



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H04J 11/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년07월24일 10-0742128 2007년07월18일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2004-0082790 2004년10월15일 2006년03월20일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2006-0033605 2006년04월19일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자 삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 구진규
 경기도 수원시 팔달구 매산로2가 대한대우아파트 117-804

 윤석현
 서울특별시 동대문구 이문3동 현대아파트 104-602

 서창호
 서울특별시 동작구 대방동 14-15호

 노정민
 서울특별시 강남구 도곡동 956-11 주성빌딩 405호

 박동식
 경기도 용인시 기흥읍 서천리 SK아파트 107동 1802호

 조영권
 경기도 수원시 팔달구 영통동 황골마을 쌍용아파트 249동 1204호

(74) 대리인 권혁록

(56) 선행기술조사문헌 한국특허공개공보 10-2004-79603 A 한국특허공개공보 10-2003-58589 A	한국특허공개공보 10-2003-64219 A 한국특허공개공보 10-2003-84243 A
---	--

심사관 : 제갈 현

전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 직교주파수분할다중 방식의 통신시스템에서 상향링크주파수 옵셋 추정 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 직교주파수분할다중(orthogonal frequency division multiplexing) 방식의 통신시스템에서 상향링크 주파수 옵셋을 보정하기 위한 것으로, 단말기가, 기지국으로부터 할당받은 레인징 코드를 포함하는 OFDM심볼을 연속하여 한번

반복하여 상기 기지국으로 송신하는 과정과, 상기 기지국이, 상기 단말기로부터 수신되는 2개의 연속된 OFDM심볼들을 상기 단말기에 할당된 레인징 코드를 이용해 복조하고, 상기 레인징 코드 복조된 신호를 FFT윈도우별로 가산하며, 첫 번째 FFT윈도우에 대한 가산값을 공액복소수화한 값과 두 번째 FFT윈도우에 대한 가산값을 곱해 상향링크 주파수 옵셋을 추정하는 과정과, 상기 기지국이, 상기 추정된 주파수 옵셋 정보를 포함하는 메시지를 상기 단말기로 송신하는 과정과, 상기 단말기가, 상기 메시지에서 추출된 주파수 옵셋 정보를 이용하여 상향링크 주파수 옵셋을 보정하는 과정을 포함한다. 이와 같은 본 발명은 추가적인 자원 할당 없이 이미 할당되어진 레인징 채널을 이용하여 주파수 옵셋 추정을 용이하게 수행할 수 있는 이점이 있다.

대표도

도 4

특허청구의 범위

청구항 1.

삭제

청구항 2.

삭제

청구항 3.

삭제

청구항 4.

삭제

청구항 5.

삭제

청구항 6.

삭제

청구항 7.

삭제

청구항 8.

삭제

청구항 9.

삭제

청구항 10.

삭제

청구항 11.

삭제

청구항 12.

삭제

청구항 13.

삭제

청구항 14.

삭제

청구항 15.

삭제

청구항 16.

삭제

청구항 17.

삭제

청구항 18.

삭제

청구항 19.

삭제

청구항 20.

삭제

청구항 21.

OFDM심볼 2개로 구성되는 레인징 신호를 이용하여 상향링크 주파수 옵셋을 추정하는 직교주파수분할다중 방식의 통신시스템에서 기지국 장치에 있어서,

단말기로부터 수신되는 상기 레인징 신호의 2개의 OFDM심볼들을 각각 FFT(Fast Fourier Transform)연산하여 출력하는 FFT연산기와,

상기 FFT연산기로부터의 신호와 상기 단말기에게 할당된 레인징 코드를 곱하여 출력하는 코드복조기와,

상기 코드복조기로부터의 신호를 FFT윈도우별로 합산하여 출력하는 합산기와,

상기 합산기로부터의 첫 번째 FFT윈도우에 대한 가산값을 공액복소수화한 값과 두 번째 FFT윈도우에 대한 가산값을 곱하여 출력하는 곱셈기와,

상기 곱셈기의 출력 값을 이용해 상기 단말기에 대한 상향링크 주파수 옵셋을 추정하는 주파수 옵셋 추정기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 22.

제21항에 있어서, 상기 코드복조기는,

상기 FFT연산기로부터의 신호에서 레인징 신호가 실린 부반송파 값들을 추출하여 출력하는 레인징채널 추출기와,

상기 레인징채널 추출기로부터의 신호와 상기 단말기에게 할당된 레인징 코드를 곱하여 출력하는 곱셈기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 23.

제21항에 있어서,

상기 곱셈기의 출력 값은 $\exp(j2\pi k_l)$ (k_l 은 부반송 간격으로 정규화된 사용자 l 의 주파수 옵셋)의 배수로 근사화되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 24.

제23항에 있어서, 상기 주파수 옵셋 추정기는,

상기 곱셈기로부터의 값을 이용해 위상을 계산하는 위상계산기와,

상기 위상계산기로부터의 위상값에 $1/2\pi$ 를 곱하여 주파수 옵셋 추정값을 출력하는 곱셈기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 25.

제21항에 있어서,

상기 레인징 신호는 상기 레인징 코드를 IFFT연산한 신호를 연속하여 한번 반복하고, 상기 반복된 신호의 앞과 뒤에 보호구간을 추가하여 생성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 26.

직교주파수분할다중 방식의 통신시스템에서 단말기 장치에 있어서,

기지국으로부터 할당받은 주파수 옵셋 추정용 레인징 코드를 발생하는 레인징코드 발생기와,

상기 레인징코드 발생기로부터의 레인징 코드를 미리 정해진 부반송과들에 할당하여 출력하는 레인징채널 생성기와,

상기 레인징채널 상생기로부터의 데이터를 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)연산하여 시간영역의 샘플데이터를 출력하는 IFFT연산기와,

상기 IFFT연산기로부터의 샘플 데이터를 한번 반복하여 출력하는 반복기와,

상기 반복기로부터의 샘플데이터의 앞과 뒤에 보호구간을 추가하여 주파수 옵셋 추정용 레인징 신호를 발생하는 보호구간 추가기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 27.

제26항에 있어서,

상기 주파수 옵셋 추정용 레인징 신호를 송신한후, 상기 기지국으로부터 수신되는 제어메시지를 처리하여 주파수 옵셋 정보를 획득하는 제어메시지 처리기와,

상기 제어메시지 처리기로부터의 상기 주파수 옵셋 정보에 따른 위상 회전값을 발생하는 주파수 옵셋 보정값 발생기와, 시간영역의 샘플데이터와 상기 위상 회전값을 곱해 주파수 옵셋 보정하여 출력하는 곱셈기와,

상기 곱셈기로부터의 샘플 데이터를 RF(Radio Frequency)처리하여 안테나를 통해 송신하는 무선주파수 처리기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 28.

