



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0088643
(43) 공개일자 2016년07월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 27/26 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H04L 27/264 (2013.01)

H04L 27/2698 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0007994

(22) 출원일자 2015년01월16일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

윤여훈

경기도 화성시 태안로 85 한일타운아파트 103동 1305호

최수용

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공학과 716호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

윤동열

전체 청구항 수 : 총 17 항

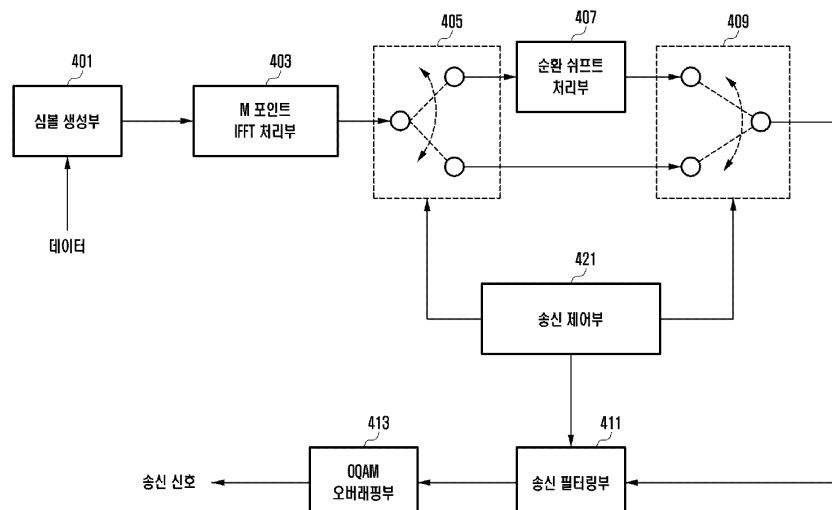
(54) 발명의 명칭 필터뱅크 기반 다중 반송파 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 무선 통신 시스템에서 패킷을 전송하기 위한 방법 및 장치에 관한 것으로, 특히 필터뱅크 기반의 다중 반송파 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 방법 및 장치에 관한 것이다.

본 발명의 일 실시 예에 따른 송신 방법은, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 방법으로, 송신할 데이터를 중첩 팩터의 값으로 반복한 데이터에서 전송 데이터 구간을 추출하여 OQAM 심볼을 생성하는 단계; 상기 OQAM 심볼을 역푸리에(ITTF) 변환하는 단계; 상기 중첩 팩터가 짝수인 경우 상기 역푸리에 변환된 심볼을 순환 쉬프트하는 단계; 상기 순환 쉬프트된 역푸리에 변환된 심볼을 단축된 보정 필터로 필터링하는 단계; 및 상기 필터링된 심볼을 OQAM 오버래핑하여 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도



(72) 발명자

남형주

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공학
과 705호

정원석

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제 2공
학관 715호

최문창

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공
학과 705호

한성배

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공
학과 705호

홍대식

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공
학과 705호

명세서

청구범위

청구항 1

필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 방법에 있어서,

송신할 데이터를 중첩 팩터의 값으로 반복한 데이터에서 전송 데이터 구간을 추출하여 OQAM 심볼을 생성하는 단계;

상기 OQAM 심볼을 역퓨리에(ITTF) 변환하는 단계;

상기 중첩 팩터가 짝수인 경우 상기 역퓨리에 변환된 심볼을 순환 쉬프트하는 단계;

상기 순환 쉬프트된 역퓨리에 변환된 심볼을 단축된 보정 필터로 필터링하는 단계; 및

상기 필터링된 심볼을 OQAM 오버래핑하여 전송하는 단계를 포함하는, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 중첩 팩터가 홀수인 경우 상기 역퓨리에 변환된 심볼을 단축된 보정 필터로 필터링하는 단계; 및

상기 필터링된 데이터를 OQAM 오버래핑하여 전송하는 단계를 더 포함하는, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 송신할 데이터는,

짧은 길이의 버스트(burst)한 데이터인, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 전송 데이터 구간 추출은,

상기 중첩팩터만큼 반복된 데이터들에서 상기 FBMC 시스템에서 사용되는 프로토타입 필터의 최대 에너지 위치에서부터 하나의 데이터 크기의 1/2이 되는 지점까지 전후 방향으로 데이터를 추출하는 동작인, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 순환 쉬프트는,

상기 역퓨리에 변환된 심볼의 전반부 1/2의 심볼과 후반부 1/2의 심볼 위치가 변경되도록 변환하는 동작인, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 방법.

청구항 6

필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 송신 장치에 있어서,

송신할 데이터를 중첩 팩터의 값으로 반복한 데이터에서 전송 데이터 구간을 추출하고, 상기 추출된 데이터 구간을 이용하여 OQAM 심볼을 생성하여 출력하는 심볼 생성부;

상기 OQAM 심볼을 M 포인트 역퓨리에(ITTF) 변환하는 역퓨리에 변환부;

상기 역퓨리에 변환된 심볼을 순환 쉬프트하는 순환 쉬프트 처리부;

상기 순환 쉬프트 된 역푸리에 변환된 심볼을 단축된 보정 필터로 필터링하는 송신 필터링부;

상기 필터링된 심볼을 OQAM 오버래핑하여 전송하는 OQAM 오버래핑부;

상기 역푸리에 변환부의 출력을 순환 쉬프트 처리부로 입력되도록 스위칭하거나 또는 송신 필터링부로 스위칭하는 스위치; 및

상기 송신할 데이터의 크기 및 중첩 팩터에 근거하여 상기 스위치를 제어하는 송신 제어부;를 포함하는, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 송신 제어부는,

상기 중첩 팩터가 홀수인 경우 상기 스위치를 제어하여 상기 역푸리에 변환된 심볼을 단축된 보정 필터로 연결되도록 제어하는, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 장치.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 송신할 데이터는,

짧은 길이의 버스트(burst)한 데이터인, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 장치.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 전송 데이터 구간 추출은,

상기 중첩 팩터만큼 반복된 데이터들에서 상기 FBMC 시스템에서 사용되는 프로토타입 필터의 최대 에너지 위치에서부터 하나의 데이터 크기의 1/2이 되는 지점까지 전후 방향으로 데이터를 추출하는 동작인, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 장치.

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 순환 쉬프트는,

상기 역푸리에 변환된 심볼의 전반부 1/2의 심볼과 후반부 1/2의 심볼 위치가 변경되도록 변환하는 동작인, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 장치.

청구항 11

필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 수신 방법에 있어서,

버스트한 FBMC 길이의 심볼을 수신할 시 기저대역의 신호로 변환하여 출력하는 단계;

상기 기저대역의 신호에 상기 FBMC 시스템의 프로토타입 필터를 적용하여 필터링하는 단계;

상기 FBMC 시스템의 중첩 팩터가 짝수인 경우 필터링된 데이터를 순환 쉬프트하는 단계;

상기 순환 쉬프트 된 데이터를 M 포인트 고속 푸리에 변환(FFT)하는 단계;

상기 고속 푸리에 변환된 데이터를 이퀄라이징하는 단계; 및

상기 이퀄라이징된 데이터를 복조하는 단계;를 포함하는, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 수신 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 FBMC 시스템의 중첩 팩터가 홀수인 경우 필터링된 데이터를 M 포인트 고속 푸리에 변환(FFT)하는 단계;

상기 고속 푸리에 변환된 데이터를 이퀄라이징하는 단계; 및

상기 이퀄라이징된 데이터를 복조하는 단계;를 더 포함하는, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템

템에서 패킷 수신 방법.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 이퀄라이징하는 단계는,

1-탭 이퀄라이징을 수행하는, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 수신 방법.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 순환 쉬프트는,

상기 역푸리에 변환된 심볼의 전반부 1/2의 심볼과 후반부 1/2의 심볼 위치가 변경되도록 변환하는 동작인, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 수신 방법.

청구항 15

필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 수신 장치에 있어서,

버스트한 FBMC 길이의 심볼을 수신할 시 기저대역의 신호로 변환하여 출력하는 신호 수신부;

상기 기저대역의 신호에 상기 FBMC 시스템의 프로토타입 필터를 적용하여 필터링하는 수신 필터부;

필터링된 데이터를 순환 쉬프트하는 순환 쉬프트 처리부;

상기 순환 쉬프트 된 데이터를 M 포인트 고속 푸리에 변환(FFT)하거나 또는 필터링된 신호를 M 포인트 고속 푸리에 변환(FFT)하는 고속 푸리에 변환부;

상기 고속 푸리에 변환된 데이터를 이퀄라이징하는 이퀄라이저;

상기 이퀄라이징된 데이터를 복조하는 복조부;

상기 수신 필터부의 출력을 상기 순환 쉬프트 처리부를 경유하도록 스위칭하거나 또는 상기 고속 푸리에 변환부로 입력되도록 스위칭하는 스위치;

상기 버스트한 데이터가 수신될 시 상기 FBMC 시스템에서 사용되는 상기 중첩 팩터가 짝수인 경우 상기 스위치를 상기 순환 쉬프트 처리부로 연결하도록 제어하는 수신 제어부;를 포함하는, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 수신 장치.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 이퀄라이저는,

1-탭 이퀄라이저인, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 수신 장치.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 순환 쉬프트는,

상기 역푸리에 변환된 심볼의 전반부 1/2의 심볼과 후반부 1/2의 심볼 위치가 변경되도록 변환하는 동작인, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 수신 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에서 패킷을 전송하기 위한 방법 및 장치에 관한 것으로, 특히 필터뱅크 기반의 다중 반송파 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 통신 시스템에서 데이터의 수요가 증가하면서, 3세대(3G) 이동통신 방식으로 대표되는 CDMA 방식을 사용하던 무선 통신 시스템에서 보다 많은 양의 데이터를 빠르게 전송하기 위해 4세대(4G)에서는 OFDMA 방식을 사용하게 이르렀다. OFDMA 방식은 직교하는 다수의 주파수 성분을 이용하여 데이터를 전송함으로써 3세대 무선 통신

방식인 CDMA 방식보다 많은 양의 데이터를 고속으로 전송할 수 있게 되었다. 이러한 OFDM 방식은 LTE 및 LTE-A의 이동통신 시스템은 물론, Wibro 등의 다양한 무선 통신 시스템에서 채택되어 사용되고 있다.

[0003] 하지만, 사용자가 요구하는 데이터의 양은 기하급수적으로 증가하고 있고, 미래의 무선 통신 시스템에서는 보다 많은 양의 데이터를 처리할 수 있어야 한다. 따라서 현재 OFDMA 방식보다 많은 양의 데이터를 전송할 수 있는 시스템의 개발이 필요하다.

[0004] 이처럼 OFDMA 방식의 무선 통신 시스템에서 전송할 수 있는 양보다 많은 양의 데이터를 전송하기 위한 기술들 중 하나로 대두되고 있는 대표적인 후보 기술 중 하나로 FBMC 무선 통신 방식이 있다.

[0005] FBMC 무선 통신 방식에서는 OFDM 방식과 대비할 때, CP를 전송하지 않게 됨으로써 시간 영역에서 심볼 전송률 상에 큰 이득을 갖게 된다. 또한 스펙트럼 분포(Spectrum confinement) 특성이 우수한 필터의 사용으로 가드 밴드(Guard band) 상에서 가드 캐리어(guard carrier)의 수를 줄일 수 있다.

[0006] 송신 신호 관점에서 FBMC의 대표적인 특징은 사용되는 필터가 시간 축에서 긴 구간을 차지한다는 것이고, 심볼 전송률의 효율을 높이기 위해 심볼을 중첩전송 한다는 것이다. 결과적으로 이러한 방식이 긴 데이터를 연속적으로 전송하는 경우에, 기존 CP-OFDM에서 CP 없이 보내는 방식과 거의 동일한 심볼 전송률을 가능하게 하였다.

[0007] 하지만, FBMC 방식의 무선 통신 방식에서도 짧은 데이터가 버스트(burst)하게 발생하는 상황이 빈번한 경우 시간축에서 긴 시간 동안 전송되어야 하는 부담으로 인해 전송 효율이 오히려 저하될 수 있는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서 본 발명에서는 필터뱅크 기반 다중 반송파(Filter Bank Multi-Carrier, FBMC) 통신 시스템에서 중첩 전송으로 인한 전송효율을 방지할 수 있는 방법 및 장치를 제공한다.

[0009] 또한 본 발명에서는 FBMC 통신 시스템에서 OFDM 방식 대비 우수한 전력 스펙트럼 효율(power spectral efficiency)을 갖는 방법 및 장치를 제공한다.

[0010] 또한 본 발명에서는 FBMC 통신 시스템에서 다중 경로 지연(multi-path delay) 환경에서도 양호한 오류율(Bit Error Ratio, BER)을 확보할 수 있는 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 실시 예에 따른 송신 방법은, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 전송 방법으로, 송신할 데이터를 중첩 팩터의 값으로 반복한 데이터에서 전송 데이터 구간을 추출하여 OQAM 심볼을 생성하는 단계; 상기 OQAM 심볼을 역퓨리에(ITTF) 변환하는 단계; 상기 중첩 팩터가 짝수인 경우 상기 역퓨리에 변환된 심볼을 순환 쉬프트하는 단계; 상기 순환 쉬프트된 역퓨리에 변환된 심볼을 단축된 보정 필터로 필터링하는 단계; 및 상기 필터링된 심볼을 OQAM 오버래핑하여 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시 예에 따른 송신 장치는, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 송신 장치로, 송신할 데이터를 중첩 팩터의 값으로 반복한 데이터에서 전송 데이터 구간을 추출하고, 상기 추출된 데이터 구간을 이용하여 OQAM 심볼을 생성하여 출력하는 심볼 생성부; 상기 OQAM 심볼을 M 포인트 역퓨리에(ITTF) 변환하는 역퓨리에 변환부; 상기 역퓨리에 변환된 심볼을 순환 쉬프트하는 순환 쉬프트 처리부; 상기 순환 쉬프트된 역퓨리에 변환된 심볼을 단축된 보정 필터로 필터링하는 송신 필터링부; 상기 필터링된 심볼을 OQAM 오버래핑하여 전송하는 OQAM 오버래핑부; 상기 역퓨리에 변환부의 출력을 순환 쉬프트 처리부로 입력되도록 스위칭하거나 또는 송신 필터링부로 스위칭하는 스위치; 및 상기 송신할 데이터의 크기 및 중첩 팩터에 근거하여 상기 스위치를 제어하는 송신 제어부;를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시 예에 따른 수신 방법은, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 수신 방법으로, 버스트한 FBMC 길이의 심볼을 수신할 시 기저대역의 신호로 변환하여 출력하는 단계; 상기 기저대역의 신호에 상기 FBMC 시스템의 프로토타입 필터를 적용하여 필터링하는 단계; 상기 FBMC 시스템의 중첩 팩터가 짝수인 경우 필터링된 데이터를 순환 쉬프트하는 단계; 상기 순환 쉬프트된 데이터를 M 포인트 고속 퓨리에 변환(FFT)하는 단계; 상기 고속 퓨리에 변환된 데이터를 이퀄라이징하는 단계; 및 상기 이퀄라이징된 데이터를 복조하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시 예에 따른 수신 장치는, 필터뱅크 기반 다중 반송파(FBMC) 무선 통신 시스템에서 패킷 수신 장치로, 버스트한 FBMC 길이의 심볼을 수신할 시 기저대역의 신호로 변환하여 출력하는 신호 수신부; 상기 기저대역의 신호에 상기 FBMC 시스템의 프로토타입 필터를 적용하여 필터링하는 수신 필터부; 필터링된 데이터를 순환 쉬프트하는 순환 쉬프트 처리부; 상기 순환 쉬프트된 데이터를 M 포인트 고속 푸리에 변환(FFT)하거나 또는 필터링된 신호를 M 포인트 고속 푸리에 변환(FFT)하는 고속 푸리에 변환부; 상기 고속 푸리에 변환된 데이터를 이퀄라이징하는 이퀄라이저; 상기 이퀄라이징된 데이터를 복조하는 복조부; 상기 수신 필터부의 출력을 상기 순환 쉬프트 처리부를 경유하도록 스위칭하거나 또는 상기 고속 푸리에 변환부로 입력되도록 스위칭하는 스위치; 및 상기 버스트한 데이터가 수신될 시 상기 FBMC 시스템에서 사용되는 상기 중첩 팩터가 짝수인 경우 상기 스위치를 상기 순환 쉬프트 처리부로 연결하도록 제어하는 수신 제어부;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따른 심볼 전송 방법을 사용하면, FBMC 통신 시스템에서 중첩 전송으로 인한 전송 효율 저하를 방지할 수 있으며, OFDM 방식 대비 우수한 PSD 효율을 나타낼 수 있다. 본 발명에 따른 전송 방식을 사용하는 경우 FBMC 통신 시스템에서 다중 경로 지연(multi-path delay) 환경에서도 양호한 오류율(Bit Error Ratio, BER)을 확보할 수 있다.

