



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0035424

(43) 공개일자 2015년04월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 27/34 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0127722

(22) 출원일자 2014년09월24일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

1020130115649 2013년09월27일 대한민국(KR)

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

남형주

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공학관 705호 (신촌동)

최수용

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공학관 705호 (신촌동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

윤동열

전체 청구항 수 : 총 32 항

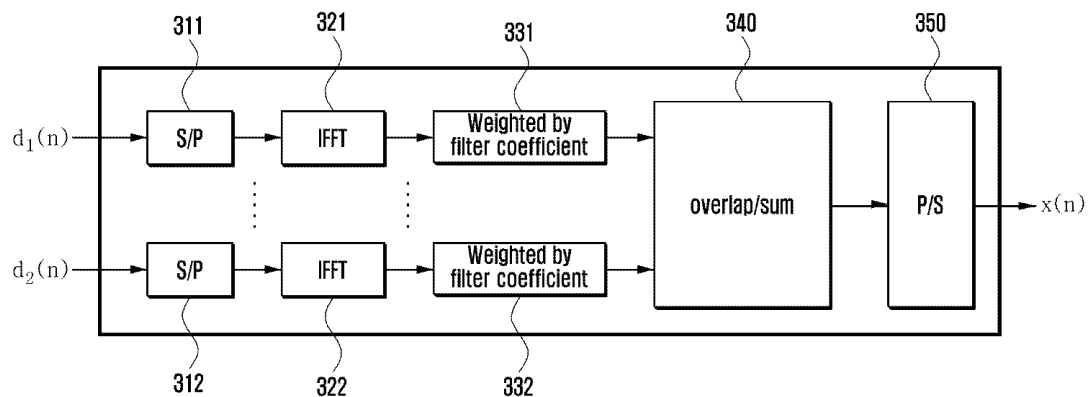
(54) 발명의 명칭 필터뱅크 기반 다중 반송파 통신 시스템에서 변조 신호 전송을 위한 송수신 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 필터뱅크 기반 다중 반송파(Filter Bank Multicarrier; FBMC) 통신 시스템에서 QAM 신호 전송이 가능한 송수신 방법 및 장치에 관한 것으로, 특히 짝수 인덱스를 갖는 서브 캐리어와 홀수 인덱스를 갖는 서브 캐리어 간 필터링을 분리시키고, 분리하여 필터링된 서브 캐리어들을 중첩 전송함으로써 intrinsic interference 없

(뒷면에 계속)

대표도



이 QAM 신호 전송이 가능하게 하는 송수신 방법 및 장치를 제공한다.

이에 따른 본 발명은, 필터뱅크 기반 다중 반송파(Filter Bank Multicarrier; FBMC) 통신 시스템에서의 송신 방법으로, 적어도 두 개의 직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation; QAM) 신호를 복수의 그룹으로 분할하는 단계, 상기 복수의 그룹에 대하여 각각 필터링을 수행하는 단계 및 상기 필터링된 상기 복수의 그룹에 포함된 QAM 신호를 시간 축에서 중첩하여 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 방법 및 송신 장치, 이에 대응하는 수신 방법 및 수신 장치에 관한 것이다.

(72) 발명자

김찬홍

경기도 화성시 병점4로 38 504호 (진안동, 서진빌)

최문창

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공학관 705호 (신촌동)

김상우

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공학관 705호 (신촌동)

명세서

청구범위

청구항 1

필터뱅크 기반 다중 반송파(Filter Bank Multicarrier; FBMC) 통신 시스템에서의 송신 방법으로,
적어도 두 개의 변조 신호(modulated signal)를 복수의 그룹으로 분할하는 단계;
상기 복수의 그룹에 대하여 각각 필터링을 수행하는 단계; 및
상기 필터링 된 상기 복수의 그룹에 포함된 변조 신호를 시간 축에서 중첩하여 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 복수의 그룹으로 분할하는 단계는,
인접한 변조 신호가 서로 다른 그룹에 속하도록 분할하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 복수의 그룹으로 분할하는 단계는,
짝수 인덱스를 갖는 변조 신호로 구성되는 제1 그룹 및 홀수 인덱스를 갖는 변조 신호로 구성되는 제2 그룹으로 분할하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 필터링을 수행하는 단계는,
상기 복수의 그룹에 대하여 각각 역푸리에 변환을 수행하는 단계; 및
상기 역푸리에 변환된 출력 신호와 시간 축 필터 계수를 이용하여 곱셈 연산을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 곱셈 연산을 수행하는 단계는,
각각의 그룹에 대한 상기 역푸리에 변환된 출력 신호 $M/2$ 개를 $M/2 * 2K$ 개로 확장시키는 단계; 및
상기 $M/2 * 2K$ 개의 출력 신호에 $M/2 * 2K$ 의 시간 축 필터 계수를 곱하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 확장시키는 단계는,
상기 각각의 그룹에 포함된 $M/2$ 개의 변조 신호에 대한 역푸리에 변환 출력 신호를 2K번 반복하여 확장시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 확장시키는 단계는,
상기 역푸리에 변환된 출력 신호 $M/2$ 개 사이에 $2K-1$ 개의 0 심볼을 삽입하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 중첩하여 전송하는 단계는,

상기 필터링 된 상기 복수의 그룹 중 적어도 하나의 그룹에 포함된 변조 신호를 역순으로 정렬하는 단계; 및

상기 역순으로 정렬된 적어도 하나의 그룹에 포함된 변조 신호와 나머지 그룹에 포함된 변조 신호를 중첩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 변조 신호는,

직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation; QAM) 신호인 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 복수의 그룹으로 분할하는 단계는,

상기 적어도 두 개의 변조 신호를 제1 그룹 및 제2 그룹으로 분할하는 단계를 포함하고,

상기 필터링을 수행하는 단계는,

제1 필터 및 제2 필터를 이용하여 상기 제1 그룹 및 상기 제2 그룹에 대하여 각각 필터링을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 복수의 그룹은,

동일한 수의 변조 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 방법.

청구항 12

필터뱅크 기반 다중 반송파(Filter Bank Multicarrier; FBMC) 통신 시스템에서의 수신 방법으로,

수신된 신호를 복수의 그룹으로 분할하는 단계;

상기 복수의 그룹에 대하여 각각 필터링을 수행하는 단계; 및

상기 필터링 된 결과를 주파수 축에서 등화하여 적어도 두 개의 변조 신호를 복원하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 복수의 그룹으로 분할하는 단계는,

짝수 인덱스를 갖는 수신 신호로 구성되는 제1 그룹 및 홀수 인덱스를 갖는 수신 신호로 구성되는 제2 그룹으로 분할하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 필터링을 수행하는 단계는,

각각의 그룹에 포함된 수신 신호와 시간 축 필터 계수를 이용하여 곱셈 연산을 수행하는 단계; 및

상기 곱셈 연산된 출력 신호를 푸리에 변환하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 변조 신호는,

직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation; QAM) 신호인 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 16

제12항에 있어서, 상기 복수의 그룹은,

동일한 수의 변조 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 수신 방법.

