(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0027879
(43) 공개일자 2012년03월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0089693
(22) 출원일자 2010년09월13일
심사청구일자 2010년09월13일

(71) 출원인
한발대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
정혁구
대전광역시 유성구 반석서로 98, 602동 1702호 (반석동, 반석마을6단지아파트)
(74) 대리인
정회환

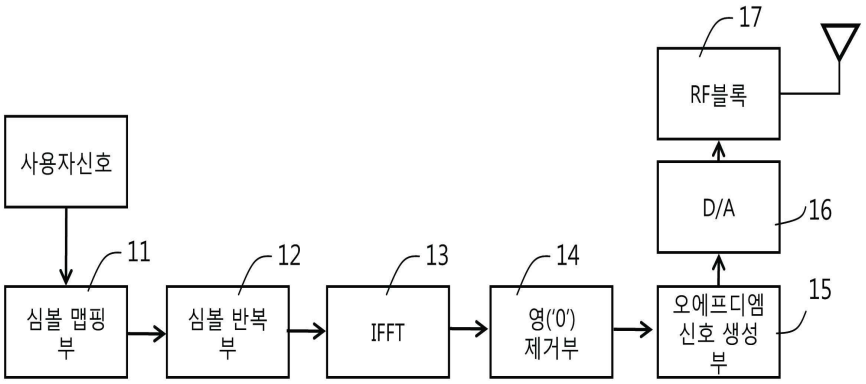
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **오에프디엠 신호의 단축 및 확장 송수신방법 및 그 송신기와 수신기**

(57) 요 약

본 발명은 오에프디엠 시스템에 적용 가능한 기술로서, 송신기에서는 주파수 영역에서 반복 전송할 때 생기는 영('0')을 제거하여 단축 전송하고, 송신된 신호를 수신기에서 순차적으로 복원하고 그 복원된 신호에 각각 영('0')을 다시 삽입하여 채널의 임펄스 응답과 콘벌루션을 실시하여 반복 전송된 신호의 시간영역 신호를 구하고, 그 신호를 MRRC 하여 결합이득을 얻는 오에프디엠 신호의 단축 및 확장 송수신방법 및 그 송신기와 수신기를 제공한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

오에프디엠 신호의 단축 및 확장 송수신방법에 있어서,

송신기에서 주파수 영역에서 반복 전송할 때 생기는 영('0')을 제거하여 단축 전송하는 오에프디엠 신호 송신 과정과;

상기 오에프디엠 송신과정에서 송신된 신호를 수신기에서 순차적으로 복원하고 그 복원된 신호에 각각 영('0')을 다시 삽입하여 채널의 임펄스 응답과 콘벌루션을 실시하여 반복 전송된 신호의 시간영역 신호를 구하고, 그 신호를 MRRC 하여 결합이득을 얻어 수신신호를 검출하는 수신과정을 수행하도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 오에프디엠 신호의 단축 및 확장 송수신방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 송신 과정은,

사용자 신호를 복소수 심볼로 맵핑하는 심볼 맵핑단계(S11)와;

상기 심볼 맵핑단계(S11)에서 생성된 심볼을 2 내지 32 반복횟수의 그룹으로 분할하고 분할된 복수의 그룹신호를 순차적으로 2 내지 32번 반복횟수만큼 반복하는 심볼 반복단계(S12)와;

상기 심볼 반복단계(S12)에서 반복된 복수의 그룹신호를 순차적으로 빠른 푸리에 역변환(IFFT:Inverse Fast Fourier Transform)하는 빠른 푸리에 역변환 단계(IFFT)(S13)와;

상기 빠른 푸리에 역변환된 복수의 그룹신호에서 각각 데이터 하나마다 (반복횟수-1)개의 영('0')들이 삽입된 시간영역신호에서 영('0')을 삭제하는 영('0') 제거단계(S14)와;

상기 영('0')제거단계(S14)에서 영('0')을 제거한 각 그룹의 원소로 구성된 반복횟수의 그룹신호들을 모두 합쳐 부반송파 개수만큼의 시간 영역 사용자 신호를 생성한 후, 사이크릭 프레픽스(CP: Cyclic Prefix) 자리만큼의 영('0')을 상기 시간영역 사용자 신호의 뒷부분에 보호구간(GP:Guard Period) 이라고 불리는 기간만큼 추가하여 하나의 오에프디엠 신호를 만드는 오에프디엠 신호생성단계(S15)와;

상기 오에프디엠 신호를 디지탈/아날로그 변환 및 무선(RF) 처리를 거쳐 안테나를 통해 송신하는 송신단계(S16)로 이루어지는 것을 특징으로 하는 오에프디엠 신호의 단축 및 확장 송수신방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 수신 과정은,

수신안테나를 통해 RF블록에서 수신된 신호를 A/D변환기를 통해 입력 받아 수신된 신호에서 채널의 영향을 보상하기 위해 수행하는 역콘벌루션(Deconvolution) 단계(S21)와;

상기 역콘벌루션단계(S21)에서 구한 신호를 2 내지 32 반복횟수로 분할하고 분할된 각 그룹신호의 각 데이터 뒤에 각각 (반복횟수-1)개의 영('0')들을 삽입하여 주파수 영역에서 반복횟수만큼 반복한 신호의 시간 영역 신호를 만드는 시간영역신호 복원단계(S22)와;

상기 시간영역신호 복원단계(S22)에서 복원된 복수의 그룹신호를 차례로 빠른 푸리에 변환하는 빠른 푸리에 변환(FFT)단계(S23)와;

상기 빠른 푸리에 변환(FFT)단계(S23)에서 빠른 푸리에 변환된 복수의 그룹신호를 MRRC(Maximum Ratio Receive Combining) 결합하여 데이터결정부를 통해서 수신신호를 출력하는 MRRC 단계(S24)를 수행하도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 특징으로 하는 오에프디엠 신호의 단축 및 확장 송수신방법.