[0016] 또한 종래의 FBMC-OQAM 송수신 구조는 인접 부반송파 데이터간의 필터링이 겹치는 intrinsic interference 문제 때문에 OQAM 신호를 전송해야 되는 한계점이 있다. 이로 인해 종래의 QAM 기반 기술들과 MIMO와의 결합에 한계점이 생긴다. 하지만 본 발명의 방식에서는 even 데이터와 odd 데이터의 필터링을 비중첩(non-overlap)시키고, 복소 도메인(complex domain)의 필터를 사용하여 intrinsic interference 없이 QAM 신호를 전송한다. 이러한 기법을 활용한 중첩 전송을 통하여 OQAM 신호를 전송하고, IFFT 및 FFT의 반복 특성을 활용하여 시간 축에서 weighted sum을 통해 필터링을 구현함으로써 복잡도를 낮출 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1a는 OFDM 방식의 무선 통신 시스템에서 송신되는 하나의 심볼 구성을 시간 영역(time domain)에서 도시한 예시도,
 도 1b는 FBMC 방식의 무선 통신 시스템에서 송신되는 하나의 심볼 구성을 시간 영역(time domain)에서 도시한 예시도,
 도 2a는 FBMC 시스템에서 중첩 팩터(L)가 4인 경우 서로 다른 데이터들이 연속하여 중첩되어 전송되는 경우를 설명하기 위한 타이밍도,
 도 2b는 FBMC 시스템에서 중첩 팩터(L)가 3인 경우 서로 다른 데이터들이 연속하여 중첩되어 전송되는 경우를 설명하기 위한 타이밍도,
 도 3a는 FBMC 시스템에 널리 사용되는 PHYDYAS 필터 특성을 그래프로 예시한 도면,
 도 3b는 중첩 팩터(L)가 3인 경우의 FBMC 시스템에서 FBMC 심볼 생성을 위해 중첩된 데이터에 PHYDYAS 필터가 적용되는 경우를 설명하기 위한 예시도,
 도 3c는 중첩 팩터(L)가 4인 경우의 FBMC 시스템에서 FBMC 심볼 생성을 위해 중첩된 데이터에 PHYDYAS 필터가 적용되는 경우를 설명하기 위한 예시도,
 도 3d는 본 발명에 따라 FBMC 심볼의 일부만 전송하는 경우 프로토타입 필터의 에너지 특성을 예시한 도면,
 도 3e는 본 발명에 따라 FBMC 심볼의 일부만 전송하는 경우 프로토타입 필터의 특성을 변경한 경우 에너지 특성을 예시한 도면,
 도 4a는 본 발명의 일 실시 예에 따라 단축된 보정 필터를 적용한 송신 장치의 내부 블록 구성도,
 도 4b는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 단축된 보정 필터를 적용한 송신 장치의 내부 블록 구성도,
 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따라 송신 장치에서 순환 쉬프트가 이루어지는 경우 데이터의 생성 및 전송 시의 제어 흐름도,
 도 6은 본 발명의 다른 실시 예에 따라 송신 장치에서 순환 쉬프트가 이루어지지 않는 경우 데이터의 생성 및

전송 시의 제어 흐름도,

도 7a는 본 발명의 일 실시 예에 따라 단축된 보정 필터가 적용된 하나의 데이터 구간을 수신하기 위한 수신 장치의 내부 블록 구성도,

도 7b는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 단축된 보정 필터가 적용된 하나의 데이터 구간을 수신하기 위한 수신 장치의 내부 블록 구성도,

도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따라 송신 장치에서 순환 쉬프트가 이루어진 상태로 하나의 데이터 길이만큼 FBMC 심볼이 전송되는 경우 수신 장치에서의 제어 흐름도,

도 9는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 송신 장치에서 순환 쉬프트가 이루어지지 않은 상태로 FBMC 심볼이 전송되는 경우 수신 장치에서의 제어 흐름도,

도 10a는 FBMC 시스템에서 널리 사용되는 PHYDYAS 필터와 OFDM 시스템에서 사용되는 상용 필터 및 본 발명에 따른 단축된 보정 필터의 전력 공간 밀도(PSD) 분포 특성을 시뮬레이션 한 그래프,

도 10b는 본 발명에 따른 필터를 적용하는 경우와 OFDM 방식의 데이터 전송 시 AWGN 채널 상에서 BER 특성을 시뮬레이션 한 그래프,

도 10c는 본 발명에 따른 필터를 적용하는 경우의 FBMC 시스템에서의 데이터 전송 시와 일반적인 FBMC 시스템에서의 데이터 전송 및 OFDM 방식의 데이터 전송 시 ITU EVA 채널 상에서 BER 특성을 시뮬레이션 한 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 다양한 실시예들을 상세히 설명한다. 이때, 첨부된 도면들에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한 이하에 첨부된 본 발명의 도면은 본 발명의 이해를 돕기 위해 제공되는 것으로, 본 발명의 도면에 예시된 형태 또는 배치 등에 본 발명이 제한되지 않음에 유의해야 한다. 또한 본 발명의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략할 것이다. 하기의 설명에서는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며, 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흐트리지 않도록 생략될 것이라는 것을 유의하여야 한다.
- [0019] 그러면 먼저 OFDM 시스템과 FBMC 시스템의 차이에 대하여 첨부된 도면을 참조하여 간략히 살펴보기로 한다.
- [0020] 도 1a는 OFDM 방식의 무선 통신 시스템에서 송신되는 하나의 심볼 구성을 시간 영역(time domain)에서 도시한 예시도이며, 도 1b는 FBMC 방식의 무선 통신 시스템에서 송신되는 하나의 심볼 구성을 시간 영역(time domain)에서 도시한 예시도이다.
- [0021] 도 1a를 참조하면, OFDM 방식에서 사용되는 하나의 심볼 100은 순환전치심볼(Cyclic Prefix, 이하 "CP"라 함)(120)과 데이터(110)으로 구성된다. 또한 CP(120)은 데이터(110)의 마지막 부분(111)을 복사하여 데이터(110)의 첨두에 위치시키는 방식을 취하고 있다. 이러한 CP(120)의 길이(length)는 다중 경로(Multi-path)에 의한 심볼간 간섭(Inter Symbol Interference, 이하 "ISI"라 함)을 제거할 수 있는 크기로 결정될 수 있다. 따라서 CP(120)의 길이는 셀의 크기, 다중 경로에 의한 시간 지연 값 등에 따라 결정될 수 있다.
- [0022] 도 1b를 참조하면, 중첩 팩터(overlapping factor)(L)가 3인 경우의 FBMC 심볼을 예시한 도면이다. 도 1b를 참조하면, 하나의 FBMC 심볼 130은 3개의 OFDM 데이터(110)과 동일한 형태의 데이터들(131, 132, 133)이 3회 반복된 형태로 구성된다. 하나의 FBMC 심볼(130)을 구성하는 데이터들(131, 132, 133)은 도 1a에 예시한 데이터(110)과 동일한 데이터로 구성될 수 있다. 즉, 하나의 FBMC 심볼(130) 내에 포함된 데이터들(131, 132, 133)은 도 1a에 예시한 데이터(110)과 동일한 데이터들이 중첩 팩터(L)만큼 반복되어 직렬 연결된 형태가 될 수 있다.
- [0023] 하지만, FBMC 심볼(130)은 이처럼 직렬 연결된 데이터들(131, 132, 133)에 FBMC 심볼로 구성하기 위한 필터를 거치게 되므로 OFDM 심볼과는 다른 새로운 형태의 심볼로 재구성된다. 따라서 실제 타임 도메인(time domain) 상에서 하나의 OFDM 심볼 내의 데이터(110)와 동일한 구간의 데이터들인 FBMC 심볼 내의 각 데이터들(131, 132, 133)은 서로 다른 형태로 나타나게 된다.
- [0024] 이상에서 살펴본 바와 같이 FBMC 심볼을 이용하여 통신을 수행하는 경우 OFDM 방식보다 데이터 전송률에서 손해를 보는 것처럼 보일 수 있다. 왜냐하면, OFDM 방식의 심볼에서 CP의 길이는 데이터의 길이보다 작거나 같을 수 있다. 그러면 하나의 OFDM 심볼 100에서 데이터 길이를 k라 할 때, 하나의 OFDM 심볼의 길이는 2k보다 작거나 같은 길이로 구성된다.

- [0025] 하지만, 하나의 FBMC 심볼 130은 데이터의 반복 회수인 중첩 팩터(L)의 값은 일반적으로 2, 3, 4, 5 등과 같이 2 이상의 정수 값이 되며, 이는 CP 없는(CP-less) OFDM 심볼의 길이와 같은 데이터가 직렬 연결된 크기가 된다. 이하에서 FBMC 심볼이라 함은 CP 없는 OFDM 심볼을 의미한다. 따라서 FBMC 심볼의 전체 길이는 실제로 "L X k"가 된다. 결국 하나의 심볼만을 전송하는 경우 FBMC 방식을 적용하면 OFDM 방식보다 전송 효율이 저하된다.
- [0026] FBMC 시스템에서는 이처럼 하나의 심볼만 전송되는 경우 손실이 발생하는 것을 방지하기 위해 다수의 심볼들을 중첩하여 전송하는 방식을 채택하고 있다. 이를 첨부된 도면을 참조하여 살펴보기로 하자.
- [0027] 도 2a는 FBMC 시스템에서 중첩 팩터(L)가 4인 경우 서로 다른 데이터들이 연속하여 중첩되어 전송되는 경우를 설명하기 위한 타이밍도이다.
- [0028] 중첩 팩터(L)가 4인 상태에서 중첩 전송되는 데이터는 앞서 도 1b에서 설명한 바와 같이 실제 시간 도메인에서는 동일한 데이터가 연속하여 존재하는 형태가 아니라 서로 다른 형태의 데이터들이 된다. 따라서 도 2a에서는 제1데이터 내지 제4데이터가 일정한 시간 간격을 가지고 순차적으로 전송될 시 실제 데이터가 그대로 전송되는 형태가 아니므로, 각각을 시간 구간별로 구분하여 도시하였다.
- [0029] 즉, 제1데이터_1(211), 제1데이터_2(212), 제1데이터_3(213), 제1데이터_4(214)는 제1데이터가 중첩 팩터만큼 반복된 형태에 필터가 곱해진 형태이다. 동일하게 제2데이터_1(221), 제2데이터_2(222), 제2데이터_3(223), 제2데이터_4(224)는 제2데이터가 중첩 팩터만큼 반복된 형태에 필터가 곱해진 형태이다. 또한 제3데이터_1(231), 제3데이터_2(232), 제3데이터_3(233), 제3데이터_4(234)는 제3데이터가 중첩 팩터만큼 반복된 형태에 필터가 곱해진 형태이다. 마지막으로 제4데이터_1(241), 제4데이터_2(242), 제4데이터_3(243), 제4데이터_4(244)는 제4데이터가 중첩 팩터만큼 반복된 형태에 필터가 곱해진 형태이다.
- [0030] 그러면 이처럼 중첩 팩터에 의해 변경된 각 데이터들의 전송에 대하여 살펴보기로 하자.
- [0031] 제1데이터, 제2데이터, 제3데이터 및 제4데이터는 각각 앞서 설명한 바와 같이 FBMC 심볼 크기(전송 시간)를 가진다. 따라서 도 2a에서 t00~t01의 구간, t01~t02의 구간, t02~t03의 구간, t04~t04의 구간, t04~t05의 구간, t05~t06의 구간 및 t06~t07의 구간은 모두 하나의 FBMC 전송 시간이 될 수 있다.
- [0032] 제1데이터가 4번 연속되도록 반복 구성되어 FBMC 필터를 통과한 제1데이터의 첫 번째 영역(211)은 t01의 시점부터 t02의 시점까지 전송이 이루어진다. 동일하게 FBMC 필터를 통과한 제1데이터의 두 번째 영역(212)은 t01의 시점부터 t02의 시점까지 전송이 이루어진다. 이때, FBMC 필터를 통과한 제2데이터의 첫 번째 영역(221)이 함께 전송된다. 따라서 에어(air) 상으로 전송된 데이터는 제1데이터의 두 번째 영역(212)과 제2데이터의 첫 번째 영역(221)이 중첩(sum)되어 전송된다.
- [0033] 또한 FBMC 필터를 통과한 제1데이터의 세 번째 영역(213)은 t02의 시점부터 t03의 시점까지 전송이 이루어진다. 이때, FBMC 필터를 통과한 제2데이터의 두 번째 영역(222)과 FBMC 필터를 통과한 제3데이터의 첫 번째 영역(231)이 함께 전송된다. 따라서 에어 상으로 전송된 데이터는 제1데이터의 세 번째 영역(213)과 제2데이터의 두 번째 영역(222) 및 제3데이터의 첫 번째 영역(231)이 중첩(sum)되어 전송된다.
- [0034] 같은 방법으로 FBMC 필터를 통과한 제1데이터의 네 번째 영역(214)은 t03의 시점부터 t04의 시점까지 전송이 이루어진다. 이때, FBMC 필터를 통과한 제2데이터의 세 번째 영역(223)과 FBMC 필터를 통과한 제3데이터의 두 번째 영역(232) 및 FBMC 필터를 통과한 제4데이터의 첫 번째 영역(241)이 함께 전송된다. 따라서 에어 상으로 전송된 데이터는 제1데이터의 네 번째 영역(214)과 제2데이터의 세 번째 영역(223), 제3데이터의 두 번째 영역(232) 및 제4데이터의 첫 번째 영역(241)이 중첩(sum)되어 전송된다.
- [0035] 만일, 제4데이터 이후 제5데이터 제6데이터 등이 순차적으로 무한대로 전송된다고 가정하면, 제1데이터의 네 번째 영역(214)의 전송과 같이 각 데이터의 전송 영역들은 다른 데이터와 함께 중첩되어 전송되며, 중첩 팩터(L)가 4인 경우 4개의 영역이 중첩되어 전송된다. 따라서 특정한 데이터를 수신하는 수신기 입장에서는 자신이 수신하는 데이터 영역 이외에 "중첩 팩터 - 1"개의 데이터가 함께 수신되는 형태가 된다.
- [0036] 즉, 도 2a와 같은 형태의 전송을 수행하는 경우 오버 샘플링(over sampling) 효과에 의해 데이터의 IFFT 블록은 K만큼 반복되고, L 길이의 프로토타입 필터(prototype filter) 계수와 곱해짐으로써 필터링을 수행하여 하나의 FBMC 심볼을 형성하게 된다. 각각의 FBMC 심볼은 도 2a에 도시한 바와 같이 중첩 및 결합(overlap & sum) 방식으로 전송함으로써 긴 시간 동안의 스펙트럼 효율(spectral efficiency)은 기존의 OFDM에 비하여 CP 길이만큼 이득을 얻을 수 있다. 하지만 짧은 시간동안의 데이터 전송을 고려했을 때는 기존의 OFDM에 비하여 단위 시간동안 보낼 수 있는 데이터의 양이 더 적기 때문에 spectral efficiency가 떨어지게 된다.

