유사한 기능을 수행할 수 있다. 또한 도 6의 블록 680a, 블록 680b는 도 5의 송신 필터 뱅크 514와 동일 또는 유사한 기능을 수행할 수 있다. 송신 장치 110은 제2 그룹 630b이 필터링이 수행되면 블록 690에서 M/2 크기의 오프셋(offset)을 수행할 수 있다. 상기 오프셋은 시간 도메인에서 서로 동기화되지 않은 적어도 두 개의 그룹간 동기화를 위해 적용된다. 예를 들어, 상기 실수 부를 포함하는 제1 그룹과 상기 허수 부를 포함하는 제2 그룹은 중첩을 방지하기 위하여 M/2만큼의 시간 차이로 송신된다.

[0060] 도 6에서 도시되지 않았지만, 상기 필터링이 수행되면 송신 장치 110은 상기 두 개의 그룹에 포함된 심볼들을 중첩 및 합산할 수 있다. 상기 중첩 및 합산은 도 5의 중첩 및 합산 모듈 516에서 수행되는 과정과 동일 또는 유사하다. 그러나, 도 5에서 제시된 중첩 및 합산 과정과 달리, 도 6에서 상기 인터리빙과 위상 회전을 통하여 처리된 심볼들은 상쇄 간섭에 의하여 더 낮은 PAPR을 발생시킬 수 있다.

[0061] 도 6에서 도시된 일 실시 예에 따라 FBMC 전송 시스템의 송신 장치 110에서 DFT 확산 기법을 적용하는 동작을 행렬(matrix)의 형태로 나타내면 하기와 같다.

수학식 1

$$\mathbf{s} = \mathbf{F}\mathbf{V}_M^{-1}\mathbf{W}\mathbf{L}\mathbf{V}_N\mathbf{x}_r = \mathbf{T} \mathbf{x}_r$$

[0062]

[0063] 상기 수학식 1은 M개의 복소 데이터 심볼들에 대하여 두 개의 FBMC 심볼들이 오버랩(overlap)된 신호를 생성하는 과정을 나타낸다. 여기서, 상기 \mathbf{s} 는 시간 도메인에서 변조된 신호를 나타낸다. 상기 \mathbf{F} 는 필터링의 행렬 형태를 나타낸다. 상기 \mathbf{V}_M^{-1} 은 M크기를 가진 IDFT의 행렬을 나타낸다. 상기 \mathbf{W} 는 위상 회전 행렬을 나타낸다. 상기 \mathbf{L} 는 인터리빙 행렬을 나타낸다. 상기 \mathbf{V}_N 은 N 크기를 가진 DFT행렬을 나타낸다. 상기 \mathbf{x}_r 은 주파수 도메인에서 실수 값을 가진 심볼들의 행렬을 나타낸다.

[0064] 본 개시의 실시 예에 따른 위상 회전은 $e^{j\frac{\pi}{2}(n+m \bmod 2)}$ 와 곱셈 연산을 수행할 수 있다. 여기서, 상기 n은 심볼 블록 인덱스를 의미하고, m은 반송파 인덱스를 의미한다. 또한, $n+m \bmod 2$ 는 상기 n 값과 m 값의 합에서 2를 나눈 나머지를 의미한다.

[0066] 도 7은 다른 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 송신 신호 처리 과정을 도시한다. 도 7은 송신 장치 110이 QAM 방식에 의해서 변조된 심볼들을 FBMC 변조하는 과정을 예시한다.

[0067] 도 7을 참고하면, M은 데이터 길이를 의미한다. 또한 M은 복소 데이터 심볼들의 개수를 의미할 수 있다. N은 전체 반송파에 대한 IDFT 크기를 의미한다. 즉, 송신 장치 110은 N개의 반송파를 이용하여 M개의 복소 데이터 심볼들을 전송할 수 있다.

[0068] 블록 710에서, 송신 장치 110은 QAM에 의해서 변조된 M개의 복소 심볼들을 직렬로부터 병렬로 변환할 수 있다. 블록 720에서, 송신 장치 110은 상기 변환된 각각의 심볼들에 대하여 DFT 연산을 수행할 수 있다. 상기 DFT 연산이 수행되면, 상기 다수의 심볼들은 IFFT 연산이 수행된 이후에 중첩 및 합산이 수행되어도 상쇄 간섭이 발생할 수 있다. 상기 다수의 심볼들은 상기 상쇄 간섭에 의하여 낮은 PAPR을 발생시킬 수 있다. 송신 장치 110은 다수의 심볼들이 두 개의 그룹으로 분할되기 이전에 상기 DFT 연산을 수행해야 함을 유의해야 한다. 상기 다수

의 심볼들이 상기 DFT 연산이 수행된 이후에 두 개의 그룹으로 분할되면 상기 제1 그룹 730a와 제2 그룹 730b는 상관관계가 발생하기 때문이다.

[0069] 송신 장치 120은 상기 DFT 연산이 수행된 복소 심볼들을 동일한 심볼들의 개수를 포함하는 제1 그룹 730a와 제2 그룹 730b로 분할할 수 있다. 예를 들어, 제1 그룹 730a는 DFT 연산이 수행된 M개의 심볼들 중에서 홀수 인덱스를 가지는 심볼들을 포함할 수 있고, 제2 그룹 730b는 짝수 인덱스를 가지는 심볼들을 포함할 수 있다. 상기 심볼들이 오버샘플링에 의하여 개수가 증가한 뒤 중첩 및 합산이 수행되는 동안 상기 중첩 및 합산되는 심볼들은 간섭의 영향을 감소시킬 수 있다. 즉, 중첩 및 합산에 의한 PAPR이 감소할 수 있다.

[0070] 송신 장치 110은 상기 제1 그룹 및 제2 그룹에 대응하는 FBMC 심볼들을 생성할 수 있다. 상기 FBMC 변조는 도 5에서 통신부 210에 의하여 수행된 처리 과정과 대응될 수 있다. 예를 들어, 도 7을 참고하면, 상기 FBMC 변조는 IDFT 연산을 수행하기 위한 블록 740a, 블록 740b, P/S(Parallel-to-Serial)변환을 수행하기 위한 블록 760a, 블록 760b, 필터링을 수행하기 위한 블록 770a, 블록 770b를 포함할 수 있다. 도 7의 블록 730a, 블록 730b는 도 5의 IFFT 모듈 512와 동일 또는 유사한 기능을 수행할 수 있다. 또한 도 7의 블록 770a, 블록 770b는 도 5의 송신 필터 뱅크 514와 동일 또는 유사한 기능을 수행할 수 있다. 블록 750에서, 송신 장치 110은 제2 그룹 730b에 포함된 심볼들에 대하여 위상 회전을 수행할 수 있다. 상기 위상 회전은 상기 두 개의 그룹에 포함된 심볼들이 중첩 및 합산되는 동안 상쇄 간섭을 발생시킬 수 있다.

[0071] 도 7에서 도시되지 않았지만, 송신 장치 110은 상기 필터링이 수행되면 상기 제1 그룹 및 제2 그룹에 포함된 심볼들을 중첩 및 합산할 수 있다. 상기 중첩 및 합산은 도 5의 중첩 및 합산 모듈 516에서 수행되는 과정과 동일 또는 유사하다. 그러나, 도 5에서 제시된 중첩 및 합산 과정과 달리, 도 7에서 처리된 심볼들은 상쇄 간섭을 일으키므로 더 낮은 PAPR을 발생시킬 수 있다.