청구항 4

오에프디엠 송신기에 있어서,

사용자 신호를 복소수 심볼로 맵핑하는 심볼 맵핑부(11)와;

상기 심볼 맵핑부(11)에서 생성된 심볼을 2 내지 32 반복횟수의 그룹신호로 분할하고 각 그룹신호를 2 내지 32 반복횟수만큼 반복하여 출력하는 심볼 반복부(12)와;

상기 심볼 반복부(12)에서 출력되는 반복된 복수의 그룹신호에 대해 순차적으로 각각 빠른 푸리에 역변환하는 빠른 푸리에 역변환부(IFFT)(13)와;

상기 빠른 푸리에 역변환부(13)에서 빠른 푸리에 역변환된 신호중 데이터 하나마다 (반복횟수-1)개의 영('0')들이 삽입된 시간영역신호에서 삽입된 영('0')을 삭제하는 영('0') 제거부(14)와;

상기 영('0')제거부(14)에서 영('0')을 제거한 각 그룹의 원소로 구성된 반복횟수의 그룹신호를 합쳐 부반송파 개수만큼의 시간 영역 사용자 신호를 생성한 후, 사이크릭 프레픽스(CP: Cyclic Prefix) 자리만큼의 영('0')을 상기 시간영역 사용자 신호의 뒷부분에 보호구간(GP:Guard Period) 이라고 불리는 기간만큼 추가하여 하나의 오에프디엠 신호를 만드는 오에프디엠 신호생성부(15)와;

상기 보호구간만큼의 영('0') 삽입부에서 생성된 오에프디엠 신호를 안테나를 통해 송신하는 디지탈/아날로그 변환부(16) 및 RF블록(17)을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 오에프디엠 신호 송신기.

청구항 5

오에프디엠 수신기에 있어서,

수신안테나를 통해 RF블록(21)에서 수신된 신호를 A/D변환기(22)를 통해 입력 받아 수신된 신호에서 채널의 영향을 보상하기 위하여 수행하는 역콘벌루션(Deconvolution)부(23)와;

상기 역콘벌루션부(23)에서 구한 신호를 2 내지 32 반복횟수로 분할하고 분할된 복수의 각 그룹신호의 데이터 뒤에 각각 (반복횟수-1)개의 영('0')들을 삽입하여 주파수 영역에서 반복횟수만큼 반복한 신호의 시간영역신호를 만드는 시간영역신호 복원부(24)와;

상기 시간영역신호 복원부(24)에서 복원된 복수의 그룹신호를 차례로 빠른 푸리에 변환하는 빠른 푸리에 변환부(FFT)(25); 및

상기 빠른 푸리에 변환부(FFT)(25)에서 빠른 푸리에 변환된 복수의 그룹신호를 MRRC(Maximum Ratio Receive Combining) 결합하여 데이터결정부(27)를 통해서 수신신호를 출력하는 MRRC부(26);로 구성되는 것을 특징으로 하는 오에프디엠 신호 수신기.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 정보 통신 중에서 오에프디엠 신호의 단축 및 확장 송수신방법 및 그 송신기와 수신기에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 송신기에서는 주파수 영역에서 반복 전송할 때 생기는 영('0')을 제거하여 단축 전송하고, 수신기에서는 시간영역 송신신호를 순차적으로 복원하고 그 복원된 신호에 각각 영('0')을 다시 삽입하여 채널의 임펄스 응답과 콘벌루션을 실시하여 반복 전송된 신호의 시간영역 신호를 구하고, 그 신호를 MRRC 하여 결합이득을 얻도록 하는 오에프디엠 신호의 단축 및 확장 송수신방법 및 그 송신기와 수신기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 오에프디엠 시스템의 기저대역에서는 사용자 신호를 부반송파 개수만큼의 복소수 심볼로 만들어서 전송하게 된다. 이때 부반송파 개수를 한번에 처리할 수 있는 빠른 푸리에 역변환기(IFFT: Inverse Fast Fourier Transform)와 빠른 푸리에 변환기(FFT: Fast Fourier Transform)을 사용하게 된다.

[0003] 통상 이렇게 생성되는 복소수 심볼을 빠른 푸리에 역변환기(IFFT)에서 빠른 푸리에 역변환하여 시간 영역 신호로 만드는데, 이렇게 만들어진 시간 영역 신호의 마지막 부분의 일정한 개수를 복사하여 시간영역 신호의 맨 앞 부분에 추가한다. 이렇게 복사한 부분을 사이크릭 프레픽스(CP: Cyclic Prefix) 라 부르고 이 CP 에 시간 영역 신호를 합한 신호를 오에프디엠 심볼이라고 부른다.

[0004] 오에프디엠 시스템에서는 주파수 영역과 시간 영역 두 가지 영역의 신호를 처리하게 되는데, 사용자 신호는 보통 주파수 영역에서 발생하여 이 신호를 시간 영역 신호로 바꾸는 빠른 푸리에 역변환(IFFT: Inverse Fast Fourier Transform)을 사용하게 된다. 이렇게 변환하여 전송하는 기술은 이미 구현되어 시행하고 있는 기술인데, 전송 효율의 개선이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은, 종래의 기술보다 전송 데이터를 단축하여 전송하고 이것을 수신하였을 때 확장하고 단축 시 사용하였던 반복 전송의 효과를 수신기에서 사용하는 최대 율 수신 결합(MRRC: Maximum Ratio Receive Combining) 기법을 활용하여 수신 이득을 향상시킬 수 있도록 하는 오에프디엠 신호의 단축 및 확장 송수신방법 및 그 송신기와 수신기를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 목적을 달성하기 위한 오에프디엠 신호의 단축 및 확장 송수신방법은,

[0007] 송신기에서 주파수 영역에서 반복 전송할 때 생기는 영('0')을 제거하여 단축 전송하는 오에프디엠 신호 송신과정과;

[0008] 상기 오에프디엠 송신과정에서 송신된 신호를 수신기에서 순차적으로 복원하고 그 복원된 신호에 각각 영('0')을 다시 삽입하여 채널의 임펄스 응답과 콘벌루션을 실시하여 반복 전송된 신호의 시간영역 신호를 구하고, 그 신호를 MRRC 하여 결합이득을 얻어 수신신호를 검출하는 수신과정을 수행하도록 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명에 의한 오에프디엠 신호의 송수신 방법의 송신과정은,

[0010] 사용자 신호를 복소수 심볼로 맵핑하는 심볼 맵핑단계(S11)와;

[0011] 상기 심볼 맵핑단계(S11)에서 생성된 심볼을 2 내지 32 반복횟수의 그룹으로 분할하고 분할된 복수의 그룹신호를 순차적으로 2 내지 32번 반복횟수만큼 반복하는 심볼 반복단계(S12)와;

[0012] 상기 심볼 반복단계(S12)에서 반복된 복수의 그룹신호를 순차적으로 빠른 푸리에 역변환(IFFT:Inverse Fast Fourier Transform)하는 빠른 푸리에 역변환 단계(IFFT)(S13)와;

[0013] 상기 빠른 푸리에 역변환된 복수의 그룹신호에서 각각 데이터 하나마다 (반복횟수-1)개의 영('0')들이 삽입된 시간영역신호에서 영('0')을 삭제하는 영('0') 제거단계(S14)와;

