

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.⁷
H04J 11/00

(11) 공개번호 10-2005-0081244
(43) 공개일자 2005년08월18일

(21) 출원번호 10-2004-0009403
(22) 출원일자 2004년02월12일

(71) 출원인 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
학교법인연세대학교
서울 서대문구 신촌동 134번지

(72) 발명자 이상진
서울특별시서대문구신촌동134번지연세대학교전기전자공학과
서종수
서울특별시서대문구신촌동134번지연세대학교전기전자공학과
김응선
경기도수원시영통구영통동황골마을신명아파트201동904호
이종혁
경기도성남시분당구야탑동518번지탑마을808동901호

(74) 대리인 이견주

심사청구 : 없음

(54) 직교주파수분할다중화 기반의 통신 시스템을 위한 시간동기화 방법

요약

본 발명에 따른 직교주파수분할다중화 기반의 통신 시스템을 위한 동기화 방법에서는 송신측이 전송될 시간 영역 데이터 심벌들에 독립적으로 항상 동일한 기지순환접두부호를 갖는 OFDM 심벌을 생성하여 전송하고 수신측이 상기 기지순환 접두부호를 이용하여 시간 동기 오차를 추정한다. 본 발명에 따른 동기 방법에서는 항상 미리 알고 있는 기지순환전치부호를 이용하여 시간 동기 오차를 추정하므로 상관관계의 신뢰도가 높으며 결과적으로 동기화의 정확도가 향상된다.

대표도

도 3

색인어

직교주파수분할다중화, 동기, 주기적 접두부호(cyclic prefix), 보호구간

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OFDM 송신 장치를 보인 블록도;

도 2는 도 1의 잉여 심벌 생성부를 상세하게 도시한 블록도;

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 직교주파수분할다중화 기반의 통신 시스템을 위한 동기화 방법에서 기지순환접두부호를 생성하는 과정을 설명하기 위한 개념도;

도 4a는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 동기화 방법에서 역푸리에 변환된 시간영역 OFDM 신호를 보인 그래프; 그리고

도 4b는 상기 도 4a에서 기지순환전치부호만을 분리하여 보인 그래프이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이동통신시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 직교주파수분할 다중화 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: OFDMA) 기반의 이동통신 시스템에서의 시간 및 주파수 동기화 방법에 관한 것이다.

차세대 이동통신에서는 보다 향상된 품질의 다양한 멀티미디어 서비스를 지원하기 위하여 고속 고품질의 데이터 전송이 요구된다. 이러한 요구에 만족하기 위한 기술의 하나로 최근에는 OFDM 방식에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

OFDM 방식은 상호 직교성을 갖는 복수의 반송파를 사용하므로 주파수 이용 효율이 높아지고, 데이터 전송속도를 그대로 유지하면서 심볼 주기를 부반송파의 수만큼 연장시켜 주파수 선택적 페이딩 채널에 의한 ISI에도 강하다.

일반적으로 OFDM 방식에서는 OFDM 심벌 사이에 채널의 최대지연확산 보다 긴 보호구간을 삽입하여 부반송파 간의 직교성이 유지되도록 함으로써 반송파간 간섭(Inter-Carrier Interference: ICI)과 심벌간 간섭(ISI)을 줄인다.

한편, 부반송파 간의 직교성을 유지하기 위해서는 송신측과 수신측의 시간 및 주파수 동기화가 요구되며 이를 위해 보호구간과 순환접두부호 사이의 상관관계를 이용한 시간 및 주파수 동기화 방법이 제안된 바 있다.

상기 보호구간과 순환접두부호 사이의 상관관계는 다음 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$\Phi_n = \frac{|\phi_n|}{(P_n)^2}$$

$$\phi_n = \sum_{k=0}^{G-1} (r_{j,n+k}^* r_{j,n+k+P}) \quad \text{이고,} \quad P_n = \sum_{k=0}^{G-1} |r_{j,n+k+P}|^2 \quad \text{이다.}$$

이 방식에서는 지속적인 동기 추정이 가능하지만 다중 경로와 잡음에 의해 보호구간과 순환접두부호 사이의 상관관계의 신뢰도가 떨어지는 단점이 있다.

