(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0096820
(43) 공개일자 2014년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04J 11/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0009893
(22) 출원일자 2013년01월29일
심사청구일자 2013년01월29일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
임경수
서울 광진구 아차산로 552, 8동 1202호 (광장동, 극동아파트)
김영억
서울 금천구 독산로60길 16, (독산동)
신창언
서울 영등포구 영신로 191, 101동 1701호 (당산동3가, 동부센트레빌)
(74) 대리인
특허법인 웰-엘엔케이

전체 청구항 수 : 총 10 항

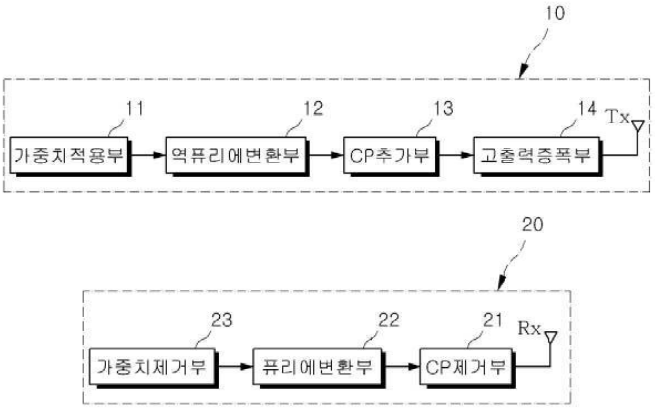
(54) 발명의 명칭 **직교 주파수 분할 시스템**

(57) 요 약

직교 주파수 분할 다중 시스템서 첨두 전력 대 평균 전력비(PAPR)를 감소시키는 직교 주파수 분할 시스템이 개시된다.

개시된 직교 주파수 분할 시스템은 직교 주파수로 다중 분할된 신호로 변조하여 송신하는 송신부 및 상기 송신부의 송신 신호를 수신하여 복조하는 수신부를 포함하는 직교 주파수 분할 시스템을 포함하고, 상기 수신부는 이산 데이터를 가진 데이터 스트림에 가중데이터를 적용하여, 가중 데이터 신호를 생성하는 가중치적용부 및 상기 가중치적용부와 연결되어, 가중 데이터 신호를 역퓨리에 변환하여, 가중 전송 신호를 생성하는 역퓨리에변환부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

직교 주파수로 다중 분할된 신호로 변조하여 송신하는 송신부 및 상기 송신부의 송신 신호를 수신하여 복조하는 수신부를 포함하는 직교 주파수 분할 시스템에 있어서,

상기 수신부는 이산 데이터를 가진 데이터 스트림에 가중데이터를 적용하여, 가중 데이터 신호를 생성하는 가중치 적용부 및

상기 가중 데이터 신호를 역퓨리에 변환하여, 가중 전송 신호를 생성하는 역퓨리에 변환부를 포함하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 가중 데이터 신호는,

대역폭이 제한된 신호(φ)를 적용하며,

이산 데이터가 $\{ a_k \}_{k=0}^{N-1}$ 일 때, $\varphi(2\pi f_k)$ 와 같은 가중 데이터를 적용하여, 가중 이산 데이터 $\{ a_k \widetilde{\varphi}(2\pi f_k) \}_{k=0}^{N-1}$ 을 포함하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 대역폭이 제한된 신호(φ)는 슈바르츠 함수를 적용하여 하기 [수학식 4]로 정의되며, 상기 [수학식 4]에서 압축 지원 신호(Φ)는 [-π, π]내의 슈바르츠 방정식으로 정의되는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 시스템.

[수학식 4]

$$\varphi(x) = \mathcal{F}^{-1}(\Phi)(x) \text{ 및 } \varphi(2\pi f_k) \neq 0 \ (k = 0, 1, 2, \ldots N)$$

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 역퓨리에변환부에서 생성된 회선 기법을 적용한 가중 송신 신호($Y_N(t)$)는 하기 [수학식 8]로 정의되는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 시스템.