[0014] 상기 영('0')제거단계(S14)에서 영('0')을 제거하여 부반송파 개수를 반복횟수로 나눈 개수만큼의 신호로 변환된 그룹신호들을 모두 합쳐 부반송파 개수만큼의 시간 영역 사용자 신호를 생성한 후, 사이크릭 프레픽스(CP: Cyclic Prefix) 자리만큼의 영('0')을 상기 시간영역 사용자 신호의 뒷부분에 보호구간(GP:Guard Period) 이라고 불리는 기간만큼 추가하여 하나의 오에프디엠 신호를 만드는 오에프디엠 신호생성단계(S15)와;

[0015] 상기 오에프디엠 신호를 디지탈/아날로그 변환 및 무선(RF) 처리를 거쳐 안테나를 통해 송신하는 송신단계(S16)로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명에 의한 오에프디엠 신호의 송수신방법의 수신과정은,

[0017] 수신안테나를 통해 RF블록에서 수신된 신호를 A/D변환기를 통해 입력 받아 수신된 신호에서 채널의 영향을 보상하기 위해 수행하는 역콘벌루션(Deconvolution) 단계(S21)와;

[0018] 상기 역콘벌루션단계(S21)에서 구한 신호를 2 내지 32 반복횟수로 분할하고 분할된 각 그룹신호의 각 데이터 뒤에 각각 (반복횟수-1)개의 영('0')들을 삽입하여 주파수 영역에서 반복횟수만큼 반복한 신호의 시간 영역 신호를 만드는 시간영역신호 복원단계(S22)와;

[0019] 상기 시간영역신호 복원단계(S22)에서 복원된 복수의 그룹신호를 차례로 빠른 푸리에 변환하는 빠른 푸리에 변환(FFT)단계(S23)와;

[0020] 상기 빠른 푸리에 변환(FFT)단계(S23)에서 빠른 푸리에 변환된 복수의 그룹신호를 MRRC(Maximum Ratio Receive Combining) 결합하여 데이터결정부를 통해서 수신신호를 출력하는 MRRC 단계(S24)를 수행하도록 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0021] 본 발명에 의한 오에프디엠 신호 송신기는,

[0022] 사용자 신호를 복소수 심볼로 맵핑하는 심볼 맵핑부(11)와;

[0023] 상기 심볼 맵핑부(11)에서 생성된 심볼을 2 내지 32 반복횟수의 그룹신호로 분할하고 각 그룹신호를 2 내지 32 반복횟수만큼 반복하여 출력하는 심볼 반복부(12)와;

[0024] 상기 심볼 반복부(12)에서 출력되는 반복된 복수의 그룹신호에 대해 순차적으로 각각 빠른 푸리에 역변환하는 빠른 푸리에 역변환부(IFFT)(13)와;

[0025] 상기 빠른 푸리에 역변환부(13)에서 빠른 푸리에 역변환된 신호 중 데이터 하나마다 (반복횟수-1)개의 영('0')들이 삽입된 시간영역신호에서 삽입된 영('0')을 삭제하는 영('0') 제거부(14)와;

[0026] 상기 영('0')제거부(14)에서 영('0')을 제거한 각 그룹의 원소로 구성된 반복횟수의 그룹신호를 합쳐 부반송파 개수만큼의 시간 영역 사용자 신호를 생성한 후, 사이크릭 프레픽스(CP: Cyclic Prefix) 자리만큼의 영('0')을 상기 시간영역 사용자 신호의 뒷부분에 보호구간(GP:Guard Period) 이라고 불리는 기간만큼 추가하여 하나의 오에프디엠 신호를 만드는 오에프디엠 신호생성부(15)와;

[0027] 상기 보호구간만큼의 영('0') 삽입부에서 생성된 오에프디엠 신호를 안테나를 통해 송신하는 디지탈/아날로그 변환부(16) 및 RF블록(17)을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0028] 본 발명에 의한 오에프디엠 신호의 수신기는,

[0029] 수신안테나를 통해 RF블록(21)에서 수신된 신호를 A/D변환기(22)를 통해 입력 받아 수신된 신호에서 채널의 영향을 보상하기 위하여 수행하는 역콘벌루션(Deconvolution)부(23)와;

[0030] 상기 역콘벌루션부(23)에서 구한 신호를 2 내지 32 반복횟수로 분할하고 분할된 복수의 각 그룹신호의 데이터 뒤에 각각 (반복횟수-1)개의 영('0')들을 삽입하여 주파수 영역에서 반복횟수만큼 반복한 신호의 시간영역신호를 만드는 시간영역신호 복원부(24)와;

[0031] 상기 시간영역신호 복원부(24)에서 복원된 복수의 그룹신호를 차례로 빠른 푸리에 변환하는 빠른 푸리에 변환부(FFT)(25); 및

[0032] 상기 빠른 푸리에 변환부(FFT)(25)에서 빠른 푸리에 변환된 복수의 그룹신호를 MRRC(Maximum Ratio Receive Combining) 결합하여 데이터결정부(27)를 통해서 수신신호를 출력하는 MRRC부(26);로 구성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0033] 본 발명은, 송신기에서 주파수 영역에서 반복 전송할 때 생기는 영('0')을 제거하여 단축 전송하고, 수신기에서 시간영역 송신 신호를 순차적으로 복원하고 그 복원된 신호에 각각 영('0')을 다시 삽입하여 채널의 임펄스 응답과 콘벌루션을 실시하여 반복 전송된 신호의 시간영역 신호를 구한 후 그 신호를 MRRC 하여 결합이득을

얻는 방법으로서, 주파수 영역에서 반복한 횟수만큼의 이득을 얻게 되는 것이므로, 반복 다이버시티 차수만큼의 이득을 얻게 된다. 본 발명은 종래의 OFDM 변조 방식과 비교해 볼 때 Eb/N0가 높은 영역에서 우수하며 낮은 Eb/N0 영역에서는 약간의 성능 손실이 있게 된다.

[0034] 이때 얻는 이득은 주파수 영역에서 반복한 횟수에 비례하여 BER=10-5 에서 약 1.5 dB(2번 반복하는 경우) 내지 9 dB(32번 반복하는 경우) 정도의 이득을 얻을 수 있고, 이것은 같은 성능을 얻기 위해 송신 전력이 감소될 수 있다는 것을 의미한다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명에 의한 오에프디엠 신호의 송신기의 구성도이다.

도 2는 본 발명에 의한 오에프디엠 신호의 수신기의 구성도이다.

도 3은 본 발명에 의한 오에프디엠 신호 송신과정 흐름도이다.

도 4는 본 발명에 의한 오에프디엠 신호 수신과정 흐름도이다.

도 5는 본 발명에 의한 오에프디엠 신호 송수신 방법을 설명하기 위한 오에프디엠 심볼 설명도이다.