OFDM심볼 2개로 구성되는 레인징 신호를 이용하여 상향링크 주파수 옵셋을 추정하는 직교주파분할다중 방식의 통신시스템에서 기지국의 상향링크 주파수 옵셋 추정 방법에 있어서,

단말기로부터 수신되는 상기 레인징 신호의 2개의 OFDM심볼들을 각각 FFT(Fast Fourier Transform)연산하는 과정과,

상기 FFT연산된 신호와 상기 단말기에 할당된 레인징 코드를 곱하여 코드 복조를 수행하는 과정과,

상기 코드 복조된 신호를 FFT윈도우별로 가산하는 과정과,

첫 번째 FFT윈도우에 대한 가산값을 공액복소수화한 값과 두 번째 FFT윈도우에 대한 가산값을 곱하는 과정과,

상기 곱한 값을 이용해 상기 단말기에 대한 상향링크 주파수 옵셋을 추정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 29.

제28항에 있어서, 상기 코드 복조 과정은,

상기 FFT연산된 신호 중 레인징 신호가 실린 부반송파 값들을 획득하는 과정과,

상기 획득된 부반송파 값들과 상기 단말기에 할당된 레인징코드를 곱하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 30.

제28항에 있어서,

상기 곱한 값은 $\exp(j2\pi k_l)$ (k_l 은 부반송 간격으로 정규화된 사용자 l 의 주파수 옵셋)의 배수로 근사화되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 31.

제28항에 있어서, 상기 주파수 옵셋 추정 과정은,

상기 곱한 값을 이용해 위상을 계산하는 과정과,

상기 계산된 위상값에 $1/2\pi$ 를 곱하여 주파수 옵셋 추정값을 획득하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 32.

제28항에 있어서,

상기 레인징 신호는 상기 레인징 코드를 IFFT연산한 신호를 한번 반복하고, 상기 반복된 신호의 앞과 뒤에 보호구간을 추가하여 생성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 33.

직교주파수분할다중 방식의 통신시스템에서 단말기의 상향링크 주파수 옵셋 보정 방법에 있어서,

기지국으로부터 할당된 레인징 코드를 수신하는 과정과,

상기 할당받은 레인징 코드를 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)연산하여 시간영역의 샘플 데이터를 생성하는 과정과,

상기 생성된 샘플 데이터를 연속하여 한번 반복하여 주파수 옵셋 추정용 레인징 신호를 생성하는 과정과,

상기 생성된 레인징 신호를 RF(Radio Frequency)처리하여 상기 기지국으로 송신하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 34.

제33항에 있어서,

상기 주파수 추정용 레인징 신호에 대한 응답 메시지 수신시, 상기 응답 메시지로부터 상향링크 주파수 옵셋 정보를 추출하는 과정과,

상기 주파수 옵셋 정보를 이용해 시간영역의 샘플 데이터의 위상을 조정하여 송신하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 35.

제34항에 있어서,

상기 응답 메시지는 상기 상향링크 주파수 옵셋 정보 및 상향링크 시간 옵셋 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 36.

제33항에 있어서, 상기 레인징 신호 생성과정은,

상기 생성된 샘플 데이터를 한번 반복하고, 상기 반복된 샘플데이터의 앞과 뒤에 보호구간을 추가하여 상기 주파수 옵셋 추정용 레인징 신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 37.

제33항에 있어서,

상기 레인징 코드 할당 정보는 초기 레인징 및 주기적 레인징에 대한 응답메시지를 통해 수신되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 38.

직교주파수분할다중 방식의 통신시스템에서 상향링크 주파수 옵셋을 보정하기 위한 방법에 있어서,

단말기가, 기지국으로부터 할당받은 레인징 코드를 포함하는 OFDM심볼을 한번 반복하여 상기 기지국으로 송신하는 과정과,

상기 기지국이, 상기 단말기로부터 수신되는 2개의 OFDM심볼들을 상기 단말기에 할당된 레인징 코드를 이용해 복조하고, 상기 레인징 코드 복조된 신호를 FFT윈도우별로 가산하며, 첫 번째 FFT윈도우에 대한 가산값을 공액복소수화한 값과 두 번째 FFT윈도우에 대한 가산값을 곱해 상향링크 주파수 옵셋을 추정하는 과정과,

상기 기지국이, 상기 추정된 주파수 옵셋 정보를 포함하는 메시지를 상기 단말기로 송신하는 과정과,

상기 단말기가, 상기 메시지에서 추출된 주파수 옵셋 정보를 이용하여 상향링크 주파수 옵셋을 보정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 39.

제38항에 있어서,

상기 메시지는 상기 주파수 옵셋 정보 및 상향링크 시간 옵셋 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 40.

제38항에 있어서,

상기 단말기는 초기 레인징 및 주기적 레인징에 대한 응답메시지를 통해 상기 레인징 코드 할당 정보를 수신하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 41.

OFDM심볼 2개로 구성되는 주파수 옵셋 추정용 신호를 이용하여 주파수 옵셋을 추정하기 위한 장치에 있어서,

상대국으로부터 수신되는 상기 주파수 옵셋 추정용 신호의 2개의 OFDM심볼들을 각각 FFT(Fast Fourier Transform)연산하여 출력하는 FFT연산기와,

상기 FFT연산기로부터의 부반송파 값들을 FFT윈도우별로 가산하여 출력하는 합산기와,

상기 합산기로부터의 첫 번째 FFT윈도우에 대한 가산값을 공액복소수화한 값과 두 번째 FFT윈도우에 대한 가산값을 곱하여 출력하는 곱셈기와,

상기 곱셈기의 출력 값을 이용해 상기 상대국에 대한 주파수 옵셋을 추정하는 주파수 옵셋 추정기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 42.

제41항에 있어서,

상기 곱셈기의 출력 값은 $\exp(j2\pi k_l)$ (k_l 은 부반송 간격으로 정규화된 사용자 l 의 주파수 옵셋)의 배수로 근사화되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 43.

제42항에 있어서, 상기 주파수 옵셋 추정기는,

상기 곱셈기로부터의 값을 이용해 위상을 계산하는 위상계산기와,

상기 위상계산기로부터의 위상값에 $1/2\pi$ 을 곱하여 주파수 옵셋 추정값을 출력하는 곱셈기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 44.

제42항에 있어서,

상기 주파수 옵셋 추정용 신호는 코드 시퀀스를 IFFT연산한 신호를 연속하여 한번 반복하고, 상기 반복된 신호의 앞과 뒤에 보호구간을 추가하여 생성되는 것을 특징으로 하는 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 직교주파수분할다중(OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 통신 시스템에 관한 것으로, 특히 라인징 채널을 이용한 상향링크 주파수 옵셋 추정 장치 및 방법에 관한 것이다.