[수학식 8]

$$y_N(t) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} a_k \widetilde{\varphi}(2\pi f_k) e^{j2\pi f_k t}, \ 0 \leq t \leq NT$$

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 수신부는 상기 가중 송신 신호에 주기적 전치부호(CP-Cyclic Prefix)를 추가하는 CP추가부 및

CP가 추가된 가중 송신 신호를 증폭하여, 증폭 송신 신호를 생성하는 고출력증폭부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 증폭 송신 신호의 첨두 전력 대 평균 전력비(PAPR: Peak-to-Average Power Ratio)는 하기 [수학식 9]로 산출되는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 시스템.

[수학식 9]

$$\mathrm{PAPR}(y_N) = \frac{\max_{0 \le t \le NT} |y_N(t)|^2}{E(|y_N(t)T|^2)}$$

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 수신부는 상기 송신부로부터 송신된 가중 송신 신호를 고속 퓨리에 변환하여, 가중 수신 신호를 생성하는 퓨리에 변환부 및

상기 가중 수신 신호에 적용된 가중 데이터를 제거하여, 원 이산 데이터(a_k)를 복원하는 가중치제거부를 포함하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 가중 수신 신호(F[y_N])는 하기 [수학식 10]로 정의되는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 시스템.

[수학식 10]

$$\mathcal{F}[yN] = \frac{1}{2\pi}\,\mathcal{F}[xN]\,\mathcal{F}[\Phi] = \mathcal{F}[xN]\widetilde{\varphi}$$

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 원 이산 데이터(a_k)는 하기 [수학식 11]로 산출되는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 시스템.

[수학식 11]

$$a_k = \frac{\sqrt{N}\mathcal{F}[xN](2\pi f_k)}{2\pi} = \frac{\sqrt{N}\mathcal{F}[yN](2\pi f_k)}{2\pi\widetilde{\varphi}(2\pi f_k)}$$

청구항 10

청구항 7에 있어서, 상기 수신부는 상기 퓨리에변환부와 연결되어 수신된 상기 가중 송신 신호의 주기적 전치부호(CP-Cyclic Prefix)를 제거하는 CP제거부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 시스템.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 직교 주파수 분할 다중 시스템에서 첨두 전력 대 평균 전력비(PAPR)를 감소시키는 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 수신부의 원 데이터 신호 복조 시, 왜곡 현상의 발생 없이 PAPR을 감소시킬 수 있는 직교 주파수 분할 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 직교 주파수 분할 다중 방식(OFDM; Orthogonal frequency division modulation)은 다중 반송파(carriers)를 동시에 일제히 변조하는(modulate) 전송 기술로, OFDM은 신호 스펙트럼들이 오버랩(overlap) 되더라도, 수신기에서 정확한 시간에 윈도잉(windowing)을 한다면 전송된 다중 반송파를 직교(orthogonally) 복조(demodulate)할 수 있다.

[0003] 이러한 OFDM 기반 시스템은 스펙트럼의 효율성이 높고(high spectral efficiency), 심볼간 간섭(inter-symbol interference) 및 주파수 선택적 페이딩(frequency selective fading) 채널에 대한 내성이 강하기 때문에, 유럽의 디지털 오디오/비디오 방송(DAV/AVB; Digital audio/video broadcasting), 무선 로컬/대도시 통신 네트워크(WLAN/WMAN; Wireless Local Area Network/Wireless Metropolitan Area Network) 표준을 위해서 광범위하게 선택돼 왔고, 현재는 대부분의 광대역 무선 통신 시스템에서 사용되고 있다.

[0004] 하지만, 종래 OFDM 기반 시스템은 전송 신호의 첨두 전력 대 평균 전력비(PAPR; Peak-to-average Power ratio)가 높은 문제점이 있으며, 이는 송신기의 비선형(nonlinear) 고출력 증폭기(HPA; High Power Amplifier)에서 신호를 왜곡시키는 원인이 된다.