이러한 단점을 보완하기 위해 순환접두부호를 이용하여 보호구간을 삽입하는 대신에 시간 영역에서 +1, -1로 구성된 이진전치부호를 이용한 동기화 방법이 제안되었다.

이진전치부호를 이용한 동기화 방법은 수학적 2에서와 같이 수신된 신호와 이미 알고 있는 이진전치부호와의 상관관계를 취함으로써 신뢰도를 높일 수 있으며 이를 통한 정확한 주파수 오프셋 추정 가능성이 가능하게 된다.

수학적 2

$$\Psi_n = \frac{|\psi_{q,n}|^2}{(P'_n)^2}$$

여기서, $\psi_{q,n} = \sum_{k=0}^{P-1} (s_{q,k}^* r_{j,n+k})$ 이고, $P'_n = \sum_{k=0}^{P-1} |r_{j,n+k}|^2$ 이다.

그러나 이 방법에서는 다중 경로 환경에서 순환접두부호에 의해 생성된 보호구간이 없으므로 지연된 신호가 원신호에 ISI를 유발하게 된다.

한편, 보호구간이 존재하고 전치부호나 훈련신호열을 이용한 동기 방식은 전송률을 낮추는 단점이 있어 이를 극복할 수 있는 방법이 필요하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로, 본 발명의 목적은 OFDM 심벌에 일정한 기지(known)보호구간을 삽입하여 주파수 오프셋 추정의 신뢰도를 향상시킬 수 있는 동기화 방법을 제공하는 것이다.

상기와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 동기화 방법에서는 송신측이 전송될 시간 영역 데이터 심벌에 독립적으로 항상 동일한 주기적 접두부호를 갖는 OFDM 심벌을 생성하여 전송하고, 수신측은 상기 주기적 접두부호를 이용하여 시간 동기 오차를 추정한다. 상기 주기적 접두부호는 상기 시간 영역 데이터 심벌에 대응하는 주파수영역 데이터 심벌에 종속적이다. 상기 전송과정은 주파수 영역 데이터 심벌에 따라, 역방향 푸리에 변환을 수행할 경우 시간영역에서 상기 주기적 접두부호가 발생되도록 하는, 잉여심벌을 생성하고; 상기 데이터 신호와 상기 잉여심벌에 역방향 푸리에 변환을 수행하여 OFDM 심벌을 생성하는 것을 포함한다.

본 발명의 다른 일 국면에 있어서, 동기화 방법은 변조과정을 거쳐 생성된 데이터 심벌들을 직렬/병렬 변환하여 병렬로 출력하고, 상기 병렬로 출력되는 데이터 심벌을 이용하여 적어도 하나 이상의 잉여 심벌을 생성하고, 상기 데이터 심벌들과 상기 잉여 심벌들에 역푸리에 변환을 수행하여 상기 주기적 접두부호를 포함하는 OFDM 심벌을 생성한다. 상기 주기적 접두부호는 항상 동일하다. 상기 잉여 심벌은 주파수 영역에서 데이터 심벌에 종속하여 생성되며 상기 병렬로 출력되는 데이터 심벌에 역푸리에 변환을 수행하여 데이터 신호 벡터를 생성하고 상기 데이터 신호 벡터와 이에 대응하는 참조 신호 벡터에 대해 감산을 수행하고 상기 감산 결과 벡터와 상기 참조 신호 벡터에 곱셈 연산을 수행하여 구해진다. 상기 참조 신호 벡터는 데이터 신호 벡터에 대응되는 참조신호 벡터를 매핑하는 매핑 테이블에 의해 제공되는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 또 다른 일 국면에 있어서, OFDM 송신기는 전송될 데이터를 변조하여 전송신호를 생성하는 정보발생부, 상기 정보 발생부에서 출력되는 전송신호를 직렬/병렬 변환하는 직렬/병렬 변환부, 상기 직렬/병렬 변환부의 출력 신호를 이용하여 적어도 하나의 잉여심벌을 생성하는 잉여심벌 생성부, 그리고 상기 직렬/병렬 변환부의 출력 신호와 상기 잉여심벌에 푸리에 변환을 수행하여 OFDM 심벌을 생성하는 제1푸리에 변환부를 포함한다. 상기 잉여심벌 생성부는 상기 직렬/병렬 변환부의 출력 신호에 역푸리에 변환을 수행하는 제2역푸리에 변환부, 상기 제2역푸리에 변환부의 출력 신호에 대응하는 참조신호를 제공하는 참조신호 발생부, 상기 제2역푸리에 변환부의 출력 신호와 상기 참조신호부에서 제공되는 참조신호에 감산을 수행하는 뺄셈부, 상기 뺄셈부의 출력 신호와 상기 참조신호에 곱셈 연산을 수행하여 잉여심벌을 출력하는 곱셈부로 이루어진다. 상기 참조신호 발생부는 상기 제2역푸리에 변환부에서 출력되는 신호들에 대응하는 참조신호들을 매핑시키는 매핑 테이블을 포함한다. 상기 잉여심벌은 상기 직렬/병렬 변환부의 출력신호에 종속적으로 생성되며, 상기 OFDM 심벌은 주기적 접두부호를 포함한다. 상기 주기적 접두부호는 항상 동일하게 발생된다.