근래, 차세대 무선통신 시스템이라 불리는 4세대(4th Generation) 시스템에서는 고속(약 100Mbps이상)의 전송 속도를 가지는 다양한 서비스들을 사용자들에게 제공하기 위한 활발한 연구가 진행되고 있다. 특히 고속의 서비스를 제공하기 위해 물리 계층 혹은 그 상위계층에서 다양한 기법들이 필요하게 되는데, 상기 물리 계층에서는 고속의 데이터 전송을 위해 하나의 회선(무선의 경우 한 조의 송수신기)을 분할하여 개별적으로 독립된 신호를 동시에 송수신 할 수 있는 다수의 통신로(이하 '채널'이라 칭하기로 한다)를 구성하는 기술로서 다중화(Multiplexing) 기술을 사용하고 있다. 대표적인 다중화 기술로는, 주파수 분할 다중화(FDM: Frequency Division Multiplexing), 시간 분할 다중화(TDM: Time Division Multiplexing) 등이 존재한다. 특히, 상기 주파수 분할 다중화 기술 중 고속의 데이터 전송을 위한 직교 주파수 분할 다중(OFDM) 방식은, 현재 구현중인 4세대 무선통신 시스템에서 물리계층의 다중화 기술로 채택되어 연구되어 지고 있다.

상기 OFDM 방식은 멀티 캐리어(Multi Carrier)를 사용하여 데이터를 전송하는 방식으로서, 직렬로 입력되는 심벌(symbol)열을 병렬로 변환하여 이들 각각을 상호 직교성을 갖는 다수의 부반송파(sub-carrier)들로 변조하여 전송하는 다중 반송파 변조(MCM : Multi Carrier Modulation) 방식의 일종이다.

이와 같은 다중 반송파 변조 방식을 사용하는 시스템은 1950년대 후반 군용 고주파 라디오(HF radio)에 처음 적용되었으며, 다수의 직교하는 부반송파들을 중첩시키는 상기 OFDM 방식은 1970년대부터 발전하기 시작하였으나, 다중 반송파간의 직교변조 구현의 어려움으로 인해 실제 시스템에 적용에는 한계가 있었다.

그러나, 1971년 Weinstein 등이 상기 OFDM 방식을 사용하는 변복조는 DFT(Discrete Fourier Transform)를 이용하여 효율적으로 처리가 가능함을 발표하면서 OFDM 방식에 대한 기술 개발이 급속히 발전하였다. 즉, 하드웨어적인 복잡도(complexity)로 인하여 널리 사용되지 못하다가 최근 고속 푸리에 변환(FFT : Fast Fourier Transform)과 역 고속 푸리에 변환(IFFT : Inverse Fast Fourier Transform)을 포함한 각종 디지털 신호처리 기술이 발전함으로써 실현 가능해졌다. 또한, 보호구간(guard interval)과 순환 접두(CP : Cyclic Prefix) 보호구간 삽입 방식이 알려지면서 다중경로 및 지연 확산(delay spread)에 대한 부정적인 영향을 더욱 감소시키게 되었다.

이와 같은 OFDM 방식은 고속의 데이터 전송에 적합하기 때문에 무선통신에서는 IEEE 802.11a, HIPERLAN/2의 고속 무선 LAN(Local Area Network), IEEE 802.16의 광대역 무선 액세스(BWA: Broadband Wireless Access), 디지털 오디오 방송(DAB: Digital Audio Broadcasting)등에 표준방식으로 채택되었고, 유선통신에서도 ADSL(asymmetric digital subscriber line)과 VDSL(very high-data rate digital subscriber line)의 표준방식으로 채택되었다.

상기 OFDM 방식 통신시스템의 성능은 주파수 오프셋에 크게 영향을 받기 때문에, 이를 해결하고자 그동안 많은 연구가 이루어져왔다. 그러나 대부분의 연구는 기지국에서 브로드캐스트한 신호를 단말기에서 받아 처리하는 하향링크 구조를 가정하였고, 상향링크 상황을 가정한 주파수 오프셋 추정 및 보정 방법은 아직 연구가 미미한 실태이다.

상향 링크에서는 하향링크와 달리 여러 사용자의 신호가 합쳐져 들어오기 때문에, 하향링크를 가정하여 연구된 기존의 주파수 오프셋 추정 및 보정 기법들은 상향링크에 직접적으로 적용하기가 불가능하다. 그래서 각 사용자별로 서로 다른 대역을 쓰게 한 뒤 대역별로 필터를 두어 사용자별 신호를 분리함으로써, 하향링크와 같은 상황을 만들고 기존 하향링크 주파수 오프셋 추정 방법을 적용하고자 한 이론적 시도가 있었다. 그러나 이 방법은 대역을 세밀하게 분리하는 필터가 사용자 수만큼 필요하기 때문에, 현실적으로 구현하기가 매우 어려운 문제가 있다.

상기 OFDM 방식 통신시스템에서, 기지국은 사용자 단말기로부터 수신되는 레인징(ranging) 채널 신호를 이용해서 상향링크 시간 오프셋을 추정한다. 즉, 레인징(ranging) 채널은 본래 상향링크에서 각 사용자별 시간 오프셋을 추정하여 단말기의 송신 시각을 수정하고자 할당된 채널이다. 상기 시간 오프셋은 주파수 오프셋이 보정되지 않았을 경우에도 레인징 채널을 통해 비교적 정확하게 추정될 수 있다.

상술한 바와 같이, 기존에는 상향링크 주파수 오프셋을 추정하기 위한 기술이 전무한 실정이다. 현재로서, 주파수 오프셋 추정을 위해 추가로 자원을 할당한다는 것이 비현실적이기 때문에, 상향링크 시간 동기를 위해 운용되는 레인징 채널을 이용하는 방안을 고려해 볼 수 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 직교주파수분할다중 방식의 통신시스템에서 레인징 채널을 이용해 상향링크 주파수 오프셋을 추정하고 보정하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적은 주파수분할다중 방식의 통신시스템에서 주파수 오프셋 추정용 레인징 신호를 송수신하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

상기 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 일 견지에 따르면, OFDM심볼 2개로 구성되는 레인징신호를 이용하여 상향링크 주파수 오프셋을 추정하는 직교주파수분할다중 방식의 통신시스템에서 기지국 장치에 있어서, 단말기로부터 수신되는 상기 레인징 신호의 2개의 OFDM심볼들을 각각 FFT(Fast Fourier Transform)연산하여 출력하는 FFT연산기와, 상기 IFFT 연산기로부터의 신호와 상기 단말기에 할당된 레인징 코드를 곱하여 출력하는 코드복조기와, 상기 코드복조기로부터의 신호를 FFT윈도우별로 합산하여 출력하는 합산기와, 상기 합산기로부터의 첫 번째 FFT윈도우에 대한 가산값을 공액복소수화한 값과 두 번째 FFT윈도우에 대한 가산값을 곱하여 출력하는 곱셈기와, 상기 곱셈기의 출력 값을 이용해 상기 단말기에 대한 상향링크 주파수 오프셋을 추정하는 주파수 오프셋 추정기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 다른 견지에 따르면, 직교주파수분할다중 방식의 통신시스템에서 단말기 장치에 있어서, 기지국으로부터 할당 받은 주파수 오프셋 추정용 레인징 코드를 발생하는 레인징코드 발생기와, 상기 레인징코드 발생기로부터의 레인징 코드를