[0005] 이처럼, HPA의 출력 효율성은 비선형 왜곡 현상을 피하기 위해 크게 제한되고, 또한 PAPR이 높기 때문에 그 결과 성능이 심각하게 저하시키는 문제점이 발생한다.

[0006] 이러한 문제점을 해소하고자, 높은 PAPR을 감소시키기 위해, 대한민국 등록특허 공보 제10-1060548호(2011. 08. 24)에 기재된 OFDM 시스템에서 PAPR을 감소시키기 위한 장치 및 그 방법을 비롯하여, 클리핑 및 필터링(clipping and filtering), 코딩(coding), 선택적 매핑(SLM; selected mapping)과 같은 적응적 심볼 선택(adaptive symbol selection), 부분적 전송 시퀀스(PTS; partial transmit sequence) 및 인터리빙(interleaving), 톤 예약/삽입(tone reservation/ injection), 능동 신호 성상도 확장(active signal constellation extension), 압신(companding) 등 알고리즘이 개발되어 왔다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 공보 10-1060548B1, 2011. 08. 24, 6쪽 내지 7쪽.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 그러나 상기와 같은 종래의 기술들은 높은 PAPR을 감소시킨 경우에는 왜곡 현상이 발생하는 또 다른 문제점을 발생하였다.

[0009] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 제반 문제점을 해결함은 물론 일반적인 OFDM시스템에서 발생하는 높은 PAPR 문제를 해결하기 위하여 제안된 것으로서, 이산 데이터 신호에 가중 데이터를 적용하여, 첨두 전력 대 평균 전력비(PAPR)를 감소할 수 있는 직교 주파수 분할 시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0010] 본 발명의 또 다른 목적은 대역폭이 제한된 신호를 도입하여, 부 반송파가 증가하더라도 PAPR를 작게 유지할 수 있도록 한 직교 주파수 분할 시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0011] 본 발명의 또 다른 목적은 가중 수신 신호의 푸리에 변환으로, 원 이산 데이터 복원을 용이하게 하도록 한 직교 주파수 분할 시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 과제들을 해결하기 위한 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템은 직교 주파수로 다중 분할된 신호로 변조하여 송신하는 송신부 및 상기 송신부의 송신 신호를 수신하여 복조하는 수신부를 포함하는 직교 주파수 분할 시스템에 있어서, 상기 수신부는, 이산 데이터를 가진 데이터 스트림에 가중데이터를 적용하여, 가중 데이터 신호를 생성하는 가중치적용부 및 상기 가중치적용부와 연결되어, 가중 데이터 신호를 역퓨리에 변환하여, 가중 전송 신호를 생성하는 역퓨리에변환부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템에 있어서, 가중 데이터 신호는, 대역폭이 제한된 신호(ϕ)를 적용하며, 이산 데이터가 $\{ a_k \}_{k=0}^{N-1}$ 일 때, $\tilde{\varphi}(2\pi f_k)$ 와 같은 가중 데이터를 적용하여, 가중 이산 데이터 $\{ a_k \tilde{\varphi}(2\pi f_k) \}_{k=0}^{N-1}$ 을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템에 있어서, 역퓨리에변환부에서 생성된 회선 기법을 적용한 가중 송신 신호($Y_N(t)$)는 [수학식 8]로 정의되는 것을 특징으로 한다.

[0015] [수학식 8]

$$y_N(t) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} a_k \tilde{\varphi}(2\pi f_k) e^{j2\pi f_k t}, \; 0 \le t \le NT$$

[0016]

[0017] 또한, 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템에 있어서, 증폭 송신 신호의 첨두 전력 대 평균 전력비(PAPR: Peak-to-Average Power Ratio)는 [수학식 9]로 산출되는 것을 특징으로 한다.