발명의 구성 및 작용

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 시간/주파수 동기 방법을 설명한다.

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OFDM 송신 장치를 보인 블록도이다. 도 1에서 보는 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 OFDM 송신 장치는 전송할 데이터를 전송할 데이터를 변조하여 전송심벌을 생성하는 정보발생부(101), 상기 정보발생부(101)로부터 출력되는 전송심벌들을 병렬 변환하는 직렬/병렬 변환부(102), 상기 직렬/병렬 변환부(102)로부터 출력되는 주파수 영역 심벌들을 이용하여 시간영역에서 기지순환접두부호를 얻기 위해 주파수 영역에서 데이터 심벌에 따라 결정되는 잉여심벌을 생성하는 잉여심벌 생성부(103), 상기 직렬/병렬 변환부(102)와 상기 잉여 심벌 생성부(103)으로부터 출력되는 심벌들에 역푸리에 변환을 수행하여 OFDM 심벌을 생성하는 제1역푸리에 변환부(104), 그리고 상기 역푸리에 변환부(104)로부터 출력되는 OFDM 심벌을 병렬/직렬 변환하여 송신하는 병렬/직렬 변환부(105)로 이루어진다.

도 2는 상기 잉여 심벌 생성부 (103)를 상세하게 도시한 블록도이다. 도 2에서 보는 바와 같이, 상기 잉여 심벌 생성부 (103)는 상기 직렬/병렬 변환부(102)로부터 출력되는 신호에 역푸리에 변환을 수행하여 시간 영역 신호로 변환시키는 제2역푸리에 변환부(201), 상기 제2역푸리에 변환부(201)의 출력 신호와 연산을 통해 상기 잉여심벌을 생성하기 위한 참조신호를 제공하는 참조신호발생부(202), 상기 제2역푸리에 변환부(201)의 출력 신호와 상기 참조신호발생부(202)로부터 출력되는 참조신호를 차감 연산하는 뺄셈부(203), 그리고 상기 뺄셈부(203)와 상기 참조신호발생부(202)로부터 출력되는 두 신호에 곱셈연산을 수행하여 잉여심벌을 출력하는 곱셈부(204)로 이루어진다.

이하, 상기와 같이 구성된 OFDM 송신 장치의 동작을 설명한다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 동기화 방법에서는 IFFT 수행 후 시간 영역 신호의 동일한 위치에 동일한 기지순환접두부호가 발생하도록 주파수 영역에서 신호를 선처리한다.

상기 잉여심벌 생성부(103)는 상기 제1직렬/병렬 변환부로부터 출력되는 데이터 심벌들을 이용하여 주파수 영역 데이터 심벌들에 의해 결정되는 잉여심벌들을 생성한다. 이렇게 생성된 잉여심벌들은 상기 제1직렬/병렬 변환부(102)의 출력인 주파수 영역 데이터 심벌들과 함께 상기 제1역푸리에 변환부(104)와 상기 병렬/직렬 변환부(105)를 거치면서 도 3에서와 같은 시간영역의 심벌열 (symbol sequence)로 송신된다.