[0072] 도 7에서 도시된 일 실시 예에 따라 FBMC 전송 시스템의 송신 장치 110에서 DFT 확산 기법을 적용하는 동작을 행렬(matrix)의 형태로 나타내면 하기와 같다.

수학식 2

$$\mathbf{s} = \mathbf{F}\mathbf{W}\mathbf{V}_{M/2}^{-1}\mathbf{V}_N\mathbf{x} = \mathbf{T}\mathbf{x}$$

[0073]

[0074] 상기 수학식 2은 M개의 복소 데이터 심볼들에 대하여 짝(even)과 홀(odd), 두 개의 FBMC 심볼들이 오버랩(overlap)된 신호를 생성하는 과정을 나타낸다.

[0075] 여기서, 상기 \mathbf{S} 는 시간 도메인에서 변조된 신호를 나타낸다. 상기 \mathbf{F} 는 필터링의 행렬 형태를 나타낸다. 상기 \mathbf{W} 는 위상 회전 행렬을 나타낸다. 상기 \mathbf{V}_M^{-1} 은 M/2크기를 가진 IDFT의 행렬을 나타낸다. 상기 \mathbf{V}_N 은 N 크기를 가진 DFT행렬을 나타낸다. 상기 \mathbf{x} 은 주파수 도메인에서 복소 값을 가진 심볼들의 행렬을 나타낸다.

[0076] 본 개시의 실시 예에 따른 위상 회전은 $x(n)e^{j\pi\left(\lfloor \frac{n}{M/2} \rfloor\right)}$ 와 곱셈 연산을 수행할 수 있다. 여기서, 상기 n은 시간 도메인에서 샘플 인덱스를 의미하고, $x(n)$ 은 홀(odd) 부 반송파 IDFT의 출력 값을 의미한다.

[0078] 도 8은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호 처리 과정을 도시한다. 도 8은 수신 장치 120이 수신된 심볼들에 대해서 FBMC 복조하는 과정을 예시한다. 상기 수신된 심볼들은 송신 장치 110에서 OQAM방식에 의하여 변조된 심볼들을 포함한다. 도 8에서 도시된 일련의 동작들은 도 6의 송신 장치 110에서 수행되는 일련의 동작들과 대칭 구조를 이룬다.

[0079] 도 8을 참고하면, M은 데이터 길이를 의미한다. 또한 M은 복소 데이터 심볼들의 개수를 의미할 수 있다. N은 전체 반송파에 대한 IDFT 크기를 의미한다. 즉, 수신 장치 120은 N개의 반송파를 수신하여 M개의 복소 데이터 심볼들을 복원할 수 있다.

- [0080] 블록 810a, 블록 810b에서, 수신 장치 120은 수신된 N 개의 데이터 심볼들을 제1 그룹 및 제2 그룹으로 분할한다. 상기 분할된 두 개의 그룹은 도 6에서 분할된 제1 그룹 및 제2 그룹과 대응되는 데이터 심볼들을 포함할 수 있다. 블록 820a, 블록 820b에서, 수신 장치 120은 상기 제1 그룹 및 제2 그룹 각각에 대하여 필터 계수와 곱셈 연산을 수행한다. 블록 830a, 블록 830b에서 수신 장치 120은 상기 곱셈 연산이 수행된 상기 제1 그룹 및 제2 그룹 각각을 직렬로부터 병렬로 변환한다. 블록 840a, 블록 840b에서, 수신 장치 120은 상기 변환된 제1 그룹 및 제2 그룹 각각을 크기 N 의 DFT 연산을 수행한다. 도 8의 블록 840a, 블록 840b에서 수행되는 DFT 연산은 도 6의 블록 660a, 블록 660b에서 수행되는 IDFT 연산과 대칭 구조를 이룬다. 블록 850a, 블록 850b에서, 수신 장치 120은 상기 DFT 연산이 수행된 제1 그룹 및 제2 그룹 각각에 대하여 위상 회전을 수행한다. 상기 위상 회전이 수행된 두 개의 그룹에 포함된 다수의 심볼들은 실수 값에 해당된다. 블록 860a, 블록 860b에서, 수신 장치 120은 상기 위상 회전이 수행된 두 개의 그룹을 각각 디인터리빙한다. 수신 장치 120은 상기 디인터리빙이 완료되면 송신 장치 110에서 허수 부에 대응되었던 그룹에 대하여 j 값과 곱셈 연산을 수행한다(블록 870). 예를 들어, 도 6의 블록 630b에서 생성된 제2 그룹의 심볼들이 허수 부에 해당된다고 가정한다. 도 8의 블록 810b에서 생성된 제2 그룹의 심볼들은 상기 도 6의 블록 630b에서 생성된 제2 그룹의 심볼들과 대응한다. 따라서, 수신 장치 120은 도 8의 블록 810b에서 생성된 제2 그룹의 심볼들을 j 값과 곱셈 연산을 수행한다. 블록 870에서 곱셈 연산이 수행되면 제1 그룹과 제2 그룹은 각각 실수 부와 허수 부에 대응되는 데이터 심볼 값을 포함한다. 블록 880에서, 수신 장치 120은 상기 두 개의 그룹을 M 크기의 IDFT 연산을 수행한다. 상기 IDFT 연산은 도 6의 블록 620에서 수행된 DFT 연산과 대칭 구조를 이룬다. 유사하게, 상기 IDFT 연산은 제1 그룹과 제2 그룹에 포함된 심볼들이 복소 심볼들로 합산된 이후에 수행되어야 함을 유의해야 한다. 상기 IDFT 연산이 수행되면 수신 장치 120은 블록 890에서 다수의 복소 심볼들을 병렬로부터 직렬로 변환한다.
- [0081] 도 8에서 도시되지 않았지만, 수신 장치 120은 블록 890에서 직렬로 변환된 상기 다수의 복소 심볼들을 채널 추정(channel estimation) 및 등화(equalize)하여 복원된 심볼들을 생성할 것이다.
- [0082]
- [0083] 도 9는 다른 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호 처리 과정을 도시한다. 도 9는 수신 장치 120이 수신된 심볼들에 대해서 FBMC 복조하는 과정을 예시한다. 상기 수신된 심볼들은 송신 장치 110에서 QAM방식에 의하여 변조된 심볼들을 포함한다. 도 9에서 도시된 일련의 동작들은 도 7의 송신 장치 110에서 수행되는 일련의 동작들과 대칭 구조를 이룬다.
- [0084] 도 9를 참고하면, M 은 데이터 길이를 의미한다. 또한 M 은 복소 데이터 심볼들의 개수를 의미할 수 있다. N 은 전체 반송파에 대한 IDFT 크기를 의미한다. 즉, 수신 장치 120은 N 개의 반송파를 수신하여 M 개의 복소 데이터 심볼들을 복원할 수 있다.
- [0085] 블록 910a, 블록 910b에서 수신 장치 120은 수신된 N 개의 데이터 심볼들을 제1 그룹과 제2 그룹으로 분할한다. 상기 분할된 두 개의 그룹은 동일한 수의 심볼들을 포함한다. 또한, 인접한 심볼들은 각각 다른 그룹으로 분할된다. 예를 들어, 수신 장치 120은 상기 다수의 데이터 심볼들을 짝의 인덱스를 가지는 심볼들과 홀의 인덱스를 가지는 심볼들로 분할할 수 있다. 블록 920a, 블록 920b에서 수신 장치 120은 상기 제1 그룹과 제2 그룹 각각을 필터 계수와 곱셈 연산을 수행한다. 블록 930a, 블록 930b에서 수신 장치 120은 상기 곱셈 연산이 수행된 제1 그룹 및 제2 그룹을 각각 직렬로부터 병렬로 변환한다. 블록 940에서 수신 장치 120은 상기 변환된 제1 그룹 및 제2 그룹 중 하나의 그룹을 위상 회전을 수행한다. 예를 들어, 블록 940에서 수신 장치 120은 홀의 인덱스를 가지는 심볼들을 포함하는 제2 그룹에 대하여 위상 회전을 수행하는 반면에, 수신 장치 120은 짝의 인덱스를 가지는 심볼들을 포함하는 제1 그룹을 위상 회전 없이 블록 950a에서 $N/2$ 크기의 DFT 연산을 수행한다. 블록 950a, 950b에서 수신 장치 120은 상기 제1 그룹 및 제2 그룹 각각을 크기 $N/2$ 의 DFT 연산을 수행한다. 크기 $N/2$ 의 DFT 연산을 적용하는 이유는 수신된 N 개의 데이터 심볼들이 블록 910a, 블록 910b에서 $N/2$ 개의 심볼들을 포함하는 그룹으로 분할되었기 때문이다. 도 9의 블록 950a, 블록 950b에서 수행되는 DFT 연산은 도 7의 블록 740a, 블록 740b에서 수행되는 IDFT 연산과 대칭 구조를 이룬다. 블록 960에서 수신 장치 120은 DFT 연산이 수행된 상기 제1 그룹 및 제2 그룹을 M 크기의 IDFT 연산을 수행한다. 상기 IDFT 연산은 도 7의 블록 720에서 수행된 DFT 연산과 대칭 구조를 이룬다. 유사하게, 상기 IDFT 연산은 각각 $N/2$ 개의 심볼들을 포함하는 제1 그룹과 제2 그룹이 합산된 이후에 수행되어야 함을 유의해야 한다. 블록 970에서 수신 장치 120은 상기 IDFT 연산이 수행된 M 개의 데이터 심볼들을 병렬로부터 직렬로 변환한다.
- [0086] 도 9에서 도시되지 않았지만, 수신 장치 120은 직렬로 변환된 상기 다수의 심볼들을 채널 추정 및 등화를 수행하여 복원된 심볼들을 생성할 것이다.