미리 정해진 부반송파들에 할당하여 출력하는 레인징 채널 생성기와, 상기 레인징 채널 상생기로부터의 데이터를 IFFT (Inverse Fast Fourier Transform)연산하여 시간영역의 샘플데이터를 출력하는 IFFT연산기와, 상기 IFFT연산기로부터의 샘플 데이터를 한번 반복하여 출력하는 반복기와, 상기 반복기로부터의 샘플데이터의 앞과 뒤에 보호구간을 추가하여 주파수 옵셋 추정용 레인징 신호를 발생하는 보호구간 추가기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 또 다른 견지에 따르면, OFDM심볼 2개로 구성되는 레인징 신호를 이용하여 상향링크 주파수 옵셋을 추정하는 직교주파분할다중 방식의 통신시스템에서 기지국의 상향링크 주파수 옵셋 추정 방법에 있어서, 단말기로부터 수신되는 상기 레인징 신호의 2개의 OFDM심볼들을 각각 FFT(Fast Fourier Transform)연산하는 과정과, 상기 FFT연산된 신호와 상기 단말기에 할당된 레인징 코드를 곱하여 코드 복조를 수행하는 과정과, 상기 코드 복조된 신호를 FFT원도우별로 가산하는 과정과, 첫 번째 FFT원도우에 대한 가산값을 공역복소수화한 값과 두 번째 FFT원도우에 대한 가산값을 곱하는 과정과, 상기 곱한 값을 이용해 상기 단말기에 대한 상향링크 주파수 옵셋을 추정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 또 다른 견지에 따르면, 직교주파수분할다중 방식의 통신시스템에서 단말기의 상향링크 주파수 옵셋 보정 방법에 있어서, 기지국으로부터 레인징 코드를 할당받는 과정과, 상기 할당받은 레인징 코드를 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)연산하여 시간영역의 샘플 데이터를 생성하는 과정과, 상기 생성된 샘플 데이터를 한번 반복하여 주파수 옵셋 추정용 레인징 신호를 생성하는 과정과, 상기 생성된 레인징 신호를 RF(Radio Frequency)처리하여 상기 기지국으로 송신하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 구성

이하 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면의 참조와 함께 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

이하 본 발명은 OFDM 방식의 통신시스템에서 레인징 채널을 이용해 상향링크의 주파수 옵셋을 추정하고 보정하는 방법에 대해 설명하기로 한다.

도 1을 본 발명의 실시예에 따른 OFDM 통신시스템에서 상향링크 주파수 옵셋 추정을 위한 전반적인 절차를 도시하고 있다.

도 1을 참조하면, 먼저 단말기는 101단계에서 미리 정해진 제 1 레인징 코드의 집합 중에서 랜덤하게 하나를 선택하고, 102단계에서 상기 선택된 레인징 코드를 이용해 제1 레인징 신호를 송신한다. 이때, 상기 제 1 레인징 코드 집합은 초기 레인징용으로 정의된 코드 집합 및 주기적 레인징용으로 정의된 코드집합이 될 수 있다. 이와 같이, 본 발명에 따른 주파수 옵셋 추정은 초기 레인징 및 주기적 레인징 때 수행될 수 있다.

한편, 기지국은 103단계에서 레인징 채널을 감시하고, 특정 제1 레인징 코드가 검파되면 시간 옵셋을 추정하고 미리 정해진 제 2 레인징 코드의 집합 중에서 하나를 선택하여 상기 검파된 코드의 단말기에 할당한다. 이후, 기지국은 104단계에서 시간 옵셋 보정값과 상기 할당된 제2 레인징 코드를 상기 단말기에 피드백한다.

그러면, 상기 단말기는 105단계에서 상기 기지국으로부터 수신되는 시간 옵셋 보정값에 따라 송신시간을 보정하고, 106 단계에서 상기 기지국으로부터 할당받은 제2 레인징 코드를 이용해 제2 레인징 신호를 송신한다.

한편, 기지국은 107단계에서 레인징 채널을 감시하고, 앞서 할당된 제 2 레인징 코드가 검파되면 본 발명에 따른 알고리즘을 이용해 주파수 옵셋을 추정하고, 108단계에서 상기 주파수 옵셋 보정값을 상기 단말기로 피드백한다. 이때, 시간 옵셋 보정값도 상기 단말기로 피드백된다.

그러면, 단말기는 109단계에서 상기 기지국으로부터 수신되는 시간 옵셋 보정값을 가지고 송신시간을 더욱 세밀히 보정하고, 상기 수신되는 주파수 옵셋 보정값을 가지고 주파수 옵셋을 보정한다.

상기 도 1의 절차에서 유의할 점은, 107단계에서 기지국은 어떤 레인징 코드가 수신되는지를 검파할 필요없이, 앞서 103 단계에서 할당된 제 2 레인징 코드가 수신되는지 여부만 판단하면 된다는 것이다. 이와 달리 103단계에서 기지국은 가능한 모든 제 1 레인징 코드들에 대해서 각 코드 별로 수신 여부를 검파해야 한다. 103단계와 107단계에서 수행되는 시간 옵셋 추정 방식은 이미 다양한 알고리즘들이 알려져 있으므로 여기서는 자세한 설명을 생략하기로 한다.

그러면, 여기서 본 발명에 따른 주파수 옵셋 추정 방식에 대해 상세히 살펴보기로 한다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 제 2 레인징 신호의 구조를 보여준다.

(a)는 제 2 레인징 신호의 송신 형태를 보여주는 것으로, 도시된 바와 같이, T_{FFT} 는 유효 OFDM심볼 구간을 나타내고, T_{CP} 는 보호 구간을 나타내며, T_{OFDM} 는 OFDM 심볼구간을 나타낸다. 제 2 레인징 코드를 레인징 채널에 할당하여 역 고속 푸리에 변환(inverse fast Fourier transform, 이하 IFFT라 함)한 결과가 T_{FFT} 구간에 해당한다. 상기 T_{FFT} 구간을 연속하여 한번 반복시키고, T_{FFT} 구간의 소정 뒷부분(C)을 복사한 T_{CP} 을 앞에 붙이고, T_{FFT} 구간의 소정 앞부분(A)을 복사한 T_{ADD} 을 뒤에 붙여 제 2 레인징 신호를 생성한다. 여기서, 상기 T_{CP} 는 고속 푸리에 변환(fast Fourier transform, 이하 FFT라 함) 윈도우보다 제 2 레인징 신호가 지연되어 들어올 경우 캐리어간 간섭(inter-carrier interference, 이하 ICI라 함)이 발생하는 것을 방지하기 위해 추가되는 통상의 보호구간이다. 그리고, 상기 T_{ADD} 는 T_{CP} 와 유사하게 제 2 레인징 신호가 FFT윈도우 보다 앞서 들어올 경우 상기 ICI가 발생하는 것을 방지하기 위해 추가된 구간이다.