상기 잉여심벌들과 상기 주파수 영역 심벌들은 상기 제1역푸리에 변환부(104)에 의해 하나의 OFDM 심벌로 출력되고 이렇게 출력된 OFDM 심벌은 도 3에서 보는 바와 같이 항상 동일한 기지순환접두부호를 포함하게 된다.

상기 제1역푸리에 변환부 (102)의 사이즈가 N 그리고 상기 잉여심벌의 수가 P개라고 가정하면 상기 역푸리에 변환에 의해 생성되는 OFDM 신호는 다음 수학적 식 3과 같이 표현할 수 있다.

수학적 식 3

$$x(n) = \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{j2\pi kn} / N$$

상기 수학적 식 3은 다음 수학적 식 4와 같이 재정리 할 수 있다.

수학적 식 4

$$x(n) = \sum_{\substack{k=0 \\ k \bmod M=1(i=1, \dots, P)}}^{N-1} X(k) e^{j2\pi kn} / N + X(M-1) e^{j2\pi n(M-1)} / N + \dots + X(PM-1) e^{j2\pi n(PM-1)} / N$$

여기서 $M = \frac{N}{P}$ 이다.

상기 수학식 4로부터 기지순환접두부호를 따로 분리하면 다음 수학식 5와 같이 표현할 수 있다.

$$\text{수학식 5}$$

$$x(n) = \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{j2\pi kn/N} = X(M-1) e^{j2\pi n(M-1)/N} + \dots + X(PM-1) e^{j2\pi n(PM-1)/N}$$

상기 수학식 5를 행렬식으로 나타내면 다음 수학식 6과 같다.

$$\text{수학식 6}$$

$$A = BX$$

$$\sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{j2\pi kn/N}$$

상기 수학식 5에서 을 $x'(n)$ 이라 하면 다음 수학식 7로 다시 정리할 수 있다.

$$\text{수학식 7}$$

$$x(n) - x'(n) = X(M-1) e^{j2\pi n(M-1)/N} + \dots + X(PM-1) e^{j2\pi n(PM-1)/N}$$

여기서, $x'(n)$ 은 입력되는 전송 신호의 송신 데이터 심벌이고 각각의 잉여심벌이 위치하는 부분에 0을 삽입함으로써 구할 수 있다.

또한, $x(n)$ 은 n 번째 시간에 위치할 기지순환접두부호의 값이다. 즉 수학식 6에서 행렬식 A 는 수학식 8과 같이 $M \times 1$ 의 행렬로 표현된다.

$$\text{수학식 8}$$

$$A = [x(N) - x'(N) \quad x(N-1) - x'(N-1) \quad \dots \quad x(N-P+1) - x'(N-P+1)]^T$$

여기서, $x(N), x(N-1), \dots, x(N-P+1)$ 은 시간축 상에서 삽입하고자 기지순환접두 부호에 해당하는 부분이다.

또한, 행렬식 B 는 다음 수학식 9와 같이 $P \times P$ 의 행렬이 된다.

수학식 9

$$B = \begin{bmatrix} e^{\frac{j2\pi(N-P+1)(M-1)}{N}} & \dots & e^{\frac{j2\pi(N-P+1)(PM-1)}{N}} \\ e^{\frac{j2\pi(N-P+2)(M-1)}{N}} & \dots & e^{\frac{j2\pi(N-P+2)(PM-1)}{N}} \\ \vdots & & \vdots \\ e^{\frac{j2\pi(N-1)(M-1)}{N}} & \dots & e^{\frac{j2\pi(N-1)(PM-1)}{N}} \\ e^{\frac{j2\pi(N)(M-1)}{N}} & \dots & e^{\frac{j2\pi(N)(PM-1)}{N}} \end{bmatrix}$$

그리고, 행렬식 X는 수학식 10과 같이 P x 1 행렬로 표현할 수 있다.

수학식 10

$$X = [X(M-1) \quad X(2M-1) \quad \dots \quad X(PM-1)]^T$$

여기서, $X(M-1), X(2M-1), \dots, X((P-1)M-1), X(PM-1)$ 는 시간축 상의 정해진 위치에 기지순환접두부호가 배치될 수 있도록 주파수 축 상에서 넣어야 할 잉여심벌들을 나타낸다.

