



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H04L 27/26 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년05월03일 10-0712865 2007년04월24일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2000-0000479 2000년01월06일 2005년01월06일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2000-0053406 2000년08월25일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장	99100263.5 99103379.6	1999년01월08일 1999년02월22일	유럽특허청(EPO)(EP) 유럽특허청(EPO)(EP)
------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------------

(73) 특허권자 소니 도이치란드 게엠베하
독일, 베를린 10785 캄퍼플라츠 1

(72) 발명자 뵘케랄프
독일테-70736펠바흐슈투트가르트슈트라쎄106슈투트가트테크놀로지
센터소니인터네셔널(유리파)게엠베하내

뵘레토마스
독일테-70736펠바흐슈투트가르트슈트라쎄106슈투트가트테크놀로지
센터소니인터네셔널(유리파)게엠베하내

콘사크티노
독일테-70736펠바흐슈투트가르트슈트라쎄106슈투트가트테크놀로지
센터소니인터네셔널(유리파)게엠베하내

(74) 대리인 장훈
이범래
정상구
이병호

(56) 선행기술조사문헌
IEEE 1997년 논문 "Carrier synchronization with CEP* 미국특허공보 05450456호(1995.09.12) *
1020000000479 - 671422
* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 제갈 현

전체 청구항 수 : 총 27 항

(54) O F D M 기반 전송 방법을 이용한 동기 심벌 구조

(57) 요약

본 발명은 OFDM 전송 시스템에 대한 동기 버스트들을 생성하기 위한 방법을 제안하는 것이다. 미리 정의된 심벌 시퀀스의 심벌들은 미리 정의된 맵핑 체계에 따라 맵핑 유닛(2)에 의해 OFDM 시스템들의 서브캐리어들상에 맵핑되고, 상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 심벌들은 비제로(nonzero) 진폭을 갖는 OFDM 시스템의 서브캐리어들을 나타낸다. 동기 버스트는 상기 미리 정의된 심벌 시퀀스로 맵핑된 OFDM 시스템의 서브캐리어들을 변환하는 역 고속 푸리에 변환 유닛(3)에 의해 생성된다. 미리 정의된 심벌 시퀀스의 심벌들의 맵핑(2)은 동기 버스트의 결과 시간 도메인 신호가 주기적 특성을 나타내도록 설정된다. 본 발명에 따라 미리 정의된 심벌 시퀀스는 동기 버스트의 시간 도메인 신호의 엔벨로프 변동이 최소화되도록 설정된다. 따라서, 시간 도메인 신호의 상기 엔벨로프 변동을 감소하는 유익한 심벌 시퀀스들이 제안된다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

OFDM 시스템들의 주파수 동기를 위한 신호를 생성하기 위한 방법으로서,

주파수 도메인에서, 상기 OFDM 시스템의 서브캐리어들(S)상에 정의된 맵핑 체계(defined mapping scheme)에 따라 미리 정의된 심벌 시퀀스의 심벌들을 맵핑하는 단계로서, 상기 심벌 시퀀스의 심벌들($C_0 \dots C_{11}$)은 비-제로 진폭들을 갖는 OFDM 시스템의 서브캐리어들을 정의하는, 상기 맵핑 단계와,

상기 심벌 시퀀스의 심벌들로 맵핑된 상기 OFDM 시스템의 서브캐리어들(S)을 역 푸리에 변환(Inverse Fourier Transforming)함으로써 시간 도메인 동기 신호를 생성하는 단계를 포함하며,

상기 심벌 시퀀스는 $(1+j)$ 또는 $(-1-j)$ 로 표현되는 이진값인 12개의 심벌들($C_0 \dots C_{11}$)을 포함하는, 주파수 동기를 위한 신호 생성 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스는, 다음의 수학식들이 상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 모든 심벌들에 대해 만족되도록 선택되고,

$$n=2m$$

$$C_{i-1} = \pm C_{n-i}$$

여기서,

n 은 상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 심벌들의 수이고,

m 은 1보다 큰 정수이고,

C 는 심벌값이고,

i 는 1로부터 m 까지 이르는 정수인 것을 특징으로 하는, 주파수 동기를 위한 신호 생성 방법.

청구항 3.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 상기 심벌들의 상기 맵핑 단계와 상기 역 푸리에 변환은 주파수 동기를 위한 신호의 결과적인 시간 도메인 신호가 주기적 특성(periodic nature)을 나타내도록 설정되는 것을 특징으로 하는, 주파수 동기를 위한 신호 생성 방법.

청구항 4.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 상기 심벌들의 맵핑 단계와 상기 역 푸리에 변환은, 시간 도메인에서 주파수 동기를 위한 신호의 하나의 버스트 부분이 생성되고, 상기 시간 도메인에서 상기 동기 버스트의 상기 주기적 특성이 상기 하나의 버스트 부분을 복사함으로써 달성되는 것을 특징으로 하는, 주파수 동기를 위한 신호 생성 방법.

청구항 5.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 심벌 시퀀스의 심벌들의 수(n)는 12와 동일한 것을 특징으로 하는, 주파수 동기를 위한 신호 생성 방법

청구항 6.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 상기 심벌값들(C)은,

$A \ A \ A \ -A \ -A \ -A \ -A \ A \ -A \ -A \ A \ -A$ 로서 표현될 수 있고,

A는 복소수 값인 것을 특징으로 하는, 주파수 동기를 위한 신호 생성 방법.

청구항 7.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 상기 심벌값들(C)은

$A \ -A \ A \ A \ -A \ A \ A \ A \ A \ -A \ -A \ -A$ 로서 표현될 수 있고,

A는 복소수 값인 것을 특징으로 하는, 주파수 동기를 위한 신호 생성 방법.

청구항 8.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 상기 심벌값들(C)은,

$A\ B\ -A\ B\ -A\ -B\ B\ A\ -B\ A\ -B\ -A$ 로서 표현될 수 있고,

A, B는 복소수 값인 것을 특징으로 하는, 주파수 동기를 위한 신호 생성 방법.

청구항 9.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 상기 심벌값들(C)은,

$A\ -B\ -A\ -B\ -A\ B\ -B\ A\ B\ A\ B\ -A$ 로서 표현될 수 있고,

A, B는 복소수 값인 것을 특징으로 하는, 주파수 동기를 위한 신호 생성 방법.