도 6 및 도 7은 본 발명에 의한 오에프디엠 신호 송수신에 따른 성능 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 이하 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조해서 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0037] 도 1은 본 발명에 의한 오에프디엠 신호의 송신기의 구성도이고, 도 2는 본 발명에 의한 오에프디엠 신호의 수신기의 구성도이며, 도 3은 본 발명에 의한 오에프디엠 신호 송신과정 흐름도이고, 도 4는 본 발명에 의한 오에프디엠 신호 수신과정 흐름도이다.

[0038] 본 발명은, 송신기에서 주파수 영역에서 반복 전송할 때 생기는 영('0')을 제거하여 단축 전송하는 오에프디엠 신호 송신과정과; 상기 오에프디엠 송신과정에서 송신된 신호를 수신기에서 순차적으로 복원하고 그 복원된 신호에 각각 영('0')을 다시 삽입하여 채널의 임펄스 응답과 콘벌루션을 실시하여 반복 전송된 신호의 시간영역 신호를 구하고, 그 신호를 MRRC 하여 결합이득을 얻어 수신신호를 검출하는 수신과정을 수행하도록 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0039] 본 발명에 의한 오에프디엠 신호 송신기는 도 1에 도시된 바와 같이,

[0040] 사용자 신호를 복소수 심볼로 맵핑하는 심볼 맵핑부(11)와;

[0041] 상기 심볼 맵핑부(11)에서 생성된 심볼을 2 내지 32 반복횟수의 그룹신호로 분할하고 각 그룹신호를 2 내지 32 반복횟수만큼 반복하여 출력하는 심볼 반복부(12)와;

[0042] 상기 심볼 반복부(12)에서 출력되는 반복된 복수의 그룹신호에 대해 순차적으로 각각 빠른 푸리에 역변환하는 빠른 푸리에 역변환부(IFFT)(13)와;

[0043] 상기 빠른 푸리에 역변환부(13)에서 빠른 푸리에 역변환된 신호중 데이터 하나마다 (반복횟수-1)개의 영('0')들이 삽입된 시간영역신호에서 삽입된 영('0')을 삭제하는 영('0') 제거부(14)와;

[0044] 상기 영('0')제거부(14)에서 영('0')을 제거한 각 그룹의 원소로 구성된 반복횟수의 그룹신호를 합쳐 부반송파 개수만큼의 시간 영역 사용자 신호를 생성한 후, 사이크릭 프레픽스(CP: Cyclic Prefix) 자리만큼의 영('0')을 상기 시간영역 사용자 신호의 뒷부분에 보호구간(GP: Guard Period) 이라고 불리는 기간만큼 추가하여 하나의 오에프디엠 신호를 만드는 오에프디엠 신호생성부(15)와;

[0045] 상기 보호구간만큼의 영('0') 삽입부에서 생성된 오에프디엠 신호를 안테나를 통해 송신하는 디지탈/아날로그 변환부(16) 및 RF블록(17)을 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

[0046] 이와 같이 구성되는 본 발명의 송신부는, 도 3과 같은 송신과정 제어흐름에 의해 오에프디엠 신호를 송신한다.

[0047] 도 3에 도시된 바와 같이, 사용자 신호를 복소수 심볼로 맵핑하는 심볼 맵핑단계(S11)와;

[0048] 상기 심볼 맵핑단계(S11)에서 생성된 심볼을 2 내지 32 반복횟수의 그룹으로 분할하고 분할된 복수의 그룹신호를 순차적으로 2 내지 32번 반복하는 심볼 반복단계(S12)와;

[0049] 상기 심볼 반복단계(S12)에서 반복된 복수의 그룹신호를 순차적으로 빠른 푸리에 역변환하는 빠른 푸리에 역변환 단계(IFFT)(S13)와;

[0050] 상기 빠른 푸리에 역변환된 복수의 그룹신호에서 각각 데이터 하나마다 (반복횟수-1)개의 영('0')들이 삽입된 시간영역신호에서 영('0')을 삭제하는 영('0') 제거단계(S14)와;

[0051] 상기 영('0')제거단계(S14)에서 영('0')을 제거한 각 그룹의 원소로 구성된 반복횟수의 그룹신호들을 모두 합쳐 부반송파 개수만큼의 시간 영역 사용자 신호를 생성한 후, 사이크릭 프레픽스(CP: Cyclic Prefix) 자리만큼의 영('0')을 상기 시간영역 사용자 신호의 뒷부분에 보호구간(GP: Guard Period) 이라고 불리는 기간만큼 추가하여 하나의 오에프디엠 신호를 만드는 오에프디엠 신호생성단계(S15)와;

[0052] 상기 오에프디엠 신호를 디지탈/아날로그 변환(D/A) 및 무선(RF) 처리를 거쳐 안테나를 통해 송신하는 송신단계(S16)로 이루어짐을 특징으로 한다.

[0053] 상기 심볼 반복 단계(S12)에서 부반송파 개수의 N이 64 일 때, 2, 4, 8, 16, 32의 분할이 가능하며, 이 분할에 대한 수를 이하에서 "반복횟수"라 칭한다.

[0054] 또한, 상기 오에프디엠 신호생성단계(S15)에서 각 그룹 원소의 수는 부반송파 개수 나누기 반복회수가 되며, 그룹 전체의 수는 반복횟수이다.

[0055] 한편 상기와 같이 송신과정에 의해 송신된 오에프디엠 신호를 수신하는 수신기는 도 2에 도시된 바와 같이, 수신안테나를 통해 RF블록(21)에서 수신된 신호를 A/D변환기(22)를 통해 입력받아 수신된 신호에서 채널의 영향을 보상하기 위해 수행하는 역콘벌루션(Deconvolution)부(23)와;

[0056] 상기 역콘벌루션부(23)에서 구한 신호를 2 내지 32 반복횟수로 분할하고 분할된 각 그룹신호의 각 데이터 뒤에 각각 (반복횟수-1) 개의 영('0')들을 삽입하여 주파수 영역에서 반복횟수만큼 반복한 신호의 시간영역신호를 만드는 시간영역신호 복원부(24)와;

[0057] 상기 시간영역신호 복원부(24)에서 복원된 복수의 그룹신호를 차례로 빠른 푸리에 변환하는 빠른 푸리에 변환부(FFT)(25)와;

[0058] 상기 빠른 푸리에 변환부(FFT)(25)에서 빠른 푸리에 변환된 복수의 그룹신호를 MRRC(Maximum Ratio Receive Combining) 결합하여 데이터결정부(27)를 통해서 수신신호를 출력하는 MRRC부(26)와; 로 구성됨을 특징으로 한다.