- [0037] 도 2b는 FBMC 시스템에서 중첩 팩터(L)가 3인 경우 서로 다른 데이터들이 연속하여 중첩되어 전송되는 경우를 설명하기 위한 타이밍도이다.
- [0038] 중첩 팩터(L)가 3인 상태에서 중첩 전송되는 데이터는 앞서 도 1b에서 설명한 바와 같이 실제 시간 도메인에서는 동일한 데이터가 연속하여 존재하는 형태가 아니라 서로 다른 형태의 데이터들이 된다. 따라서 도 2b에서는 제1데이터 내지 제4데이터가 일정한 시간 간격을 가지고 순차적으로 전송될 시 실제 데이터가 그대로 전송되는 형태가 아니므로, 각각을 시간 구간별로 구분하여 도시하였다. 또한 각 데이터들에 대하여 도 2a와 동일한 참조 부호를 사용하였다. 하지만, 실제로는 도 2a에서 사용하는 필터와 도 2b에서 사용하는 필터가 서로 다른 형태의 필터가 되므로 도 2a에서 구분된 데이터와 동일한 데이터는 아님에 유의하자.
- [0039] 즉, 제1데이터_1(211), 제1데이터_2(212) 및 제1데이터_3(213)는 제1데이터가 중첩 팩터만큼 반복된 형태에 필터가 곱해진 형태이다. 동일하게 제2데이터_1(221), 제2데이터_2(222) 및 제2데이터_3(223)는 제2데이터가 중첩 팩터만큼 반복된 형태에 필터가 곱해진 형태이다. 또한 제3데이터_1(231), 제3데이터_2(232) 및 제3데이터_3(233)는 제3데이터가 중첩 팩터만큼 반복된 형태에 필터가 곱해진 형태이고, 제4데이터_1(241), 제4데이터_2(242) 및 제4데이터_3(243)은 제4데이터가 중첩 팩터만큼 반복된 형태에 필터가 곱해진 형태이다.
- [0040] 제1데이터, 제2데이터, 제3데이터 및 제4데이터는 각각 앞서 설명한 바와 같이 FBMC 심볼과 동일한 크기(전송 시간)를 가진다. 따라서 도 2b에서 t00~t01의 구간, t01~t02의 구간, t02~t03의 구간, t04~t04의 구간, t04~t05의 구간 및 t05~t06의 구간은 모두 하나의 FBMC 전송 시간이 될 수 있다.
- [0041] 제1데이터가 3번 연속되도록 반복 구성되어 FBMC 필터를 통과한 제1데이터의 첫 번째 영역(211)은 t01의 시점부터 t02의 시점까지 전송이 이루어진다. 동일하게 FBMC 필터를 통과한 제1데이터의 두 번째 영역(212)은 t01의 시점부터 t02의 시점까지 전송이 이루어진다. 이때, FBMC 필터를 통과한 제2데이터의 첫 번째 영역(221)이 함께 전송된다. 따라서 에어 상으로 전송된 데이터는 제1데이터의 두 번째 영역(212)과 제2데이터의 첫 번째 영역(221)이 중첩(sum)되어 전송된다.
- [0042] 또한 FBMC 필터를 통과한 제1데이터의 세 번째 영역(213)은 t02의 시점부터 t03의 시점까지 전송이 이루어진다. 이때, FBMC 필터를 통과한 제2데이터의 두 번째 영역(222)과 FBMC 필터를 통과한 제3데이터의 첫 번째 영역(231)이 함께 전송된다. 따라서 에어 상으로 전송된 데이터는 제1데이터의 세 번째 영역(213)과 제2데이터의 두 번째 영역(222) 및 제3데이터의 첫 번째 영역(231)이 중첩(sum)되어 전송된다.
- [0043] 만일, 제4데이터 이후 제5데이터 제6데이터 등이 순차적으로 무한대로 전송된다고 가정하면, 모든 데이터들이 앞에서 설명한 바와 같이 중첩 팩터(L)가 3인 경우 3개의 영역이 중첩되어 전송된다. 따라서 특정한 데이터를 수신하는 수신기 입장에서는 자신이 수신하는 데이터 영역 이외에 "중첩 팩터 - 1"개의 데이터가 함께 수신되는 형태가 된다.
- [0044] 하지만, 일반적으로 데이터의 전송이 무한대로 이루어질 수는 없으므로, 항상 전환(transient) 구간들이 발생한다. 이처럼 FBMC 시스템은 전송이 시작되는 부분을 전환(transient) 구간이라고 한다. 예컨대, 도 2a에서는 t00의 시점부터 t03의 시점까지 영역을 전환(transition) 구간이 되며, 도 2b에서는 t00의 시점부터 t02의 시점까지가 전환(transient) 구간이 된다. 또한 전환 구간은 처음 데이터의 시작 시점 뿐 아니라 마지막 구간에서도 발생한다. 이들을 구분하기 위해 침두 전환(pre-transient) 구간과 마지막 전환(post-transient) 구간으로 구분하기도 한다.
- [0045] 또한 이상에서 살펴본 내용을 통해 확인할 수 있는 바와 같이 중첩 팩터가 증가할수록 전환 구간의 길이(time)가 길어짐을 알 수 있다. 또한 수신기 입장에서는 중첩 팩터가 증가할수록 데이터를 수신하는데 오랜 시간이 소요된다.
- [0046] 이상에서 설명한 바와 같은 FBMC 방식의 무선 통신 방식에서는 짧은 데이터가 버스트(burst)하게 발생하는 상황이 빈번한 경우 시간축에서 긴 시간 동안 전송되어야 하는 부담으로 인해 전송 효율이 오히려 저하될 수 있다. 따라서 이하에서 설명되는 본 발명에서는 짧은 데이터가 버스트하게 발생하는 상황에서 데이터 전송 효율을 증대시킬 수 있는 방법 및 장치에 대하여 설명하기로 한다.
- [0047] 도 3a는 FBMC 시스템에 널리 사용되는 PHYDYAS 필터 특성을 그래프로 예시한 도면이다.
- [0048] FBMC 시스템에서는 일반적으로 중첩 팩터만큼 반복된 데이터들에 도 3a에 예시된 바와 같은 형태의 특성을 갖는 필터를 통해 데이터가 변경된다. 도 3a에 예시한 필터의 특성 그래프(300)을 참조하면, 중앙의 위치에서는 매우 높은 에너지 분포를 가지며, 좌우 양측의 바깥쪽으로 갈수록 에너지 분포가 "0(zero)"의 값으로 수렴하는 형태

의 그래프를 가진다.

- [0049] 즉, 도 1b에 예시한 바와 같이 3회 반복된 전체 데이터들(131, 132, 133)에 PHYDYAS 필터가 곱해지게 된다. 이를 통해 도 2a 또는 도 2b에 예시한 바와 같이 중첩 팩터에 대응하는 FBMC 심볼을 생성할 수 있다. 그러면 이를 첨부된 도면을 참조하여 좀 더 상세히 살펴보기로 하자.
- [0050] 도 3b는 중첩 팩터가 3인 경우의 FBMC 시스템에서 FBMC 심볼 생성을 위해 중첩된 데이터에 PHYDYAS 필터가 적용되는 경우를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0051] 중첩 팩터가 3인 경우 제1데이터(310)가 3회 반복되어 직렬 연결된다. 3회 반복되어 직렬 연결되는 제1데이터들(310a, 310b, 310c)을 순서에 따라 구분할 수 있다. 이처럼 동일한 제1데이터들(310a, 310b, 310c)이 3회 반복하여 직렬 연결된 데이터들에 도 3a의 특성을 갖는 PHYDYAS 필터(300)가 곱해지면, 도 2b의 제1데이터_1(211), 제1데이터_2(212) 및 제1데이터_3(213)이 생성된다.
- [0052] 도 3b에 예시한 바와 같이 중첩 팩터가 3인 경우 두 번째 위치한 제1데이터(310b)에 에너지가 거의 집중되어 있는 형태이며, 첫 번째 위치의 제1데이터(310a)와 마지막 위치의 제1데이터(310c)에는 에너지가 거의 없는 상태이다.
- [0053] 따라서 본 발명에서는 실제로 에너지가 거의 분포되지 않는 첫 번째 제1데이터(310a)와 마지막 제1데이터(310c)는 전송하지 않고 에너지가 집중된 위치인 두 번째 제1데이터(310b)의 데이터만을 전송하도록 구성할 수 있다. 이러한 경우 하나의 심볼 내에서 최고 에너지를 갖는 지점(320)을 선택하고, 최고 에너지를 갖는 지점(320) 이전의 에너지 대역 중 일부(330a)와 최고 에너지를 갖는 지점(320) 이후의 에너지 대역 중 일부(330b)에 포함된 데이터를 전송한다. 또한 이때, 모든 데이터가 전송되어야 하므로, 데이터 길이가 되도록 해야만 한다. 따라서 최고 에너지를 갖는 지점(320)으로부터 선행하는 에너지 대역 중 데이터 길이의 1/2이 되는 위치까지의 대역(330a)과 최고 에너지를 갖는 지점(320)으로부터 후행하는 에너지 대역 중 데이터 길이의 1/2이 되는 위치까지의 대역(330b)을 선택하여 하나의 심볼로 구성할 수 있다.
- [0054] 이하의 설명에서 중첩 팩터의 크기로 반복된 데이터에 적용할 프로토타입 필터의 최대 에너지 위치에서부터 데이터 크기의 1/2 지점까지 전후 방향의 데이터를 하나의 심볼로 추출하는 동작을 "전송 데이터 구간 추출"이라 칭하기로 한다.
- [0055] 이처럼 에너지 분포 비율이 높은 지점의 데이터만 선별하는 경우 실제 전송해야 하는 에너지의 대부분이 해당하는 심볼의 위치에 포함되므로, 에너지의 손실은 크게 발생하지 않을 수 있다.
- [0056] 도 3c는 중첩 팩터가 4인 경우의 FBMC 시스템에서 FBMC 심볼 생성을 위해 중첩된 데이터에 PHYDYAS 필터가 적용되는 경우를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0057] 중첩 팩터가 4인 경우 데이터가 4번 반복되며, PHYDYAS 필터의 특성에 따라 중앙에 에너지가 밀집되고, 첫 번째 반복된 데이터(310a)와 마지막 반복된 데이터(310d)에는 에너지가 거의 분포되지 않는다. 또한 중첩 팩터가 3인 경우와 달리 중앙은 두 번째 반복된 데이터(310b)의 중반 이후부터 세 번째 반복된 데이터(310c)의 앞쪽에서 중반부까지이다.
- [0058] 따라서 본 발명에서는 실제로 에너지가 거의 분포되지 않는 첫 번째 제1데이터(310a)와 마지막 제1데이터(310d)는 전송하지 않고 또한 두 번째 제1데이터(310b)의 앞에서 절반과 세 번째 제1데이터(310c)의 뒤에서 절반도 전송하지 않도록 구성할 수 있다. 즉, 에너지가 집중된 위치인 두 번째 제1데이터(310b)의 중반 이후부터 세 번째 제1데이터(310c)의 중반까지의 데이터만을 전송하도록 구성할 수 있다.
- [0059] 이러한 경우 앞에서 설명한 바와 같이 온전한 하나의 데이터를 구성할 수 있다. 또한 하나의 심볼 내에서 최고 에너지를 갖는 지점(320)을 선택하고, 최고 에너지를 갖는 지점(320) 이전의 에너지 대역 중 일부(330a)와 최고 에너지를 갖는 지점(320) 이후의 에너지 대역 중 일부(330b)에 포함된 데이터를 전송한다. 또한 이때, 모든 데이터가 전송되어야 하므로, 하나의 데이터 길이가 되도록 해야만 한다. 따라서 최고 에너지를 갖는 지점(320)으로부터 선행하는 에너지 대역 중 데이터 길이의 1/2이 되는 위치까지의 대역(330a)과 최고 에너지를 갖는 지점(320)으로부터 후행하는 에너지 대역 중 데이터 길이의 1/2이 되는 위치까지의 대역(330b)을 선택하여 하나의 심볼로 구성할 수 있다.
- [0060] 이처럼 에너지 분포 비율이 높은 지점의 데이터만 선별하는 경우 실제 전송해야 하는 에너지의 대부분이 해당하는 심볼의 위치에 포함되므로, 에너지의 손실은 크게 발생하지 않을 수 있다.

- [0061] 이상에서 살펴본 도 3b 및 도 3c의 방법은 오버 샘플링(Over sampling)을 수행하지 않기 때문에 하나의 IFFT 블록만을 고려한다. 기존의 S 길이를 갖고 있는 프로토타입 필터는 time confinement가 좋기 때문에 전체 S 길이 중 가운데의 M 길이만큼의 부분이 신호의 에너지가 가장 많이 분포하게 된다. 따라서 비중첩(non overlap) 및 결합(sum) 기반의 FBMC 전송을 하기 위해서 가운데 M 길이만큼의 필터를 사용한다. 여기서 M은 하나의 데이터 구간 길이 또는 하나의 데이터 길이 즉, FBMC 심볼의 길이와 동일한 길이가 될 수 있다.
- [0062] 이때 기존의 중첩 및 결합(overlap & sum) 기반의 FBMC의 중첩팩터 값이 짝수라면 비중첩 및 결합 기반의 구조에서는 M 길이의 필터계수와 곱해지는 IFFT 값은 M/2만큼 순환 쉬프트(cyclic shift)된 형태를 나타낸다. 비중첩 및 결합 구조에서는 OQAM 사용에 따른 오프셋(offset) 심볼은 중첩되지만 다른 FBMC 심볼들은 중첩되지 않은 상태로 전송되게 된다.
- [0063] 하지만, 도 3b 및 도 3c에서 설명한 바와 같이 데이터 심볼을 전송하는 경우 전력 스펙트럼 밀도(Power Spectral Density, PSD)가 나빠지게 되므로, 이에 대한 보상이 필요하다. 이에 대한 보상을 첨부된 도 3d 및 도 3e를 참조하여 설명하기로 한다.
- [0064] 도 3d는 본 발명에 따라 FBMC 심볼의 일부만 전송하는 경우 프로토타입 필터의 에너지 특성을 예시한 도면이며, 도 3e는 본 발명에 따라 FBMC 심볼의 일부만 전송하는 경우 프로토타입 필터의 특성을 변경한 경우 에너지 특성을 예시한 도면이다.
- [0065] 먼저 도 3d를 참조하면, 도 3b와 같이 데이터를 전송하는 경우 또는 도 3c와 같이 데이터를 전송하는 경우 프로토타입 필터인 PHYDYAS 필터의 에너지 특성이 참조부호 341 및 참조부호 351과 같이 데이터의 마지막 부분 에너지가 "0"가 아닌 형태가 된다. 이처럼 프로토타입 필터의 에너지 특성이 데이터의 침두 및 말미 구간에서 에너지가 "0"가 되지 않는 경우 PSD가 현격하게 나빠질 수 있다.
- [0066] 따라서 본 발명에서는 도 3e의 프로토타입 필터의 에너지 특성이 참조부호 301과 같은 형태가 되도록 수정한다. 즉, 참조부호 342와 같이 데이터의 침두에 에너지가 특성이 "0"가 되도록 하며, 참조부호 352와 같이 데이터의 말미의 에너지 특성이 "0"가 되도록 프로토타입 필터의 에너지 특성을 변경한다. 이때, 필터의 특성은 급격하게 변화시키지 않고, 최고 에너지 위치에서부터 부드럽게 변화(smoothness condition)되도록 보정하는 것이 바람직하다.
- [0067] 본 발명에서는 이처럼 프로토타입 필터의 에너지 특성을 변경하여 하나의 데이터 구간에서 데이터의 침두 에너지 특성이 "0"가 되고, 데이터의 말미 에너지 특성이 "0"가 되도록 변경된 특성을 갖는 필터를 "단축된 보정 필터"라 칭하기로 한다. 이를 좀 더 상세히 설명하면, 또한 본 발명에 따른 단축된 보정 필터는 하기와 같은 특징을 갖기만 하면 된다. 첫째, 프로토타입 필터를 앞서 설명한 바와 같이 최대 에너지를 갖는 지점을 찾는다. 둘째, 최대 에너지 지점의 이전 에너지 영역과 최대 에너지 지점의 이후 에너지 영역이 같은 크기가 되며, 하나의 데이터 길이에 해당하는 에너지 특성 영역을 추출한다. 셋째, 추출된 에너지 특성 영역을 최대 에너지 영역에서부터 부드럽게 변화되어 데이터의 침두 위치와 데이터의 마지막 위치의 에너지 레벨이 "0"가 되도록 구성한다. 이상의 특성을 갖도록 설계를 변경한 필터를 본 발명에서는 "단축된 보정 필터"라 칭하기로 한다.
- [0068] 이상에서 살펴본 보상 과정은 필터의 PSD 성능을 향상시키는 것과 동시에 time confinement를 함께 향상시키기 때문에 다중경로 지연(multi-path delay) 환경에서 더 좋은 성능을 나타낼 수 있도록 해준다.
- [0069] 따라서 본 발명을 적용하는 시스템에서는 이와 같이 단축된 보정 필터를 적용함으로써 PDS 특성이 양호하면서도 간헐적으로 발생하는 적의 양의 데이터 전송 시 기존 FBMC 방식으로 심볼을 전송하는 경우 대비 지연 시간을 줄여 전송할 수 있게 된다.
- [0070] 도 4a는 본 발명의 일 실시 예에 따라 단축된 보정 필터를 적용한 송신 장치의 내부 블록 구성도이다.
- [0071] 도 4a를 참조하면, 송신할 데이터가 심볼 생성부(401)로 입력되면, 심볼 생성부(401)는 FBMC 심볼로 구성하기 위해 데이터를 생성한다. 이때, 심볼 생성부(401)는 일반적인 데이터 전송 시에는 중첩 팩터만큼 데이터를 반복하여 생성하며, 본 발명에 따라 1회 전송 또는 하나의 데이터 구간만 전송하도록 제어되는 경우 반복 없이 데이터를 출력한다.
- [0072] 심볼 생성부(401)에서 출력된 데이터는 M 포인트 IFFT 처리부(403)로 입력된다. M 포인트 IFFT 처리부(403)는 중첩 팩터만큼 반복된 데이터 또는 본 발명에 따라 하나의 데이터 구간만 전송하는 경우 입력된 데이터를 IFFT 변환하여 제1송신 스위치(405)로 입력한다.
- [0073] 제1송신 스위치(405)는 M 포인트 IFFT 처리부(403)의 출력을 순환 쉬프트 처리부(407)로 출력하도록 스위칭하거

나 그대로 출력되도록 스위칭할 수 있다. 즉, 제1송신 스위치(405)와 제2송신 스위치(409)는 순환 쉬프트 처리부(407)를 거치도록 하거나 또는 그대로 출력하도록 하기 위한 스위치들이다. 가령, 본 발명에 따른 하나의 심볼을 구성하고, 중첩 팩터가 짝수인 경우 도 3c에서 설명한 바와 같이 하나의 데이터가 앞뒤가 뒤바뀐 상태로 입력된다. 이처럼 앞뒤가 뒤바뀐 상태로 입력될 시 송신 장치에서 미리 순서를 변경해주어야 한다. 도 3c의 경우를 예를 들어 살펴보면, 두 번째 제1데이터(310b)의 1/2 중 뒷부분과 세 번째 제1데이터(310c)의 1/2 중 앞부분이 결합된 형태이다. 따라서 순환 쉬프트 처리부(407)는 이들의 순서가 세 번째 제1데이터(310c)의 1/2 중 앞부분과 두 번째 제1데이터(310b)의 1/2 중 뒷 부분이 결합되도록 순환 쉬프트하는 것이다.