청구항 10.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 상기 심벌값들(C)은,

$A\ -B\ -A\ B\ -A\ B\ B\ -A\ B\ -A\ -B\ A$ 로서 표현될 수 있고,

A, B는 복소수 값인 것을 특징으로 하는, 주파수 동기를 위한 신호 생성 방법.

청구항 11.

무선 OFDM 시스템들을 동기화하는 방법에 있어서,

제 1 항 또는 제 2 항에 따른 방법에 따라 주파수 동기를 위한 신호를 생성하는 단계와,

상기 주파수 동기를 위한 신호를 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 동기화 방법.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 주파수 동기를 위한 신호의 시간 도메인 신호는 미리 계산되고(7), 메모리(6)에 저장되는 것을 특징으로 하는, 동기화 방법.

청구항 13.

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스는 상기 시간 도메인 신호의 동적 범위가 최소화되도록 설정되는 것을 특징으로 하는, 동기화 방법.

청구항 14.

OFDM 전송기로서,

주파수 도메인에서, OFDM 시스템의 서브캐리어들(S)상에 정의된 맵핑 체계에 따라 미리 정의된 심벌 시퀀스의 심벌들을 맵핑하는 맵핑 유닛으로서, 상기 심벌 시퀀스의 심벌들($C_0 \dots C_{11}$)은 비-제로 진폭들을 갖는 OFDM 시스템의 서브캐리어들을 정의하는, 상기 맵핑 유닛과,

상기 심벌 시퀀스의 심벌들로 맵핑된 상기 OFDM 시스템의 서브캐리어들(S)을 역 푸리에 변환함으로써 시간 도메인 동기 신호를 생성하는 단계를 포함하는 역 푸리에 변환 유닛을 포함하는, 상기 OFDM 전송기에 있어서,

상기 심벌 시퀀스는 $(1+j)$ 또는 $(-1-j)$ 로 표현되는 이진값인 12개의 심벌들($C_0 \dots C_{11}$)을 포함하는, OFDM 전송기.

청구항 15.

제 14 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스는 다음의 수학적식들이 상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 모든 심벌들에 대해 만족되도록 설정되고,

$$n=2m$$

$$C_{i-1} = \pm C_{n-i}$$

여기서,

n 은 상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 심벌들의 수이고,

m 은 1보다 큰 정수이고,

C 는 심벌값이고,

i 는 1로부터 m 까지 이르는 정수인 것을 특징으로 하는, OFDM 전송기.

청구항 16.

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 맵핑 유닛은 상기 주파수 동기를 위한 신호의 결과적인 시간 도메인 신호가 주기적인 특성을 나타내도록 설계되는 것을 특징으로 하는, OFDM 전송기.

청구항 17.

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 맵핑 유닛은 시간 도메인에서 상기 주파수 동기를 위한 신호의 하나의 버스트 부분이 생성되고, 상기 시간 도메인에서 상기 주파수 동기를 위한 신호의 상기 주기적인 특성이 상기 하나의 버스트 부분을 복사함으로써 달성되도록 설계되는 것을 특징으로 하는, OFDM 전송기.

청구항 18.

제 17 항에 있어서,

상기 시간 도메인 신호의 주기적인 특성을 달성하도록 시간 확장 유닛(4)이 상기 버스트 부분을 복사하는 것을 특징으로 하는, OFDM 전송기.

청구항 19.

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 심벌 시퀀스의 심벌들의 수(n)는 12와 동일한 것을 특징으로 하는, OFDM 전송기.

청구항 20.

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 상기 심벌값들(C)은:

$A \ A \ A \ -A \ -A \ -A \ -A \ A \ -A \ -A \ A \ -A$ 로서 표현될 수 있고, A는 복소수 값인 것을 특징으로 하는, OFDM 전송기.

청구항 21.

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 상기 심벌값들(C)은:

$A \ -A \ A \ A \ -A \ A \ A \ A \ A \ -A \ -A \ -A$ 로서 표현될 수 있고, A는 복소수 값인 것을 특징으로 하는, OFDM 전송기.

청구항 22.

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 상기 심벌값들(C)은:

$A \ B \ -A \ B \ -A \ -B \ B \ A \ -B \ A \ -B \ -A$ 로서 표현될 수 있고, A, B는 복소수 값인 것을 특징으로 하는, OFDM 전송기.

청구항 23.

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 상기 심벌값들(C)은:

$A-B-A-B-A B-B A B A B-A$ 로서 표현될 수 있고, A, B는 복소수 값인 것을 특징으로 하는, OFDM 전송기.

청구항 24.

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스의 상기 심벌값들(C)은:

$A-B-A B-A B B-A B-A-B A$ 로서 표현될 수 있고, A, B는 복소수 값인 것을 특징으로 하는, OFDM 전송기.

청구항 25.

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

프로세싱 유닛(7)은 상기 주파수 동기를 위한 신호의 상기 시간 도메인 신호를 미리 계산하고, 메모리(6)는 상기 주파수 동기를 위한 신호의 상기 미리 계산된 시간 도메인 신호를 저장하는 것을 특징으로 하는, OFDM 전송기.

청구항 26.

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 미리 정의된 심벌 시퀀스는 상기 시간 도메인 신호의 동적 범위가 최소화되도록 설정되는 것을 특징으로 하는, OFDM 전송기.

청구항 27.

이동 통신 디바이스에 있어서,

제 14 항 또는 제 15 항에 따른 OFDM 전송기를 포함하는, 이동 통신 디바이스.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 OFDM 전송 시스템들에 대한 동기 버스트들을 생성하기 위한 방법, 무선 OFDM 시스템들, OFDM 전송기 뿐만 아니라 이와 같은 전송기 포함하는 이동 통신 디바이스를 동기화 하는 방법에 관한 것이다.

일반적으로, 본 발명은 무선 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 시스템들을 동기화하는 기술 분야에 관한 것이다. 그것에 관하여, 특별히 설계된 OFDM 심벌들과 시간 도메인 반복들을 이용하여 구성되는 동기 버스트를 이용하는 것이 공지되어 있다.

특히, 문서 IEEE P802.11a/d2.0 "Draft supplement to a standard for telecommunications and information exchange between systems - LAN/MAN specific requirements - part 1: wireless medium access control(MAC) and

physical layer(PHY) specifications: high-speed physical layer in the 5 GHz band"로부터, OFDM 시스템들에 대한 동기 체계가 제안된다. 이 문서는 제안된 구현을 포함하는 동기에 관한 것까지 본원에 참조문헌으로 포함된다. 상기 공지된 체계(scheme)는 첨부된 도면들의 도 6 내지 도 8을 참조하여 설명될 것이다.