- [0088] 도 10은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 송신 신호 처리 과정의 개략적인 흐름도를 도시한다. 도 10은 송신 장치 110에서 송신 신호 처리 과정을 예시한다.
- [0089] 도 10을 참고하면, 1020 단계에서 송신 장치 110은 다수의 변조 심볼들에 대하여 푸리에 변환을 수행한다. 상기 푸리에 변환이 수행되면 IFFT가 수행되는 동안 랜덤한 신호가 발생할 확률이 감소하기 때문에 중첩 및 합산을 수행하는 동안 PAPR은 더 낮아질 수 있다. 1040 단계에서 송신 장치 110은 상기 푸리에 변환이 수행된 심볼들을 두 개의 그룹으로 분할할 수 있다. 일 예로써, 송신 장치 110은 OQAM변조가 수행된 심볼들을 각각 실수 부와 허수 부로 분할할 수 있다. 다른 예로써 송신 장치 110은 QAM변조가 수행된 심볼들을 각각 짝수 인덱스에 해당되는 심볼들과 홀수 인덱스에 해당되는 심볼들로 분할할 수 있다. 1060 단계에서, 송신 장치 110은 상기 분할된 두 개의 그룹에 대응하는 FBMC 변조 심볼들을 생성한다. 예를 들어, 상기 FBMC 변조는 IFFT 연산, 필터링, 중첩 및 합산 과정을 포함할 수 있다. 다른 예로써, 상기 FBMC 변조는 필터링을 수행한 뒤에 IFFT 연산을 수행할 수 있다.
- [0090]
- [0091] 도 11은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 송신 신호 처리 과정의 구체적인 흐름도를 도시한다. 도 11은 송신 장치 110에서 송신 신호 처리 과정을 예시한다. 또한, 도 11은 OQAM 방식에 의해서 변조된 심볼들에 대하여 DFT 확산 기법을 적용하는 동작의 흐름도를 도시한다.
- [0092] 도 11을 참고하면, 1110 단계에서 송신 장치 110은 다수의 변조 심볼들에 대하여 푸리에 변환을 수행한다. 상기 푸리에 변환이 수행되면 IFFT가 수행되는 동안 랜덤한 신호가 발생할 확률이 감소하기 때문에 중첩 및 합산을 수행하는 동안 PAPR은 더 낮아질 수 있다. 1120 단계에서 송신 장치 110은 상기 푸리에 변환이 수행된 심볼들을 각각 실수 부와 허수 부로 분할할 수 있다. 1130 단계에서 송신 장치 110은 상기 분할된 그룹에 포함된 심볼들 각각에 대하여 인터리빙한다. 1140 단계에서 송신 장치 110은 상기 분할된 그룹에 포함된 심볼들 각각에 대하여 위상 회전을 수행한다. 1150 단계에서 송신 장치 110은 상기 분할된 그룹에 대응하는 FBMC 심볼들을 생성한다. 예를 들어, 상기 FBMC 변조는 IFFT 연산, 필터링, 중첩 및 합산 과정을 포함할 수 있다. 다른 예로써, 상기 FBMC 변조는 필터링을 수행한 뒤에 IFFT 연산을 수행할 수 있다.
- [0094] 도 12는 다른 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 송신 신호 처리 과정의 구체적인 흐름도를 도시한다. 도 12는 송신 장치 110에서 송신 신호 처리 과정을 예시한다. 또한, 도 12는 QAM 방식에 의해서 변조된 심볼들에 대하여 DFT 확산 기법을 적용하는 동작의 흐름도를 도시한다.
- [0095] 도 12을 참고하면, 1210 단계에서 송신 장치 110은 다수의 변조 심볼들에 대하여 푸리에 변환을 수행한다. 상기 푸리에 변환이 수행되면 IFFT가 수행되는 동안 랜덤한 신호가 발생할 확률이 감소하기 때문에 중첩 및 합산을 수행하는 동안 PAPR은 더 낮아질 수 있다. 1220 단계에서 송신 장치 110은 상기 푸리에 변환이 수행된 심볼들을 두 개의 그룹으로 분할할 수 있다. 일 예로써, 송신 장치 110은 다수의 심볼들을 각각 홀수 인덱스에 해당되는 심볼들과 짝수 인덱스에 해당되는 심볼들로 분할할 수 있다. 1230 단계에서 송신 장치 110은 상기 분할된 그룹에 포함된 각각의 심볼들에 대하여 역 푸리에 변환을 수행할 수 있다. 상기 역 푸리에 변환이 수행되면 주파수 도메인에 있는 심볼들은 시간 도메인으로 변환될 수 있다. 1240 단계에서, 송신 장치 110은 상기 분할된 두 개의 그룹 중 하나의 그룹에 포함된 심볼들에 대하여 위상 회전을 수행할 수 있다. 예를 들어, 송신 장치 110은 홀수 인덱스에 해당되는 심볼들을 포함하는 제1 그룹에 대하여 위상 회전을 수행할 수 있다. 1250 단계에서, 송신 장치 110은 상기 분할된 두 개의 그룹에 포함된 심볼들 각각에 대하여 필터 계수와 곱셈 연산을 수행할 수 있다.
- [0097] 도 13은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호 처리 과정의 개략적인 흐름도를 도시한다. 도 13은 수신 장치 120의 수신 신호 처리 과정을 예시한다.
- [0098] 도 13을 참고하면, 1320 단계에서 수신 장치 120은 수신된 심볼들을 적어도 두 개의 그룹으로 분할한다. 일 예로써, 수신 장치 120은 송신 장치에서 OQAM변조가 수행된 심볼들을 각각 실수 부와 허수 부로 분할할 수 있다. 다른 예로써, 수신 장치 120은 송신 장치에서 QAM변조가 수행된 심볼들을 각각 짝수 인덱스에 해당되는 심볼들과 홀수 인덱스에 해당되는 심볼들로 분할할 수 있다. 1340 단계에서 수신 장치 120은 상기 분할된 적어도 두 개의 그룹 각각에 대하여 FBMC 방식으로 복조한다. 1360 단계에서 수신 장치 120은 상기 복조된 적어도 두 개의 그룹에 포함된 다수의 심볼들에 대하여 역 푸리에 변환을 수행한다. 상기 역 푸리에 변환은 하나의 역 푸리에 변환 연산에 의하여 수행된다. 1380 단계에서 수신 장치 120은 역 푸리에 변환이 수행된 다수의 심볼들을 채널 추정 및 등화하여 다수의 복원된 심볼들을 생성한다. 일 예로써, 상기 복원된 심볼들은 송신 장치에서 OQAM방식