[0059] 상기 수신기에서 처리되는 본 발명에 의한 오에프디엠 신호 수신과정은, 도 4에 도시된 바와 같이, 수신안테나를 통해 RF블록에서 수신된 신호를 A/D변환기를 통해 입력 받아 수신된 신호에서 채널의 영향을 보상하기 위해 수행하는 역콘벌루션(Deconvolution) 단계(S21)와;

[0060] 상기 역콘벌루션단계(S21)에서 구한 신호를 2 내지 32 반복횟수로 분할하고 분할된 각 그룹신호의 각 데이터 뒤에 각각 (반복횟수-1)개의 영('0')들을 삽입하여 주파수 영역에서 반복횟수만큼 반복한 신호의 시간영역신호를 만드는 시간영역신호 복원단계(S22)와;

[0061] 상기 시간영역신호 복원단계(S22)에서 복원된 복수의 그룹신호를 차례로 빠른 푸리에 변환하는 빠른 푸리에 변환(FFT) 단계(S23)와;

[0062] 상기 빠른 푸리에 변환(FFT)단계(S23)에서 빠른 푸리에 변환된 복수의 그룹신호를 MRRC(Maximum Ratio Receive Combining) 결합하여 데이터결정부를 통해서 수신신호를 출력하는 MRRC 단계(S24)를 수행하도록 이루어짐을 특징으로 한다.

[0063] 도 5는 본 발명에 의한 오에프디엠 신호 송수신 방법을 설명하기 위한 오에프디엠 심볼 설명도이다.

[0064] 본 발명의 일 실시 예로, 이하에서 설명하는 도 5는 사용자 신호를 2로 분할 반복하여 송수신하는 방법에 대해 기술하며, 이는 설명을 간단하게 하기 위한 것으로, 분할 반복하는 횟수는 2에서 32개까지 가능하게 된다.

[0065] 도 5 에서는 사용자 신호를 주파수 영역에서 2번 반복 전송한다. 먼저 사용자 신호를 심볼 맵핑부(11)를 통해서 사용자 신호를 맵핑한 후 2개의 그룹으로 나눈다.

[0066] 상기 심볼 맵핑부(11)에서 2개의 그룹으로 나누어진 사용자 신호를 심볼 반복부(12)에서는 각 그룹신호를 2번(반복횟수만큼)만큼 반복한다.(도 5의 (a))

[0067] 이렇게 반복된 신호를 빠른 푸리에 역변환부(13)을 통해서 IFFT하면 부반송파 개수만큼의 시간영역 신호가 만들어지는데, 이 시간영역신호는 데이터 신호 하나마다 각각 (반복횟수-1)개 만큼 즉, 1개의 0이 삽입되어 있는 구조이며(도 5의 (b)), 영제거부(14)에서 0을 제거하면 부반송파 개수의 절반 개수만큼의 신호가 만들어진다.

[0068] 이때, 상기 시간영역신호의 다른 예를 더 들자면, 사용자 신호를 4번 분할하는 경우 데이터 신호 마다 각각 (반복횟수-1)만큼인 3개의 0이 삽입되고, 32번 분할하는 경우 데이터 신호 마다 각각 31개의 0이 삽입된다.

[0069] 그 다음에 사용자 신호를 반으로 나눌 때 두 번째 그룹신호 즉, 두 번째 반 개수의 신호를 반복하여 부반송파 개수만큼의 신호를 만든다.

[0070] 이렇게 반복하여 만든 반복신호를 IFFT 하게 되면 역시 절반은 0이 포함되어 있고(도 5의 (b)), 영제거부(14)에서 0을 제거하면 부반송파 개수의 절반 개수만큼의 신호가 만들어진다.

[0071] 이렇게 만들어진 두 신호를 오에프디엠 신호생성부(15)에서 합치면 부반송파 개수만큼의 시간 영역 사용자 신호가 만들어진다(도 5의 (c)).

[0072] 이 신호에 CP 자리만큼의 0을 시간 영역 사용자 신호의 뒷부분에 통상 보호구간(GP: Guard Period) 이라고 불리는 기간만큼 추가하여 (이러한 방식을 ZPS: Zero Padded Suffix 라 부른다) 하나의 오에프디엠 신호를 만든다(도 5의 (d)). 이 신호를 RF 블록을 사용하여 송신 안테나로 전송한다.

[0073] 이 신호는 다시 수신 안테나를 통하여 수신하게 되고 RF 블록(21)을 사용하여 기저대역 신호로 바뀐 다음에 본 발명이 제안하는 수신 알고리즘을 수행하게 된다.

[0074] 이 기저대역 신호는 가장 먼저 역콘벌루션(Deconvolution)부(23)를 통해 역콘벌루션을 수행하게 되는데, 이 방법은 사용자의 시간 영역 신호 후에 GP 개수만큼의 0이 지속된 신호가 채널을 통과하게 된다.

[0075] 먼저, 간단한 예를 들기 위하여, 하나의 OFDM 심볼 $X=[X_0\ X_1\ \cdots\ X_{N-1}]$을 전송하는 경우를 가정하고, 채널의 임펄스 응답을 $h=[h_0\ h_1\ h_2]$라고 가정하고, 주파수 영역 OFDM 심볼 X 를 도 5의 (a)와 같이 두 개의 그룹으로 구성하고 각각의 그룹을 빠른 푸리에 변환하여 생성된 두 개의 시간 영역 OFDM 심볼 중 첫번째 시간 영역 사용자 신호를 $y=y_0, y_1, \ldots y_{N-1}$ 라 하면 홀수번째 데이터 심볼 값은 0이 되고($y_1=y_3= \ldots y_{N-1}=0$), 두 번째 시간 영역 사용자 신호를 $z=z_0, z_1, \ldots z_{N-1}$ 라 하면 홀수번째 데이터 심볼 값은 0이 된다($z_1=z_3= \ldots z_{N-1}=0$)(도 5의 (b)).

[0076] 이 y 와 z 신호 중 빠른 푸리에 역변환으로 인하여 생성된 0을 제거한 신호를 y_{even} 와 z_{even} 이라 하면, y_{even} 와 z_{even} 를 연결한 신호가 채널을 통과하는 신호가 되며, 이 수식을 간단하게 표현하기 위하여 $x=[y_{even}\ z_{even}]$ 신호라 하자. 이 수식은 x와 h 의 콘벌루션(Convolution) 으로 진행된다. x와 h 의 콘벌루션을 수행한 결과를 y 라 하고, 백색 잡음을 w이라 하면,

[0077] $y_0= x_0h_0+w_0$

[0078] $y_1= x_1h_0+x_0h_1+w_1$

[0079] $y_2= x_2h_0+x_1h_1+x_0h_2+w_2$

[0080] $y_3= x_3h_0+x_2h_1+x_1h_2+w_3$

[0081] ...