도 6은 공지된 동기 필드의 구조를 도시한다. 도 6에 도시된 바와 같이, 동기 필드는 소위 짧은 심벌들(t1, t2, ..., t6)과 2개의 긴 심벌(T1, T2)을 구성된다. 본 발명의 견지에서 특히 짧은 심벌(t1, t2, ..., t6)이 흥미롭다. 진폭 이득 제어(t1, t2, t3)와 코스 주파수 오프셋 및 타이밍 제어를 위해 사용되는 짧은 심벌들(t1, t2, ..., t6)중에서 오직 심벌들(t1, t2, t3 및 t4)만이 실질적으로 생성되며, 반면에 심벌들(t5, t6)은 주기적 확장들(cyclic extensions)이다(각각 심벌(t1 및 t2)의 복사들). 도 5는 본 발명의 견지에서 흥미롭지 않은 다른 다음의 데이터 필드들(further following data fields)의 구조의 뿐만 아니라 코딩 레이트 및 베이스밴드 변조의 형태를 나타내는 다음의 신호 필드의 구조로서 동기 프리앰블 구조만을 나타낸다. 다른 구체적인 참조가 상기 종래 기술 문서에서 만들어진다.

심벌들(t1, t2, t3, t4)은 전체 이용 가능한 서브캐리어들로부터 선택된 서브캐리어들을 이용하여 OFDM 변조에 의해 생성된다. 선택된 서브캐리어들상의 맵핑 뿐만 아니라 OFDM 변조를 위해 사용되는 심벌이 도 6을 참조하여 설명될 것이다.

짧은 OFDM 심벌(t1, ..., t6) 각각은 심벌 알파벳의 엘리먼트에 의해 위상-변조된 12개의 변조된 서브캐리어들을 이용하여 생성된다.

$$S = \sqrt{2}(\pm 1 \pm j)$$

OFDM 변조를 위해 사용되는 폴 시퀀스는 다음과 같이 기록될 수 있다.

$$S_{-24, 24} = \sqrt{2} \{ 1+j, 0,0,0,1+j,0,0,0,-1-j,0,0,0,-1-j,0,0,0,1-j,0,0,0,-1-j,0,0,0,0, \\ 0,0,0,1+j,0,0,0,1+j,0,0,0,-1-j,0,0,0,1+j,0,0,0,-1+j,0,0,0,1+j \}$$

요소 $\sqrt{2}$ 의 곱은 결과적인 OFDM 심벌의 평균 역(average power)을 정규화(normalize)하기 위한 것이다.

신호는 다음과 같이 기록될 수 있다.

$$r_{SHORT}(t) = w_{SHORT}(t) \sum_{k=-N_s/2}^{N_s/2} S_k \exp(j2\pi k \Delta_f t)$$

4의 배수인 인덱스들(indices)을 갖는 $S_{-24, 24}$ 의 스펙트럴 라인들(spectral lines)만이 비제로 진폭을 가진다는 사실은 $T_{FFT}/4=0.8\mu\text{sec}$ 주기를 초래한다. 간격(T_{SHORT1})은 9개의 $0.8\mu\text{sec}$ 주기들, 즉 $7.2\mu\text{sec}$ 와 동일하다.

64-포인트 IFFT를 벡터(S)에 적용하고, 여기서 잔존하는 15개의 값들은 제로로 설정되면, 4개의 짧은 트레이닝 심벌들(t1, t2, t3, t4)(시간 도메인에서)이 생성될 수 있다. IFFT 출력은 6개의 짧은 심벌(t1, t2, t3, ..., t6)을 발생하도록 주기적으로 확장된다. 맵핑 체계는 도 7에서 설명된다. 소위 가상 서브캐리어들은 변조되지 않은 채 남아 있다.

역 푸리에 변환을 구현하는 방법은 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform) 알고리즘에 의해서 구현한다. 예를 들어, 64 포인트 IFFT가 사용된다면, 계수들(1 내지 24)은 동일한 번호의 IFFT 입력으로 맵핑되고, 계수들(-24 내지 -1)은 IFFT 입력(40 내지 63)으로 복사된다. 입력의 나머지(25 내지 39) 및 0(DC) 입력은 제로로 설정된다. 이 맵핑은 도 7에 예시된다. IFFT를 실행한 후에 출력은 주기적으로 원하는 길이로 확장된다.

도 7에 도시된 바와 같이 제시된 역 고속 푸리에 변환(IFFT) 맵핑과 관련하여, 결과적인 시간 도메인 신호는 4개의 주기적으로 반복되는 짧은 심벌들(t1, t2, t3, t4)로 구성되고, t1, t2의 복사에 의해 주기적으로 확장되며, 여기서, 복사는 t5, t6로서 도 5에 설명된다. 본 경우에, 4의 배수인 인덱스들(indices)을 갖는 스펙트럴 라인들만이 비제로 진폭을 가진다는 것에 주의하라. 다른 주기적 특성들은 스펙트럴 라인들의 다른 배수를 비제로 진폭들에 설정함으로써 생성될 수 있다.

공지된 동기 체계가 매우 효과적임에도 불구하고, 시간 도메인 신호 특성에 관한 단점이 제공된다.

OFDM(또는 일반적으로 멀티캐리어 신호들)에 대해, 신호 엔벨로프 변동(피크-대-평균-전력-비=PAPR로 명명됨)은 중대한 관심사이다. 큰 PAPR은 열등한 전송(전력 진폭기의 비선형 왜곡 효과로 인해)및 전송 시스템에서의 다른 신호 제한 성분들(예컨대, AD 변환기의 제한된 동적 범위)을 초래한다.

동기 시퀀스들에 대해, A/D 변환기에 대한 기준 신호값을 조정 및 로킹(locking)하는 수신기 AGC(자동적 이득 제어 (automatic gain control))를 가속하기 위해 낮은 PAPR을 갖는 신호를 가지는 것이 보다 바람직하다(인입 신호의 전체 동적 범위는 임의의 오버플로우/언더플로우 없이 A/D 변환기 분해능(resolution)에 의해 변환되어야 한다).