[0074] 하지만, 본 발명에 따른 방식으로 하나의 데이터 구간만을 전송하지 않거나 중첩 팩터에 맞춰 데이터를 전송해야 하는 경우 순환 쉬프트 처리부(407)를 거치지 않도록 구성할 수 있다. 즉, 제1송신 스위치(405)와 제2송신 스위치(409)는 중첩 팩터가 짝수이고, 본 발명이 적용되는 경우에 데이터의 순서를 변경하기 위한 구성이다.

[0075] 이후 제2송신 스위치(409)에서 출력된 데이터는 송신 필터링부(411)로 입력된다. 송신 필터링부(411)는 FBMC 시스템에서 사용되는 프로토타입 필터를 적용할 수도 있고, 본 발명에 따른 단축된 보정 필터를 적용할 수도 있다. 송신 필터링부(411)는 송신 제어부(421)의 제어에 의해 일반적인 데이터를 전송하는 경우 프로토타입 필터를 적용하여 데이터를 출력한다. 이러한 프로토타입 필터의 특성은 앞서 설명한 도 3a와 같은 특성을 가질 수 있다. 하지만 도 3a와 다른 형태의 특성을 갖는 필터를 적용할 수도 있다. 이러한 프로토타입 필터의 특성은 시스템에서 미리 약속한 바에 따라 결정될 수 있음에 유의하자. 또한 송신 필터링부(411)는 송신 제어부(421)의 제어에 의해 본 발명에 따른 단축된 보정 필터를 적용할 수도 있다. 이러한 단축된 보정 필터의 특성은 도 3e에 예시한 바와 같은 특성을 가질 수 있다.

[0076] 송신 필터링부(411)에서 필터링된 FBMC 심볼은 OQAM 오버래핑부(413)에서 OQAM 변조 특성에 따라 오버래핑되어 송신 신호로 출력된다.

[0077] 송신 제어부(421)는 본 발명에 따른 송신 장치에서 데이터 송신에 따른 전반적인 동작을 제어하며, 특히 본 발명에 따라 하나의 데이터 구간만 전송되는 경우 심볼의 생성, IFFT 처리, 스위치의 제어, 순환 쉬프트 제어, 필터의 적용 및 OQAM 중첩 등에 대한 동작을 제어할 수 있다. 도 4a에서 본 발명의 특징적인 부분에만 송신 제어부(421)로부터 제어 신호가 송신되는 것처럼 도시되어 있으나 실제로 모든 블록이 송신 제어부(421)로부터 제어 신호를 수신하여 동작될 수 있음에 유의하자.

[0078] 도 4b는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 단축된 보정 필터를 적용한 송신 장치의 내부 블록 구성도이다.

[0079] 송신할 데이터가 심볼 생성부(401)로 입력되면, 심볼 생성부(401)는 FBMC 심볼로 구성하기 위해 데이터를 생성한다. 이때, 심볼 생성부(401)는 일반적인 데이터 전송 시에는 중첩 팩터만큼 데이터를 반복하여 생성하며, 본 발명에 따라 1회 전송 또는 하나의 데이터 구간만 전송하도록 제어되는 경우 반복 없이 데이터를 출력한다.

[0080] 심볼 생성부(401)에서 출력된 데이터는 M 포인트 IFFT 처리부(403)로 입력된다. M 포인트 IFFT 처리부(403)는 중첩 팩터만큼 반복된 데이터 또는 본 발명에 따라 하나의 데이터 구간만 전송하는 경우 입력된 데이터를 IFFT 변환하여 송신 필터링부(411)로 입력된다. 송신 필터링부(411)는 FBMC 시스템에서 사용되는 프로토타입 필터를 적용할 수도 있고, 본 발명에 따른 단축된 보정 필터를 적용할 수도 있다. 송신 필터링부(411)는 송신 제어부(421)의 제어에 의해 일반적인 데이터를 전송하는 경우 프로토타입 필터를 적용하여 데이터를 출력한다. 이러한 프로토타입 필터의 특성은 앞서 설명한 도 3a와 같은 특성을 가질 수 있다. 하지만 도 3a와 다른 형태의 특성을 갖는 필터를 적용할 수도 있다. 이러한 프로토타입 필터의 특성은 시스템에서 미리 약속한 바에 따라 결정될 수 있음에 유의하자. 또한 송신 필터링부(411)는 송신 제어부(421)의 제어에 의해 본 발명에 따른 단축된 보정 필터를 적용할 수도 있다. 이러한 단축된 보정 필터의 특성은 도 3e에 예시한 바와 같은 특성을 가질 수 있다. 송신 필터링부(411)에서 필터링된 FBMC 심볼은 OQAM 오버래핑부(413)에서 OQAM 변조 특성에 따라 오버래핑되어 송신 신호로 출력된다.

[0081] 송신 제어부(421)는 본 발명에 따른 송신 장치에서 데이터 송신에 따른 전반적인 동작을 제어하며, 특히 본 발명에 따라 하나의 데이터 구간만 전송되는 경우 심볼의 생성부터 IFFT 처리, 필터의 적용 및 OQAM 중첩 등에 대한 동작을 제어할 수 있다.

[0082] 도 4b는 도 4a와 대비할 때, 송신 스위치들(405, 408)을 포함하지 않으며, 순환 쉬프트 처리부(407)를 포함하지 않는다. 이처럼 송신 스위치들(405, 408) 및 순환 쉬프트 처리부(407)를 포함하지 않는 경우는 2가지 경우가 될 수 있다.

[0083] 첫째, 중첩 팩터(L)가 홀수인 경우가 될 수 있다. 가령 중첩 팩터가 3인 경우 도 3b에서 설명한 바와 같이 하나

의 데이터 구간이 앞뒤가 뒤바뀌지 않고 그대로 출력된다. 따라서 중첩 팩터가 홀수로 사용되는 경우 도 4b와 같은 구성을 갖도록 할 수 있다.

- [0084] 둘째로, 순환 쉬프트 동작을 송신 장치에서 수행하지 않고, 수신 장치에서 수행하도록 구성하는 경우가 될 수 있다. 이러한 경우 송신 장치에서 순환 쉬프트 동작을 수행하지 않음으로 인해 수신 장치에서 이에 대응하는 동작이 필요하게 된다. 이처럼 송신 장치가 순환 쉬프트 동작을 수행하지 않고 수신 장치에서 순환 쉬프트가 이루어지는 경우는 후술되는 도면을 참조하여 더 살펴보기로 한다.
- [0085] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따라 송신 장치에서 순환 쉬프트가 이루어지는 경우 데이터의 생성 및 전송 시의 제어 흐름도이다.
- [0086] 도 5를 참조하기에 앞서, 도 5의 제어 흐름도는 일반적인 데이터가 전송되는 경우가 아닌 본 발명에 따라 하나의 데이터 구간만 전송되는 경우를 고려한 제어 흐름도임에 유의하자.
- [0087] 심볼 생성부(401)는 500단계에서 송신할 데이터를 수신하면, 502단계에서 OQAM 심볼을 생성한다. 이때, 심볼 생성부(501)는 OQAM 심볼 생성 시 중첩 팩터(L)에 대응하여 반복한 상태로 생성하고, 중첩된 데이터 중 하나의 데이터 구간만 출력할 수 있다. 이때, 하나의 데이터 구간만 출력될 시 중첩 팩터가 짝수인 경우 심볼 생성부(401)에서는 도 3c에서 예시한 바와 같이 데이터의 전반부와 데이터의 후반부가 뒤바뀐 상태로 심볼을 생성하여 출력하며, 중첩 팩터가 홀수인 경우 도 3b에 예시한 바와 같이 정상적인 하나의 데이터 구간만을 출력한다.
- [0088] 이후 M 포인트 IFFT 처리부(403)는 504단계에서 입력된 OQAM 심볼을 IFFT 처리하여 출력한다. 이때, 송신 제어부(421)는 506단계에서 중첩 팩터가 짝수인가를 검사한다. 이처럼 중첩 팩터가 짝수인가를 검사하는 이유는 제1송신 스위치(405) 및 제2송신 스위치(409)를 통해 순환 쉬프트 처리부(407)를 경유해야 하는지를 검사하기 위함이다.
- [0089] 송신 제어부(421)는 506단계의 검사결과 중첩 팩터가 짝수인 경우 제1송신 스위치(405)를 M 포인트 IFFT 처리부(403)와 연결되도록 제어하고, 제2송신 스위치(409)를 순환 쉬프트 처리부(407)와 연결되도록 제어한 후 508단계에서 순환 쉬프트 처리부(407)을 제어하여 순환 쉬프트가 이루어지도록 한다. 이러한 순환 쉬프트 동작은 데이터의 전반부 1/2과 후반부 1/2의 순서를 뒤바꾸는 동작이 될 수 있다.
- [0090] 한편, 송신 제어부(421)는 506단계의 검사결과 중첩 팩터가 짝수가 아닌 경우 제1송신 스위치(405)를 M 포인트 IFFT 처리부(403)에서 그대로 출력되도록 제어한다. 또한 송신 제어부(421)는 제2송신 스위치(409)를 제어하여 M 포인트 IFFT 처리부(403)와 연결되도록 한다. 즉, 송신 제어부(421)는 506단계의 검사결과 중첩 팩터가 짝수인 경우 508단계를 수행한 후 510단계로 진행하도록 하며, 중첩 팩터가 짝수가 아닌 경우 508단계를 수행하지 않고 510단계로 진행하도록 제어한다.
- [0091] 이처럼 순환 쉬프트되거나 또는 그대로 출력된 데이터가 송신 필터링부(411)로 입력되면, 송신 제어부(421)는 510단계에서 중첩 팩터에 따라 생성된 단축된 보정 필터가 적용되도록 제어한다. 즉, 송신 제어부(421)는 송신 필터링부(411)를 제어하여 앞서 설명한 도 3e와 같은 특성의 필터가 적용되도록 제어한다.
- [0092] 단축된 보정 필터가 적용되어 필터링된 데이터는 OQAM 오버래핑부(413)로 입력된다. 따라서 송신 제어부(421)는 512단계에서 OQAM 오버래핑부(413)로 입력된 데이터를 OQAM 방식으로 오버래핑하여 출력하도록 제어한다.
- [0093] 도 6은 본 발명의 다른 실시 예에 따라 송신 장치에서 순환 쉬프트가 이루어지지 않는 경우 데이터의 생성 및 전송 시의 제어 흐름도이다.
- [0094] 도 6을 참조하기에 앞서, 도 6의 제어 흐름도는 일반적인 데이터가 전송되는 경우가 아닌 본 발명에 따라 하나의 데이터 구간만 전송되는 경우를 고려한 제어 흐름도임에 유의하자.
- [0095] 심볼 생성부(401)는 600단계에서 송신할 데이터를 수신하면, 602단계에서 OQAM 심볼을 생성한다. 이때, 심볼 생성부(501)는 OQAM 심볼 생성 시 중첩 팩터(L)에 대응하여 반복한 상태로 생성하고, 중첩된 데이터 중 하나의 데이터 구간만 출력할 수 있다. 이때, 하나의 데이터 구간만 출력될 시 중첩 팩터가 홀수인 경우 심볼 생성부(401)에서는 도 3b에서 예시한 바와 같이 전송할 데이터 구간이 원래의 데이터 구간과 동일한 상태이므로, 그대로 출력하면 된다.
- [0096] 이후 M 포인트 IFFT 처리부(403)는 604단계에서 입력된 OQAM 심볼을 IFFT 처리하여 출력한다. 이때, 송신할 데이터는 중첩 팩터가 홀수이거나 또는 송신 장치에서 순환 쉬프트를 수행하지 않는 경우이므로, 출력된 데이터가 송신 필터링부(411)로 입력된다. 그러면 송신 제어부(421)는 608단계에서 중첩 팩터에 따라 생성된 단축된 보정

필터가 적용되도록 제어한다. 즉, 송신 제어부(421)는 송신 필터링부(411)를 제어하여 앞서 설명한 도 3e와 같은 특성의 필터가 적용되도록 제어한다.