상기 수학식 6의 행렬식을 풀기 위해서는 역행렬 B^{-1} 을 구해야 한다. 그러나 IFFT의 사이즈 N과 잉여심벌의 개수 P가 정해지면 이 값은 항상 같은 값을 가지므로 참조표 (lookup table)화 하여 계산량을 줄일 수 있다.

따라서, 상기 역행렬과 앞에서 구한 A 행렬의 값을 행렬 연산을 통하여 행렬 X를 구할 수 있고, 이 값을 주파수 축에서 삽입함으로써 매 OFDM 심볼은 동일한 기지순환접두부호로 구성되는 보호구간을 가지게 된다.

도 4a 및 도 4b는 각각 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 동기화 방법을 128 포인트의 IFFT를 사용하는 OFDM 시스템에 적용한 경우 역푸리에 변환된 시간영역 OFDM 신호와 OFDM 신호에 포함되어 있는 기지순환전치부호를 보인 그래프이다.

도 4a 및 도 4b에서 보는 바와 같이, 본 발명에 따른 동기화 방법에서는 보호구간을 형성하는 동일한 기지순환전치부호가 매 OFDM 신호에서 발생된다는 것을 알 수 있다. 여기서 사용한 기지순환전치부호는 1과 7의 연속된 16개의 신호이다.

발명의 효과

상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 동기 방법에서는 동기화를 위한 별도의 파일럿 신호를 사용하지 않기 때문에 대역 효율을 높일 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 동기 방법에서는 매 OFDM 심벌마다 동일한 기지순환전치부호가 생성되어 보호구간을 역할을 하므로 별도의 CP 삽입 과정이 필요 없다.

또한, 본 발명에 따른 동기 방법에서는 항상 미리 알고 있는 기지순환전치부호가 수신되므로 상관관계의 신뢰도가 높으며 결과적으로 동기화의 정확도를 향상시킬 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

보호구간으로서의 주기적 접두부호(CP)를 이용하여 동기를 수행하는 직교주파수분할다중화 기반의 통신 시스템에서,

송신측에서, 전송될 시간 영역 데이터 심벌들에 독립적으로 항상 동일한 주기적 접두부호를 갖는 OFDM 심벌을 생성하여 전송하고;

수신측에서, 상기 주기적 접두부호를 이용하여 시간 동기 오차를 추정하는 것을 특징으로 하는 동기화 방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 주기적 접두부호는 상기 시간 영역 데이터 심벌에 대응하는 주파수영역 데이터 심벌에 종속적인 것을 특징으로 하는 동기화 방법.

청구항 3.

제 1항에 있어서, 상기 전송과정은:

주파수 영역 데이터 심벌에 따라, 역방향 푸리에 변환을 수행할 경우 시간영역에서 상기 주기적 접두부호가 발생되도록 하는, 잉여심벌을 생성하고;

상기 데이터 신호와 상기 잉여심벌에 역방향 푸리에 변환을 수행하여 OFDM 심벌을 생성하는 것을 특징으로 하는 동기화 방법.

청구항 4.

송신측에서 보호구간으로서의 주기적 접두부호를 포함하는 OFDM 심벌을 전송하고 수신측에서 상기 주기적 접두부호를 이용하여 동기를 수행하는 직교주파수분할다중화 기반의 통신 시스템에서,

변조과정을 거쳐 생성된 데이터 심벌들을 직렬/병렬 변환하여 병렬로 출력하고;

상기 병렬로 출력되는 데이터 심벌을 이용하여 적어도 하나 이상의 잉여 심벌을 생성하고;

상기 데이터 심벌들과 상기 잉여 심벌들에 역푸리에 변환을 수행하여 상기 주기적 접두부호를 포함하는 OFDM 심벌을 생성하여 전송하는 동기화 방법.

청구항 5.

제 4항에 있어서, 상기 주기적 접두부호는 상기 OFDM 심벌의 항상 동일한 것을 특징으로 하는 동기화 방법.

청구항 6.