도 8a, 8b는 루센트 테크놀로지스에 의해 제안된 시퀀스들을 갖는 결과 시간 도메인 신호 파형의 "절대"

$(\sqrt{I_n^2 + Q_n^2})$ 값을 도시한다. 제한된 64-포인트 IFFT를 이용하여 피크가 정확하게 캡처된다는 것을 보장하기 위해 오버샘플링(8*)이 고려된다.

도 8c, 8d는 결과 전송된 시간 도메인 파형의 실제 부분 및 가상 부분을 도시한다. 결과적인 PAPR는 2.9991dB(오버샘플링하지 않음) 및 3.0093dB(8회 오버샘플링)이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 공지된 동기 기술에 기초하지만, 하드웨어에 대한 요구들을 감소시키도록 개선된 시간 도메인 신호 특성을 프리젠틱하는 동기 기술을 제공하는 것이다.

발명의 구성

상기 목적은 독립항들의 특징들에 의해 달성될 수 있다. 종속항들은 본 발명의 다른 중심 아이디어를 개발한다.

그러므로, 본 발명에 따라, OFDM 전송 시스템들에 대한 동기 버스트들을 생성하기 위한 방법이 제공된다. 미리 정의된 심벌 시퀀스의 심벌들은 미리 정의된 맵핑 체계에 따라 OFDM 시스템의 서브캐리어들상에 맵핑되며, 여기서 미리 정의된 심벌 시퀀스의 심벌들은 비제로 진폭들을 갖는 서브캐리어들을 나타낸다. 동기 버스트는 미리 정의된 심벌 시퀀스로 맵핑된 서브캐리어들을 역 고속 푸리에 변환하여 생성된다. 본 발명에 따라 미리 정의된 심벌 시퀀스는 시간 도메인 신호(피크-평균-전력-비)의 엔벨로프 변동이 최소화되도록 최적화된다.

미리 정의된 심벌 시퀀스는 다음의 수학적식들이 미리 정의된 심벌 시퀀스의 모든 심벌들에 대해 만족되도록 선택될 수 있다.

$$n=2m$$

$$C_{i-1}=\pm C_{1-i}$$

n은 미리 정의된 심벌 시퀀스의 심벌들의 수이고,

m은 1보다 큰 정수이고,

C는 심벌값이고,

i는 1에서부터 m에 이르는 정수이다.

미리 정의된 심벌 시퀀스의 심벌들의 맵핑 및 역 고속 푸리에 변환은 동기 버스트의 결과적인 시간 도메인 신호가 주기적 특성을 나타내도록 설정될 수 있다.

대안적으로, 미리 정의된 심벌 시퀀스의 심벌들의 맵핑 및 역 고속 푸리에 변환은 시간 도메인에서 동기 버스트의 하나의 버스트 부분이 생성되고, 시간 도메인에서 동기 버스트의 주기적인 특성이 하나의 버스트 부분을 복사함으로써 달성되도록 설정된다.

예를 들어, 심벌 시퀀스의 심벌들의 수(n)는 12가 될 수 있다.

일반적으로, 상기 수학식들은 본 발명에 따른 심벌 시퀀스들을 일반적으로 정의한다. 예를 들어, 미리 정의된 심벌 시퀀스는:

$A A A -A -A -A -A A -A -A A -A$ 가 될 수 있고, 여기서 A는 복소수 값이다.

대안적으로, 미리 정의된 심벌 시퀀스는:

$A -A A A -A A A A A -A -A -A$ 가 될 수 있고, 여기서 A는 복소수 값이다.

대안적으로, 다음의 미리 정의된 심벌 시퀀스는:

$A B -A B -A -B B A -B A -B -A$ 가 될 수 있고, 여기서 A, B는 복소수 값이다.

다른 대안으로서 다음의 시퀀스는:

$A -B -A -B -A B -B A B A B -A$ 가 될 수 있고, 여기서 A, B는 복소수 값이다.

또한, 본 발명에 따라, 무선 OFDM 시스템들을 동기시키기 위한 방법이 제공되고, 여기서 동기 버스트는 위에서 설명한바와 같은 방법에 따라 생성되고 동기 버스트는 데이터 필드들의 전송 이전에 각각 전송된다.

이에 의해, 동기 버스트의 시간 도메인 신호들은 버스트의 시간 도메인 신호의 계산은 오직 한번 실시되도록 미리 계산되어 메모리에 저장될 수 있다.

또한, 본 발명에 따라, 미리 정의된 심벌들 시퀀스의 심벌들을 미리 정의된 맵핑 체계에 따라 맵핑하기 위한 맵핑 유닛을 포함하는 OFDM 전송기가 제공되고, 여기서 미리 정의된 심벌들 시퀀스의 심벌들은 비제로 진폭을 갖는 OFDM 시스템의 서브캐리어들을 나타낸다. 또한, 상기 미리 정의된 심벌들 시퀀스로 맵핑된 OFDM의 서브캐리어들을 역 고속 푸리에 변환함으로써 동기 버스트를 생성하기 위한 역 고속 푸리에 변환 유닛이 제공된다. 이에 의해, 맵핑 유닛은 동기 버스트의 결과 시간 도메인 신호가 주기적 특성을 나타내도록 설계된다. 본 발명에 따른 맵핑 유닛은 동기 버스트의 시간 도메인 신호의 엔벨로프 변동이 최소화되도록 미리 정의된 심벌 시퀀스를 이용한다.

또한, 본 발명에 따라 상술한 바와 같은 이동 통신 디바이스가 이용된다.

첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 양호한 실시예들이 지금 설명될 것이다.

본 발명에 따라, 도 6에 도시된 시간 도메인 동기 버스트 구조가 유지된다. 도 7에 도시된 바와 같은 IFFT 맵핑은 유지될 수 있거나, 또는 대안적으로 도 3에 따른 다른 IFFT 맵핑이 사용될 수 있다. 서브캐리어들로 맵핑된 심벌 시퀀스들은 보다 낮은 PAPR을 초래하는 시퀀스에 최적화된다.

본 발명에 따라 짧은 OFDM 심벌(t_1, \dots, t_6)은 12 위상-변조된 서브캐리어들로 구성된다.