- [0097] 단축된 보정 필터가 적용되어 필터링된 데이터는 OQAM 오버래핑부(413)로 입력된다. 따라서 송신 제어부(421)는 608단계에서 OQAM 오버래핑부(413)로 입력된 데이터를 OQAM 방식으로 오버래핑하여 출력하도록 제어한다.
- [0098] 도 7a는 본 발명의 일 실시 예에 따라 단축된 보정 필터가 적용된 하나의 데이터 구간을 수신하기 위한 수신 장치의 내부 블록 구성도이다.
- [0099] 도 7a의 수신기 장치는 송신 장치가 앞서 설명한 도 4a의 구성을 갖는 경우에 대응한 수신 장치가 될 수 있다. 즉, 송신 장치에서 중첩 팩터에 따라 순환 쉬프트가 미리 이루어져 하나의 데이터 구간만 전송된 경우 이를 수신하기 위한 수신 장치의 구성이다.
- [0100] 신호 수신부(701)는 수신 제어부(721)의 제어에 의해 송신 장치에서 전송된 신호를 수신하는 수신부가 될 수 있다. 일반적으로 시스템에서 할당된 RF 대역의 신호를 수신하여 기저대역 신호 또는 중간 주파수 신호로 변환하여 출력한다. 이러한 신호 수신부(701)는 수신 제어부(721)의 제어에 의거하여 하나의 FBMC 심볼 길이만큼의 데이터를 수신할 수도 있고, 시스템에서 또는 시그널링으로 약속한 중첩 팩터의 길이만큼의 신호를 수신할 수도 있다. 이하에서는 하나의 데이터 구간만을 수신하는 경우를 설명하기 위해 중첩 팩터의 배수만큼 증가한 길이만큼 신호가 수신되는 경우는 제외하고 설명하기로 한다.
- [0101] 수신 필터부(703)는 수신 제어부(721)의 제어에 의해 수신된 신호에 필터링하여 M 포인트 FFT 처리부(705)로 출력한다. 이때 사용하는 필터는 FBMC 시스템에서 사용하는 일반적인 프로토타입 필터를 사용할 수 있다. 이후 M 포인트 FFT 처리부(705)는 수신 제어부(721)의 제어에 의거하여 FFT 처리한다. 이때, 하나의 데이터 길이만큼만 처리가 이루어진다.
- [0102] M 포인트 FFT 처리부(705)에서 FFT 처리된 데이터는 1-탭(one-tap) 이퀄라이저(707)로 입력된다. 1-탭 이퀄라이저(707)는 수신 제어부(721)의 제어에 따라 하나의 데이터 길이만큼 데이터를 이용하여 이퀄라이징을 수행한 후 복조부(709)로 출력한다. 복조부(709)는 수신 제어부(721)의 제어에 의거하여 하나의 길이만큼 수신된 데이터를 송신 장치에서 변조한 방식의 역 과정을 통해 복조할 수 있다.
- [0103] 이상에서 설명한 수신 장치는 앞에서 설명한 바와 같이 순환 쉬프트 동작이 이미 송신 장치에서 이루어진 경우에 대응하는 수신 장치의 블록 구성이다. 따라서 도 7a의 수신 장치는 순환 쉬프트 동작을 수행하기 위한 구성을 갖지 않는다. 또한 이상에서 설명한 바와 같은 경우는 중첩 팩터가 홀수인 경우에도 동일하게 적용할 수 있으며, 본 발명에서와 같이 하나의 데이터 길이만큼만 OQAM 심볼을 전송하지 않고, 중첩 팩터만큼의 길이를 그대로 전송하는 경우에도 적용할 수 있다.
- [0104] 다음으로 송신 장치에서 순환 쉬프트 동작이 이루어지지 않은 경우 수신 장치의 블록 구성 및 동작을 첨부된 도면을 참조하여 살펴보기로 하자.
- [0105] 도 7b는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 단축된 보정 필터가 적용된 하나의 데이터 구간을 수신하기 위한 수신 장치의 내부 블록 구성도이다.
- [0106] 신호 수신부(701)는 수신 제어부(721)의 제어에 의해 송신 장치에서 전송된 신호를 수신하는 수신부가 될 수 있다. 일반적으로 시스템에서 할당된 RF 대역의 신호를 수신하여 기저대역 신호 또는 중간 주파수 신호로 변환하여 출력한다. 이러한 신호 수신부(701)는 수신 제어부(721)의 제어에 의거하여 하나의 FBMC 심볼 길이만큼의 데이터를 수신할 수도 있고, 시스템에서 또는 시그널링으로 약속한 중첩 팩터의 길이만큼의 신호를 수신할 수도 있다. 이하에서는 하나의 데이터 구간만을 수신하는 경우를 설명하기 위해 중첩 팩터의 길이만큼 신호가 수신되는 경우는 제외하고 설명하기로 한다.
- [0107] 수신 필터부(703)는 수신 제어부(721)의 제어에 의해 수신된 신호에 필터링하여 제1수신 스위치(711)로 출력한다. 제1수신 스위치(711)는 수신 제어부(721)의 제어에 의거하여 수신 필터부(703)의 출력이 순환 쉬프트 처리부(713)로 입력되도록 연결하거나 그대로 출력되도록 연결할 수 있다. 즉, 제1수신 스위치(711) 및 제2수신 스위치(716)는 수신 제어부(721)의 제어에 의거하여 수신 필터부(703)의 출력을 그대로 출력하도록 하거나 또는 순환 쉬프트 처리부(713)를 경유하도록 하는 스위치이다.
- [0108] 순환 쉬프트 처리부(713)는 입력된 데이터의 순서를 변경한다. 즉, 송신 장치에서 수신된 하나의 데이터 길이 중 순차적으로 전반 1/2이 실제로는 후반부 데이터이고, 수신된 데이터 길이 중 순차적으로 후반 1/2이 실제로는 전반부 데이터가 된다. 따라서 이들의 순서가 실제 전반부의 1/2 분량의 데이터가 전반부에 위치하고 실제

후반부의 1/2 분량의 데이터가 후반부에 위치하도록 순환 쉬프트하여 출력한다.

- [0109] 수신 제어부(721)는 수신된 신호의 중첩 팩터가 짝수이고, 하나의 데이터 길미만큼의 심볼만 수신되는 경우 제1 수신 스위치(711)와 제2수신 스위치(715)를 제어하여 순환 쉬프트 처리부(713)를 경유하여 출력되도록 스위칭을 제어할 수 있다. 반면에 수신 제어부(721)는 수신된 신호의 중첩 팩터가 홀수이거나 또는 중첩 팩터만큼 반복되어 수신되는 심볼인 경우 제1수신 스위치(711)와 제2수신 스위치(715)를 제어하여 순환 쉬프트 처리부(713)를 경유하지 않도록 제어할 수 있다.
- [0110] 이후 순환 쉬프트 처리되거나 또는 그대로 출력된 신호는 M 포인트 FFT 처리부(705)로 입력된다. 이후 M 포인트 FFT 처리부(705)는 수신 제어부(721)의 제어에 의거하여 FFT 처리한다. 이때, 하나의 데이터 길미만큼의 심볼만 수신된 경우 M 포인트 FFT 처리부(705)는 하나의 데이터 길미만큼의 데이터만 FFT 처리한다.
- [0111] M 포인트 FFT 처리부(705)에서 FFT 처리된 데이터는 1-탭(one-tap) 이퀄라이저(707)로 입력된다. 1-탭 이퀄라이저(707)는 수신 제어부(721)의 제어에 따라 하나의 데이터 길미만큼 데이터를 이용하여 이퀄라이징을 수행한 후 복조부(709)로 출력한다. 복조부(709)는 수신 제어부(721)의 제어에 의거하여 하나의 길미만큼 수신된 데이터를 송신 장치에서 변조한 방식의 역 과정을 통해 복조할 수 있다.
- [0112] 이상에서 설명한 수신 장치는 앞에서 설명한 바와 같이 순환 쉬프트 동작이 송신 장치에서 이루어지지 않은 경우에 대응한 수신 장치의 블록 구성이다. 따라서 도 7b의 수신 장치는 앞서 설명한 도 4b의 송신 장치를 사용하는 경우에 도 7b의 수신 장치가 사용될 수 있다.
- [0113] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따라 송신 장치에서 순환 쉬프트가 이루어진 상태로 하나의 데이터 길미만큼 FBMC 심볼이 전송되는 경우 수신 장치에서의 제어 흐름도이다.
- [0114] 수신 제어부(721)는 800단계에서 신호 수신부(701)를 통해 하나의 데이터 길이 즉, FBMC 심볼 길이의 신호를 수신할 시 기저대역 신호 또는 중간 주파수 신호로 변환하여 출력한다. 신호 수신부(701)는 하나의 FBMC 심볼 길이만큼의 데이터를 수신할 경우 시스템에서 또는 송신 장치로부터 시그널링 등을 통해 미리 인지할 수도 있고, 미리 인지하지 못할 수도 있다.
- [0115] 이후 수신 제어부(721)는 802단계에서 수신 필터부(703)를 제어하여 필터링을 수행하도록 한다. 이때 필터링은 기법은 프로토타입 필터를 그대로 사용할 수 있다. 또한 필터링되는 심볼의 길이는 하나의 데이터 길이 즉, FBMC 심볼 길이만큼의 심볼이 될 수 있다.
- [0116] 필터링을 수행한 후 수신 제어부(721)는 804단계에서 M 포인트 FFT 처리부(705)를 제어하여 필터링된 신호를 FFT 처리하도록 제어한다. 이때, 하나의 데이터 길미만큼만 FFT 처리가 이루어진다.
- [0117] 수신 제어부(702)는 804단계를 수행한 후 806단계에서 1-탭(one-tap) 이퀄라이저(707)를 제어하여 FFT 처리된 데이터를 이퀄라이징한다. 이후 수신 제어부(702)는 808단계에서 복조부(709)를 제어하여 이퀄라이징된 데이터를 복조한다. 복조부(709)는 하나의 길미만큼 수신된 데이터를 송신 장치에서 변조한 방식의 역 과정을 통해 복조할 수 있다. 이를 통해 송신 장치가 송신한 데이터를 수신 장치에서 획득할 수 있다.
- [0118] 이상에서 설명한 수신 장치에서의 제어 흐름도는 앞에서 설명한 바와 같이 순환 쉬프트 동작이 이미 송신 장치에서 이루어진 경우에 대응하는 수신 장치에서의 제어 흐름도이다. 따라서 이상에서 설명한 제어 흐름 동작은 도 7a의 수신 장치에서 수행되는 동작이 될 수 있다.
- [0119] 도 9는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 송신 장치에서 순환 쉬프트가 이루어지지 않은 상태로 FBMC 심볼이 전송되는 경우 수신 장치에서의 제어 흐름도이다.
- [0120] 수신 제어부(721)는 900단계에서 신호 수신부(701)를 통해 하나의 데이터 길이 즉, FBMC 심볼 길이의 신호를 수신할 시 기저대역 신호 또는 중간 주파수 신호로 변환하여 출력한다. 신호 수신부(701)는 하나의 FBMC 심볼 길이만큼의 데이터를 수신할 경우 시스템에서 또는 송신 장치로부터 시그널링 등을 통해 미리 인지할 수도 있고, 미리 인지하지 못할 수도 있다.
- [0121] 이후 수신 제어부(721)는 902단계에서 수신 필터부(703)를 제어하여 필터링을 수행하도록 한다. 이때 필터링은 기법은 프로토타입 필터를 그대로 사용할 수 있다. 또한 필터링되는 심볼의 길이는 하나의 데이터 길이 즉, FBMC 심볼 길이만큼의 심볼이 될 수 있다.
- [0122] 필터링을 수행한 후 수신 제어부(721)는 904단계에서 수신된 FBMC 심볼 길이만큼의 심볼의 중첩 팩터가 짝수인가를 검사한다. 904단계에서 FBMC 심볼 길이만큼의 심볼의 중첩 팩터가 짝수인 경우 수신 제어부(721)는 906단

계로 진행하고 그렇지 않은 경우 908단계로 진행한다.

- [0123] 여기서 906단계로 진행하는 경우는 앞에서 설명한 바와 같이 송신 장치가 중첩 팩터가 짝수임에도 불구하고 미리 순환 쉬프트를 수행하지 않고 데이터를 전송한 경우가 된다. 따라서 수신 제어부(721)는 906단계로 진행하여 제1수신 스위치(711) 및 제2수신 스위치(715)를 제어하여 필터링된 데이터가 순환 쉬프트 처리부(713)를 경유하여 출력되도록 스위칭을 제어한다. 그런 후 수신 제어부(721)는 906단계에서 순환 쉬프트 처리부(714)를 제어하여 수신된 심볼을 순환 쉬프트한다. 앞에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 순환 쉬프트는 1/2의 데이터의 전후의 위치를 변경하는 것을 의미한다. 즉, 중첩 팩터가 짝수인 경우 수신된 하나의 데이터 길이 중 순차적으로 전반 1/2이 실제로는 후반부 데이터이고, 수신된 데이터 길이 중 순차적으로 후반 1/2이 실제로는 전반부 데이터가 된다. 따라서 이들의 순서가 실제 전반부의 1/2 분량의 데이터가 전반부에 위치하고 실제 후반부의 1/2 분량의 데이터가 후반부에 위치하도록 변환하는 동작을 순환 쉬프트라 한다.
- [0124] 이후 수신 제어부(721)는 908단계에서 순환 쉬프트 된 심볼 또는 중첩 팩터만큼 반복된 심볼을 M 포인트 FFT 처리부(705)에서 FFT 처리하도록 제어한다. 이때, FBMC 심볼 길이의 데이터를 수신한 경우 수신 제어부(721)는 해당 데이터 길이만큼만 FFT 처리가 이루어지도록 제어한다.
- [0125] 수신 제어부(702)는 908단계를 수행한 후 910단계에서 1-탭(one-tap) 이퀄라이저(707)를 제어하여 FFT 처리된 데이터를 이퀄라이징한다. 이후 수신 제어부(702)는 912단계에서 복조부(709)를 제어하여 이퀄라이징된 데이터를 복조한다. 복조부(709)는 하나의 길이만큼 수신된 데이터를 송신 장치에서 변조한 방식의 역 과정을 통해 복조할 수 있다. 이를 통해 송신 장치가 송신한 데이터를 수신 장치에서 획득할 수 있다.
- [0126] 이상에서 설명한 수신 장치에서의 제어 흐름도는 앞에서 설명한 바와 같이 순환 쉬프트 동작이 송신 장치에서 이루어지 않은 경우에 대응하는 수신 장치에서의 제어 흐름도이다. 따라서 이상에서 설명한 제어 흐름 동작은 도 7b의 수신 장치에서 수행되는 동작이 될 수 있다.
- [0127] 도 10a는 FBMC 시스템에서 널리 사용되는 PHYDYAS 필터와 OFDM 시스템에서 사용되는 상용 필터 및 본 발명에 따른 단축된 보정 필터의 전력 공간 밀도(PSD) 분포 특성을 시뮬레이션 한 그래프이다.
- [0128] 도 10a를 참조하면, 본 발명에 따른 단축된 보정 필터의 PDS 분포 특성은 FBMC 시스템에서 널리 사용되는 PHYDYAS 필터의 특성보다는 열화되지만, OFDM 시스템에서 사용되는 상용 필터의 특성보다 PSD 특성이 양호함을 확인할 수 있다.
- [0129] 도 10b는 본 발명에 따른 필터를 적용하는 경우와 OFDM 방식의 데이터 전송 시 AWGN 채널 상에서 BER 특성을 시뮬레이션 한 그래프이다.
- [0130] 도 10b와 같은 시뮬레이션 조건은 아래와 같이 본 발명에 따른 FBMC 시스템에서의 변조 방식은 OQAM 방식을 적용한 경우이며, OFDM 시스템에서 변조 방식은 QPSK 변조 방식을 사용한 경우이다. 또한 본 발명에 따른 FBMC 시스템에서의 FFT 크기와 OFDM 시스템에서의 FFT 크기는 모두 1024로 동일한 크기를 가정하였다. 마지막으로 본 발명에 따른 FBMC 시스템에서의 중첩 팩터는 4인 경우를 가정한 경우이다.
- [0131] 위와 같은 상황 하에서 시뮬레이션 한 도 10b의 그래프를 참조하여 살펴보면, AWGN 채널 환경 하에서 CP를 갖는 OFDM 심볼과 본 발명에 따른 필터를 적용하여 하나의 FBMC 심볼 길이만큼의 데이터만을 전송하는 경우의 성능 열화가 비슷한 상태임을 확인할 수 있다.
- [0132] 도 10c는 본 발명에 따른 필터를 적용하는 경우의 FBMC 시스템에서의 데이터 전송 시와 일반적인 FBMC 시스템에서의 데이터 전송 및 OFDM 방식의 데이터 전송 시 ITU EVA 채널 상에서 BER 특성을 시뮬레이션 한 그래프이다.
- [0133] 도 10c와 같은 시뮬레이션 조건은 아래와 같이 본 발명에 따른 FBMC 시스템 및 일반적인(conventional) FBMC 시스템에서의 변조 방식은 OQAM 방식을 적용한 경우이며, OFDM 시스템에서 변조 방식은 QPSK 변조 방식을 사용한 경우이다. 또한 본 발명에 따른 FBMC 시스템과 일반적인 FBMC 시스템 및 OFDM 시스템에서의 FFT 크기는 모두 1024로 동일한 크기를 가정하였다. 또한 발명에 따른 FBMC 시스템과 일반적인 FBMC 시스템 및 OFDM 시스템에서의 이퀄라이저는 모두 1-탭 이퀄라이저를 사용하며, 본 발명에 따른 FBMC 시스템 및 일반적인 FBMC 시스템에서의 중첩 팩터는 4인 경우를 가정한 경우이다.
- [0134] 위와 같은 상황 하에서 시뮬레이션 한 도 10c의 그래프를 참조하여 살펴보면, ITU EVA 채널 환경 하에서 CP를 갖는 OFDM 심볼과 본 발명에 따른 필터를 적용하여 하나의 FBMC 심볼 길이만큼의 데이터만을 전송하는 경우 및 중첩팩터 4를 적용한 FBMC 시스템의 데이터를 전송한 경우 모두 성능 열화가 비슷한 상태임을 확인할 수 있다.