[0018] [수학식 9]

$$\mathrm{PAPR}(y_N) = \frac{\max_{0 \le t \le NT} |y_N(t)|^2}{E(|y_N(t)T|^2)}$$

[0019]

[0020] 또한, 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템에 있어서, 수신부는 상기 송신부로부터 송신된 가중 송신 신호를 고속 푸리에 변환하여, 가중 수신 신호를 생성하는 푸리에 변환부 및 상기 가중 수신 신호에 적용된 가중 데이터를 제거하여, 원 이산 데이터를 복원하는 가중치제거부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템에 있어서, 가중 수신 신호는 [수학식 10]로 정의되는 것을 특징으로 한다.

[0022] [수학식 10]

$$\mathcal{F}[yN] = \frac{1}{2\pi} \mathcal{F}[xN] \mathcal{F}[\Phi] = \mathcal{F}[xN] \tilde{\varphi}$$

[0023]

[0024] 또한, 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템에 있어서, 원 이산 데이터는, [수학식 11]로 산출되는 것을 특징으로 한다.

[0025] [수학식 11]

$$a_k = \frac{\sqrt{N}\mathcal{F}[xN](2\pi f_k)}{2\pi} = \frac{\sqrt{N}\mathcal{F}[yN](2\pi f_k)}{2\pi\tilde{\varphi}(2\pi f_k)}$$

[0026]

발명의 효과

[0027] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템은 이산 데이터 신호에 가중 데이터를 적용함으로써, 첨두 전력 대 평균 전력비(PAPR)를 감소할 수 있으며, 원 이산 데이터 복원 효율을 향상시킬 수 있고, 나아가 OFDM 시스템의 성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0028] 또한, 대역폭이 제한된 신호를 도입하여, 부 반송파가 증가하더라도 PAPR를 작게 유지하여, 고출력 증폭부의 송신 신호 왜곡을 방지할 수 있는 효과가 있다.

[0029] 또한, 가중 수신 신호의 푸리에 변환으로, 원 이산 데이터를 완벽하게 복원할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템의 전체 구성도.

도 2는 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템의 성능을 확인할 수 있는 실험 결과 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하, 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템을 실시하기 위한 구체적인 내용을 설명하면 다음과 같다.

[0032] [도 1]은 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템의 전체 시스템을 나타내는 구성도로, 고속의 송신 신호를 다수의 직교(Orthogonal)하는 협대역 부반송파(Sub-carrier)로 다중화시켜 전송하는 송신부(10) 및 상기 송신부에서 전송한 송신 신호를 수신하여 복조하는 수신부(20)를 포함한다.

[0033] 상기 송신부(10)는 가중치 적용부(11), 역퓨리에변환부(12), CP추가부(13) 및 고출력증폭부(14)를 포함하고, 상기 수신부(20)는 CP제거부(21), 퓨리에변환부(22) 및 가중치제거부(23)를 포함한다.

[0034] 상기 가중치 적용부(11)는 이산 데이터를 가진 데이터 스트림에 가중 데이터를 적용하여, 가중 데이터 신호를 생성하는 역할을 한다.

[0035] 상기 역퓨리에변환부(12)는 가중 데이터 신호를 역퓨리에 변환하여, 가중 송 신호를 생성하는 역할을 한다.

[0036] 본 발명에 따른 상기 가중 데이터는 실수 직선(real line) 위에서 영점을 갖지 않은 제한된 대역폭 신호(ϕ)로 적용되며, 이는 회선 기법에 의해 동기화될 수 있다.

[0037] 즉, 반송파 변조 신호(x_N) 및 압축 지원(compect support) 신호(Φ) 사이에 원형 회선 기술을 사용하는데, 이러한 원형 회선 기술은 부등식으로부터, 1/p+1/q=1이고, $1 \le p \le \infty$ 인 구간에서 pqR 인 경우, $_N * \Phi \le _{N1} \le \Phi_p$이고 xN 일지라도 $x_N * \Phi$ 는 L^P에 속한다.