	C00	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11
Seq0	A	A	A	-A	-A	-A	-A	A	-A	-A	A	-A
Seq1	A	-A	A	A	-A	A	A	A	A	-A	-A	-A
Seq2	A	B	-A	B	-A	-B	B	A	-B	A	-B	-A
Seq3	A	-B	-A	-B	-A	B	-B	A	B	A	B	-A

여기서, $A = \exp(j*2 + \pi*\phi_A)$ 및 $B = A*\exp(j\frac{\pi}{2}) = \exp(j2\pi*\phi_A + j\frac{\pi}{2})$ 및 $0.0 \leq \phi_A < 1.0$

그러므로, 일반적으로 미리 정의된 심벌 시퀀스는 동기 버스트의 시간 도메인 신호의 엔벨로프 변동이 최소화되도록 선택된다.

따라서, 일반적으로 미리 정의된 심벌 시퀀스는 다음의 수학식들이 미리 정의된 심벌 시퀀스에 대한 모든 심벌들에 대해 만족되도록 설정된다.

$$n=2m$$

$$C_{i-1} = \pm C_{n-i}$$

여기서 n은 미리 정의된 심벌 시퀀스의 심벌들의 수이고,

m은 1보다 큰 정수이고,

c는 심벌값이고,

i는 1부터 m까지에 이르는 정수값이다.

다음으로는, 본 발명에 따른 새로운 시퀀스들의 시간 도메인 신호 특성은 도 4a 내지 4d 및 도 5a 내지 5d를 참조하여 도시될 것이다.

간단하게 하기 위해, 우리는 우리의 논증에서 고전적인 쿼드리페이즈(quadriphase) 심벌 알파벳을 이용한다.

$$S = \sqrt{\frac{1}{2}} (\pm 1 \pm j),$$

(이것은 $\phi_A = 0.125$ 에 해당한다)

심벌		
A	$\exp(j\frac{\pi}{4})$	$\sqrt{\frac{1}{2}}(+1+j)$
-A	$-\exp(j\frac{\pi}{4})=\exp(j\frac{5\pi}{4})$	$\sqrt{\frac{1}{2}}(-1-j)$
B	$\exp(j\frac{\pi}{4}+j\frac{\pi}{2})=\exp(j\frac{3\pi}{4})$	$\sqrt{\frac{1}{2}}(-1+j)$
-B	$-\exp(j\frac{3\pi}{4})=\exp(j\frac{7\pi}{4})$	$\sqrt{\frac{1}{2}}(+1-j)$

표1:복소수 심벌 맵핑

이에 의해, 도 5a 및 5b는 오버샘플링이 없는 경우/8-회 오버샘플링이 실시되는 경우에 본 발명에 따라 최적화된 시퀀스를 이용하여 시간 도메인 신호(크기)를 도시한다.

PAPR(데시벨에서)는 2.059로 제한된다(실제 피크를 캡처(capture)하도록 시간 도메인 오버샘플링을 이용할 때조차)

도 5c 및 5d는 각각 결과적인 파형의 인-페이즈(in-phase) 및 구직-페이즈(quadrature-phase) 성분을 도시한다. 이것은 폴 심벌이 짧은 시퀀스의 4 반복들로 구성되는 것이 명확히 볼 수 있다.

도 5a 내지 5d는 다른 제안된 시퀀스(S1, S2 및 S3)에 대한 도 4a 내지 4d에 상응하는 그래픽들을 도시한다.

다른 시뮬레이션들은 PAPR이 최적화될 때 뿐만아니라 신호의 동적 범위가 최소화된다는 것을 도시한다. 따라서, 작은 PAPR을 이루고, 동시에 작은 전체 동적 범위를 갖는 다른 4 시퀀스가 아래에 더 제안된다.

이 분야의 진술에서 제안되는 시퀀스를 이용하여 PAPR은 3.01dB이고 동적 범위(피크 전력 대 최소 전력의 비로 정의된다)는 30.82dB이다(도 9a 및 9b를 보자).

본 발명에 따른 및 상술한 바와 같은 시퀀스를 이용하여, PAPR은 2.06dB로 감소되지만, 동적 범위는 일부의 포인트에서 신호 전력이 '0'과 같이 증가된다.

따라서, 본 발명의 다른 실시예에 따라 다음의 4 시퀀스가 제안된다.

심벌 시퀀스는 C0, C1,, C11이고 맵핑은:

$S=2*\{C00, 0, 0, 0, C01, 0, 0, 0, C02, 0, 0, 0, C03, 0, 0, 0, C04, 0, 0, 0, C05, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, C06, 0, 0, 0, C07, 0, 0, 0, C08, 0, 0, 0, C09, 0, 0, 0, C10, 0, 0, 0, C11\}$

	C00	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11
Seq-Alt0	A	A	A	A	-A	-A	A	-A	-A	A	-A	A
Seq-Alt1	A	-A	A	-A	-A	A	-A	-A	A	A	A	A
Seq-Alt2	A	B	-A	-B	-A	-B	-B	-A	-B	-A	B	A
Seq-Alt3	A	-B	-A	B	-A	B	B	-A	B	-A	-B	A

여기서 $A = \exp(j*2*\pi*\varphi_A)$ 및 $B = A * \exp(j\frac{\pi}{2}) = \exp(j2\pi*\varphi_A + j\frac{\pi}{2})$ 및 $0.0 \leq \varphi_A < 1.0$

이러한 시퀀스들을 이용하여 PAPR은 2.24dB로 감소되고 동적 범위는 도 10a 및 10b에 도시된 것과 같이 7.01dB로 제한된다.

이점들은 이전에 설명한 것과 동일하지만, 클리핑 문제는 매우 제한된 신호의 동적 범위로 인해 더 감소된다.

도 1 및 도 2를 참고하여 본 발명에 따른 전송기의 가능한 구현이 설명될 것이다.

전송기에서 동기 심벌 데이터(1)는 IFFT 맵핑 유닛(2)에서 적절한 IFFT 포인트들로 준비 및 맵핑된다. OFDM 시스템의 서브캐리어들은 IFFT 유닛(3)에 의해 변환되고 그후 시간 도메인 신호는 신호의 부분들을 복사함으로써 시간 확장 유닛(4)에서 확장된다(예를 들어, t_1, t_2 는 t_5, t_6 로 복사된다). 시간 확장된 신호는 그후 I/Q 변조기(5)로 보내진다.