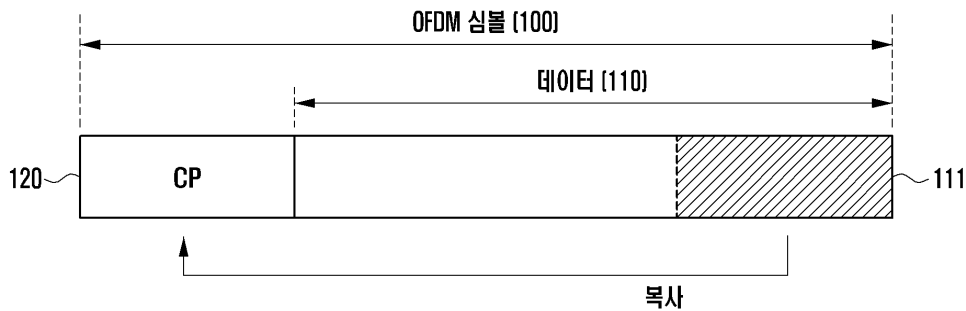
[0135] 또한 이상에서 설명한 본 명세서와 도면에 개시된 실시 예들은 본 발명의 내용을 쉽게 설명하고, 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 따라서 본 발명의 범위는 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상을 바탕으로 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0136] 100 : OFDM 심볼 120 : CP
 110, 131, 132, 133, 211~214, 221~224, 231~234, 241~244, 310a, 310b, 310c, 310d : 데이터
 300 : 프로토타입 필터 특성
 320 : 프로토타입 필터의 최대 에너지 지점
 330a, 330b : 프로토타입 필터의 최대 에너지 지점으로부터 M/2 구간
 301 : 단축된 보정 필터의 에너지 그래프
 401 : 심볼 생성부 403 : M 포인트 IFFT 처리부
 405, 409, 711, 715 : 스위치 411 : 송신 필터링부
 413 : OQAM 오버래핑부 701 : 신호 수신부
 703 : 수신 필터부 705 : M 포인트 FFT 처리부
 707 : 1-탭 이퀄라이저 709 : 복조부
 721 : 수신 제어부 713 : 순환 쉬프트 처리부