제 4항에 있어서, 상기 잉여 심벌은 주파수 영역에서 데이터 심벌에 종속하여 생성되는 것을 특징으로 하는 동기화 방법.

청구항 7.

제 4항에 있어서, 상기 잉여 심벌은:

상기 병렬로 출력되는 데이터 심벌에 역푸리에 변환을 수행하여 데이터 신호 벡터를 생성하고;

상기 데이터 신호 벡터와 이에 대응하는 참조 신호 벡터에 대해 감산을 수행하고;

상기 감산 결과 벡터와 상기 참조 신호 벡터에 곱셈 연산을 수행하여 구해지는 것을 특징으로 하는 동기화 방법.

청구항 8.

제 7항에 있어서, 상기 참조 신호 벡터는 데이터 신호 벡터에 대응되는 참조신호 벡터를 매핑하는 매핑 테이블에 의해 제공되는 것을 특징으로 하는 동기화 방법.

청구항 9.

송신측에서 보호구간으로서의 주기적 접두부호를 포함하는 OFDM 심벌을 전송하고 수신측에서 상기 주기적 접두부호를 이용하여 동기를 수행하는 직교주파수분할다중화 기반의 통신 시스템에서,

전송될 데이터를 변조하여 전송신호를 생성하는 정보발생부;

상기 정보 발생부에서 출력되는 전송신호를 직렬/병렬 변환하는 직렬/병렬 변환부;

상기 직렬/병렬 변환부의 출력 신호를 이용하여 적어도 하나의 잉여심벌을 생성하는 잉여심벌 생성부;

상기 직렬/병렬 변환부의 출력 신호와 상기 잉여심벌에 푸리에 변환을 수행하여 OFDM 심벌을 생성하는 제1푸리에 변환부를 포함하는 OFDM 송신기.

청구항 10.

제 9항에 있어서, 상기 잉여심벌은 상기 직렬/병렬 변환부의 출력신호에 종속적으로 생성되는 것을 특징으로 하는 OFDM 송신기.

청구항 11.

제 9항에 있어서, 상기 OFDM 심벌은 주기적 접두부호를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 송신기.

청구항 12.

제 11항에 있어서, 상기 주기적 접두부호는 항상 동일하게 발생하는 것을 특징으로 하는 OFDM 송신기.

청구항 13.

제 9항에 있어서, 상기 잉여심벌 생성부는:

상기 직렬/병렬 변환부의 출력 신호에 역푸리에 변환을 수행하는 제2역푸리에 변환부;

상기 제2역푸리에 변환부의 출력 신호에 대응하는 참조신호를 제공하는 참조신호 발생부;

상기 제2역푸리에 변환부의 출력 신호와 상기 참조신호부에서 제공되는 참조신호에 감산을 수행하는 뺄셈부;

상기 뺄셈부의 출력 신호와 상기 참조신호에 곱셈 연산을 수행하여 잉여심벌을 출력하는 곱셈부로 이루어지는 것을 특징으로 하는 OFDM 송신기.

청구항 14.

제 13항에 있어서, 상기 참조신호 발생부는 상기 제2역푸리에 변환부에서 출력되는 신호들에 대응하는 참조신호들을 매핑시키는 매핑 테이블을 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 송신기.

청구항 15.

제 13항에 있어서, 상기 잉여심벌은 상기 직렬/병렬 변환부의 출력신호에 종속적으로 생성되는 것을 특징으로 하는 OFDM 송신기.

청구항 16.

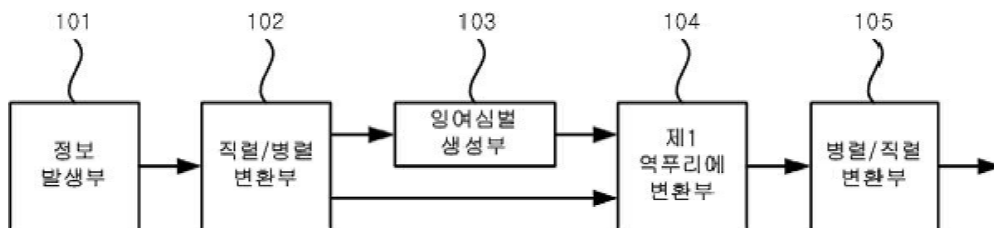
제 13항에 있어서, 상기 OFDM 심벌은 주기적 접두부호를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 송신기.