대안적으로, 도 2에 도시된 바와 같이 시간 도메인 신호는 계산 유닛(7)에서 한번 미리 계산될 수 있고 그후 시간 신호에 대한 미리 계산된 샘플을 위해 메모리(6)에 저장된다. 그후, 동기 버스트의 시간 도메인 신호는 메모리(6)로부터 직접적으로 변조기(5)에 보내질 수 있다.

도 3을 참조하여 변경된 IFFT 맵핑 체계가 설명될 것이다. 이 체계에 따라, OFDM 시스템의 매 4번째 서브캐리어만을 비제로 진폭으로 설정하는 원리(도 7을 참조하라)가 포기된다. 따라서, 도 3의 맵핑 체계에 따라 달성되는 시간 도메인 신호는 주기적 특성을 나타내지 않는다.

IFFT 크기는 지금 단지 16(도 7의 경우에서와 같이 64 대신에)이다. 버스트들(t_1, t_2, \dots, t_6)중 하나만이 생성될 것이다. 다른 버스트들은 수신측 상에 동기와 상호 관계(correlation)을 위해 필요한 동기 시간 도메인 신호의 주기적 특성을 유지하기 위해 복사하여 생성될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 시간 확장 유닛(4)은 다른 버스트(t_2, t_3, \dots, t_6)에 대해 도 7에 따른 IFFT(16)에 의해 생성되는 16-샘플 버스트(t_1)의 복사를 실행할 수 있다. 명백하게 도 3에 따른 맵핑 체계는 IFFT를 위해 필요한 계산 노력을 감소시킨다. 따라서, SYNCH 버스트들의 시간 도메인 신호의 주기적인 특성은 더 이상 IFFT 단계에 의해 이루어지지 않고, 단순화된 IFFT 맵핑 체계로 생성되는 버스트(t_1)를 복사하여 이루어진다.

또한, 도 3에 도시된 맵핑 체계는 도 2에 도시된 미리 계산하는 기술의 조합으로 유익하다.

따라서, 본 발명에 따라 고속 무선 전송 시스템에 사용되는 동기 버스트 구조가 제안된다. 동기 버스트는 시간 도메인 반복과 특별히 설계된 OFDM 심벌들을 이용하여 구성된다. 결과적인 동기 버스트는 높은 타이밍 검출과 주파수 오프셋 추정 정확성을 달성한다. 또한, 버스트는 수신기상에 복잡성을 감소시키기 위해 매우 낮은 엔벨로프 변동(낮은 피크-평균-전력-비)을 이루고 수신기에서 시간 및 주파수 취득 시간을 감소시키도록 최적화된다.

따라서, 동기 성능은 더 개선될 수 있다. 본 발명에 따른 체계로 인해, 시간 도메인에서 동기 버스트에 기초한 OFDM의 엔벨로프는 감소되고, 수신기에서 AGC 풀-인(pool-in) 스피드는 개선될 수 있고 정확한 시간과 주파수 동기는 이루어질 수 있다. 또한, 수신기 측상에 동기 복잡성은 감소된 엔벨로프 변동으로 인해 필요한 감소된 분해능(resolution) 요구로 인해 감소될 수 있다.

본 발명의 장점은 다음과 같이 설명될 수 있다:

- 감소된 피크-대-평균-전력-비(PAPR)를 갖는 SYNCH 심벌에 기초한 OFDM가 제안되고,
- 개선된 동기 성능(제안된 분야의 진술에 비교하여),
- SYNCH 버스트의 감소된 동적 범위로 인해 감소된 AGC(automatic gain control) 풀-인(pull-in) 시간,
- 개선된 AGC 안정(settlement)(AGC는 AD에서 나중에 오버플로우/언더플로우가 발생하는 인입 신호 레벨로 조정해야 한다. SYNCH 버스트의 감소된 동적 범위는 보다 정확하게 이 참조 레벨을 발견하도록 돕는다),
- 수신기 상의 감소된 동기 검출 복잡성(감소된 엔벨로프 변동에 따라 필요한 감소된 분해능)

발명의 효과

본 발명에 따라 미리 정의된 심벌 시퀀스는 동기 버스트의 시간 도메인 신호의 엔벨로프 변동이 최소화되도록 설정되어 된다. 따라서, 시간 도메인 신호의 상기 엔벨로프 변동을 감소하는 유익한 심벌 시퀀스들이 제안된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 전송기를 개략적으로 도시한 도면.

도 2는 본 발명에 따른 전송기의 다른 실시예를 도시한 도면.

도 3은 본 발명에 따른 다른 맵핑 체계를 도시한 도면.

도 4a 내지 4d는 본 발명에 따른 전송에 기초하여 OFDM을 사용한 동기 심벌 구조로 이루어진 시간 도메인 신호 특성을 도시한 도면.

도 5a 내지 5d는 본 발명의 다른 실시예에 따른 동기 심벌 구조의 시간 도메인 신호를 도시한 도면.

도 6은 종래 기술로부터 공지된 동기 프리엠블(preamble) 구조를 도시한 도면.

도 7은 종래 기술에 따른 IFFT 맵핑을 도시한 도면.

도 8a 내지 8d는 종래 기술에 따른 동기 심벌 구조의 시간 도메인 특성을 도시한 도면.

도 9a 내지 9b는 종래 기술에 따른 동기 심벌 구조의 시간 도메인 특성, 특히 동적 범위를 도시한 도면.

도 10a 내지 10b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 동기 심벌 구조의 시간 도메인 특성, 특히 동적 범위를 도시한 도면.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 간단한 설명