[0082] $y_m= x_mh_0+x_{m-1}h_1+x_{m-2}h_2+w_m$

[0083] ...

[0084] $y_{N-1}= x_{N-1}h_0+x_{N-2}h_1+x_{N-3}h_2+w_{N-1}$

[0085] $y_N= x_Nh_1+x_{N-1}h_2+w_N$

[0086] $y_{N+1}= x_{N+1}h_2+w_{N+1}$

[0087] 와 같이 된다.

[0088] 이때 원래의 시간 영역 신호 x 를 구하는 방법은 다음과 같은 간단한 산술 연산으로 가능하게 된다. 이하 x_0, x_1,..., x_m, ..., x_{N-1}은 추정값을 의미한다.

[0089] $x_0= y_0/h_0$

[0090] $x_1= (y_1 - x_0h_1)/h_0$

[0091] $x_2= (y_2 - x_1h_1 - x_0h_2)/h_0$

[0092] ...

[0093] $x_m=(y_m - x_{m-1}h_1 - x_{m-2}h_2)/h_0$

[0094] ...

[0095] $x_{N-1}=(y_{N-1} - x_{N-2}h_1 - x_{N-3}h_2)/h_0$

[0096] 이와 같이 구한 시간 영역 사용자 신호를 가지고 주파수 영역 반복신호가 채널을 통과할 때의 신호를 구하는 방법은 시간 영역 사용자 신호를 알고 시간 영역 채널 임펄스 응답을 알기 때문에 간단한 산술 연산으로 구할 수 있게 된다.

[0097] 주파수 영역 사용자 신호는 원래 X_0, X_1,..., $X_{N/2-1}$ 까지를 두번 반복한 신호 X_0, X_1, ..., $X_{N/2-1}$, X_0, X_1, ... $X_{N/2-1}$ 를 IFFT 했고, 두 번째로는 원래 $X_{N/2}$, $X_{N/2+1}$, ..., X_{N-1} 까지를 두번 반복한 신호 $X_{N/2}$, $X_{N/2+1}$, ..., X_{N-1}, $X_{N/2}$, $X_{N/2+1}$, ..., X_{N-1} 를 빠른 푸리에 역변환(IFFT)한다.

[0098] 이 주파수 영역에서 두 번 반복한 신호가 채널을 통과했을 경우의 시간 영역 신호를 구하려면 위의 x를 구한 다음 x를 반으로 나누어서 y_{even} 와 z_{even} 을 구한 후, y_{even} 와 z_{even} 신호의 각 데이터 심볼 뒤에 0을 각각 삽입하게 되면, 주파수 영역에서 두번 반복한 신호의 시간 영역 신호가 만들어지게 된다(도 5의 (b)). 이 신호와 알고 있는 채널 임펄스 응답을 콘볼루션하면 수신기에서 MRRC 할 수 있는 신호가 만들어진다.

[0099] 이 신호는 주파수 영역에서 반복 신호를 전송한 것이므로, 수신기 입장에서는 반복 신호를 수신한 것이 되고 이것은 주파수 영역에서 다른 채널로 같은 신호를 보낸 것이므로 MRRC 결합이 가능하게 된다. 따라서, MRRC 결합으로 인한 이득을 얻을 수 있게 된다.

[0100] 단, 이 신호의 끝부분의 신호(부반송파 개수 N 을 넘어가는 신호)는 OFDM 을 시작하는 앞부분의 신호에 더해 져야만, 주파수 영역에서 서큘러 콘벌루션(Circular convolution) 이 가능해진다. 이렇게 얻어진 MRRC 이득은 주파수 영역에서 반복한 횟수만큼의 이득을 얻게 되는 것이므로, 다이버시티 차수만큼의 이득을 얻게 된다. 단 Eb/N0 가 작은 경우에는 신호 성분보다 잡음 성분이 상대적으로 크기 때문에 성능 개선효과가 작지만, Eb/N0 가 큰 경우에는 주파수 영역에서 반복한 횟수에 비례하여 이득을 얻을 수 있게 된다. 물론 이 경우에 채널의 임펄스 응답을 수신기에서 알고 있고, 채널의 특성이 상기 역콘벌루션 과정을 수행할 때 그 결과가 발산하지 않는다고 가정한다.

[0101] 도 6 및 도 7은 본 발명에 의한 오에프디엠 신호 송수신에 따른 성능 예시도이다.

[0102] 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 도 6에서 "SISO" 라고 보여주는 성능은 전통적인 방법인 SISO OFDM 의 성능이다.

[0103] 여기에서, SISO(Single Input Single Out) 는 단일 송수신 안테나를 의미하며, 본 발명에 의한 성능은 "Twice", “4 times”, “8 times”, “16 times”, “32 times” 라고 표현된 성능이다. 여기에서 ml은 변조레벨(modulation level)을 의미하는 것으로서, ml=2 인 경우는 QPSK 변조방식, ml=4, 6, 8은 각각 16, 64, 256

QAM 변조 방식을 의미한다.

[0104] 도 6 및 도 7의 성능곡선을 살펴보면, 본 발명에 의하면 종래의 방법 보다 대부분의 Eb/N0 영역에서 우수하며, 이때 얻게되는 이득은 BER=10^{-5}에서 “Twice” 인 경우 약 1.5 dB 그리고 “32 times” 인 경우에 약 9dB 정도의 이득을 얻을 수 있다. 이 이득은 같은 성능을 얻기 위해 송신 전력이 감소될 수 있다는 것을 의미한다.

[0105] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 관하여 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 따라서 본 발명의 권리 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라, 이와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

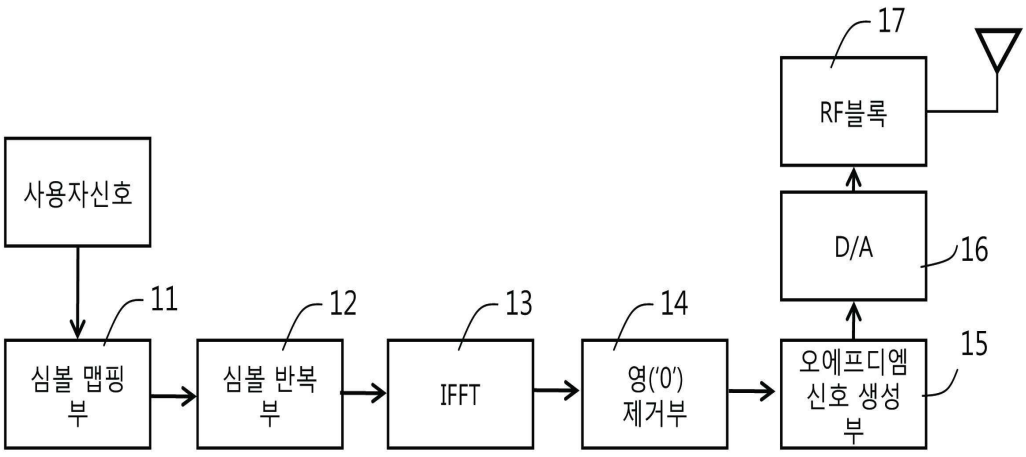
부호의 설명

[0106]