으로 변조된 심볼들에 해당될 수 있다. 다른 예로써, 상기 변조 심볼들은 QAM방식으로 변조된 심볼들에 해당될 수 있다.

- [0100] 도 14는 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호 처리 과정의 구체적인 흐름도를 도시한다. 도 14는 수신 장치 120에서 수신 신호 처리 과정을 예시한다. 또한 도 14는 OQAM 방식에 의해서 변조된 심볼들에 대하여 DFT 확산 기법을 적용하는 동작의 흐름도를 도시한다.
- [0101] 1410 단계에서, 수신 장치 120은 수신된 다수의 심볼들을 실수 부와 허수 부에 대응되는 두 개의 그룹으로 분할한다. 1420 단계에서 수신 장치 120은 상기 분할된 두 개의 그룹 각각에 대하여 FBMC방식으로 복조한다. 1430 단계에서 수신 장치 120은 상기 분할된 두 개의 그룹 각각은 위상 회전이 수행된다. 1440 단계에서 상기 분할된 두 개의 그룹 각각을 디인터리빙한다. 1450 단계에서 수신 장치 120은 상기 분할된 두 개의 그룹에 포함된 다수의 심볼들에 대하여 역 푸리에 변환을 수행한다. 상기 다수의 심볼들은 하나의 역 푸리에 연산에 의해서 수행된다. 1460 단계에서 수신 장치 120은 상기 변환된 다수의 심볼들을 채널 추정 및 등화하여 다수의 복원된 심볼들을 생성한다.
- [0103] 도 15는 다른 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호 처리 과정의 구체적인 흐름도를 도시한다. 도 15는 수신 장치 120의 수신 신호 처리 과정을 예시한다. 또한, 도 15는 QAM 방식에 의해서 변조된 심볼들에 대하여 DFT 확산 기법을 적용하는 동작의 흐름도를 도시한다.
- [0104] 도 15를 참고하면, 1510 단계에서 수신 장치 120은 수신된 다수의 심볼들을 제1 그룹과 제2 그룹으로 분할한다. 상기 제1 그룹과 제2 그룹은 동일한 개수의 심볼들을 포함한다. 예컨대, 수신된 심볼의 개수가 M개 라면, 상기 제1 그룹과 상기 제2 그룹은 각각 M/2개의 심볼들을 포함한다. 1520 단계에서 수신 장치 120은 제1 그룹을 필터 계수와 곱하여서 제3 그룹을 생성하고, 제2 그룹을 필터 계수와 곱하여 제4 그룹을 생성한다. 상기 제1 그룹과 곱셈 연산을 수행한 필터 계수 및 상기 제2 그룹과 곱셈 연산을 수행한 필터 계수는 동일한 인자를 가진다. 즉, 상기 제3 그룹과 상기 제4 그룹은 동일한 개수의 심볼들을 포함한다. 1530 단계에서 수신 장치 120은 상기 제3 그룹과 상기 제4 그룹 중 하나의 그룹에 대하여 위상 회전을 수행한다. 1540 단계에서 수신 장치 120은 상기 제3 그룹과 상기 제4 그룹 각각에 대하여 푸리에 변환을 수행한다. 1550 단계에서 수신 장치 120은 상기 제3 그룹과 상기 제4 그룹에 포함된 다수의 심볼들에 대하여 역 푸리에 변환을 수행한다. 상기 다수의 심볼들은 하나의 역 푸리에 연산에 의하여 수행된다. 1560 단계에서 수신 장치 120은 상기 변환된 다수의 심볼들을 채널 추정 및 등화하여 다수의 복원된 신호들을 생성한다. 상기 다수의 복원된 신호들은 QAM 방식에 의하여 변조된 신호들에 해당된다.
- [0106] 도 16은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 블록 인터리빙 동작을 도시한다.
- [0107] 도 16을 참고하면, 데이터 심볼들의 크기는 N, 인터리빙하기 위한 블록의 개수는 X로 정의될 수 있다. 예를 들어, 도 16은 데이터 심볼들의 크기 N=8, 블록의 개수 X=2를 도시한다. 설명의 편의를 위하여 상기 N 값과 X 값을 정의하였지만, 상기 N 값과 X 값은 다른 수가 대입될 수 있다.
- [0108] 1620 단계에서, 8개의 데이터 심볼들은 1 내지 8의 인덱스를 가지고 있다. 상기 데이터 심볼들은 미리 결정된 상기 인덱스의 순서에 따라 배치된다. 예를 들어 상기 1내지 8의 인덱스를 가지는 심볼들은 각각 1, j, -1, -j, 1, j, 1, j에 해당될 수 있다.
- [0109] 1640 단계에서, 상기 데이터 심볼들은 2 개의 블록 라인으로 다시 배치될 수 있다. 예를 들어, 도 16에서 도시되었듯이 상기 데이터 심볼들은 1내지 4의 인덱스를 가지는 심볼들이 하나의 라인을 형성하고, 5내지 8의 인덱스를 가지는 심볼들이 다른 하나의 라인을 형성할 수 있다. 즉, 하나의 라인에는 4개의 데이터 심볼들이 배치될 수 있다.
- [0110] 1660 단계에서, 상기 배치되었던 데이터 심볼들은 이미 결정된 규칙에 의하여 하나의 라인으로 재 배치될 수 있다. 예를 들어, 도 16에서 도시되었듯이 상기 데이터 심볼들은 위에서 아래의 순서로 재 배치될 수 있다. 이 경우, 1의 인덱스를 가지는 심볼 다음에는 5의 인덱스를 가지는 심볼이 배치될 것이다. 이후에 2의 인덱스를 가지는 심볼이 배치되면 6의 인덱스를 가지는 심볼이 배치될 것이다.
- [0111] 전술한 블록 인터리빙 동작에 의하여 데이터 심볼들의 중첩 및 합산 과정 동안에 신호간 상쇄 간섭이 발생하므로 낮은 PAPR을 발생시킬 수 있다.
- [0113] 도 17은 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 PAPR 성능을 도시한다. 도 17은 OQAM변조 방식에서 DFT 확산 기법을 적용한 동작과 다른 방식에서 PAPR 성능을 비교한다.