청구항 17.

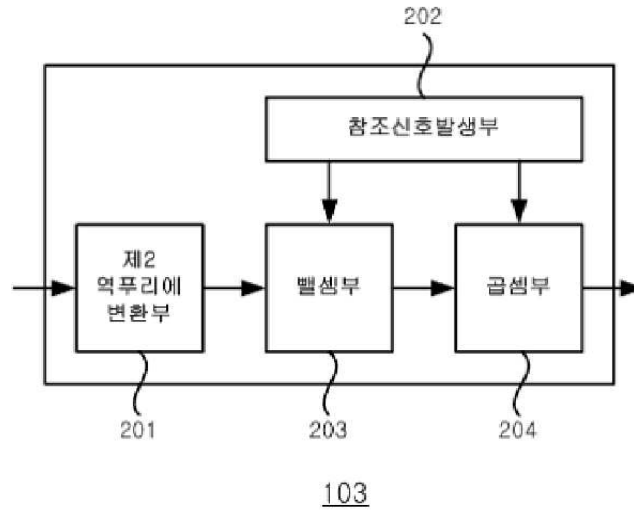
제 16항에 있어서, 상기 주기적 접두부호는 항상 동일하게 발생하는 것을 특징으로 하는 OFDM 송신기.

도면

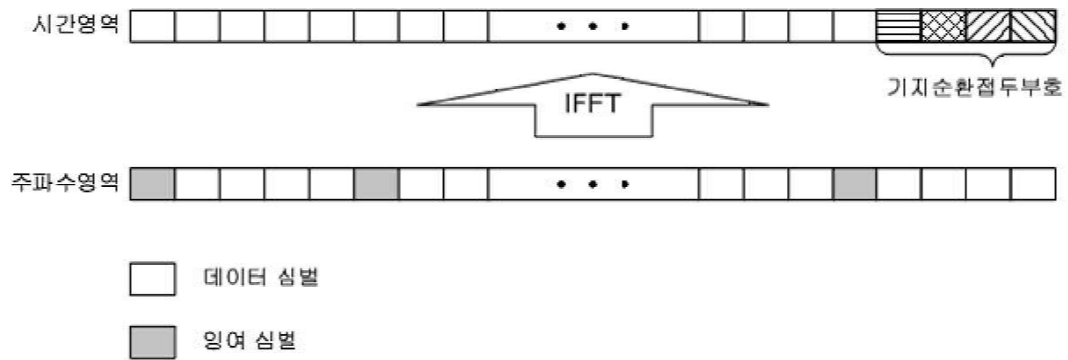
도면1



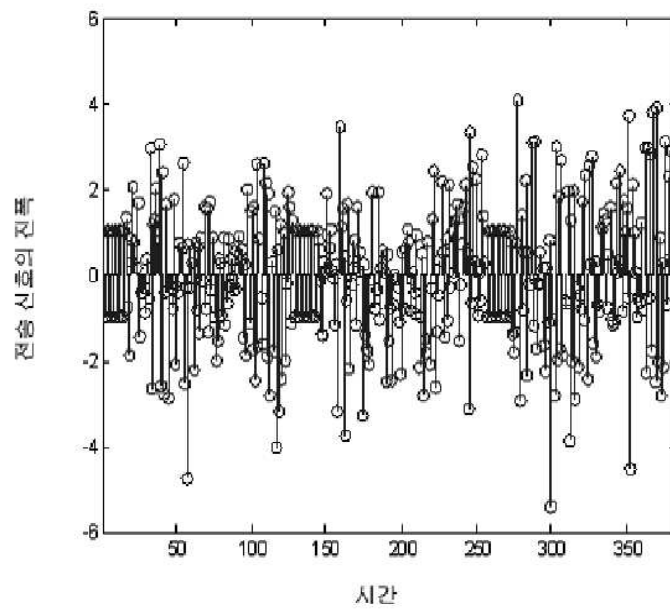
도면2



도면3



도면4a



도면4b