청구항 17

필터뱅크 기반 다중 반송파(Filter Bank Multicarrier; FBMC) 통신 시스템에서의 송신 장치로,
복수의 그룹으로 분할된 적어도 두 개의 변조 신호를 각각 필터링을 수행하는 필터링부;
상기 필터링 된 상기 복수의 그룹에 포함된 변조 신호를 시간 축에서 중첩하는 중첩부; 및
상기 중첩된 신호를 외부로 전송하는 통신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 적어도 하나의 변조 신호는,
인접한 변조 신호가 서로 다른 그룹에 속하도록 분할되는 것을 하는 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 적어도 하나의 변조 신호는,
짝수 인덱스를 갖는 변조 신호로 구성되는 제1 그룹 및 홀수 인덱스를 갖는 변조 신호로 구성되는 분할되는 것을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 20

제17항에 있어서, 상기 필터링부는,
상기 복수의 그룹에 대하여 각각 역푸리에 변환을 수행하는 역푸리에 변환기; 및
상기 역푸리에 변환부의 출력 신호와 시간 축 필터 계수를 이용하여 곱셈 연산을 수행하는 곱셈기를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 곱셈기는,
각각의 그룹에 대한 상기 역푸리에 변환부의 출력 신호 $M/2$ 개를 $M/2 * 2K$ 개로 확장시키고, 상기 $M/2 * 2K$ 개의 출력 신호에 $M/2 * 2K$ 개의 시간 축 필터 계수를 곱하는 것을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 22

제21항에 있어서, 상기 곱셈기는,
상기 각각의 그룹에 포함된 $M/2$ 개의 QAM 신호에 대한 역푸리에 변환 출력 신호를 $2K$ 번 반복하여 확장시키는 것을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 23

제21항에 있어서, 상기 곱셈기는,
상기 역푸리에 변환된 출력 신호 $M/2$ 개 사이에 $2K-1$ 개의 0 심볼을 삽입하여 상기 역푸리에 변환부의 출력 신호를 확장하는 것을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 24

제17항에 있어서, 상기 중첩부는,
상기 필터링 된 상기 복수의 그룹 중 적어도 하나의 그룹에 포함된 변조 신호를 역순으로 정렬하고, 상기 역순으로 정렬된 적어도 하나의 그룹에 포함된 변조 신호와 나머지 그룹에 포함된 변조 신호를 중첩하는 것을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 25

제17항에 있어서, 상기 변조 신호는,

직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation; QAM) 신호인 것을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 26

제17항에 있어서, 상기 필터링부는,

상기 적어도 두 개의 변조 신호를 제1 그룹 및 제2 그룹으로 분할하고, 제1 필터 및 제2 필터를 이용하여 상기 제1 그룹 및 상기 제2 그룹에 대하여 각각 필터링을 수행하는 것을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 27

제17항에 있어서, 상기 복수의 그룹은,

동일한 수의 변조 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 28

필터뱅크 기반 다중 반송파(Filter Bank Multicarrier; FBMC) 통신 시스템에서의 수신 장치로,

신호를 수신하는 통신부;

상기 수신된 신호를 복수의 그룹으로 분할하여 각각 필터링을 수행하는 필터링부;

상기 필터링된 결과를 주파수 축에서 등화하여 적어도 두 개의 변조 신호를 복원하는 등화부를 포함하는 것을 특징으로 하는 수신 장치.

청구항 29

제28항에 있어서, 상기 수신 신호는,

짝수 인덱스를 갖는 수신 신호로 구성되는 제1 그룹 및 홀수 인덱스를 갖는 수신 신호로 구성되는 제2 그룹으로 분할되는 것을 특징으로 하는 수신 장치.

청구항 30

제28항에 있어서, 상기 필터링부는,

각각의 그룹에 포함된 수신 신호와 시간 축 필터 계수를 이용하여 곱셈 연산을 수행하고, 상기 곱셈 연산된 출력 신호를 푸리에 변환하는 것을 특징으로 하는 수신 장치.

청구항 31

제28항에 있어서, 상기 변조 신호는,

직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation; QAM) 신호인 것을 특징으로 하는 수신 장치.