도면

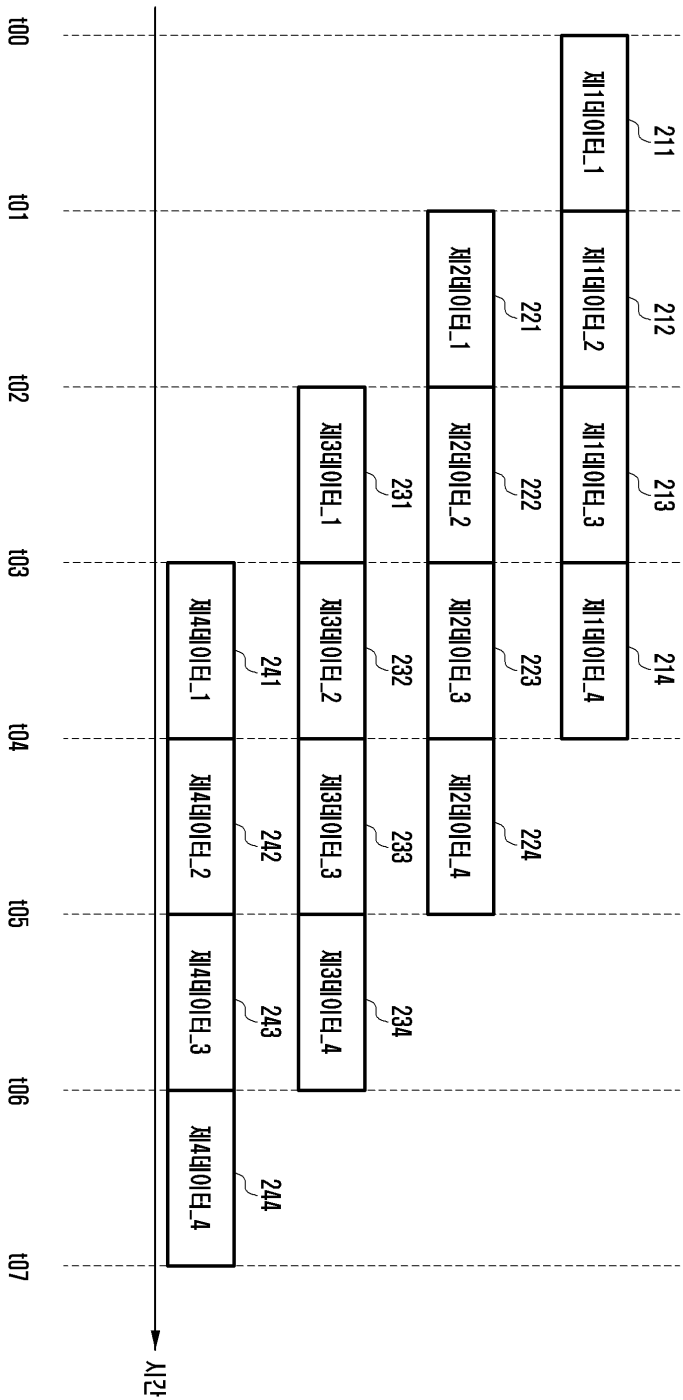
도면1a



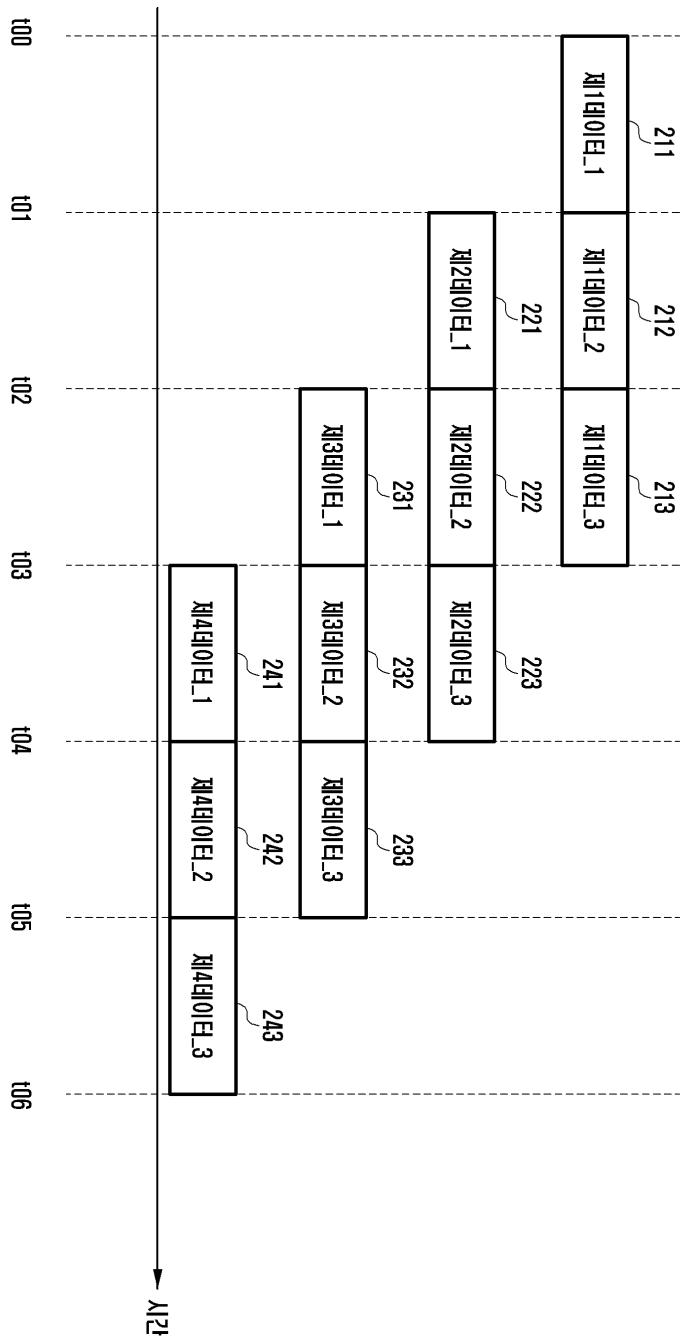
도면1b



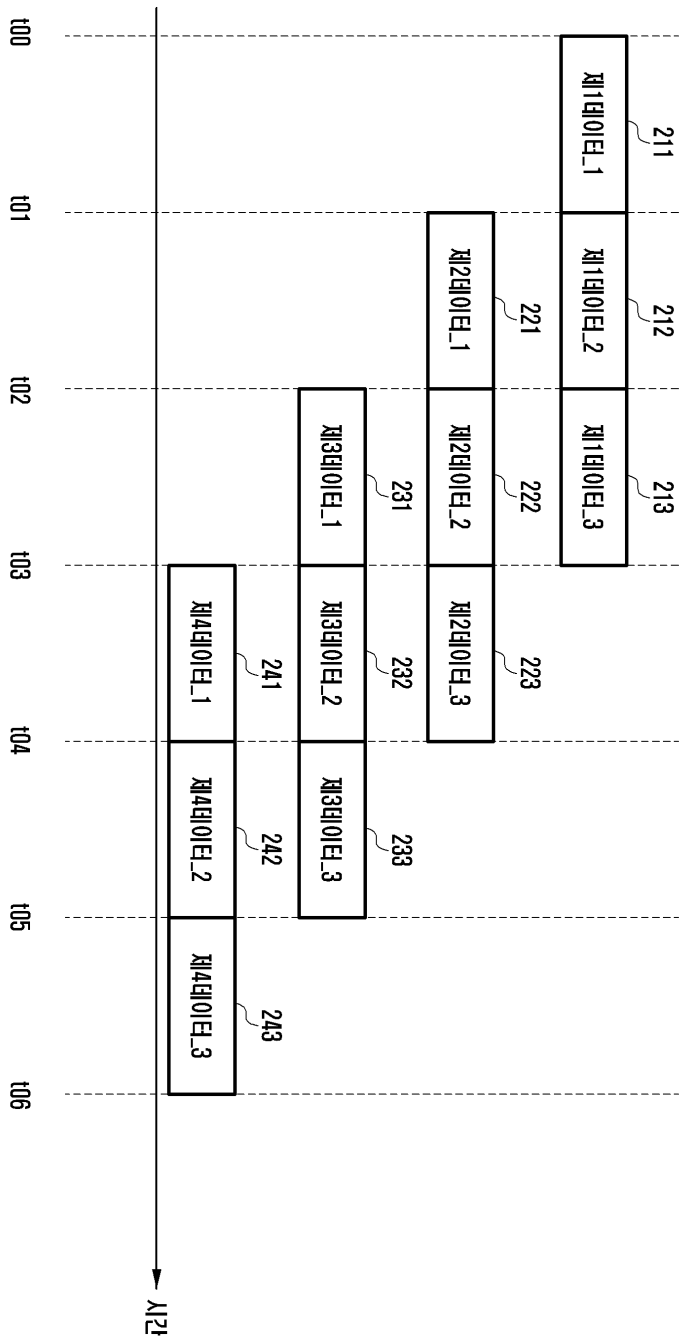
도면2a



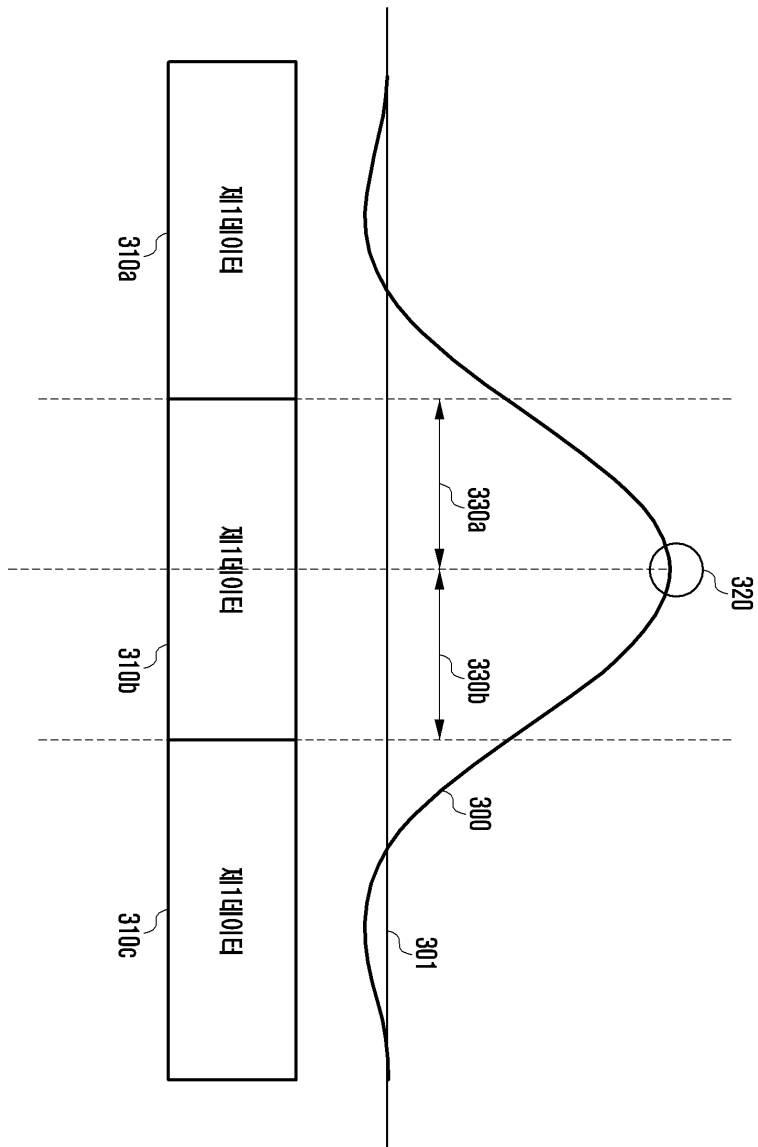
도면2b



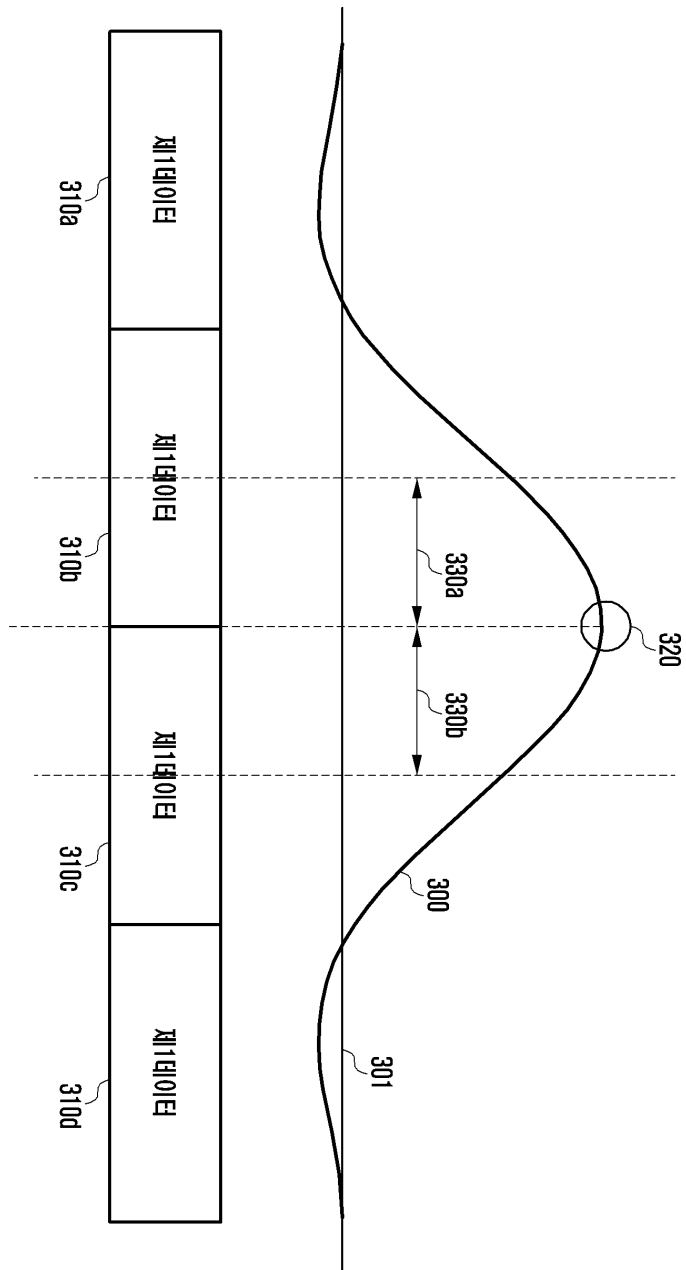
도면3a



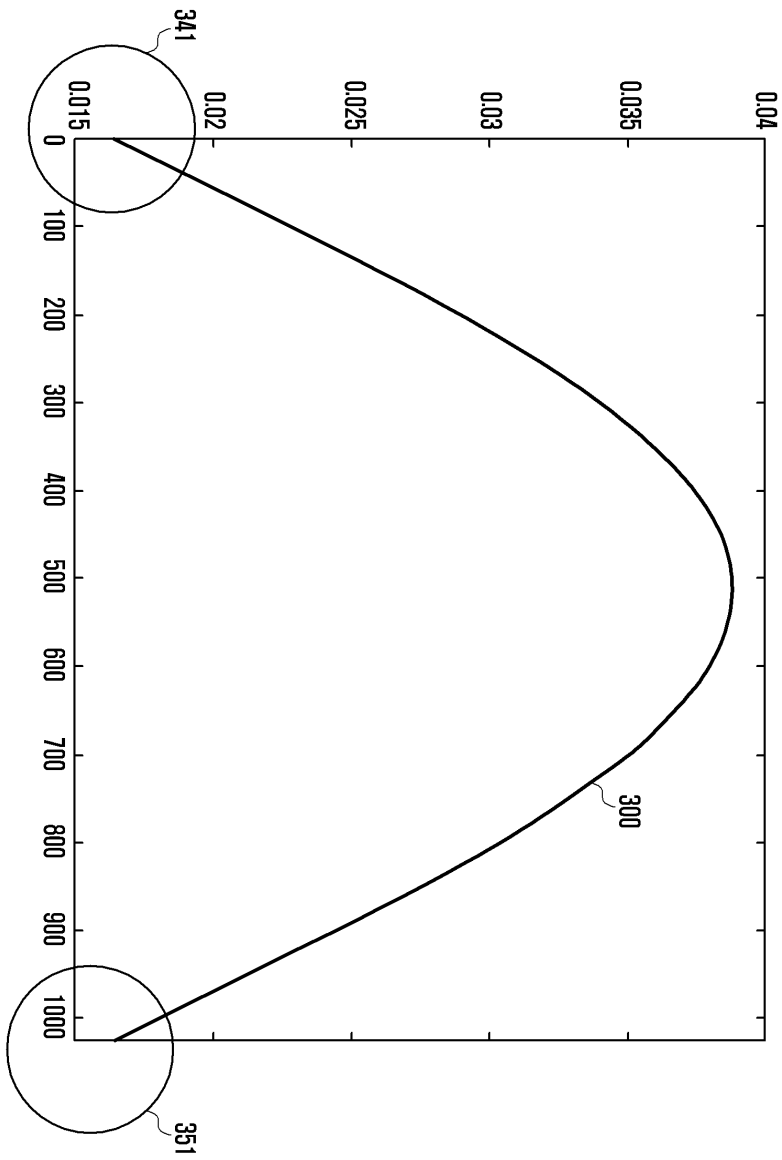
도면3b



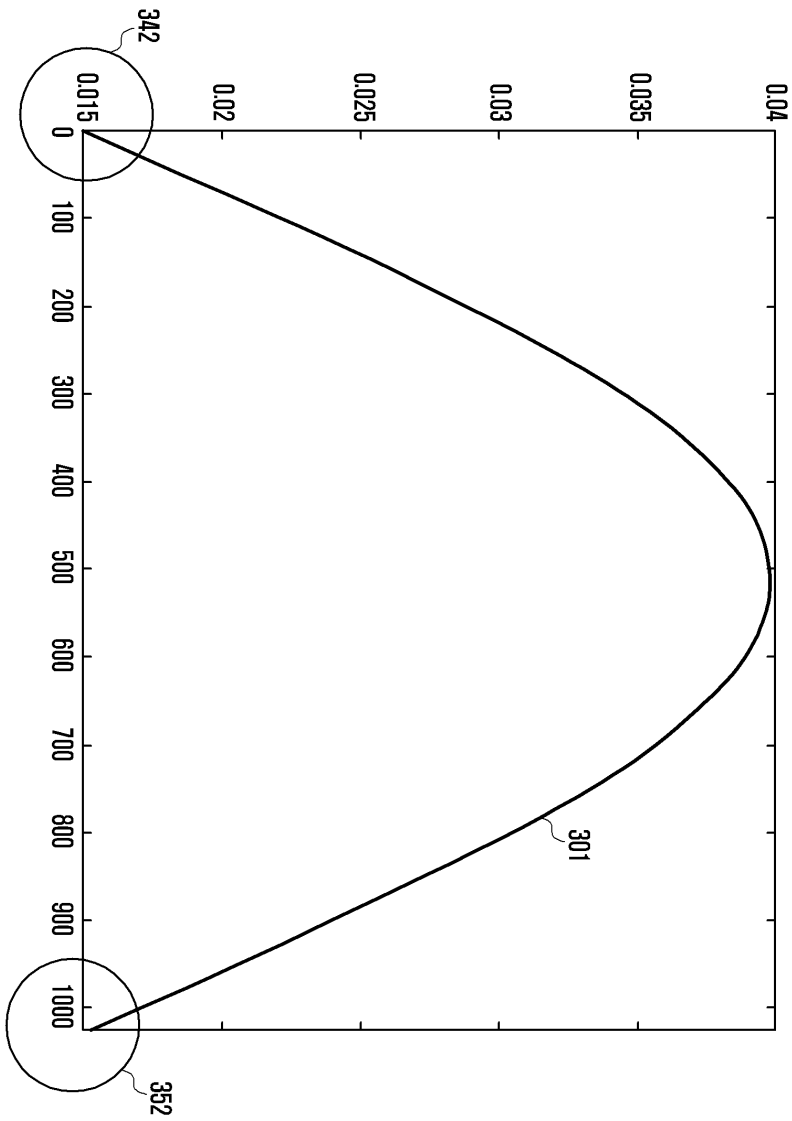
도면3c



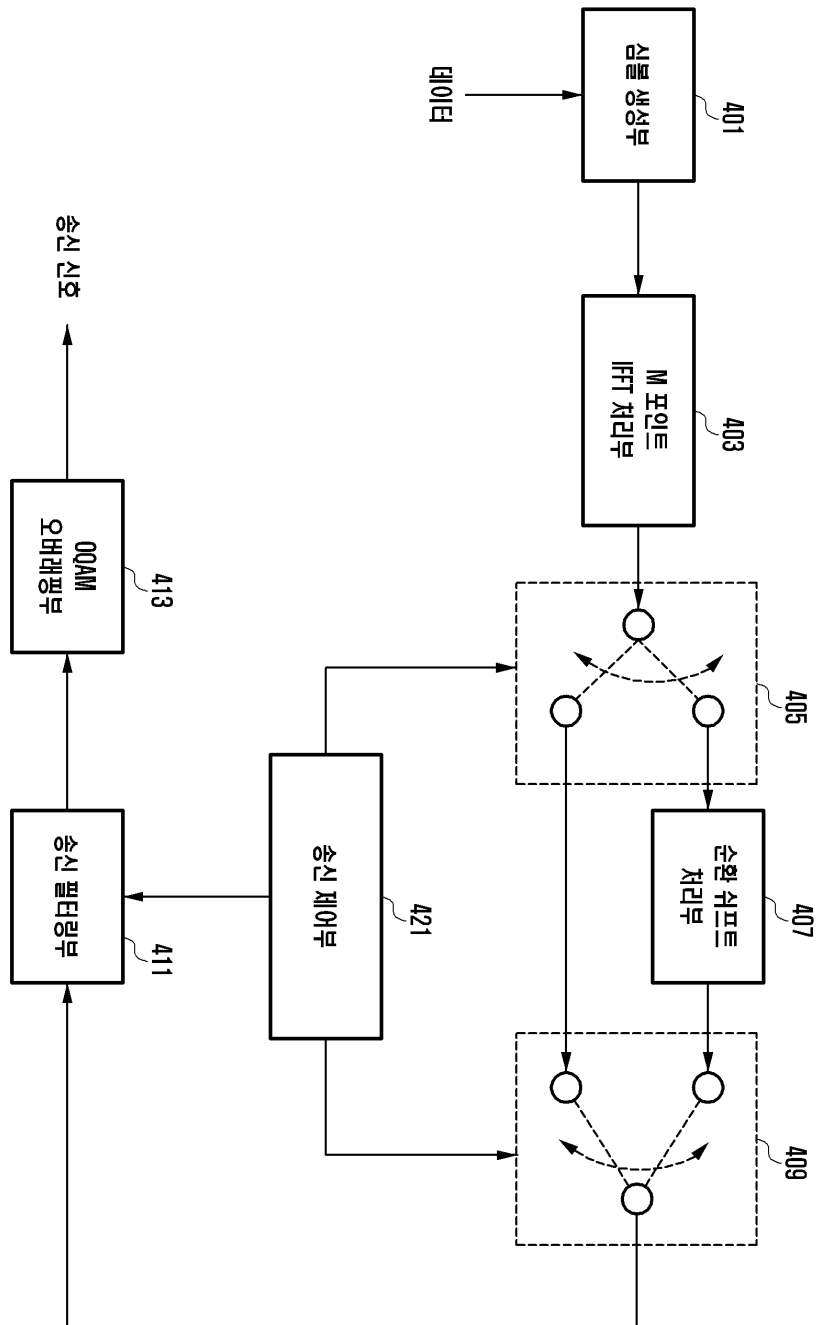
도면3d



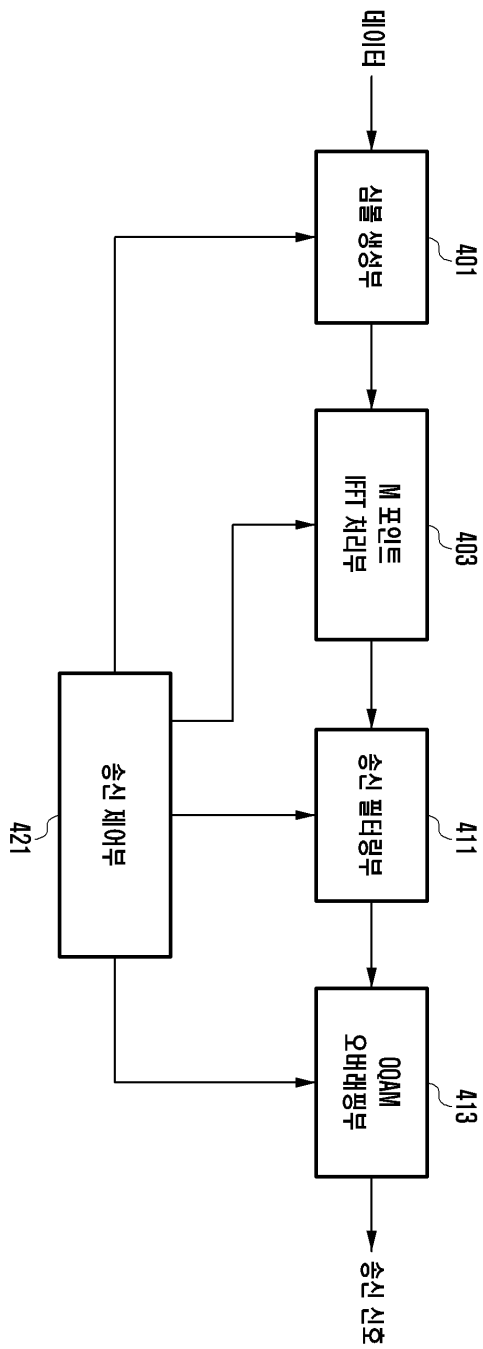