[0038] 또한, p >1 일 때, L^P가 기본적으로 L^1보다 더 완만하기(tempered) 때문에, 첨두 전력 대 평균 전력비(PAPR-Peak-to-Average Power Ratio Reduction)은 감소될 수 있는 것이다. 이와 동시에, $x_N * \Phi$의 기대치의 크기를 유지하기 위해 Φ를 신중하게 고려해야 하는데, 본 발명에 있어서는 원형 회선 기법을 고려하고, 이에 상응하는 가중 OFDM 신호를 생성한다.

[0039] 본 발명에 따른 상기 원형 회선 기법을 설명하면 다음과 같다.

[0040] g의 푸리에 변환 F[g]는 다음[수학식 1]과 같이 정의된다.

수학식 1

[0041] $$\mathcal{F}[g]\ (\xi)\ :=\ \int_{\mathbb{R}} g(x)e^{-j\xi x}\,dx$$

[0042] 또한, 상기 g의 푸리에 변환 F[g]에 integral이 존재한다면 G의 역퓨리에 변환은 다음 [수학식 2]로 정의된다.

수학식 2

[0043] $$\mathcal{F}^{-1}[G](x)\ :=\ \frac{1}{2\pi}\ \int_{\mathbb{R}}\ G(\xi)e^{jx\xi}\,d\xi$$

[0044] 더불어, g와 F[g]가 적분이 가능하고, $F^{-1}[F[g]]=g$이고, g(x)=g(-x)일 때, 다음 [수학식 3]이 성립한다.

수학식 3

[0045] $$\mathcal{F}[\mathcal{F}[g]]\ =\ 2\pi\tilde{g}$$

[0046] 슈바르츠(schwartz)함수 ϕ를 다음[수학식 4]과 같이 정의할 수 있다.

수학식 4

[0047] $$\varphi(x)\ =\ \mathcal{F}^{-1}(\Phi)(x)\ \text{및}\ \varphi(2\pi f_k)\ \neq\ 0\ (k\ =\ 0,\ 1,\ 2,\ldots\ N)$$

[0048] 여기서 상기 Φ 또한, [-π, π] 구간 내 있는 슈바르츠 방정식이다.

[0049] 일반적으로 회선 기법에 있어서, 이산데이터 $\{a_k\}_{k=0}^{N-1}$ 에 관해 [0, NT]일 때 변조된 반송파 신호($x_N(t)$)는 다음 [수학식 5]로 정의될 수 있는데 상기 원형 회선 기법을 고려한 가중 데이터 신호는 다음 [수학식 6]과 같이 정의될 수 있다.

수학식 5

[0050] $$x_N\ (t)\ =\ \frac{1}{\sqrt{N}}\ \sum_{k=0}^{N-1} a_k e^{j2\pi f_k t}$$

수학식 6

[0051] $$y_N(t)\ :=\ \frac{1}{2\pi}x_N\ *\ \Phi(t)\ =\ \frac{1}{2\pi}\ \int_{-\pi}^{\pi} x_N(t\ -\ \xi)\Phi(\xi)d\xi$$

[0052] 본 발명에 따른 가중치적용부(11)는 이산데이터(a_k, k=0, ..., N-1)로 주어졌을 때, 가중 데이터

$\tilde{\varphi}(2\pi f_k)$ 을 적용하여, 가중 이산 데이터 $\{ a_k\tilde{\varphi}(2\pi f_k) \}_{k=0}^{N-1}$ 을 포함한 가중 데이터 신호를 [수학식 7]로 생성하게 된다.

수학식 7

[0053] $$\int_{-\pi}^{\pi} e^{j2\pi fk(t-\xi)} \Phi(\xi)d\xi = 2\pi\tilde{\varphi}(2\pi f_k)e^{j2\pi f_k t}$$

[0054] 또한, 상기 [수학식 5]의 원형 회선 방정식은 다음 [수학식 8]와 같이, 가중 전송 신호로, 나타낼 수 있다.