청구항 32

제28항에 있어서, 상기 복수의 그룹은,

동일한 수의 변조 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 수신 장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 필터뱅크 기반 다중 반송파(Filter Bank Multicarrier; FBMC) 통신 시스템에서 QAM 신호 전송이 가능한 송수신 방법 및 장치에 관한 것으로, 특히 짝수 인덱스를 갖는 서브 캐리어와 홀수 인덱스를 갖는 서브 캐리어 간 필터링을 분리시키고, 분리하여 필터링된 서브 캐리어들을 필터의 직교성을 활용하여 중첩 전송함으로써 intrinsic interference 없이 QAM 신호 전송이 가능하게 하는 송수신 방법 및 장치를 제공한다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 최근 고품질의 데이터를 고속으로 전송하기 위해 직교주파수분할(Orthogonal Frequency Division Multiplexing; OFDM) 전송 기술을 대체할 수 있는 차세대 통신 기술로써 필터뱅크 기반 다중 반송파(Filter Bank Multicarrier; FBMC) 통신 시스템에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. FBMC는 OFDM에 비해 상대적으로 낮은 대역 외 방사(out-of-band radiation)가 발생하여 동일 스펙트럼 마스크(spectrum mask)를 만족시키기 위한 보호 부반송파(guard subcarrier) 수를 OFDM 대비 상대적으로 줄일 수 있으며, CP(cyclic prefix) 없이 신호의 변복조가 가능하여 주파수 효율(spectral efficiency)이 증대되고 주파수 동기 오차에 강한 특성을 지닌다.
- [0003] 종래의 FBMC 통신 시스템은 (1) IFFT 이후 시간 축에서 polyphase network (PPN)를 적용하는 송수신 방법과 (2) IFFT 이전에 주파수 축에서 frequency spreader 및 overlap/sum 구조를 적용하는 송수신 방법으로 구분될 수 있다. (1)번 기술은 PPN을 활용하여 시간 축에서의 컨볼루션 연산을 길이 M의 weighted sum들의 합으로 구성되는 필터링으로 구현한 후 2개의 PPN 모듈을 시간차를 통해 적용함으로써 offset-QAM (OQAM)을 구현한다. 이때, 송신단에서 시간 축 필터링이 수행되므로, 수신단에서는 시간 축에서의 등화기를 사용한다. (2)번 기술은 IFFT 이전에 주파수 축에서 oversampling 및 프로토타입 필터에 의한 필터링, KM 길이의 IFFT를 수행한 후 adder와 메모리를 이용한 중첩 전송을 수행한다. 이때, 송신단에서 주파수 축에서의 필터링이 수행되므로 수신단에서는 주파수축 one-tap 등화기를 사용한다.
- [0004] 상술한 (2)번 기술에 대하여 보다 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0005] 도 1은 종래의 FBMC 통신 시스템에서의 송신 장치를 나타낸 블록도이고, 도 2는 종래의 FBMC 통신 시스템에서의 송신 장치 내에서 K=4일 때 신호의 흐름을 구체적으로 나타낸 도면이다.
- [0006] 도 1을 참조하면, 전송 신호 $d(n)$ 은 도 2에 도시된 바와 같이 M개의 오프셋 직교 진폭 변조(Offset Quadrature Amplitude Modulation; OQAM) 신호 $d(mM)$ 로 구성된다. OQAM 신호는 S/P(Serial-to-Parallel) 변환기(110)에 의해 변환되고, 변환된 각각의 OQAM 신호 $d_i(mM)$ 는 확산기(Frequency spreader)(120)에 의해, 도 2에 도시된 바와 같이 주파수 축에서 확산된다. 확산기(120)는 프로토타입 필터(prototype filter)를 이용하여 각각의 OQAM 신호에 2K-1개의 주파수 축 필터 계수를 곱함으로써, 전체 OQAM 신호를 전체 주파수 대역에 KM개의 신호로 확산시킨다. 이를 주파수 축 필터링이라 한다.
- [0007] 필터링 된 신호는 역푸리에 변환기(inverse fast fourier transform; IFFT)(130)에 의하여 역푸리에 변환 과정을 거친다. 마지막으로 IFFT(130) 출력 신호는 P/S(Paraller-to-Serial) 및 Overlap/sum 블록(140)에 의한 중첩 과정을 거쳐 송신된다.
- [0008] 종래의 FBMC 시스템에서 주파수 축 필터링을 수행하려면, 확산 과정에서 인접한 QAM 신호 간 확산 결과가 중첩되기 때문에, 상호 간 간섭을 주게 되어 신호 복원이 불가능해 진다. 이를 방지하기 위해 종래의 FBMC 시스템은 in-phase(real) 성분과 quadrature-phase(imaginary) 성분을 시간-주파수 자원에 교차하여 배치하는 OQAM을 사용한다.
- [0009] 또한 종래의 FBMC 시스템에서 주파수 축 필터링을 수행하려면, IFFT(130)의 크기가 OFDM 대비 프로토타입 필터의 overlapping factor인 K배만큼 증가해야 하기 때문에, 전체 시스템의 복잡도가 증가하게 된다. 이러한 문제는 수신 장치에서도 동일하게 나타나기 때문에, 수신 장치에서의 FFT 크기도 K의 배수만큼 증가 되어야 하고, 이에 따라 수신 장치의 복잡도도 증가하게 된다.
- [0010] 도 4는 종래의 FBMC 통신 시스템에서의 수신 장치를 나타낸 블록도이다.
- [0011] 도 4를 참조하면, 수신 신호 $x(n)$ 은 S/P 변환기(210)에 의해 병렬 신호로 변환되고, 푸리에 변환기(fast fourier transform; FFT)(220)를 통해 푸리에 변환 과정을 거친다. 다음으로, 신호는 주파수 등화기(Frequency equalizer)(230)를 통해 등화되고, 주파수 역확산기(Frequency de-spread)(240)를 통해 주파수 축 필터링되어 복원된다. 이러한 주파수 축 필터링 과정에서 상술한 바와 같이 QAM 신호를 사용할 경우, Intrinsic interference를 제거할 수 없는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 상술한 종래의 FBMC 통신 시스템은 (1), (2) 기술 모두의 경우 인접 신호 간의 필터링 결과가 중첩되기 때문에 QAM 신호를 사용하지 못하고 OQAM 신호를 사용해야 한다. 결과적으로, 종래의 FBMC 통신 시스템은 multiple-input and multiple-output(MIMO)와의 결합이 용이하지 못하다는 단점이 있다.
- [0013] 특히, (2) 기술의 경우, 주파수 축 필터링으로 인하여 수신 장치에서 one-tap 주파수축 등화기를 사용할 수 있는 장점이 있는 반면에 IFFT 및 FFT의 크기가 K배 만큼 증가함으로써 복잡도가 증가하는 단점이 있다.
- [0014] 본 발명은 짝수 인덱스 서브 캐리어(odd sub-carrier)에 대응하는 신호와 홀수 인덱스 서브 캐리어(even sub-carrier)에 대응하는 신호의 필터링을 분리시키고, 필터의 직교성을 활용하여 필터링된 신호를 중첩 전송 함으로써, FBMC 통신 시스템에서 QAM 신호를 전송할 수 있는 방법 및 장치를 제공한다.
- [0015] 또한 본 발명은 종래의 OQAM 기반 FBMC 통신 시스템에서 IFFT 및 FFT 의 크기가 overlapping factor인 K만큼 증가하는 단점을 극복하고, 수신 장치에서 주파수축 one-tap 등화기를 사용함으로써, 낮은 복잡도를 갖는 효율적인 송수신 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상술한 과제를 해결하기 위하여 본 발명에 따른 송신 방법은, 필터뱅크 기반 다중 반송파(Filter Bank Multicarrier; FBMC) 통신 시스템에서의 송신 방법으로, 적어도 두 개의 직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation; QAM) 신호를 복수의 그룹으로 분할하는 단계; 상기 복수의 그룹에 대하여 각각 필터링을 수행하는 단계; 및 상기 필터링 된 상기 복수의 그룹에 포함된 QAM 신호를 시간 축에서 중첩하여 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 본 발명에 따른 수신 방법은, 필터뱅크 기반 다중 반송파(Filter Bank Multicarrier; FBMC) 통신 시스템에서의 수신 방법으로, 수신된 신호를 복수의 그룹으로 분할하는 단계; 상기 복수의 그룹에 대하여 각각 필터링을 수행하는 단계; 및 상기 필터링 된 결과를 주파수 축에서 등화하여 적어도 두 개의 직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation; QAM) 신호를 복원하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따른 송신 장치는, 필터뱅크 기반 다중 반송파(Filter Bank Multicarrier; FBMC) 통신 시스템에서의 송신 장치로, 복수의 그룹으로 분할된 적어도 두 개의 직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation; QAM) 신호를 각각 필터링을 수행하는 필터링부; 상기 필터링 된 상기 복수의 그룹에 포함된 QAM 신호를 시간 축에서 중첩하는 중첩부; 및 상기 중첩된 신호를 외부로 전송하는 통신부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 본 발명에 따른 수신 장치는, 필터뱅크 기반 다중 반송파(Filter Bank Multicarrier; FBMC) 통신 시스템에서의 수신 장치로, 신호를 수신하는 통신부; 상기 수신된 신호를 복수의 그룹으로 분할하여 각각 필터링을 수행하는 필터링부; 상기 필터링 된 결과를 주파수 축에서 등화하여 적어도 두 개의 직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation; QAM) 신호를 복원하는 등화부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명에 따른 QAM 신호 전송이 가능하게 하는 송수신 방법 및 장치는 필터링 분리에 의해 Intrinsic interference의 발생을 억제할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명에 따른 QAM 신호 전송이 가능하게 하는 송수신 방법 및 장치는 복소수 신호(complex signal)의 처리가 가능하여 OFDM에서의 QAM 기반 기법을 FBMC에 그대로 적용하면서 MIMO와의 시스템과 결합이 용이한 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 종래의 FBMC 통신 시스템에서의 송신 장치를 나타낸 블록도이다.
- 도 2는 종래의 FBMC 통신 시스템에서의 송신 장치 내에서 신호의 흐름을 구체적으로 나타낸 도면이다.
- 도 3은 종래의 FBMC 통신 시스템에서의 필터링 과정을 주파수 축에서 나타낸 도면이다.
- 도 4는 종래의 FBMC 통신 시스템에서의 수신 장치를 나타낸 블록도이다.