이와 같이, 본 발명에 따른 제 2 레인징 신호는 IFFT연산을 통해 얻은 신호를 연속하여 한번 반복시키고, 상기 반복된 신호의 앞과 뒤에 보호구간을 추가하여 생성하는 것을 특징으로 한다.

(b)는 복수의 사용자 단말기들로부터 송신되는 제 2 레인징 신호들이 기지국에 동시에 수신되는 형태를 보여주는 것으로, 도시된 바와 같이, 기지국은 상기 (a)와 같이 송신되는 제 2 레인징 신호를 수신하기 위해 3개의 T_{OFDM} 구간들을 할당한다. 그리고, 상기 할당된 구간의 시작을 기준으로 미리 정해진 시간 뒤부터 2개의 T_{FFT} 구간들에 해당하는 신호를 읽어 각각 FFT를 수행한후 주파수 옵셋을 추정한다. 이때 상기 미리 정해진 시간은 도 1의 104단계 내지 106단계에서 발생된 시간지연과 같다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM 통신시스템에서 단말기의 제 2 레인징 신호 송신 장치를 도시하고 있다.

도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 제 2 레인징 신호 송신장치는, 레인징 코드 발생기(301), 레인징 채널 생성기(302), IFFT연산기(303), 병렬/직렬 변환기(304), 반복기(305) 및 보호구간 (C,A) 추가기(306)를 포함하여 구성된다.

도 3을 참조하면, 상위 제어기(도시하지 않음)로부터 기지국으로부터 할당받은 제 2 레인징 코드에 대한 정보가 레인징 코드 발생장치(301)에 입력되면, 상기 레인징 코드 발생기(301)는 상기 입력된 코드 번호에 해당하는 상기 제 2 레인징 코드를 출력한다. 그러면, 레인징 채널 생성기(302)는 상기 레인징 코드 발생기(301)로부터의 제 2 레인징 코드를 부반송파에 할당하여 출력한다. 여기서, 부반송파에 할당한다는 것은, 상기 레인징 코드를 구성하는 원소들(또는 비트들) 각각을 IFFT 연산기(303)의 해당 입력(부반송파 위치)으로 제공하는 것을 의미한다. 여기서, 레인징 코드가 할당되지 않는 부반송파들에는 '0'이 패딩된다.

IFFT연산기(303)는 상기 레인징 채널 생성기(302)로부터의 신호를 역 고속 푸리에 변환하여 시간영역의 샘플 데이터를 출력한다. 병렬/직렬 변환기(304)는 상기 IFFT연산기(303)로부터의 병렬 데이터를 직렬 데이터로 변환하여 출력한다. 반복기(305)는 상기 병렬/직렬 변환기(304)로부터의 IFFT구간에 해당하는 데이터를 연속하여 한번 반복하여 출력한다. 보호구간 (C,A) 추가기(306)는 상기 반복기(305)로부터의 2개의 IFFT구간들에 해당하는 데이터의 앞과 뒤에 보호구간(C, A)을 추가하여 기저대역 제 2 레인징 신호를 출력한다. 도시하지는 않았지만, 상기 기저대역 제 2 레인징 신호는 실제 전송 가능하도록 RF(radio frequency)처리된후 안테나(antenna)를 통해 에어(air) 상으로 전송된다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 OFDM 통신시스템의 기지국에서 상향링크 주파수 옵셋 추정 장치의 구성을 도시하고 있다. 특히, 상기 주파수 옵셋 장치는 앞서 설명한 제 2 레인징 신호를 수신해서 주파수 옵셋을 추정하기 위한 것이다.

도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 상향링크 주파수 옵셋 추정 장치는, 무선주파수 처리부(401), 직렬/병렬 변환기(402), FFT연산기(403), 레인징채널 추출기(404), 곱셈기(405), 코드생성기(406), 합산기(407), 스위치(408), 지연기(409), 공액복소수 발생기(410), 곱셈기(411), 위상계산기(412) 및 곱셈기(413)를 포함하여 구성된다.

도 4를 참조하면, 먼저 무선주파수(RF : Radio Frequency) 처리부(401)는 전처리기(front end unit)와 필터 그리고 A/D (analog to digital)컨버터 등의 구성들을 포함하며, 안테나를 통해 수신되는 고주파 대역의 신호를 기저대역 신호로 변환하고, 아날로그 기저대역 신호를 디지털 샘플데이터로 변환하여 출력한다. 직렬/병렬 변환기(402)는 상기 무선주파수 처리부(401)로부터 출력되는 직렬 데이터를 FFT연산기(403)의 입력을 위한 병렬 데이터로 변환하여 출력한다. 이때, 직렬/병렬 변환기(402)는 입력되는 데이터에서 도 2에서 설명된 보호구간 C와 A에 해당하는 데이터를 제거하여 출력한다.

상기 FFT연산기(403)는 상기 직렬/병렬 변환기(402)로부터의 시간영역의 샘플 데이터를 고속 푸리에 변환(FFT : Fast Fourier Transform)하여 주파수영역의 데이터를 출력한다. 즉, 상기 FFT연산기(403)는 수신된 신호를 각 부반송파 값으로 복조하여 출력한다. 레인징채널 추출기(404)는 상기 FFT연산기(403)로부터의 부반송파 값들중에서 레인징 코드가 실려 있는 부반송파 값들을 추출하여 출력한다. 도 3에서 설명한 바와 같이, 제2 레인징 신호는 연속되는 두 개의 OFDM심볼들로 구성되므로, 상기 FFT연산기(403)는 두 개의 연속되는 FFT윈도우에 대하여 복조를 수행한다. 이때, 첫 번째 FFT윈도우에 대한 상기 레인징채널 추출기(404)의 출력은 하기 <수학식 1>과 같이 모델링되고, 두 번째 FFT윈도우에 대한 상기 레인징채널 추출기(404)의 출력은 하기 <수학식 2>과 같이 모델링된다.