수학식 8

[0055] $$y_N(t) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} a_k \tilde{\varphi}(2\pi f_k)e^{j2\pi f_k t}, \; 0 \le t \le NT$$

[0056] 이때, 임의의 k(k=0, ..., N-1)에 관하여, $\tilde{\varphi}(2\pi f_k) \neq 0$ 이므로, 이산 데이터 $\{ a_{k_{k=0}}^{N-1} \}$ 은 완벽하게 복원될 수 있는 것이다.

[0057] 본 발명에 있어서, 상기 CP추가부(13)는 상기 역퓨리에변환부(12)에서 생성된 가중 송신 신호에 주기적 전치 부호(CP-Cyclic Prefix) 즉, 채널 간 간섭을 방지하기 위해 가드 인터벌(GI) 구간에 삽입되는 신호를 삽입하는 역할을 한다.

[0058] 이러한 CP추가부(13)를 포함함으로써, 부반송파의 각 심벌이 다중 경로채널을 통해 전송되는 동안 상호 심볼 간의 간섭을 방지할 수 있게 된다.

[0059] 상기 고출력증폭부(14, HPA-High Power Amplifier)는 상기 CP추가부(13)에서 출력된 가중 송신 신호를 증폭하여, 전송하는 역할을 한다.

[0060] 본 발명에 있어서, 상기 가중 송신 신호는 이산 데이터에 가중 데이터를 적용한 것으로, 기존의 OFMD 신호보다 현저하게 감소된 첨두 전력 대 평균 전력비(PAPR)로 가중 송신 신호를 전송할 수 있어, 상기 고출력증폭부(14)의 효율성을 향상시킬 수 있는 효과가 있는 것이다.

[0061] 본 발명에 따른 PAPR은 [수학식 9]로 산출된다.

수학식 9

[0062] $$\mathrm{PAPR}(y_N) = \frac{\max_{0 \le t \le NT} |y_N(t)|^2}{E(|y_N(t)T|^2)}$$

[0063] 상기 수신부(20)는 상기 송신부(10)에서 전송한 상기 가중 송신 신호를 수신하여, 복조함으로써, 원 데이터 신호를 추출하는 역할을 하며, 본 발명에 따른 상기 수신부(20)는 CP제거부(21), 퓨리에변환부(22) 및 가중치제거부(23)를 포함한다.

[0064] 상기 CP제거부(21)는 수신된 상기 가중 송신 신호의 CP를 제거하는 역할을 하며, 상기 퓨리에변환부(22)는 송신된 가중 송신 신호를 고속 퓨리에 변환하여, 가중 수신 신호를 생성하는 역할을 한다.

[0065] 본 발명에 따른 상기 퓨리에변환부(22)에서 출력되는 가중 수신 신호는 [수학식 10]로서 정의된다.

수학식 10

$$\mathcal{F}[yN] = \frac{1}{2\pi}\mathcal{F}[xN]\,\mathcal{F}[\Phi] = \mathcal{F}[xN]\widetilde{\varphi}$$

[0066]

[0067] 상기 가중치제거부(23)는 상기 퓨리에변환부(22)와 연결되어, 상기 가중 수신 신호의 가중치를 제거하여, 원 이산데이터를 복원하는 역할을 한다.

$$\mathcal{F}[xN](\xi) = \frac{2\pi}{\sqrt{N}}\sum_{k=0}^{N-1} a_k\,\delta(\xi - 2\pi f_k)$$

[0068] 상기 [수학식 10]에서 이므로, 이를 [수학식 4]에 적용하면 k=0, ..., N-1에 대한 이산 데이터를 복원할 수 있다.

[0069] 이러한 본 발명에 따른 회선 기법에 있어서, 이산 데이터는 [수학식 11]로 산출될 수 있다.

수학식 11

$$a_k = \frac{\sqrt{N}\mathcal{F}[xN](2\pi f_k)}{2\pi} = \frac{\sqrt{N}\mathcal{F}[yN](2\pi f_k)}{2\pi\widetilde{\varphi}(2\pi f_k)}$$

[0070]

[0071] 이러한 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템의 성능을 다음과 같은 시험으로 설명이 가능하다.