- 도 5는 본 발명에 따른 송신 장치를 나타낸 블록도이다.
- 도 6은 본 발명에 따른 송신 장치에서의 필터링 과정을 주파수 축에서 나타낸 도면이다.
- 도 7은 주파수 축의 convolution 연산을 시간 축의 곱셈 연산으로 변형한 예를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 본 발명에 따른 QAM 신호의 convolution 연산을 시간 축의 곱셈 연산으로 변형한 예를 나타낸 도면이다.
- 도 9는 본 발명에 따른 송신 장치에서 IFFT 출력 신호를 중첩하는 예를 도시한 도면이다.
- 도 10은 본 발명에 따른 수신 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 11은 본 발명에 따른 송신 장치 내에서 신호의 흐름을 구체적으로 나타낸 도면이다.
- 도 12는 연속된 FBMC 심볼들의 overlap & sum의 일 예를 나타낸 도면이다.
- 도 13은 본 발명에 따른 수신 장치 내에서 신호의 흐름을 구체적으로 나타낸 도면이다.
- 도 14는 본 발명에 따른 송신 방법을 나타낸 순서도이다.
- 도 15는 본 발명에 따른 수신 방법을 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명에 따른 실시 예들은 송신 장치 및 수신 장치와 연계하여 설명된다. 송신 장치 및 수신 장치는 시스템, 가입자 유닛, 가입자국, 이동국, 모바일, 원격국, 원격 단말, 모바일 디바이스, 사용자 단말, 단말, 무선 통신 디바이스, 사용자 에이전트, 사용자 디바이스, 또는 사용자 장비(UE)로 지칭될 수 있다. 송신 장치 및 수신 장치는 셀룰러 전화, 개인 휴대 단말기(PDA), 무선 접속 능력을 갖는 핸드 헬드 디바이스, 컴퓨팅 디바이스 또는 무선 모뎀에 연결된 다른 처리 디바이스일 수 있다.
- [0024] 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명의 사상을 한정하려는 의도가 아님을 유의해야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 본 명세서에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 하며, 과도하게 포괄적인 의미로 해석되거나, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0025] 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다." 또는 "포함한다." 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계를 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 한다.
- [0026] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다. 그리고, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략할 것이다. 또한, 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.
- [0027] 도 5는 본 발명에 따른 송신 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.
- [0028] 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 송신 장치(300)는 복수 개의 S/P 변환기(311, 312), 복수 개의 IFFT(321, 322) 및 복수 개의 weighted sum 블록(331, 332)를 포함하여 구성된다. 복수 개의 S/P 변환기(311, 312), 복수 개의 IFFT(321, 322) 및 복수 개의 weighted sum 블록(331, 332)은 QAM 신호에 대한 필터링 동작에 관여할 수 있다. 따라서, 복수 개의 S/P 변환기(311, 312), 복수 개의 IFFT(321, 322) 및 복수 개의 weighted sum 블록(331, 332)은 각각 또는 결합하여 필터링부로 명명될 수 있다.
- [0029] 본 발명에 따른 송신 장치(300)는, 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, M개의 QAM 신호를 제1 그룹과 제2 그룹으로 나눈 뒤, 각 그룹의 필터링을 별도로 수행한다. 이때, 송신 장치(300)는 인접한 QAM 신호가 서로 다른 그룹에 속하도록 QAM 신호를 분류할 수 있다. 예를 들어, 송신 장치(300)는 M개의 QAM 신호를 짝수 인덱스를 갖는 신호와 홀수 인덱스를 갖는 신호의 두 그룹으로 나눌 수 있다. 이로써, 본원발명에 따른 송신 장치(300)는 도 6과 같이 인접한 QAM 신호 간 Intrinsic interference가 발생하는 것을 방지한다.

[0030] 본 발명의 다양한 실시 예에서, 각 그룹의 필터링을 별도로 수행하는 경우, 각 그룹에 적용되는 필터는 서로 복소 관계를 갖도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1 그룹과 제2 그룹의 필터링을 별도로 수행하는 경우, 제1 그룹은 제1 필터를 이용하여, 제2 그룹은 제2 필터를 이용하여 필터링이 수행되며, 제1 필터와 제2 필터는 복소 관계를 갖도록 구성될 수 있다. 즉, 제2 그룹에 적용되는 필터의 필터 계수들은, 제1 그룹에 적용되는 필터의 필터 계수들에 대한 복소 값으로 구성될 수 있다. 일 실시 예에서, 제1 그룹에 적용되는 필터의 계수들이 real domain으로 구성된 경우, 제2 그룹에 적용되는 필터의 계수들은 complex domain으로 구성될 수 있다. 즉, 제1

그룹에 적용되는 제1 필터가 $H = [H_2 \ H_1 \ H_0 \ H_1 \ H_2]$ 로 구성되는 real domain 필터 계수를 갖는 경우, 제2 그룹에 적용되는 제2 필터는

$G = [G_2 \ G_1 \ G_0 \ G_1 \ G_2] = [jH_2 \ jH_1 \ jH_0 \ jH_1 \ jH_2]$ 로 구성되는 complex domain 필터 계수를 가질 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명에 따르면, 송신 장치(300)는 분리된 필터링을 IFFT 이전에서 주파수 확산 방법으로 수행할 수도 있고, 복잡도가 증가하는 것을 방지하기 위해 일 실시 예에서 IFFT 이후 시간 축에서 convolution이 아닌 곱셈을 통해 필터링을 수행할 수 있다. 이를 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[0032] 도 6에서 보여지는 주파수 축에서 확산 후 곱셈을 이용한 기존 필터링 과정은 도 7과 같이 QAM 신호 사이에 0이 삽입된 신호와 하나의 QAM 신호에 대한 필터 계수와의 convolution으로 재해석될 수 있다. 이때, 필터링될 원래 QAM 신호들은 신호 사이에 삽입된 0으로 인해 시간 축으로 변형할 경우 원래 신호의 IFFT 출력 신호가 K-1번 반복된 형태를 갖는다. 따라서, 필터링 과정은, 도 7에 도시된 바와 같이, M개의 신호에 대한 IFFT 출력 데이터와, KM개의 시간 축 필터 계수를 블록단위로 weighted sum 연산하는 것으로 재해석할 수 있다. 도 7은 K가 4인 경우의 예를 도시하였다.