수학식 1

$$\sum_{l=1}^L (H_l(k)X_l(k) + N^{(1)}(k)), k \in RACH$$

수학식 2

$$\sum_{l=1}^L (H_l(k)X_l(k) \exp(j2\pi k l) + N^{(2)}(k)), k \in RACH$$

여기서, k 는 부반송파 인덱스, l 는 사용자 인덱스를 나타내며 편의상 사용자 수는 L 명이라 가정한다. $H_l(k)$ 는 사용자 l 의 부반송파 k 에 대한 채널, $X_l(k)$ 는 사용자 l 의 부반송파 k 에서의 레인징 코드 성분, k_l 는 실제 부반송파 간격으로 정규화된 사용자 l 의 주파수 옵셋을 나타낸다. $N^{(1)}(k)$ 와 $N^{(2)}(k)$ 는 각각 도 2의 첫 번째 FFT윈도우와 두 번째 FFT윈도우에서의 부반송파 k 에서의 잡음이고, $RACH$ 는 레인징 채널로 할당된 부반송파 인덱스들의 집합이다.

코드생성기(406)는 주파수 옵셋 추정을 원하는 사용자의 제 2 레인징 코드를 발생한다. 여기서, 설명의 편의를 위해 $l=1$ 인 사용자의 주파수 옵셋을 추정한다고 가정한다. 즉, 코드생성기(406)의 출력이 $X_1(k), k \in RACH$ 라고 가정한다. 곱셈기(405)는 상기 레인징채널 추출기(404)로부터의 부반송파 값들과 상기 코드생성기(406)로부터의 상기 제2 레인징 코드를 곱하여 출력한다.

합산기(407)는 상기 곱셈기(405)로부터의 신호를 FFT단위별로 가산하여 출력한다. 여기서, 첫 번째 FFT윈도우에 대한 상기 합산기(407)의 출력은 하기 수학식 3과 같이 모델링되고, 두 번째 FFT윈도우에 대한 상기 합산기(407)의 출력은 하기 수학식 4와 같이 모델링된다.

수학식 3

$$\sum_{k \in RACH} H_1(k) + \sum_{l=2}^L \sum_{k \in RACH} H_l(k)X_1(k)X_l(k) + \sum_{k \in RACH} X_1(k)N^{(1)}(k)$$

수학식 4

$$\sum_{k \in RACH} H_1(k) \exp(j2\pi k l) + \sum_{l=2}^L \sum_{k \in RACH} H_l(k)X_1(k)X_l(k) \exp(j2\pi k l) + \sum_{k \in RACH} X_1(k)N^{(2)}(k)$$

상기 <수학식 3>과 <수학식 4>에서, 두 번째 항들은 다른 사용자의 제2 레인징 코드와 $l=1$ 인 사용자의 제2 레인징 코드가 상이하기 때문에 '0'에 가까운 값을 갖는다. 물론, 시간분기가 되지 않으면, 상기 두 번째 항들은 '0'이 되지 않기 때문에,

주파수 옵셋 추정에 앞서 시간동기가 선행되어야 한다. 그리고, 세 번째 항들은 여전히 잡음으로 작용한다는 사실에 주목할 필요가 있다. 따라서, <수학식 3>의 신호를 공액복소수화하여 <수학식 4>와 곱하면 위상 성분 $\exp(j2\pi k_1)$ 을 추출할 수 있다.

즉, 스위치(408)는 상기 합산기(407)의 첫 번째 출력값(이하 "제1 FFT값"이라 칭함)을 지연기(409)로 전달하고, 소정 시간(T_{FFT}) 이후 스위칭되어 상기 합산기(407)의 두 번째 출력값(이하 "제 2 FFT값"이라 칭함)을 곱셈기(411)로 전달한다. 한편, 상기 지연기(409)는 상기 스위치(408)로부터의 제1 FFT값을 상기 소정시간(T_{FFT})만큼 지연시킨후 출력한다. 공액복소수 발생기(410)는 상기 지연기(409)로부터의 상기 제1 FFT 값을 공액복소수화하여 출력한다.

상기 곱셈기(411)는 상기 스위치(408)로부터의 상기 제2 FFT값과 상기 공액복소수 발생기(410)로부터의 공액복소수 값을 곱하여 출력한다. 이때 상기 곱셈기(411)의 출력값은 $\exp(j2\pi k_1)$ 의 배수와 잡음이 더해진 값이 된다. 위상계산기(412)는 상기 곱셈기(411)의 출력값에서 위상($2\pi k_1$)을 계산하여 출력한다. 곱셈기(413)는 상기 위상계산기(412)로부터의 위상값에 $1/2\pi$ 을 곱하여 주파수 옵셋 추정값(k_1)을 출력한다. 이렇게 추정된 주파수 옵셋 값은 시간 옵셋 추정값과 함께 해당 사용자(또는 단말기)에게 피드백되고, 해당 사용자는 이 정보를 이용하여 시간 옵셋과 주파수 옵셋을 보정하여 신호를 송신한다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 OFDM통신시스템의 단말기에서 주파수 옵셋 보정 장치의 구성을 도시하고 있다.

도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 주파수 옵셋 보정 장치는, 기저대역신호처리기(501), 곱셈기(502), 주파수 옵셋 보정값 발생기(503), 무선주파수처리부(504) 및 제어메시지 처리기(505)를 포함하여 구성된다.

도 5를 참조하면, 먼저 제어메시지 처리기(505)는 기지국으로부터 수신되는 소정 제어메시지를 처리하여 주파수 옵셋 보정 정보를 주파수 옵셋 보정값 발생기(503)로 제공한다. 여기서, 상기 수신되는 제어메시지는 본 발명에 따라 주파수 옵셋 정보와 시간 옵셋 정보를 포함하는 메시지로 가정한다.

상기 주파수 옵셋 보정값 발생기(503)는 상기 제어메시지 처리기(505)로부터의 주파수 옵셋 보정값에 따른 위상 회전값 $\exp(-j2\pi n k_0/N)$ 을 발생한다. 여기서, N은 FFT의 크기를 나타내며, n은 IFFT출력의 시간 인덱스, k_0 는 해당 사용자의 주파수 옵셋 보정값을 나타낸다. 곱셈기(502)는 기저대역신호 처리기(501)로부터 시간 샘플 데이터와 상기 주파수 옵셋 보정값 발생기(503)로부터의 위상 회전값을 곱하여 출력한다. 무선주파수처리부(504)는 상기 곱셈기(502)로부터의 위상 조정된 샘플 데이터를 아날로그 신호로 변환하고, 상기 아날로그 신호를 실제 전송가능하도록 RF(Radio Frequency) 처리하여 안테나를 통해 전송한다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM 통신시스템에서 단말기의 주파수 옵셋 보정을 위한 처리 절차를 도시하고 있다.

도 6을 참조하면, 먼저 단말기는 601단계에서 미리 정해진 제1 레인징 코드 집합에서 랜덤하게 하나를 선택한다. 여기서, 상기 제1 레인징 코드 집합은 기존의 초기 레인징용으로 정의된 코드 집합 및 주기적 레인징용으로 정의된 코드 집합이 될 수 있다. 이와 같이, 본 발명에 따른 주파수 옵셋 추정은 초기 레인징 및 주기적 레인징 때 수행될 수 있다. 그리고, 상기 단말기는 602단계에서 상기 선택된 제1 레인징 코드를 이용해 제1 레인징 신호를 기지국으로 송신한다.