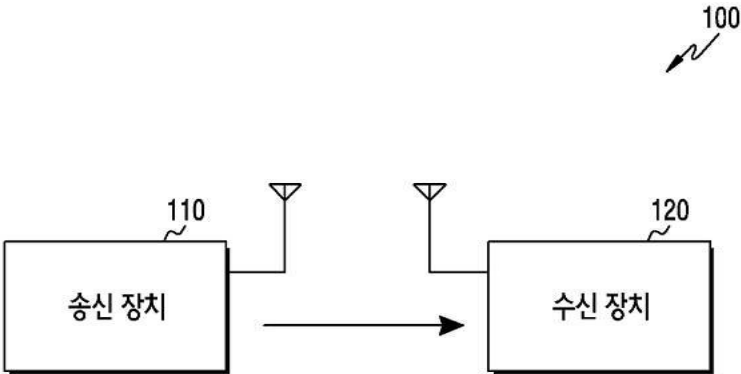
- [0114] 도 17을 참고하면, x 축은 PAPR 값을 의미한다. 또한 y축은 CCDF(Complementary Cumulative Distribution Function) 값을 의미한다. 상기 CCDF는 동일한 PAPR 값에 대하여 랜덤한 신호가 발생할 확률을 의미한다. 예를 들어, 도 17에서 도시된 그래프 1710에서, PAPR 값이 약 8.5dB이 되는 동안 랜덤한 신호가 발생할 확률은 1/10에 해당된다. 다른 예로써, 그래프 1710에서, PAPR 값이 약 9.5dB가 되는 동안 랜덤한 신호가 발생할 확률은 1/100에 해당된다.
- [0115] 그래프 1710은 기존의 FBMC 전송 시스템에서 DFT 확산 기법을 적용하지 않은 경우에서 PAPR 성능을 나타낸다. 그래프 1720은 기존의 FBMC 전송 시스템에서 DFT 확산 기법만을 적용하고, 인터리빙과 위상 회전을 적용하지 않은 경우에서 PAPR 성능을 나타낸다. 그래프 1730은 FBMC 전송 시스템에서 전술한 방법에 따른 DFT 확산 기법을 적용하였지만 기존의 위상 회전을 적용한 경우에서 PAPR 성능을 나타낸다. 그래프 1740은 FBMC 전송 시스템에서 전술한 방법에 따른 DFT 확산 기법을 적용하고 전술한 방법에 따른 위상 회전을 적용한 경우에서 PAPR 성능을 나타낸다. 그래프 1750은 기존의 OFDM 방식에서 DFT 확산 기법을 적용한 경우에서 PAPR 성능을 나타낸다. 예를 들어, 랜덤한 신호가 발생할 확률이 1/10인 경우, 그래프 1710은 약 8.5dB의 PAPR 값이 발생하는 반면에, 그래프 1730은 약 7.5dB의 PAPR 값이 발생한다.
- [0117] 도 18은 다른 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 PAPR 성능을 도시한다. 도 18은 QAM변조 방식에서 DFT 확산 기법을 적용한 동작과 다른 방식에서 PAPR 성능을 비교한다.
- [0118] 도 18을 참고하면, x 축은 PAPR 값을 의미한다. 또한 y축은 CCDF(Complementary Cumulative Distribution Function) 값을 의미한다. 상기 CCDF는 동일한 PAPR 값에 대하여 랜덤한 신호가 발생할 확률을 의미한다. 예를 들어, 도 18에서 도시된 그래프 1810에서, PAPR 값이 약 8.5dB이 되는 동안 랜덤한 신호가 발생할 확률은 1/10에 해당된다. 다른 예로써, 그래프 1810에서, PAPR 값이 약 9.5dB가 되는 동안 랜덤한 신호가 발생할 확률은 1/100에 해당된다.
- [0119] 그래프 1810은 기존의 FBMC 전송 시스템에서 DFT 확산 기법을 적용하지 않은 경우에서 PAPR 성능을 나타낸다. 그래프 1820은 기존의 FBMC 전송 시스템에서 DFT 확산 기법만을 적용하고, 인터리빙과 위상 회전을 적용하지 않은 경우에서 PAPR 성능을 나타낸다. 그래프 1830은 FBMC 전송 시스템에서 전술한 방법에 따른 DFT 확산 기법을 적용하였지만 기존의 위상 회전을 적용한 경우에서 PAPR 성능을 나타낸다. 그래프 1840은 FBMC 전송 시스템에서 전술한 방법에 따른 DFT 확산 기법을 적용하고 전술한 방법에 따른 위상 회전을 적용한 경우에서 PAPR 성능을 나타낸다. 그래프 1850은 기존의 OFDM 방식에서 DFT 확산 기법을 적용한 경우에서 PAPR 성능을 나타낸다. 예를 들어, 랜덤한 신호가 발생할 확률이 1/10인 경우, 그래프 1810은 약 8.5dB의 PAPR 값이 발생하는 반면에, 그래프 1840은 약 7dB의 PAPR 값이 발생한다.
- [0121] 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합의 형태로 구현될(implemented) 수 있다.
- [0122] 그러한 소프트웨어는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 저장될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체는, 적어도 하나의 프로그램(소프트웨어 모듈), 전자 장치에서 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행될 때 전자 장치가 본 개시의 방법을 실시하게 하는 명령어들(instructions)을 포함하는 적어도 하나의 프로그램을 저장한다.
- [0123] 이러한 소프트웨어는, 휘발성(volatile) 또는 (ROM: Read Only Memory)과 같은 불휘발성(non-volatile) 저장장치의 형태로, 또는 램(RAM: random access memory), 메모리 칩(memory chips), 장치 또는 집적 회로(integrated circuits)와 같은 메모리의 형태로, 또는 콤팩트 디스크 롬(CD-ROM: Compact Disc-ROM), 디지털 다목적 디스크(DVDs: Digital Versatile Discs), 자기 디스크(magnetic disk) 또는 자기 테이프(magnetic tape) 등과 같은 광학 또는 자기적 판독 가능 매체에, 저장될 수 있다.
- [0124] 저장 장치 및 저장 미디어는, 실행될 때 일 실시 예들을 구현하는 명령어들을 포함하는 그로그램 또는 프로그램들을 저장하기에 적절한 기계-판독 가능 저장 수단의 실시 예들이다. 실시 예들은 본 명세서의 청구항들 중 어느 하나에 청구된 바와 같은 장치 또는 방법을 구현하기 위한 코드를 포함하는 프로그램, 및 그러한 프로그램들을 저장하는 기계-판독 가능 저장 매체를 제공한다. 나아가, 그러한 프로그램들은 유선 또는 무선 연결을 통해 전달되는 통신 신호와 같은 어떠한 매체에 의해 전자적으로 전달될 수 있으며, 실시 예들은 동등한 것을 적절히 포함한다.
- [0125] 상술한 구체적인 실시 예들에서, 발명에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다. 그러나, 단수 또는 복수의 표현은 설명의 편의를 위해 제시한 상황에 적합하게 선택된 것으로서, 상술한 실시 예들이 단수 또는 복수의 구성 요소에 제한되는 것은 아니며, 복수로 표현된 구성 요소

라 하더라도 단수로 구성되거나, 단수로 표현된 구성 요소라 하더라도 복수로 구성될 수 있다.