[0033] 도 8을 참조하면, M개의 QAM 신호들을 짝수 인덱스를 갖는 M/2개의 QAM 신호들과 홀수 인덱스를 갖는 M/2개의 QAM 신호들 두 그룹으로 분리할 경우, 도 7에서 신호 사이에 K-1개의 0이 삽입되는 것과 달리, 신호 사이에 2K-1개의 0이 삽입된다. 따라서, IFFT 연산을 convolution theorem으로 재해석하면, IFFT 출력 신호는 신호의 IFFT 출력 블록이 2K-1번 반복되는 형태를 갖고, 크기는 M/2이 된다. 송신 장치(300)는 IFFT 출력 신호에 KM개의 시간 축 필터 계수를 곱하여 필터링을 수행할 수 있다. 이때, 곱셈 연산을 수행하는 블록을 곱셈기라 명명할 수 있다.

[0034] 또한, 본 발명에서 송신 장치(300)는 overlap/sum 블록(340) 및 P/S 변환기(350)를 통해 시간 축에서 2K개 블록 단위의 overlap/sum 연산을 수행한다. 도 9를 참조하면, 송신 장치는 도 6에서 제1 그룹 및 제2 그룹에 대한 IFFT 출력 블록, 예를 들어 even 신호와 odd 신호에 대한 IFFT 출력 블록을 도 9에 도시된 바와 같이 중첩하여 전송한다. 특히 본 발명의 실시 예에서, 송신 장치(300)는 IFFT 출력 신호 중첩 시, 제1 그룹의 IFFT 출력 신호 및 제2 그룹의 IFFT 출력 신호 중 어느 하나를 역순으로 정렬하여 중첩시킨다. overlap/sum 블록(340)은 일 예에서 중첩부로 명명될 수 있다. FBMC 송수신 구조에서 필터 간의 직교성을 활용하여 도 9와 같이 중첩 전송하는 경우 각 even과 odd 신호는 서로 영향을 주지 않기 때문에 QAM 신호를 전송할 수 있다.

[0035] 중첩된 신호는 송신 장치의 통신부를 통하여 수신 장치로 전송될 수 있다.

[0036] 도 10은 본 발명에 따른 수신 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

[0037] 도 10을 참조하면, 본 발명에 따른 수신 장치(400)는 통신부를 통하여 수신 신호를 획득한다. 수신 신호는 S/P 변환기(410), weighted sum 블록(421, 422) 및 FFT 변환기(431, 432)를 거친 후, one-tap 등화기(equalizer)(441, 442)를 통해 주파수 축에서 one-tap 등화 과정을 거친다. 이후, 수신 신호는 P/S 변환기(451, 452)를 거쳐 최종 신호로 복원된다.

[0038] 이하에서는, 상술한 본 발명에 따른 송신 장치 및 수신 장치 내에서의 구체적인 신호 변환 과정을 설명하도록 한다.

[0039] 도 11은 본 발명에 따른 송신 장치 내에서 신호의 흐름을 구체적으로 나타낸 도면이다.

- [0040] 도 11을 참조하면, 전송 신호 $d(n)$ 은 M 개의 신호들로 구성된다. 본 발명에 따르면, 신호는 제1 그룹 및 제2 그룹으로 분류된다. 이에 따라 각 그룹에 포함된 신호 $d_1(n)$ 및 $d_2(n)$ 는 $M/2$ 의 크기를 갖는다. 본 발명의 실시 예에서는 신호들 중 인접한 신호를 서로 다른 그룹으로 분류한다. 예를 들어, 신호는 짝수 인덱스를 갖는 신호(이하 even 신호)로 구성된 제1 그룹 및 홀수 인덱스를 갖는 신호(이하 odd 신호)로 구성된 제2 그룹으로 분류될 수 있다.
- [0041] 제1 그룹 및 제2 그룹에 포함된 신호는 각각 별개의 S/P 변환 및 IFFT 변환 과정을 거쳐, 도 6에서와 같이 시간 축 데이터로 변환된다. 도 6은 각각 even 신호(상)와 odd 신호(하)를 분리하여 필터링을 수행하는 예를 도시한 도면이다. 도 6을 참조하면, 인접한 신호가 서로 다른 그룹으로 분류되는 경우, 분류된 신호는 각각 별개로 S/P 변환 및 IFFT 변환 과정을 거침으로써, 도 3에서와 같은 intrinsic interference가 발생하지 않게 된다.
- [0042] 도 11의 IFFT 변환에 의한 출력 신호는 첫 번째 메모리로부터 $2K-2$ 번째 메모리에 순서대로 저장된다. 이후, 메모리에 저장된 신호는 KM 개의 시간 축 필터 계수와 $M/2$ 블록 단위 더하기 연산을 통해 중첩되고, P/S를 거쳐 외부로 송신된다. 본 발명의 실시 예에서, 시간 축 필터 계수는 K 값에 따라서 서로 다른 값을 가질 수 있다.
- [0043] 도 12는 연속된 FBMC 심볼들의 overlap & sum의 일 예를 나타낸 도면이다.
- [0044] 도 12를 참조하면, 가로 축은 시간 축을 의미하며, 하나의 서브 블록은 $M/2$ 개의 QAM 신호에 대하여 $M/2$ -IFFT를 적용한 신호를 나타낸다. $M/2$ -IFFT가 적용된 $M/2$ 개의 QAM 신호 $2K-1$ 번 확장되어 KM 개의 시간 축 필터 계수와 곱해진다. Odd 신호의 경우, 곱셈 이후의 $2K$ 개 블록들은 부호가 $(- + - + \dots)$ 로 바뀌며 역순으로 재배치된다. 이에 따라 동일한 세로 열에 배치된 K 개의 FBMC 심볼이 서로 overlap되고 최종적으로 sum되어 수신 측으로 전송된다.
- [0045] 도 13은 본 발명에 따른 수신 장치 내에서 신호의 흐름을 구체적으로 나타낸 도면이다.
- [0046] 도 13을 참조하면, 본 발명에 따른 수신 장치 내에서의 신호 흐름은 등화기를 거치기 전까지는 송신 장치와 대칭되는 구조를 갖는다. 구체적으로, 수신 장치는 수신된 크기 M 의 신호를 순서대로 메모리에 저장한다. 이후 수신 장치는 KM 개의 시간 축 필터계수와 각 메모리에 저장된 신호 간 블록 단위 곱 연산을 수행하고, 블록 단위 더하기 연산을 통하여 크기 M 의 FFT 입력 신호를 생성한다. 이후 수신 장치는 크기 $M/2$ 의 FFT 연산을 수행하고 주파수 축에서의 one-tap 등화기를 사용하여 원 신호를 복원한다.
- [0047] 도 14는 본 발명에 따른 송신 방법을 나타낸 순서도이다.
- [0048] 도 14를 참조하면, 먼저 송신 장치는 적어도 두 개의 변조 신호를 복수의 그룹으로 분할한다(1401). 송신 장치는 M 개의 변조 신호를 복수의 그룹, 예를 들어 제1 그룹과 제2 그룹으로 나눌 수 있다. 이때, 송신 장치는 인접한 변조 신호가 서로 다른 그룹에 속하도록 그룹을 나눌 수 있다. 일 실시 예에서, 송신 장치는 짝수 인덱스를 갖는 변조 신호와 홀수 인덱스를 갖는 변조 신호의 두 그룹으로 변조 신호를 나눌 수 있다.
- [0049] 다음으로, 송신 장치는 복수의 그룹에 대하여 각각 필터링을 수행한다(1403). 송신 장치는 복수의 그룹 각각에 포함된 변조 신호에 대하여 역푸리에 변환을 수행하고(1405), 역푸리에 변환된 출력 신호를 MK 개로 확장한 후(1407), 확장된 MK 개의 출력 신호와 시간 축 필터 계수를 곱함으로써(1409) 필터링을 수행한다.
- [0050] 이후, 송신 장치는 필터링 된 각 그룹의 변조 신호를 서로 중첩한다(1411). 일 실시 예에서, 송신 장치는 복수의 그룹 중 적어도 하나의 그룹에 대하여, 해당 그룹에 포함된 변조 신호를 역순으로 정렬하고(1413), 복수의 그룹에 포함된 필터링 된 변조 신호들을 상호 중첩할 수 있다(1415).
- [0051] 송신 장치는 최종적으로 중첩된 신호를 송신한다(1417).
- [0052] 도 15는 본 발명에 따른 수신 방법을 나타낸 순서도이다.
- [0053] 도 15를 참조하면, 먼저 수신 장치는 신호를 수신한다(1501).
- [0054] 다음으로 수신 장치는 수신된 신호를 복수의 그룹으로 분할한다(1503). 수신 장치는 분할된 복수의 그룹에 대하여 각각 역 필터링을 수행한다(1505). 즉, 수신 장치는 복수의 그룹 각각에 포함된 수신 신호와 시간 축 필터