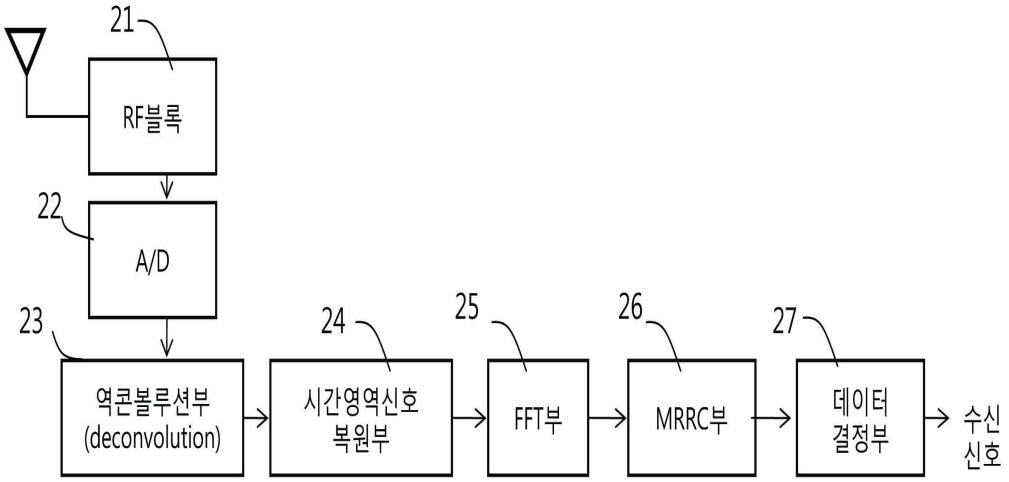
11 : 심볼 맵핑부	12 : 심복 반복부
13 : 빠른 푸리에 역변환부(IFFT)	14 : 영 제거부
15 : 오에프디엠 신호 생성부	16 : D/A
17 : 송신 RF 블록	21 : 수신 RF 블록
22 : A/D	23 : 역콘벌루션부
24 : 시간영역신호 복원부	25 : 빠른 푸리에 변환부
26 : MRRC부	27 : 데이터 결정부