도면3e



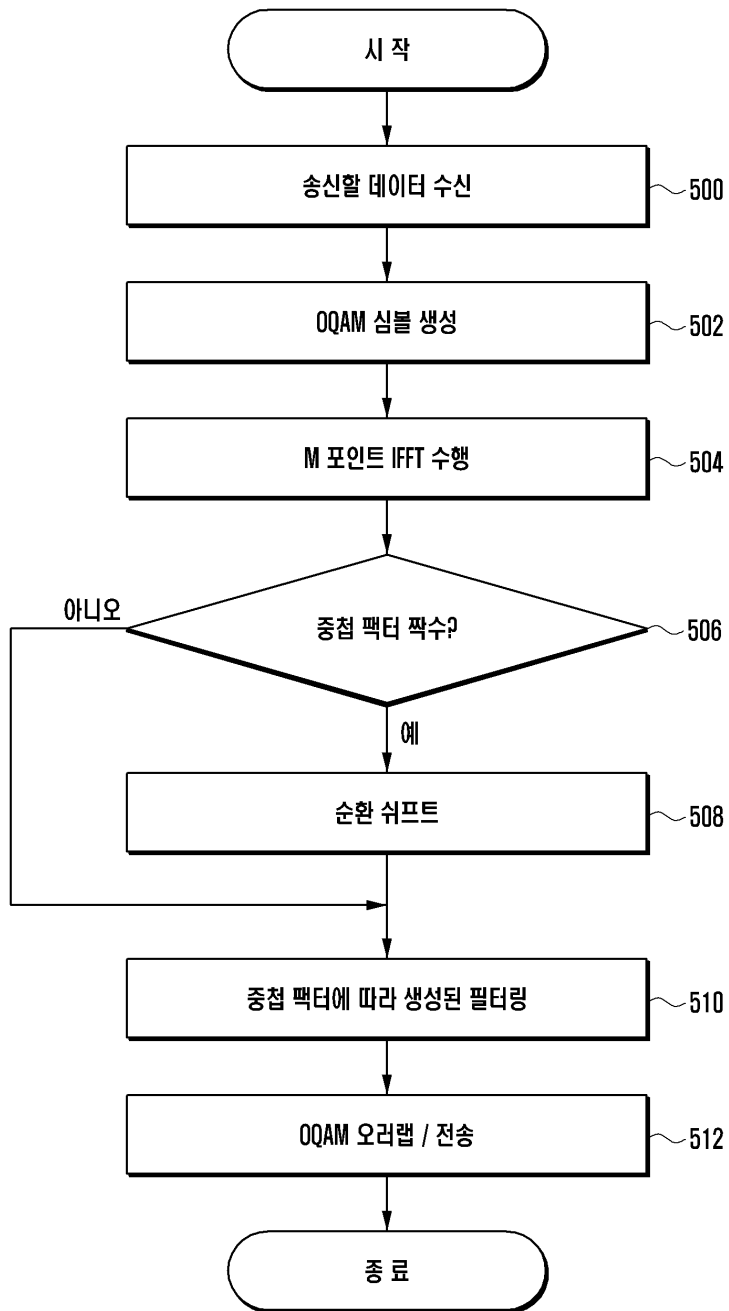
도면4a



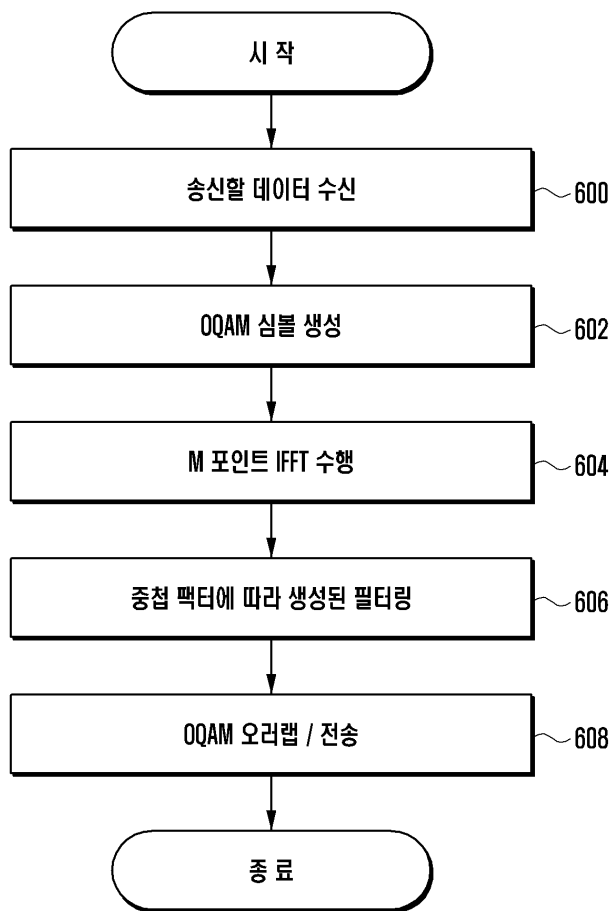
도면4b



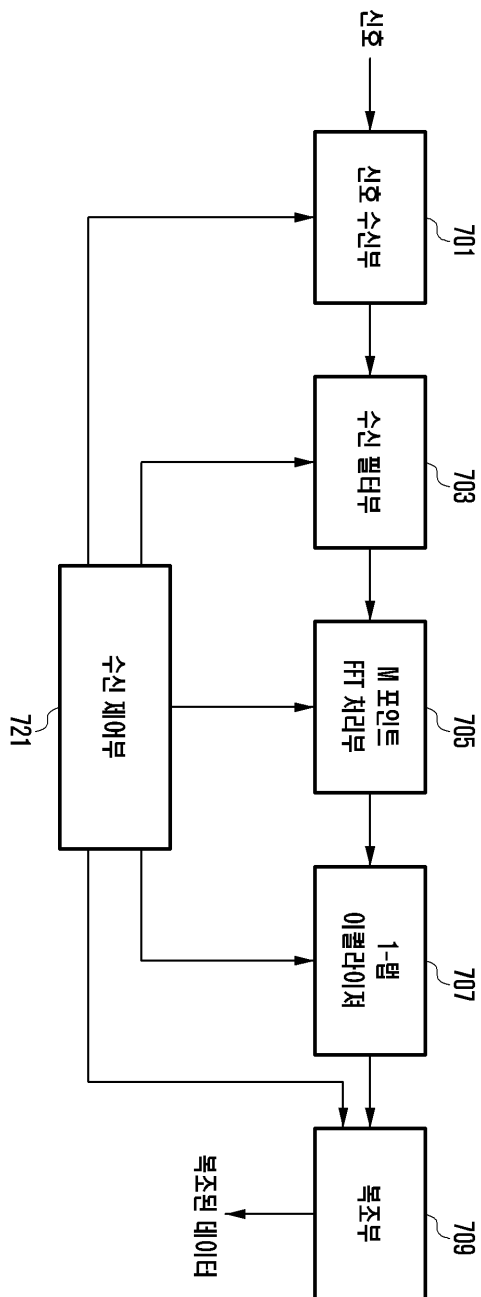
도면5



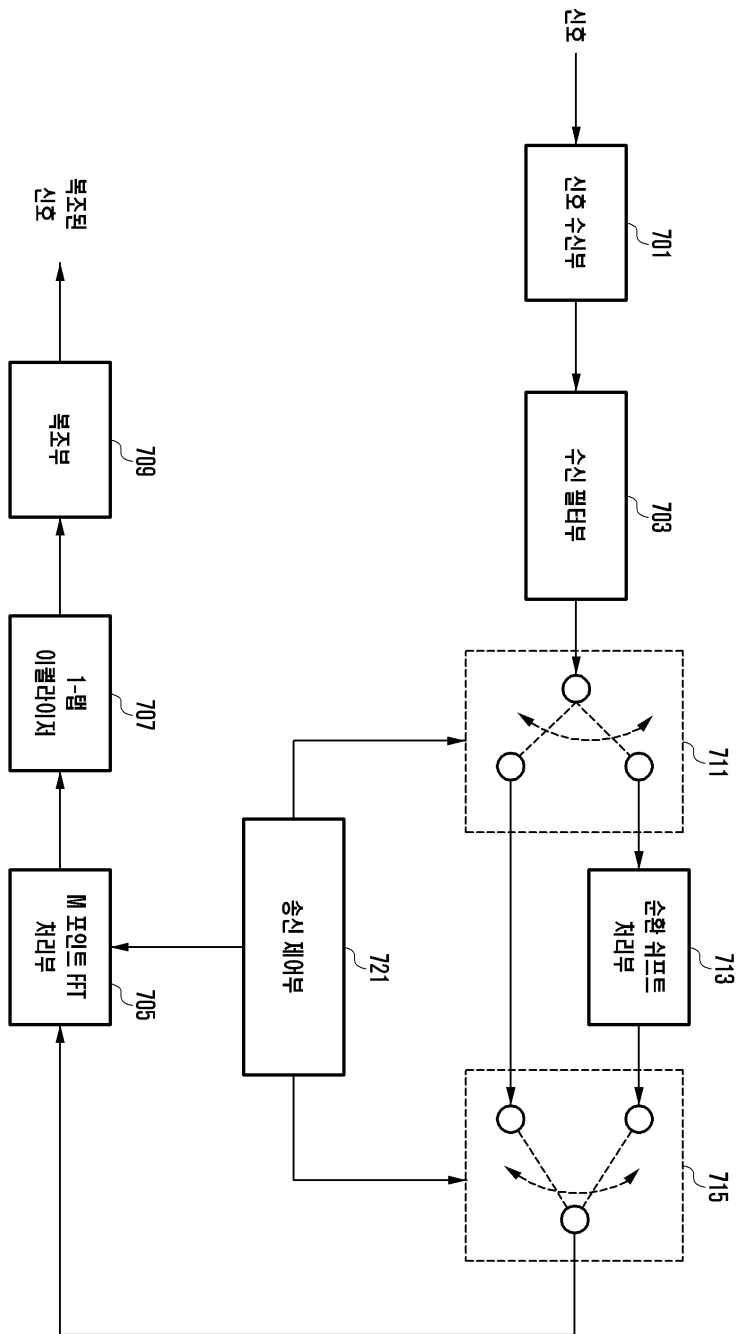
도면6



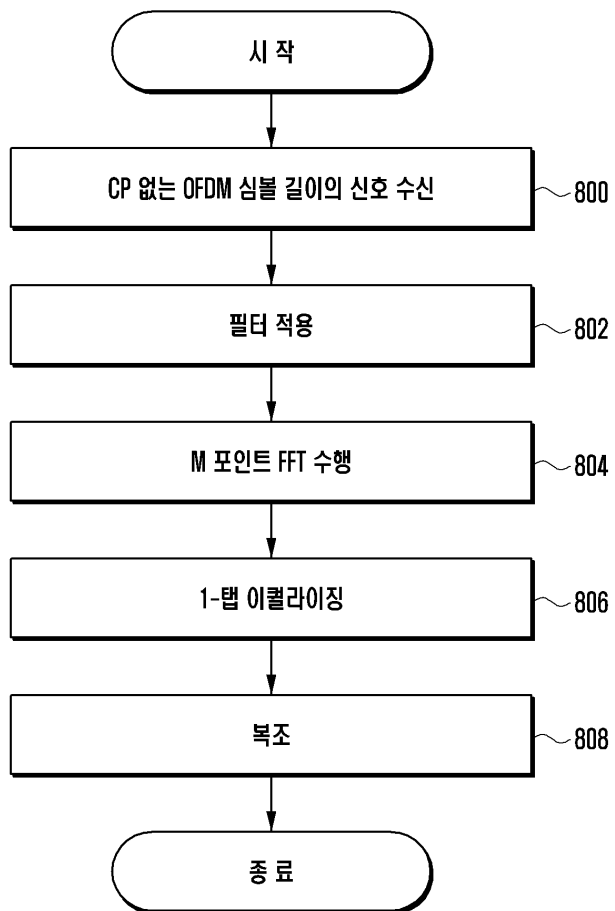
도면7a



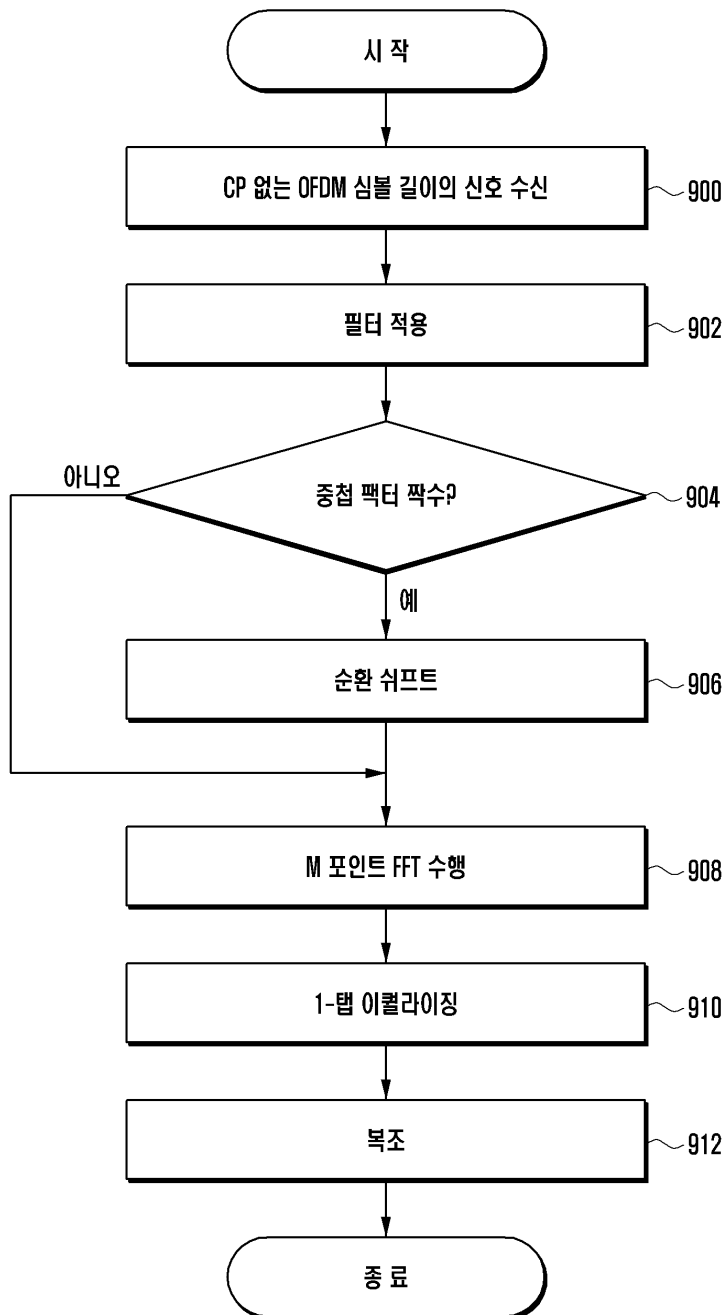
도면7b



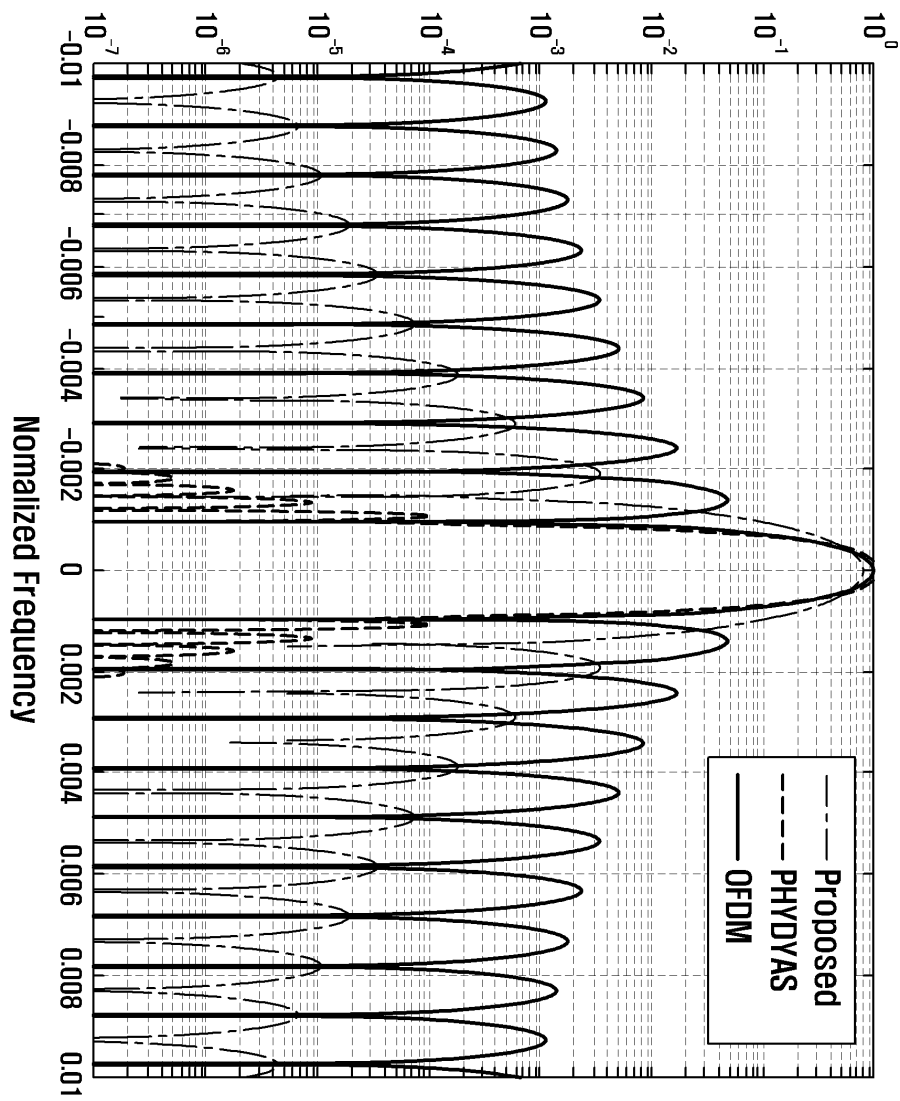
도면8



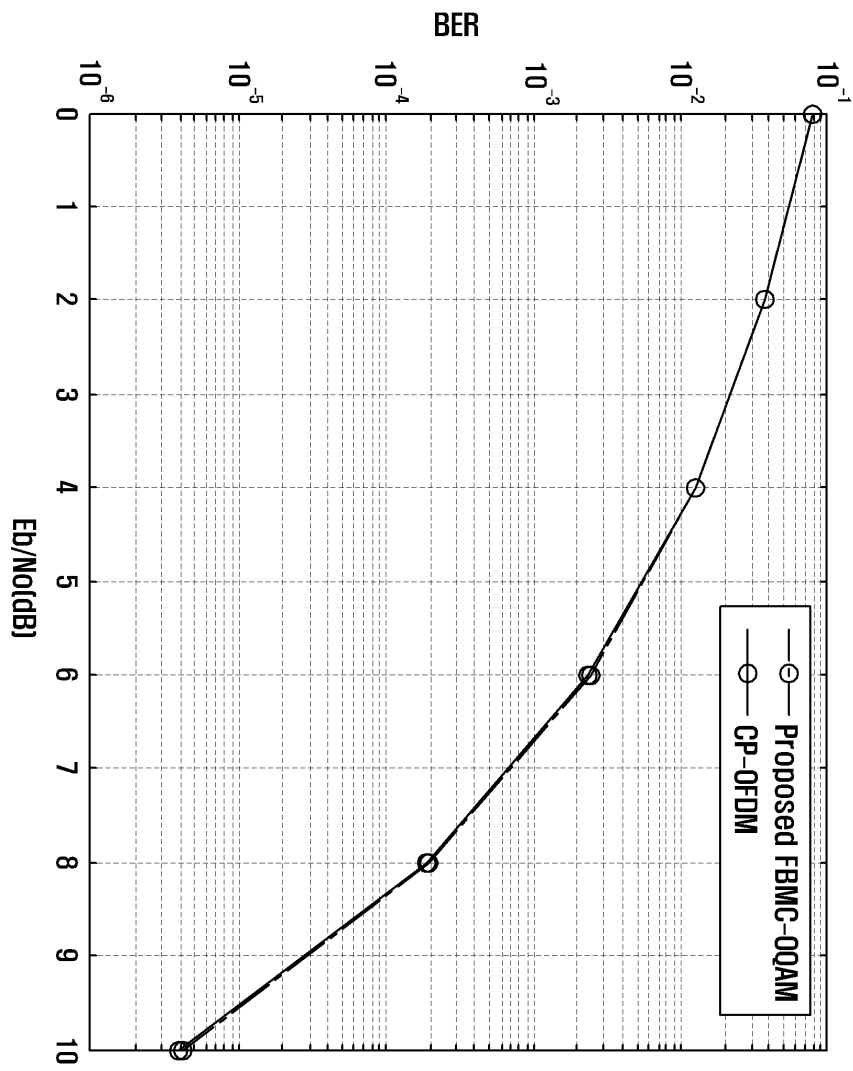
도면9



도면10a



도면10b



도면10c