계수를 곱하고(1507), 필터 계수가 곱해진 출력 신호에 푸리에 변환을 수행한다(1509).

[0055] 상기와 같이 수신 장치는 푸리에 변환된 출력 신호를 복원된 신호로 처리한다.

[0056] 상술한 본 발명의 특징에 따르면, 송신 장치는 QAM 신호를 복수의 그룹으로 분할하여 각 그룹에 대한 필터링 과정을 분리시키고, 필터의 직교성을 활용한 중첩 전송을 통하여 QAM 신호를 전송한다. 또한, IFFT 및 FFT의 반복 특성을 활용하여 시간 축에서 weighted sum을 통해 필터링을 구현함으로써 복잡도를 낮출 수 있다.

[0057] 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.

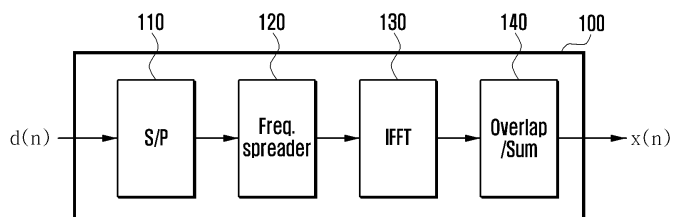
부호의 설명

[0058]

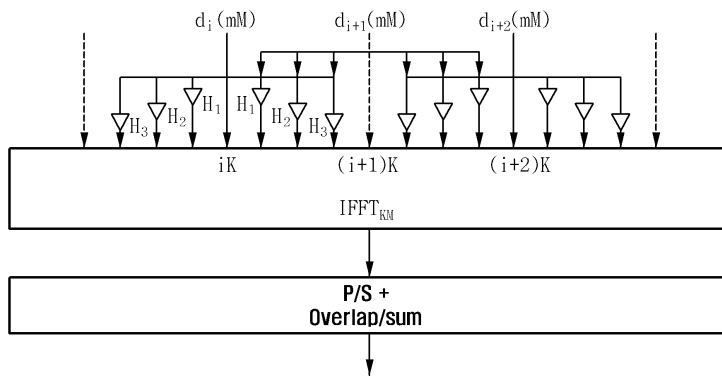
100: 종래의 송신 장치	110: S/P 변환기
120: 확산기	130: 역푸리에 변환기
200: 종래의 수신 장치	210: S/P 변환기
220: 푸리에 변환기	230: 주파수 등화기
240: 주파수 역확산기	
300: 송신 장치	311, 312: S/P 변환기
321, 322: IFFT	330: P/S 변환기
340: overlap/sum 블록	
400: 수신 장치	410: S/P 변환기
420: Weighted sum 블록	430: FFT 변환기
440: one-tap 등화기	450: P/S 변환기