[0072] 본 발명에 따른 성능 시험은 일반적인 회선 기법의 OFDM시스템과 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템을 비교하는 것으로, 10^3의 QPSK(Quadrture Phase Shift Keying)로 변조된 OFDM 심벌은 부반송파 N=64, 128, 256, 512, 1024에 의해 랜덤하게 생성된다.

[0073] [도 2]는 이러한 다양한 부반송파(N)를 이용하여, OFDM을 구동 시, 일반적인 회선 기법의 OFDM시스템과 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템을 비교하여, PAPR 감소 성능을 나타내는 그래프이다.

[0074] [도 2]에 도시된 바와 같이, 종래의 OFDM 기법과 N=1024인 경우, 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템은 간의 성능 차이는 보상누적분산함수(CCDF-Complementary Cumulative Distribution Function, Pr(PAPR>$PAPR_0$)의 1%에서 대략 4.5dB인 것을 확인할 수 있다.

[0075] 또한, 종래 OFDM기법의 PAPR은 부반송파(N)가 증가함에 따라 함께 증가하는 반면 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템은 부반송파(N)가 증가하더라도 PAPR을 비교적 낮은 수치를 일정하게 유지하는 것을 확인할 수 있다.

[0076] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 직교 주파수 분할 시스템은 이산 데이터 신호에 가중 데이터를 적용함으로써, 첨두 전력 대 평균 전력비(PAPR)를 감소하도록 하고, 원 이산 데이터 복원 효율을 향상시킬 수 있으며, 나아가 OFMD 시스템의 성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있는 것이다.

[0077] 이상 본 발명의 실시 예를 설명하였으나, 본 발명의 기술적 사상이 상기 실시 예로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범주에서 다양한 직교 주파수 분할 시스템으로 구현할 수 있다.