도면

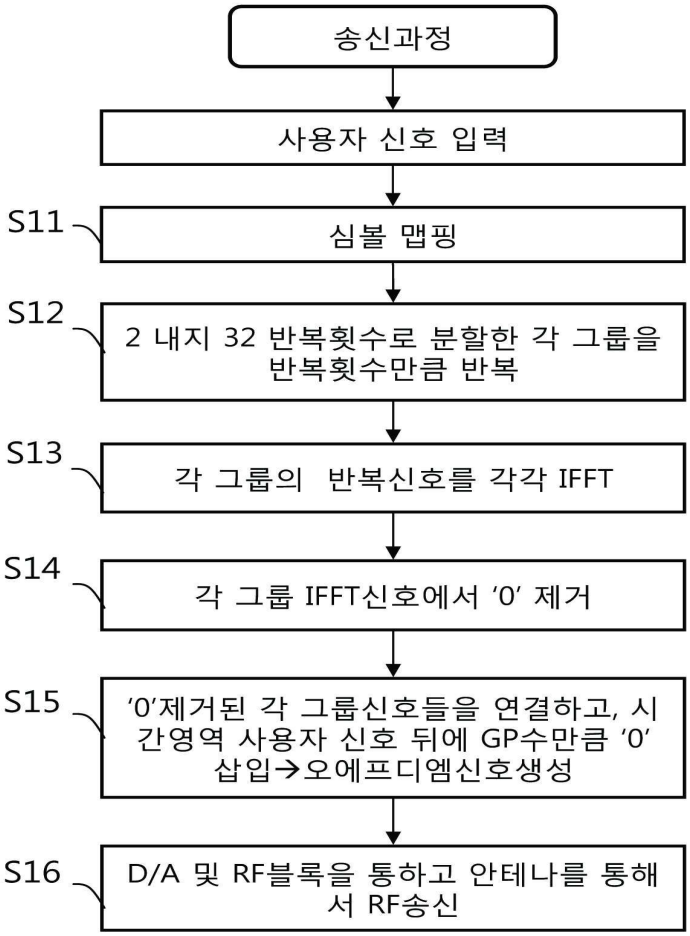
도면1



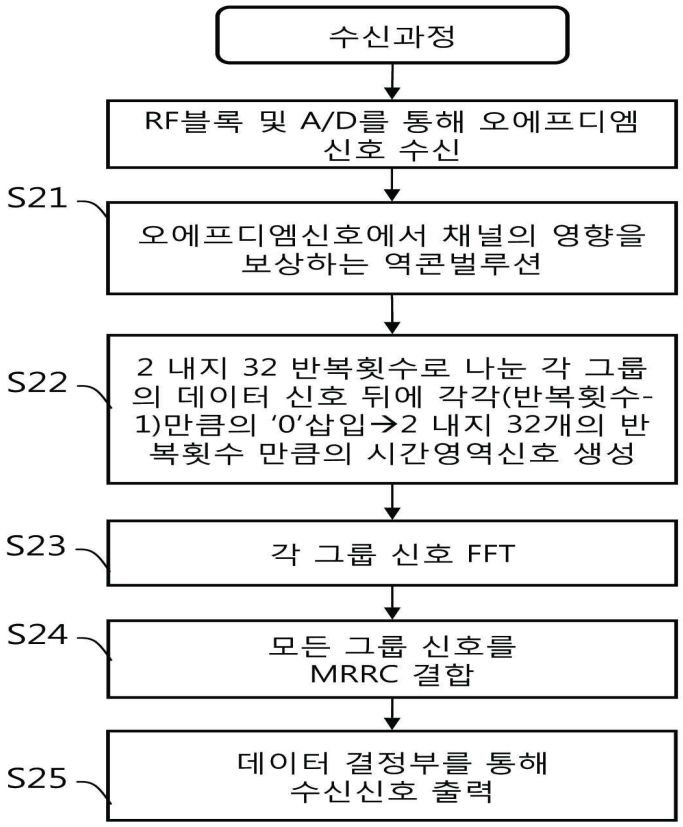
도면2


21
RF블록
22
A/D
23
역콘볼루션부
(deconvolution)
24
시간영역신호
복원부
25
FFT부
26
MRRC부
27
데이터
결정부
수신
신호

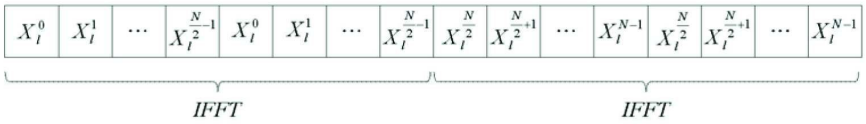
도면3


송신과정
사용자 신호 입력
S11
심볼 맵핑
S12
2 내지 32 반복횟수로 분할한 각 그룹을
반복횟수만큼 반복
S13
각 그룹의 반복신호를 각각 IFFT
S14
각 그룹 IFFT신호에서 '0' 제거
S15
'0'제거된 각 그룹신호들을 연결하고, 시
간영역 사용자 신호 뒤에 GP수만큼 '0'
삽입→오에프디엠신호생성
S16
D/A 및 RF블록을 통하고 안테나를 통해
서 RF송신

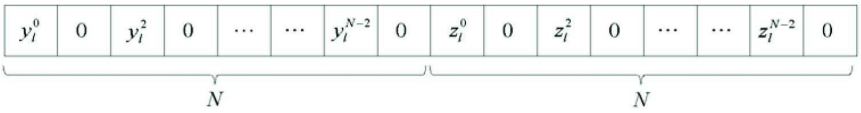
도면4


수신과정
RF블록 및 A/D를 통해 오에프디엠 신호 수신
S21
오에프디엠신호에서 채널의 영향을 보상하는 역콘벌루션
S22
2 내지 32 반복횟수로 나눈 각 그룹의 데이터 신호 뒤에 각각(반복횟수-1)만큼의 '0'삽입→2 내지 32개의 반복횟수 만큼의 시간영역신호 생성
S23
각 그룹 신호 FFT
S24
모든 그룹 신호를 MRRC 결합
S25
데이터 결정부를 통해 수신신호 출력

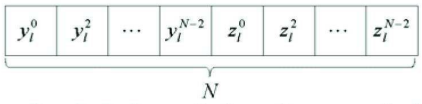
도면5



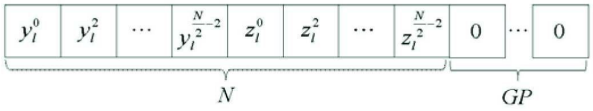
(a) 주파수 영역에서 OFDM 심볼의 반복



(b) 반복 OFDM 심볼의 IFFT 결과

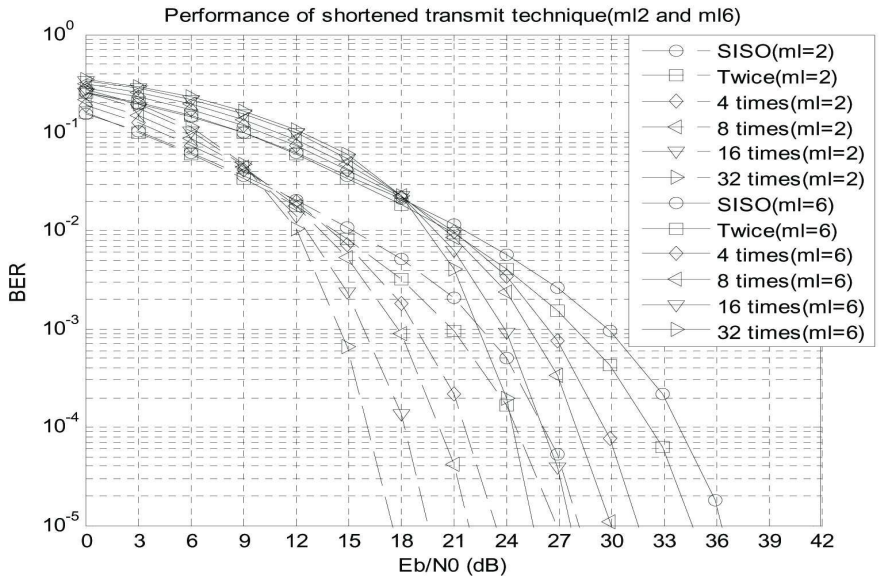


(c) 0을 제거한 크기가 N인 IFFT 결과

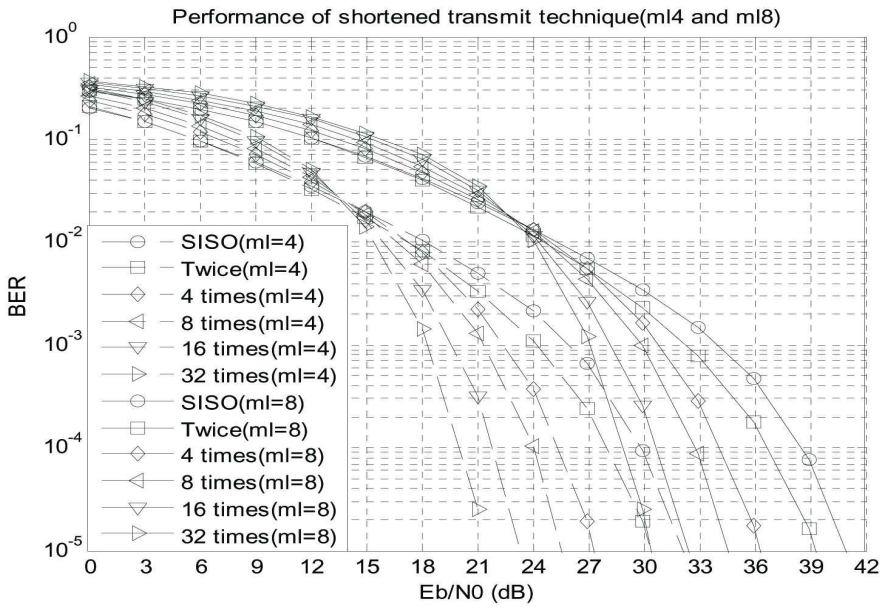


(d) 시간영역에서의 GP를 포함한 OFDM 심볼

도면6



도면7


Performance of shortened transmit technique(ml4 and ml8)
BER
Eb/N0 (dB)
SISO(ml=4)
Twice(ml=4)
4 times(ml=4)
8 times(ml=4)
16 times(ml=4)
32 times(ml=4)
SISO(ml=8)
Twice(ml=8)
4 times(ml=8)
8 times(ml=8)
16 times(ml=8)
32 times(ml=8)