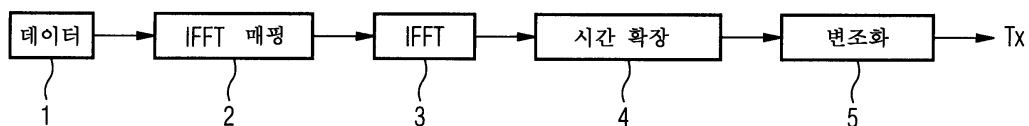
1:데이터 2:IFFT 맵핑

3:IFFT 4:시간 확장

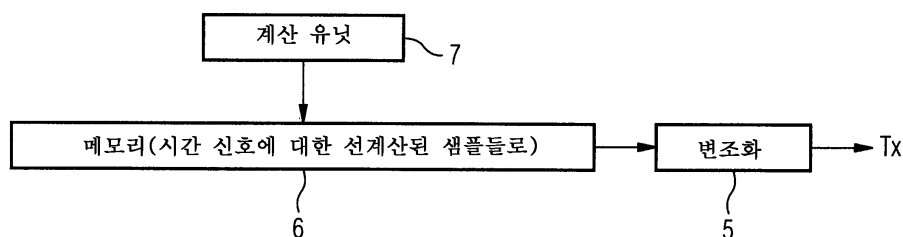
5:변조기 6:메모리

도면

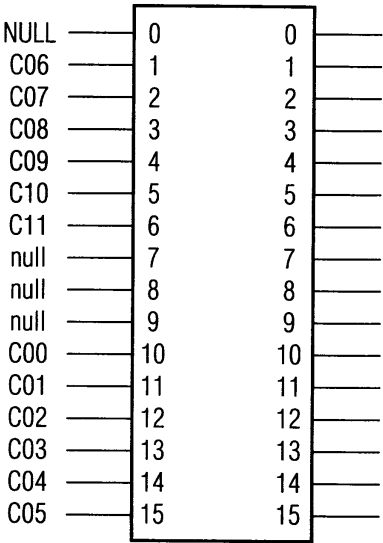
도면1



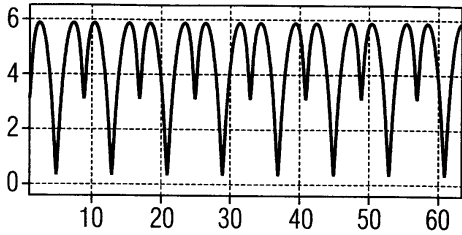
도면2



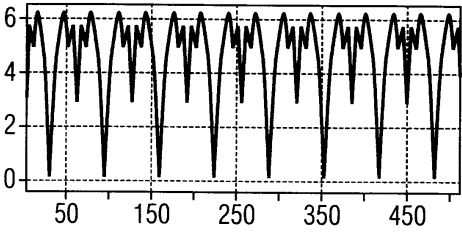
도면3



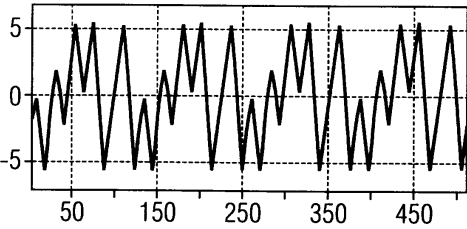
도면4a



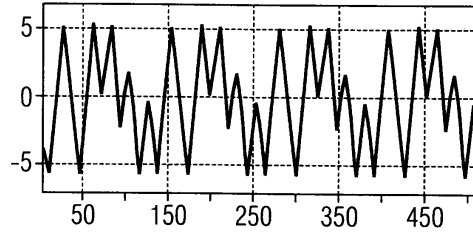
도면4b



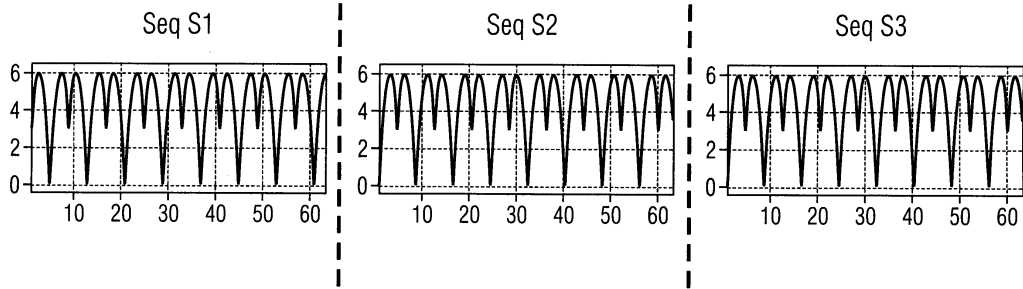
도면4c



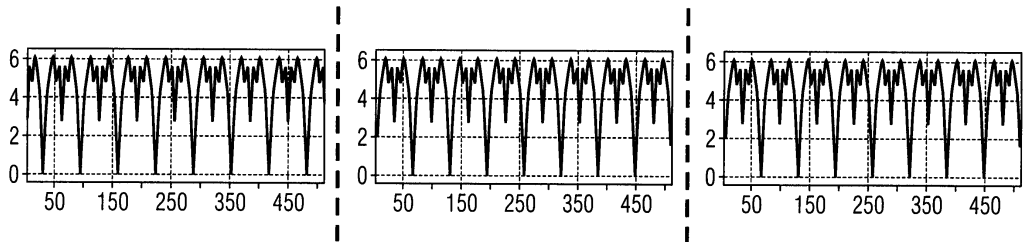
도면4d



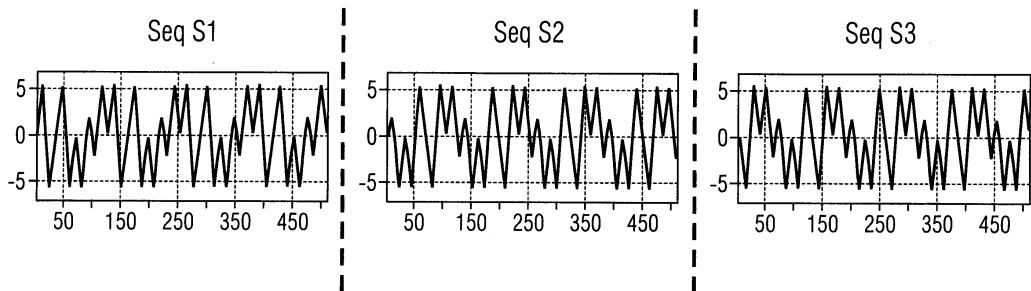
도면5a



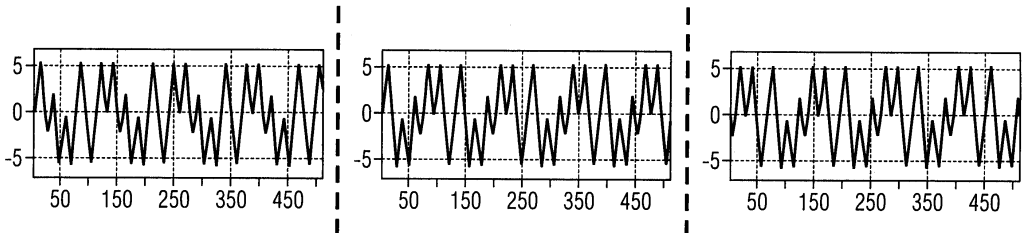
도면5b



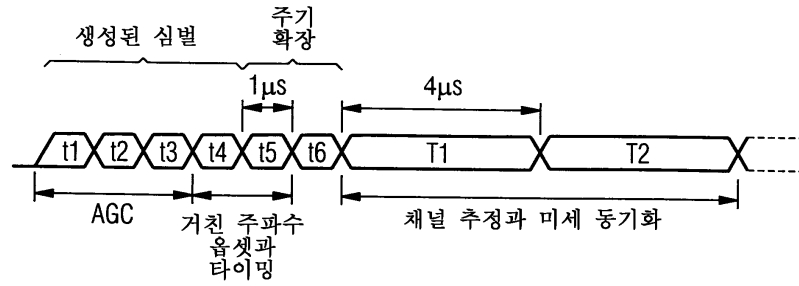
도면5c