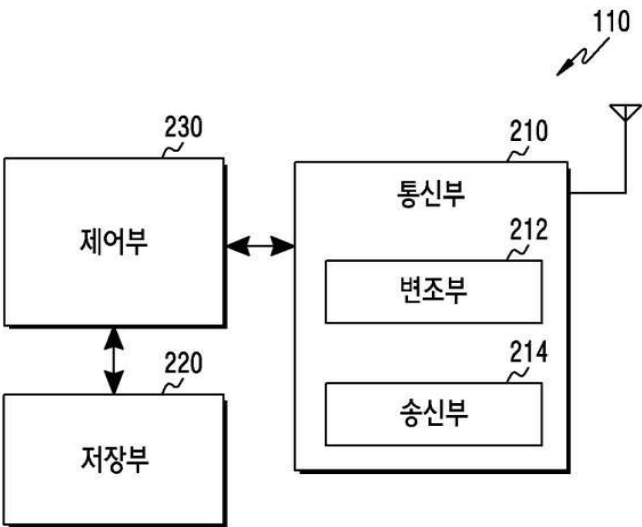
[0126] 한편 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 다양한 실시 예들이 내포하는 기술적 사상의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

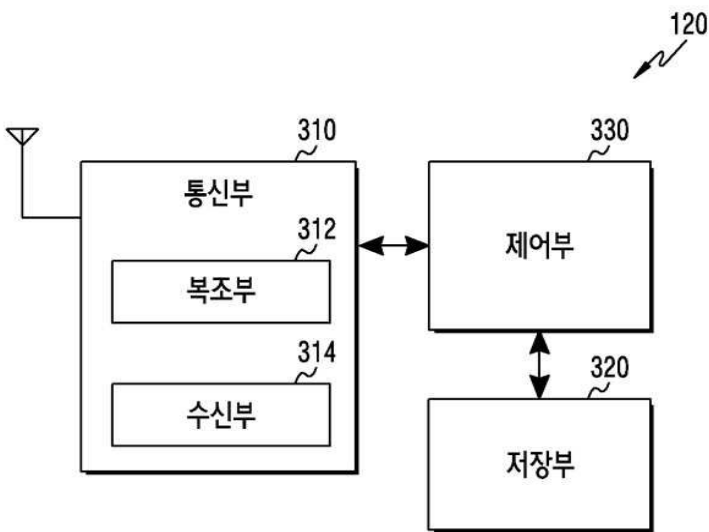
도면1



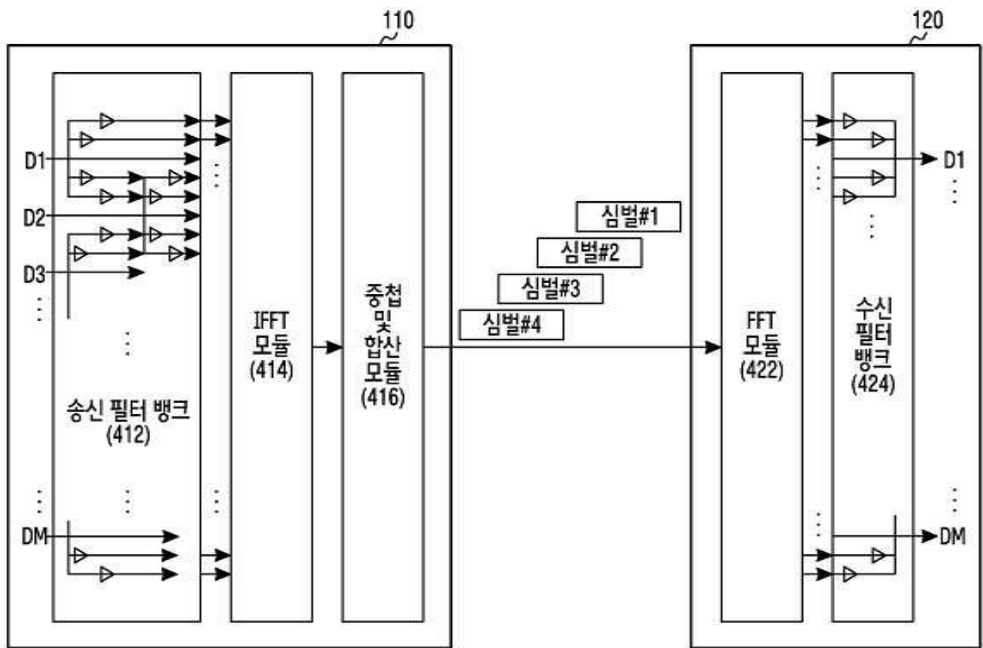
도면2