도면

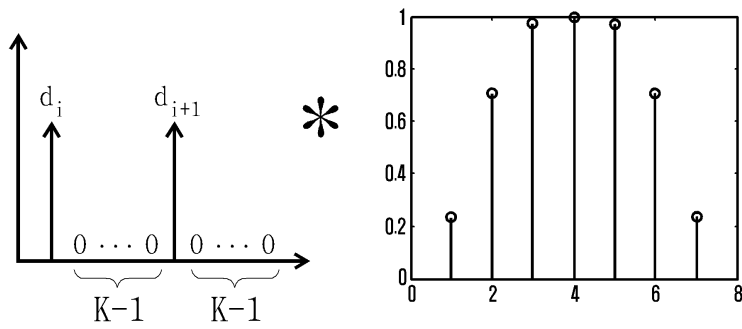
도면1



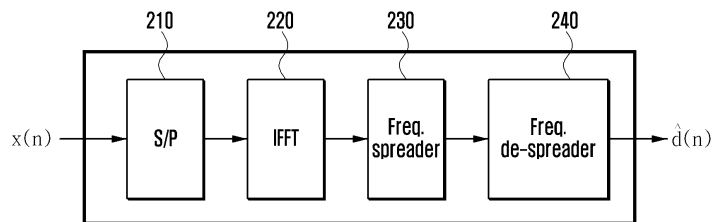
도면2



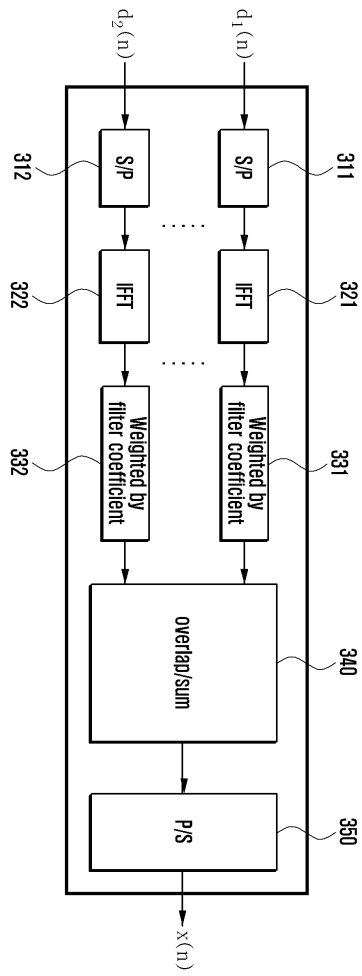
도면3



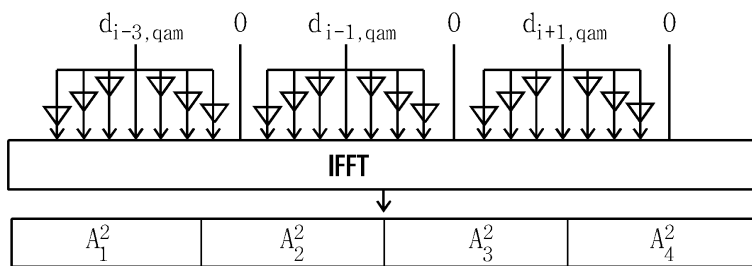
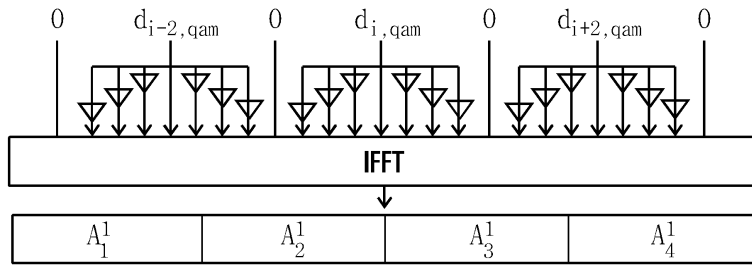
도면4