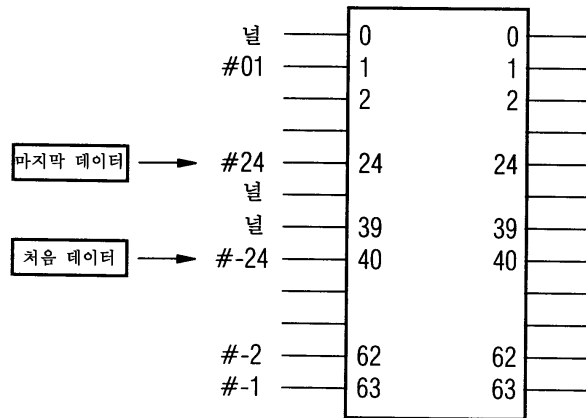
도면5d



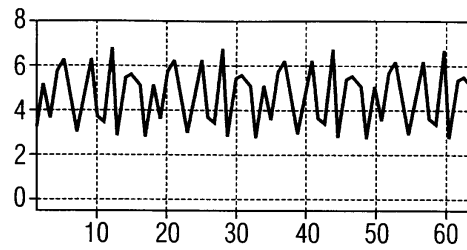
도면6



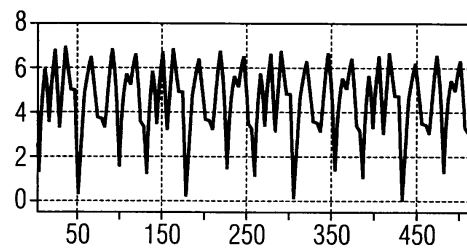
도면7



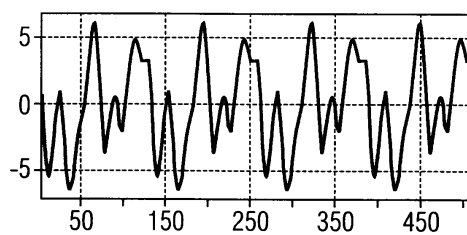
도면8a



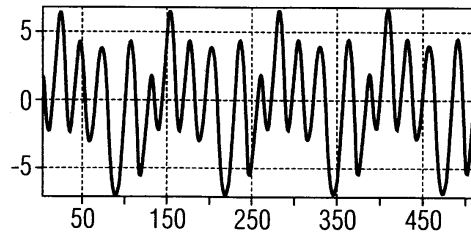
도면8b



도면8c

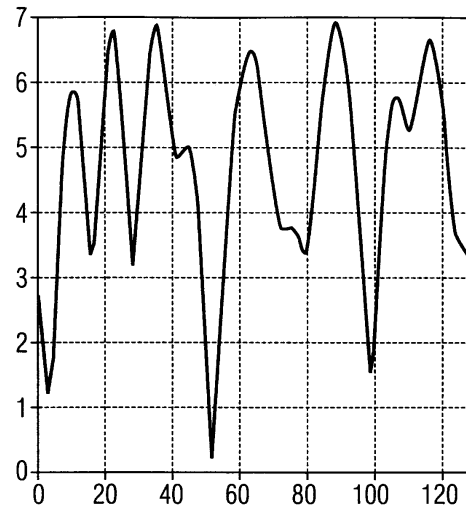


도면8d



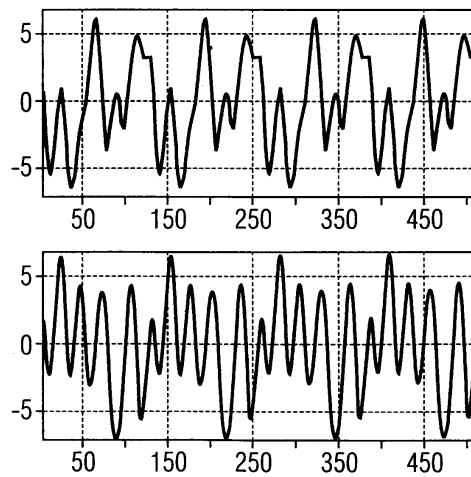
도면9a

기술 상태를 이용한 시간 도메인 신호(크기)
(8회 오버샘플링)



기술 순서의 상태를 이용한 신호(In 및 Quad 부분)
(8회 오버샘플링)

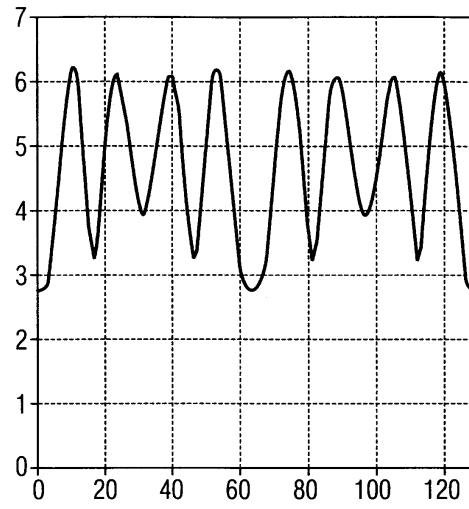
도면9b



PAPR: 3.01 dB
동적 범위 : 30.82 dB

도면10a

'Seq-Alt1'을 이용한 시간 도메인 신호(크기)
(8회 오버샘플링)



'Seq-Alt1'을 이용한 신호(In 및 Quad 부분)
(8회 오버샘플링)

도면10b