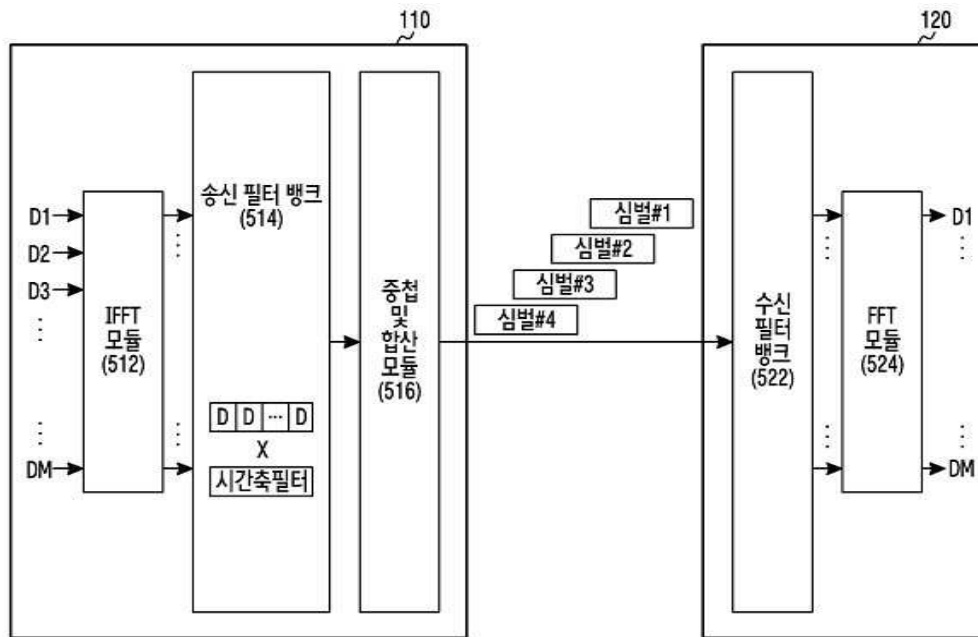
도면3



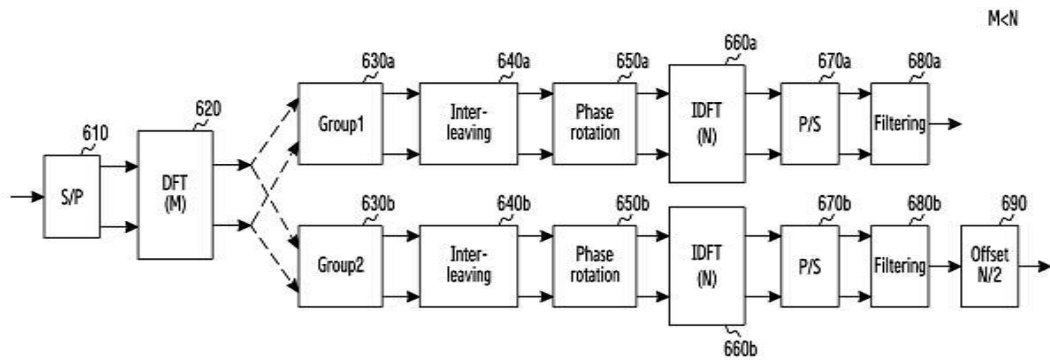
도면4



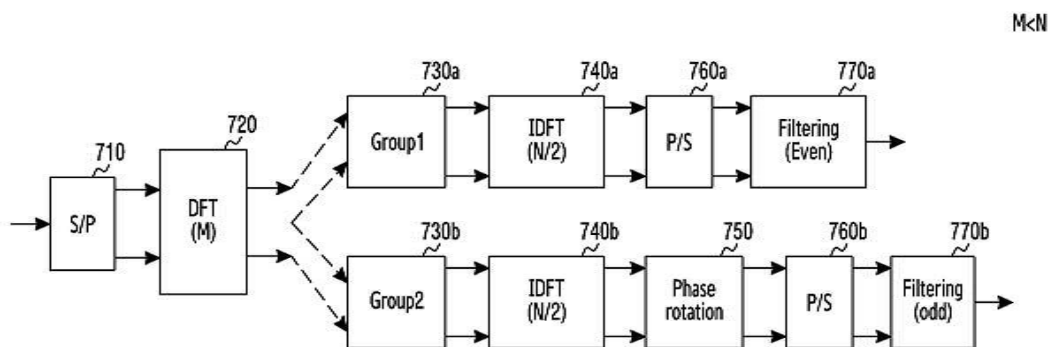
도면5



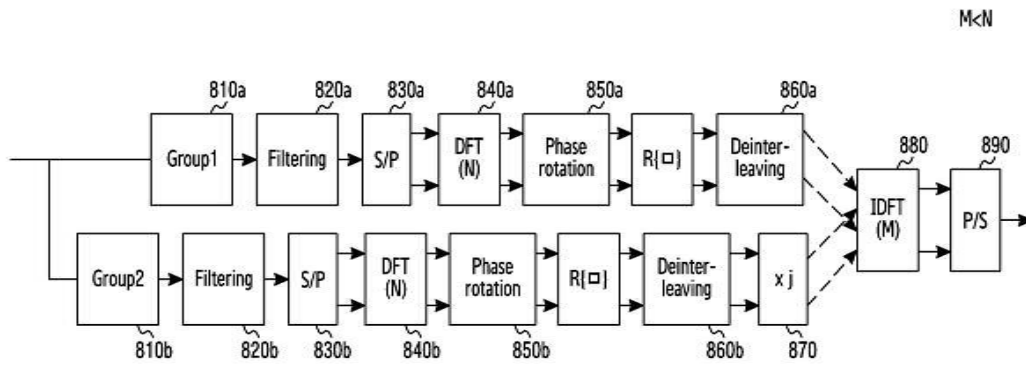
도면6



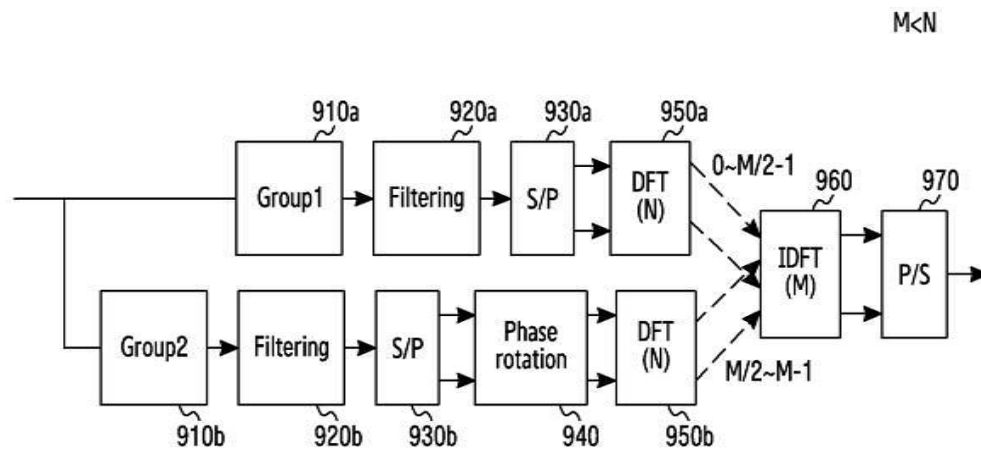
도면7



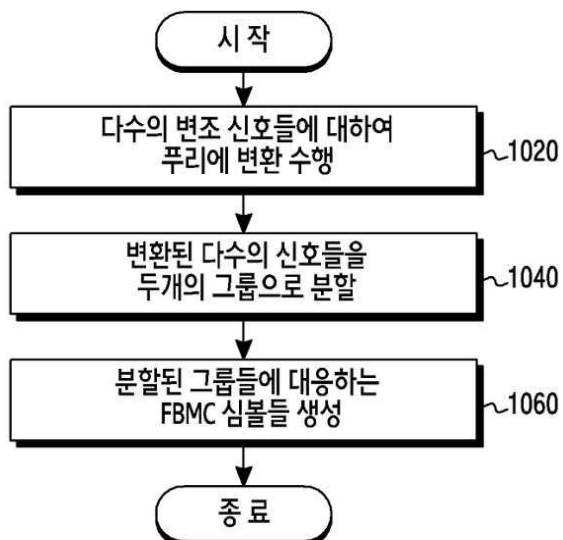
도면8



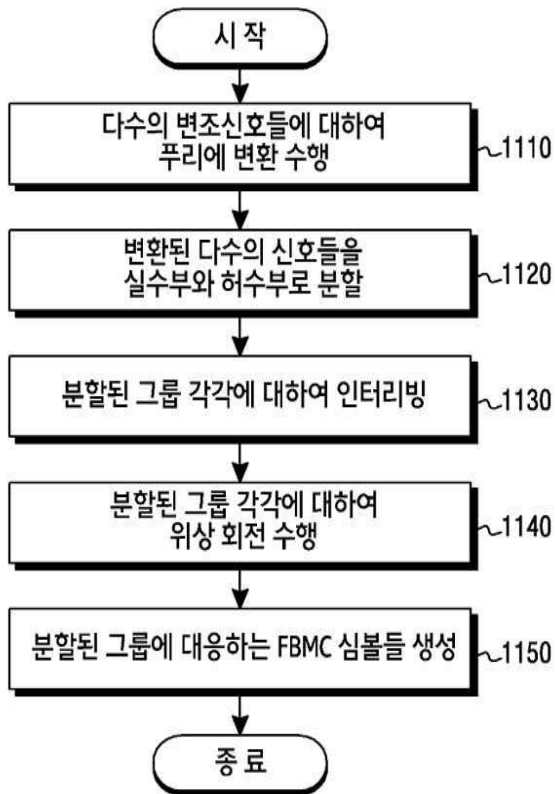