상기 제1 레인징 신호를 송신한후, 상기 단말기는 603단계에서 소정 시간 동안 상기 기지국으로부터 상기 제1 레인징 신호에 대한 응답 메시지(ACK)가 수신되는지 검사한다. 만일, 상기 제1 레인징 신호에 대한 응답 메시지가 수신되지 않으면, 상기 단말기는 상기 601단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행한다. 만일, 상기 제 1 레인징 신호에 대한 응답 메시지가 수신되면, 상기 단말기는 604단계에서 상기 응답메시지로부터 시간옵셋 정보를 획득하고, 상기 획득된 시간옵셋 정보를 이용해 시간옵셋을 보정한다.

그리고, 상기 단말기는 605단계에서 상기 응답메시지로부터 제2 레인징 코드를 획득하고, 상기 제2 레인징 코드를 이용해 제2레인징 신호를 상기 기지국으로 송신한다. 여기서, 상기 제2레인징 신호는 앞서 설명한 바와 같이, 두 개의 연속되는 OFDM심볼들로 구성된다. 다시말해, 상기 제 2 레인징 코드를 이용해 OFDM심볼을 생성하고, 상기 OFDM심볼을 연속하여 한번 반복하여 제2 레인징 신호를 생성한다.

상기 제2레인징 신호를 송신한후, 상기 단말기는 606단계에서 상기 기지국으로부터 상기 제2 레인징 신호에 대한 응답메시지(ACK)이 수신되는지 검사한다. 이때, 상기 응답메시지가 수신되면, 상기 단말기는 607단계로 진행하여 상기 응답메시지로부터 주파수 옵셋 정보와 시간 옵셋 정보를 획득하고, 상기 획득된 정보들을 가지고 주파수 옵셋과 시간옵셋을 보정한다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM 통신시스템에서 기지국의 상향링크 주파수 옵셋 추정을 위한 처리 절차를 도시하고 있다.

도 7을 참조하면, 먼저 기지국은 701단계에서 모든 가능한 제1 레인징 코드들에 대한 수신 여부를 감시한다. 이때 특정 제1 레인징 코드가 수신되면, 상기 기지국은 702단계로 진행하여 상기 검파된 레인징 신호에 대한 시간 옵셋을 추정한다. 시간 옵셋 추정에 대해서는 이미 다양한 알고리즘들이 알려져 있으므로, 여기서는 자세한 설명을 생략하기로 한다. 상기 시간 옵셋을 추정후, 상기 기지국은 703단계에서 상기 추정값이 정당한지를 판단한다. 여기서, 판단 기준은 추정 알고리즘에 따라 다르기 때문에 자세한 설명은 생략한다. 만일, 상기 추정값이 정당하지 않으면, 상기 기지국은 704단계로 진행하여 상기 검파된 코드의 단말기로 재전송요청신호(NACK)를 전송한다.

만일, 상기 추정값이 정당하다고 판단되면, 상기 기지국은 705단계로 진행하여 미리 정해진 제2 레인징 코드 집합에서 랜덤하게 하나를 선택하여 상기 단말기에게 할당한다. 이후, 상기 기지국은 706단계에서 상기 시간 옵셋 추정값과 상기 선택된 제2 레인징코드할당 정보를 포함하는 메시지를 상기 단말기로 전송한다.

이후, 상기 기지국은 707단계에서 상기 할당된 제 2 레인징 코드를 사용한 제 2 레인징 신호가 수신되는지 검사한다. 이때, 상기 제 2 레인징 신호가 수신되면, 상기 기지국은 708단계로 진행하여 상기 제 2 레인징 신호를 가지고 시간 옵셋과 주파수 옵셋을 추정한다. 앞서 설명한 바와 같이, 코드 복조된 신호를 FFT구간별로 가산하고, 첫 번째 FFT구간에 해당하는 가산값을 공액복소수화하며, 상기 공액복소수 값과 두 번째 FFT구간에 해당하는 가산값을 곱해서 주파수 옵셋을 추정한다.

이와 같이, 시간옵셋과 주파수 옵셋을 추정후, 상기 기지국은 709단계에서 상기 추정값들이 정당한지를 판단한다. 만일, 상기 추정값들이 정당하지 않으면, 상기 기지국은 710단계로 진행하여 상기 단말기로 재전송요청신호(NACK)를 전송한다. 만일, 상기 추정값들이 정당하다고 판단되면, 상기 기지국은 711단계로 진행하여 상기 시간옵셋 추정값과 상기 주파수 옵셋 추정값을 포함하는 메시지를 상기 단말기로 전송한다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명은 OFDM 통신시스템의 상향링크에서 반드시 해결해야할 중요한 문제임에도 불구하고 아직까지 뚜렷한 연구 결과가 없었던 주파수 옵셋 추정 및 보정에 관한 해법을 제안한다. 본 발명에 따른 주파수 옵셋 추정 기술은 추가 주파수 자원의 할당 없이 시간 옵셋의 추정을 위해 이미 할당되어진 레인징 채널을 이용하기 때문에 주파수 자원의 운용 측면에서 이점을 가진다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM 통신시스템에서 상향링크 주파수 옵셋 추정을 위한 전반적인 신호 처리 절차를 도시하는 도면.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 제 2 레인징 신호의 구조를 보여주는 도면.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM 통신시스템에서 단말기의 제 2 레인징 신호 송신 장치를 도시하는 도면.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 OFDM 통신시스템의 기지국에서 상향링크 주파수 옵셋 추정 장치의 구성을 도시하는 도면.

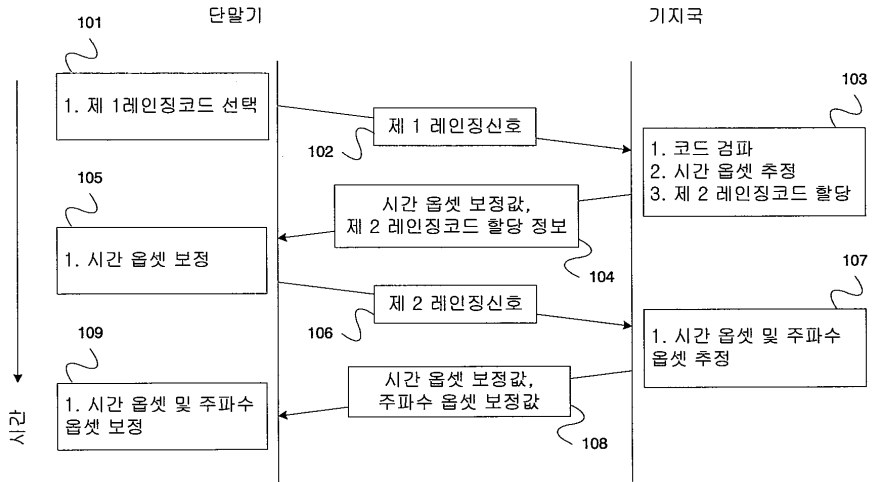
도 5는 본 발명의 실시예에 따른 OFDM통신시스템의 단말기에서 주파수 옵셋 보정 장치의 구성을 도시하는 도면.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM 통신시스템에서 단말기의 주파수 옵셋 보정을 위한 처리 절차를 도시하는 도면.