부호의 설명

[0078] 10… 송신부

11… 가중치 적용부

12… 역퓨리에변환부

13… CP추가부

14… 고출력 증폭부

20… 수신부

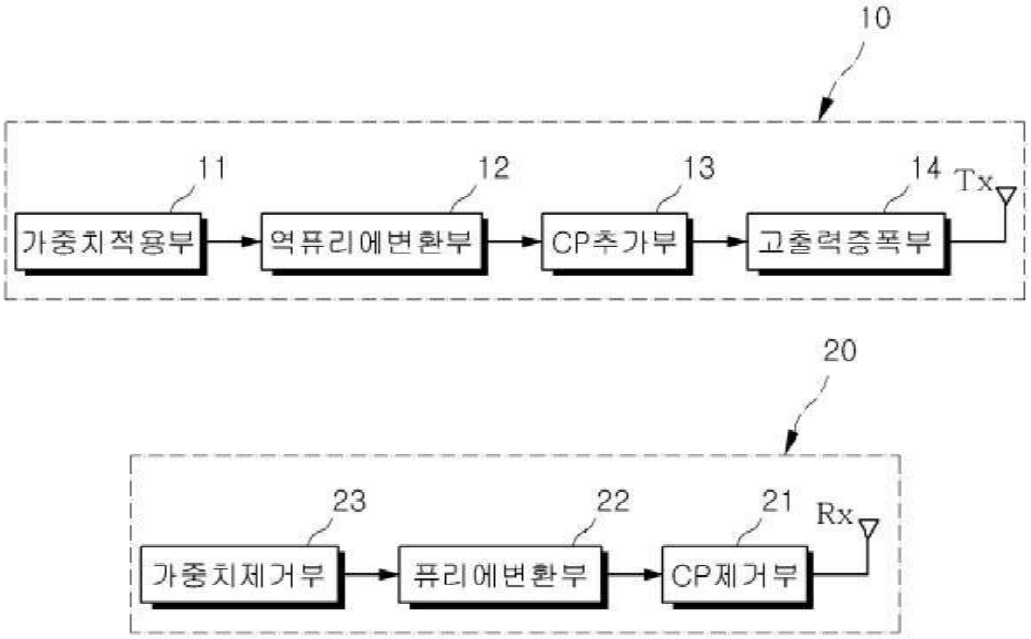
21… CP제거부

22… 퓨리에변환부

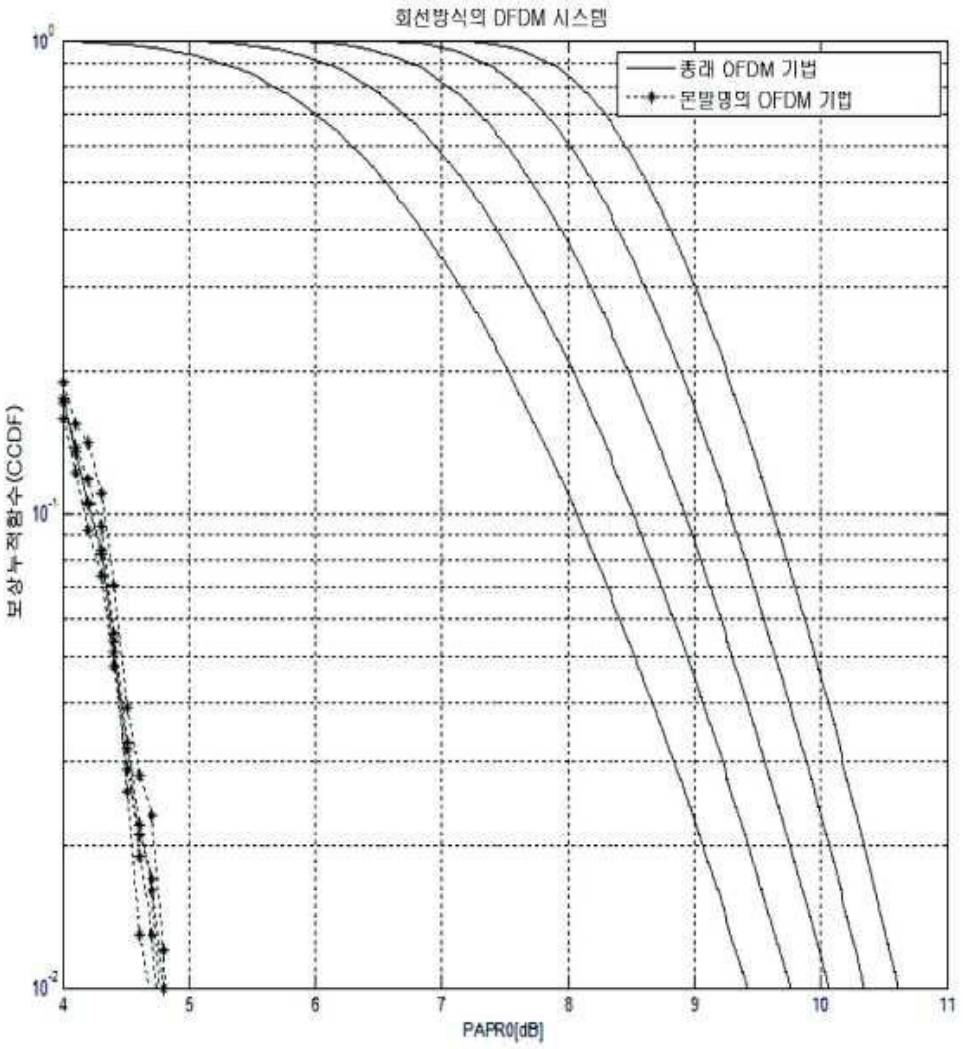
23… 가중치 제거부

도면

도면1



도면2


회선방식의 OFDM 시스템
종래 OFDM 기법
본발명의 OFDM 기법
보상누적함수(CCDF)
PAPR0[dB]
10^0
10^-1
10^-2
4
5
6
7
8
9
10
11