도면9



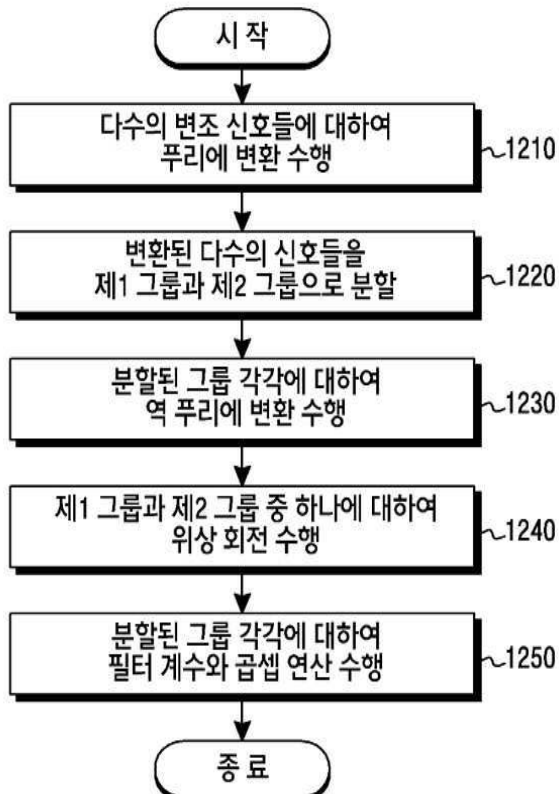
도면10



도면11



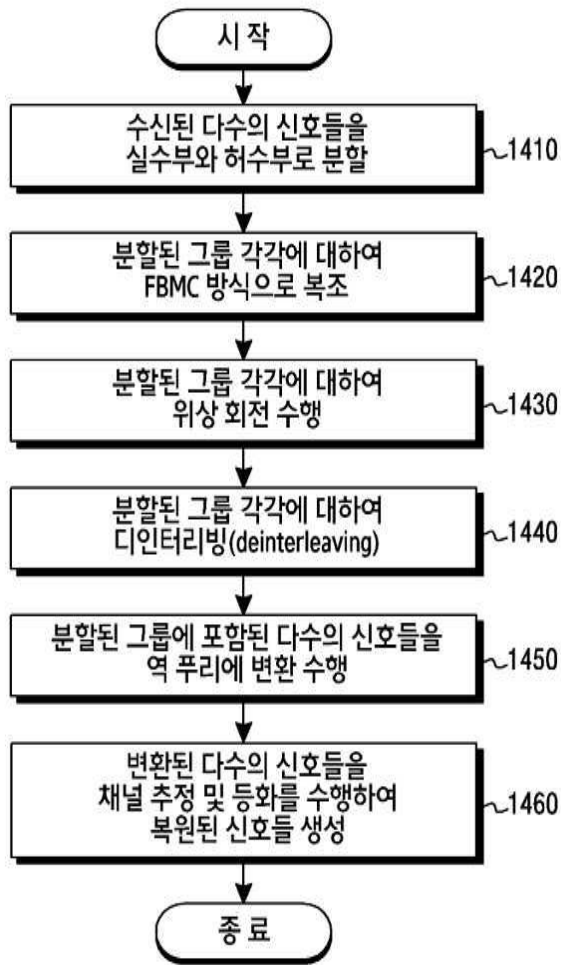
도면12



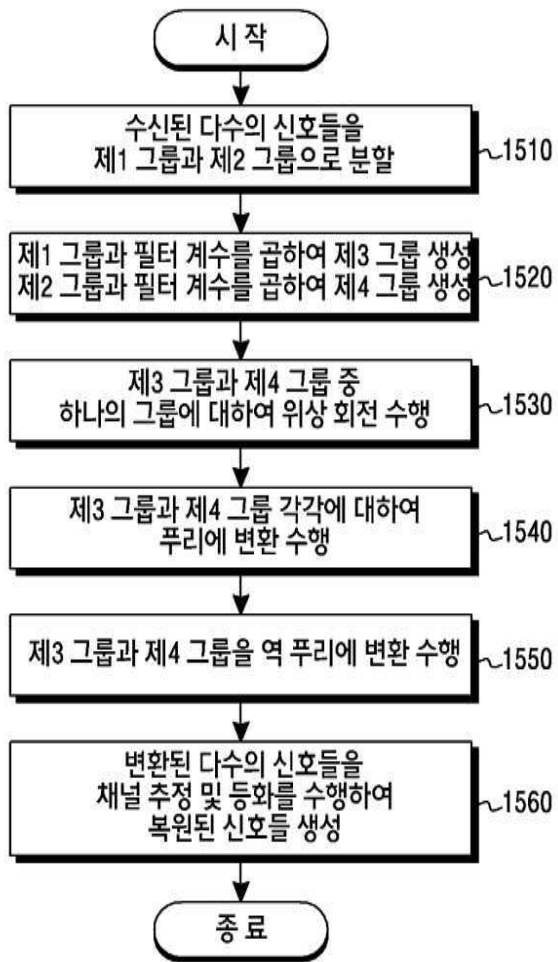
도면13



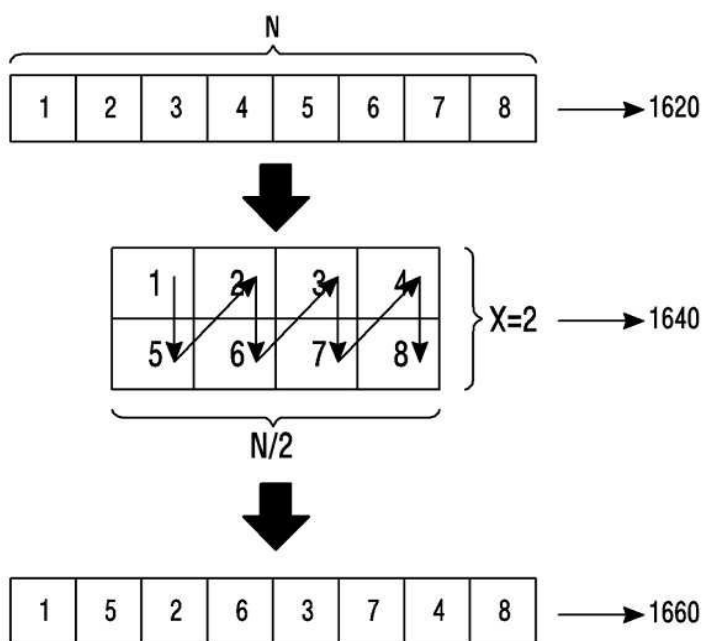
도면14



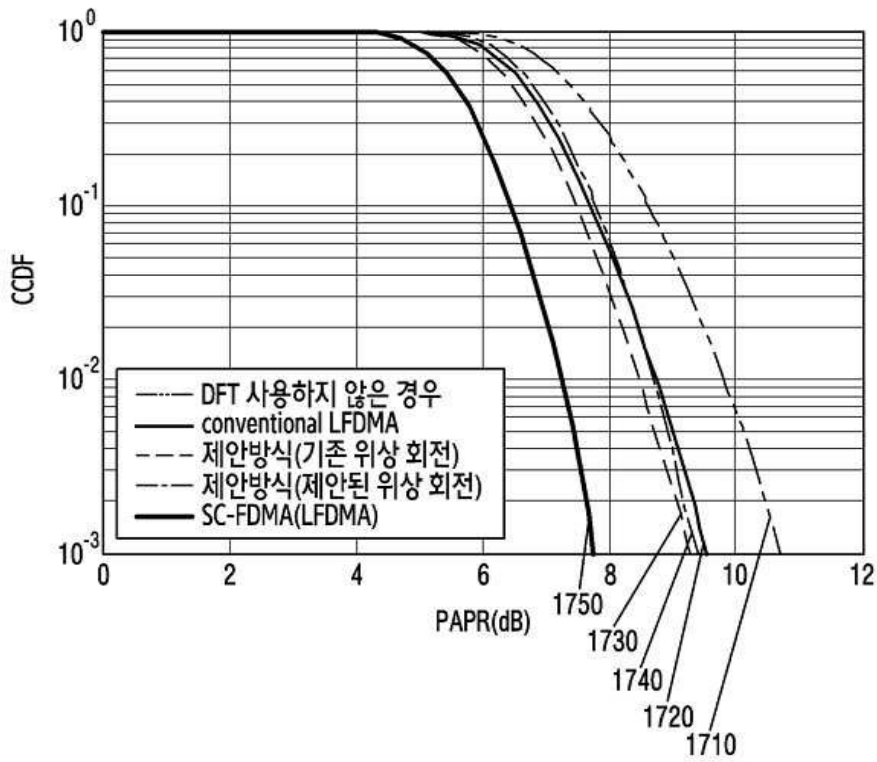
도면15



도면16



도면17



도면18