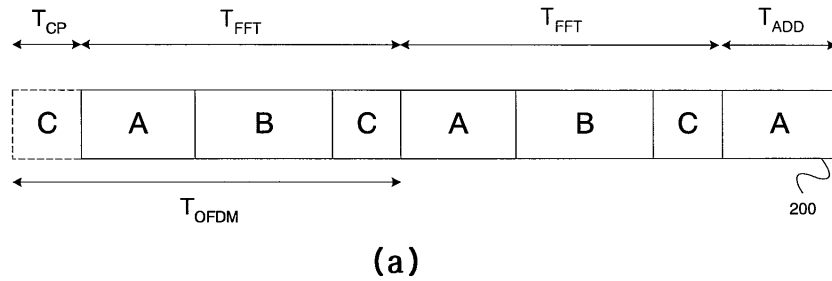
도 7은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM 통신시스템에서 기지국의 상향링크 주파수 옵셋 추정을 위한 처리 절차를 도시하는 도면.

도면

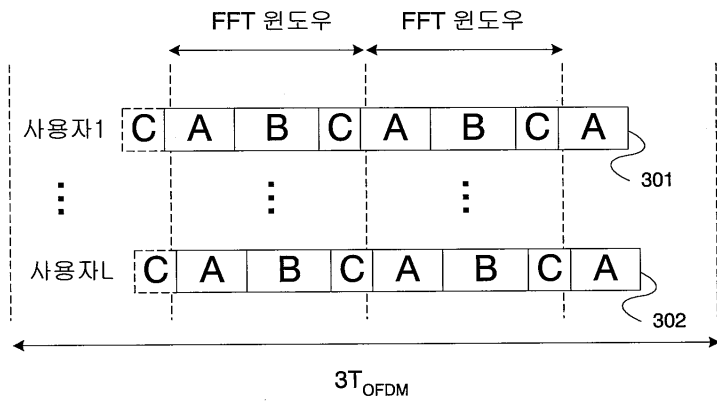
도면1



도면2

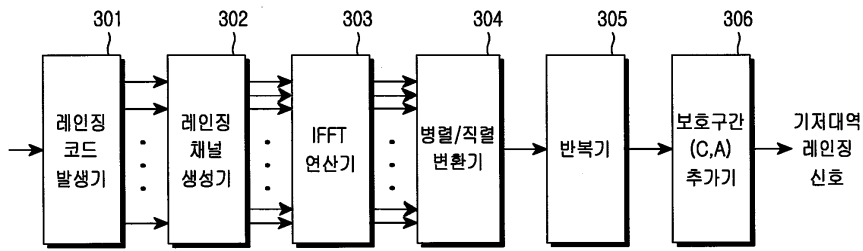


(a)

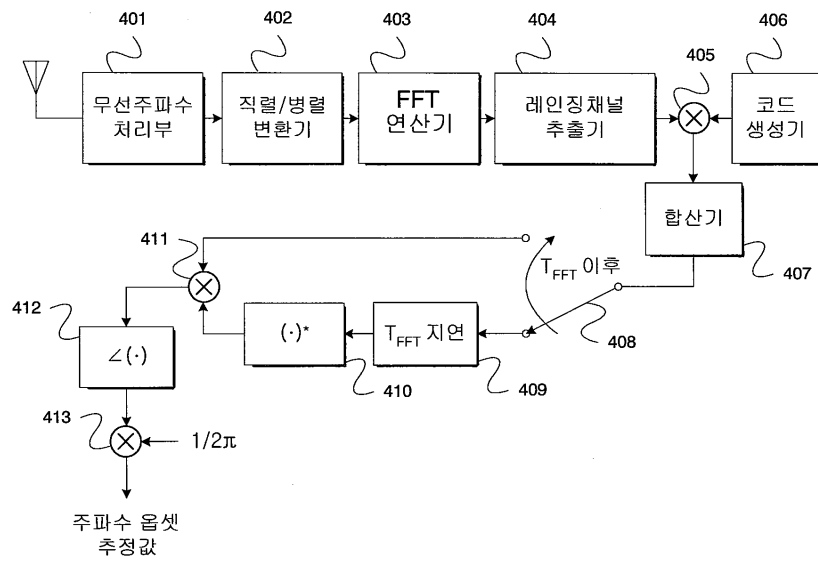


(b)

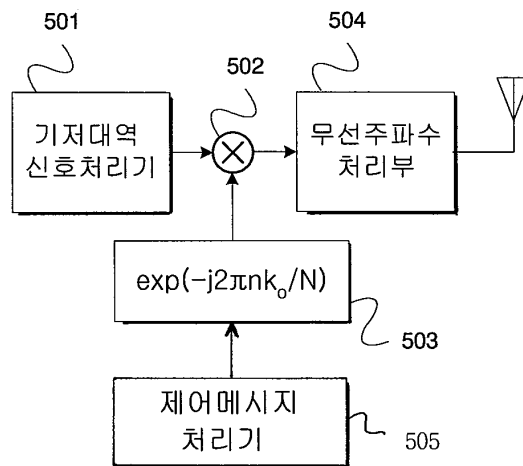
도면3



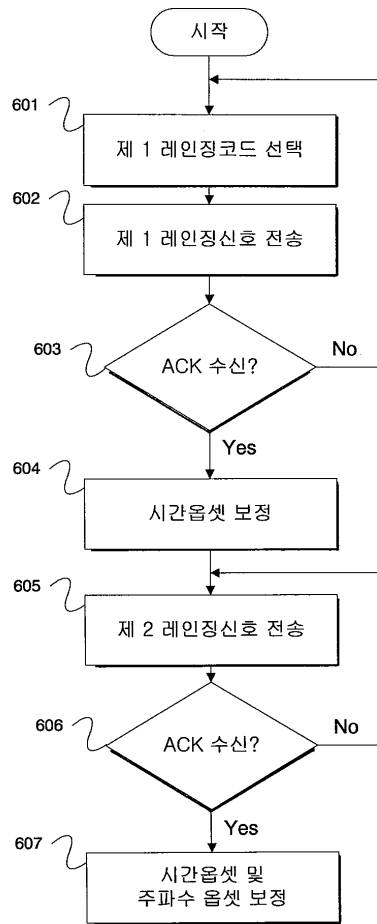
도면4



도면5



도면6



도면7