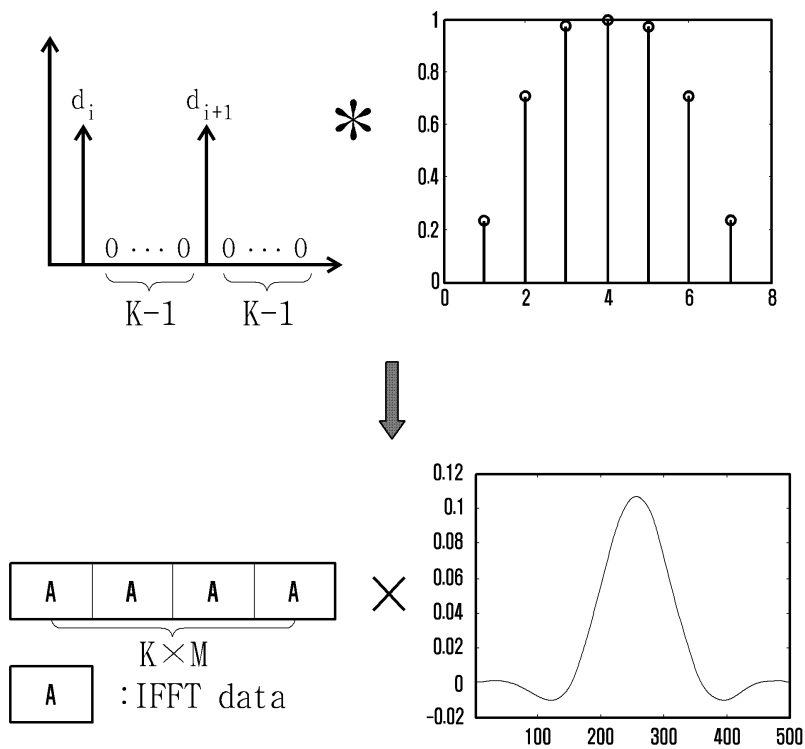
도면5



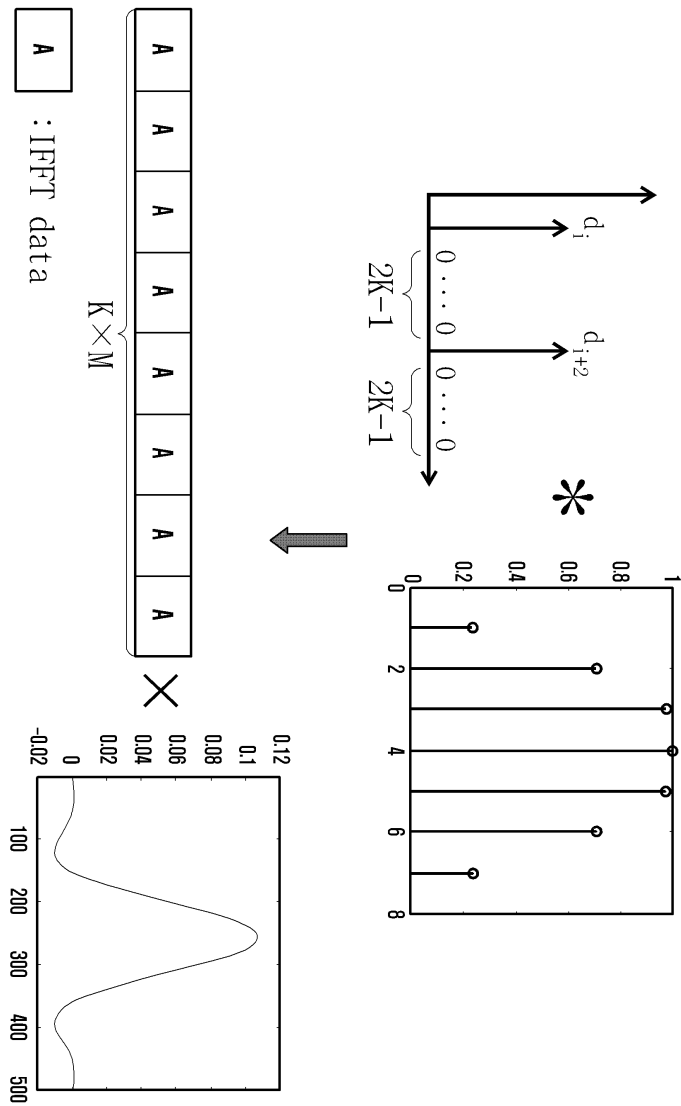
도면6



도면7



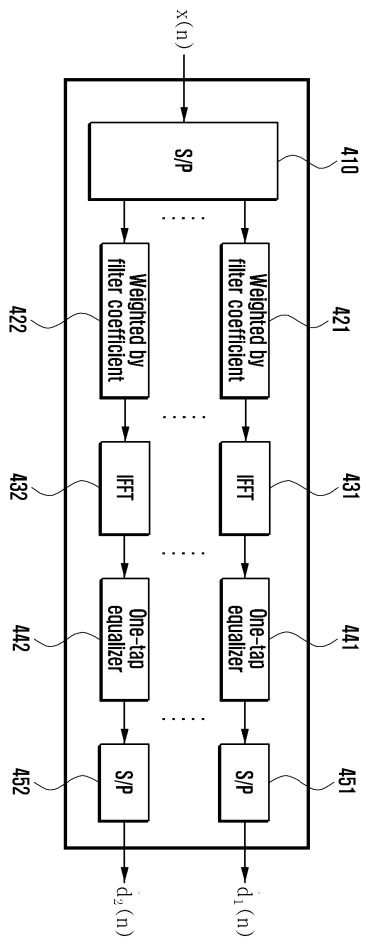
도면8



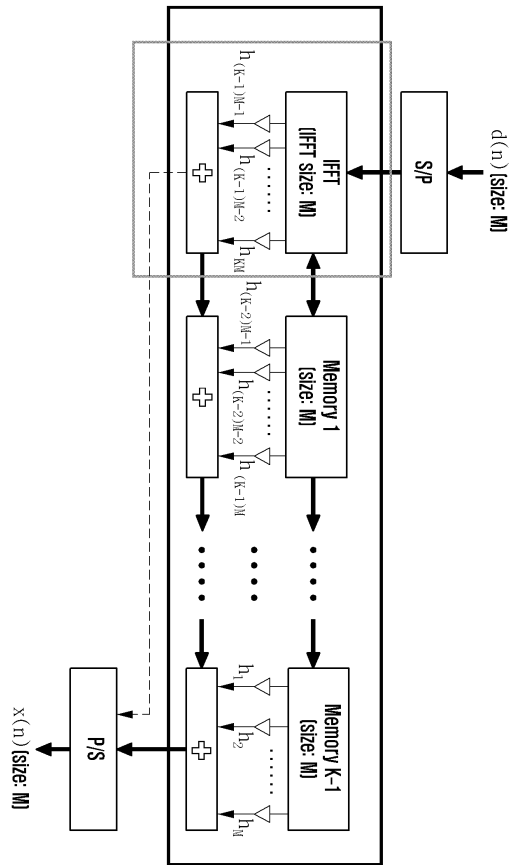
도면9

A1(even)	A2(even)	A3(even)	A4(even)	A5(even)	A6(even)	A7(even)	A8(even)
-A8(odd)	A7(odd)	-A6(odd)	A5(odd)	-A4(odd)	A3(odd)	-A2(odd)	A1(odd)

도면10



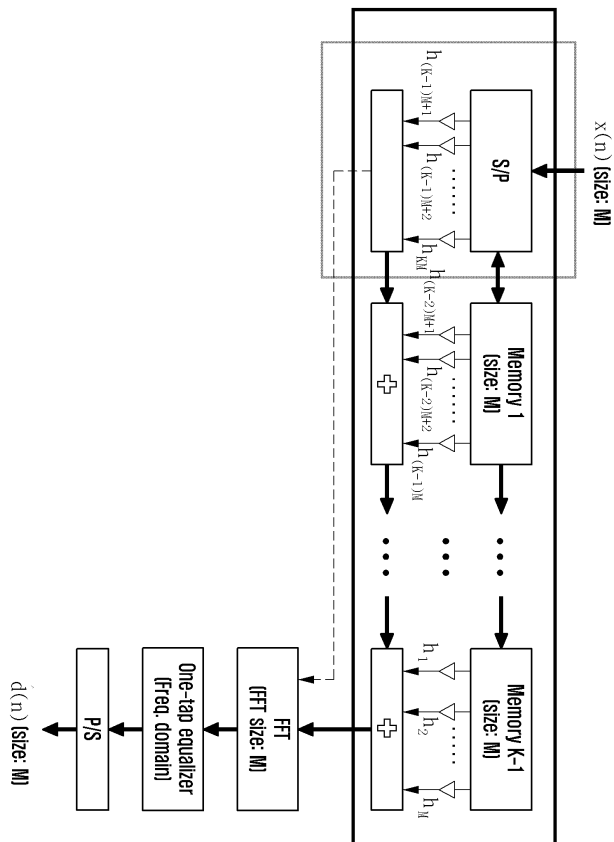
도면11



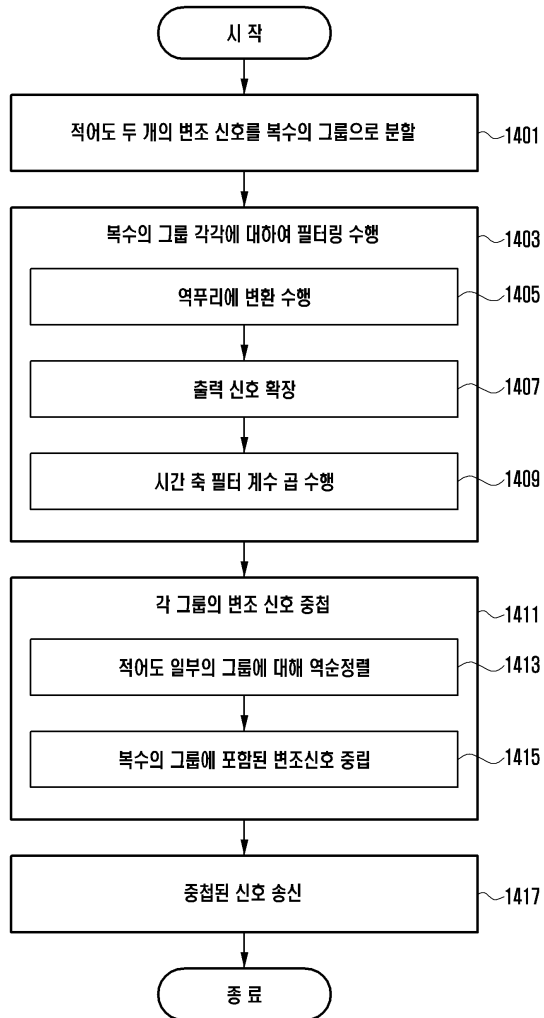
도면12

A1(even)	A2(even)	A3(even)	A4(even)	A5(even)	A6(even)	A7(even)	A8(even)												
-A8(odd)	A7(odd)	-A6(odd)	A5(odd)	-A4(odd)	A3(odd)	-A2(odd)	A1(odd)												
	B1(even)	B2(even)	B3(even)	B4(even)	B5(even)	B6(even)	B7(even)	B8(even)											
	-B8(odd)	B7(odd)	-B6(odd)	B5(odd)	-B4(odd)	B3(odd)	-B2(odd)	B1(odd)											
		C1(even)	C2(even)	C3(even)	C4(even)	C5(even)	C6(even)	C7(even)	C8(even)										
		-C8(odd)	C7(odd)	-C6(odd)	C5(odd)	-C4(odd)	C3(odd)	-C2(odd)	C1(odd)										
			D1(even)	D2(even)	D3(even)	D4(even)	D5(even)	D6(even)	D7(even)	D8(even)									
			-D8(odd)	D7(odd)	-D6(odd)	D5(odd)	-D4(odd)	D3(odd)	-D2(odd)	D1(odd)									
				E1(even)	E2(even)	E3(even)	E4(even)	E5(even)	E6(even)	E7(even)	E8(even)								
				-E8(odd)	E7(odd)	-E6(odd)	E5(odd)	-E4(odd)	E3(odd)	-E2(odd)	E1(odd)								

도면13



도면14



도면15

