



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년01월02일  
(11) 등록번호 10-1100791  
(24) 등록일자 2011년12월23일

- (51) Int. Cl.  
H04J 1/02 (2006.01) H04J 11/00 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2009-7009903
- (22) 출원일자(국제출원일자) 2007년10월16일  
심사청구일자 2009년05월14일
- (85) 번역문제출일자 2009년05월14일
- (65) 공개번호 10-2009-0075726
- (43) 공개일자 2009년07월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2007/070137
- (87) 국제공개번호 WO 2008/047776  
국제공개일자 2008년04월24일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2006-281362 2006년10월16일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌  
KR100498294 B1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
닛본 덴끼 가부시끼가이샤  
일본국 도쿄도 미나토쿠 시바 5쵸메 7방 1고
- (72) 발명자  
요시다 쇼우세이  
일본국 도쿄도 미나토쿠 시바 5-7-1 닛본 덴끼 가부시끼가이샤  
기마다 마사유키  
일본국 도쿄도 미나토쿠 시바 5-7-1 닛본 덴끼 가부시끼가이샤
- (74) 대리인  
문기상, 문두현

전체 청구항 수 : 총 16 항

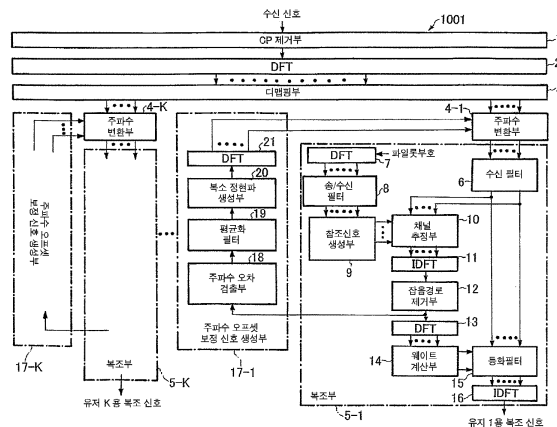
심사관 : 하은주

**(54) 수신 방법 및 수신 장치**

**(57) 요약**

본 발명은 주파수 분할 다중 방식을 사용하여 무선 시스템에서의 주파수 영역 처리를 수행하기 위한 간단한 수신 장치 메커니즘을 사용함으로써, 기지국이 각 유저 단말로부터의 수신 신호에 포함된 주파수 오프셋을 보정할 수 있고, 뛰어난 수신 특성을 실현할 수 있는 수신 장치 및 수신 방법을 제공한다. 상기 기지국은 주파수 분할 다중 방식을 사용하는 무선 통신에 의해 통신하는 복수의 이동국으로부터의 수신 신호를 주파수 영역의 신호로 일괄하여 변환하는 DFT부; 주파수 영역의 신호로부터 각각의 이동국에 관련하여 선택된 서브 캐리어를 사용함으로써 각각의 이동국에 대응하는 유저 신호를 인식하는 디맵핑부; 유저 신호의 주파수 오프셋을 보정하기 위한 보정 신호를 각 유저 신호에 대해 생성하는 보정 신호 생성부; 상기 보정 신호에 의해 상기 유저 신호의 상기 주파수 오프셋을 보정하는 주파수 변환부; 및 각각의 상기 보정된 유저 신호를 복조하는 복조부를 포함한다.

**대표도**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

주파수 분할 다중 방식을 사용하는 무선 통신에 의해 복수의 이동국과 통신하는 기지국의 수신 방법으로서,

복수의 이동국으로부터의 수신 신호를 일괄하여 주파수 영역의 신호로 변환하는 단계;

주파수 영역의 신호로부터, 각각의 이동국에 관련하여 선택된 서브 캐리어를 사용함으로써, 각각의 이동국에 대응하는 유저 신호를 인식하는 단계;

각각의 상기 유저 신호에 대해 유저 신호 주파수 오프셋을 보정하기 위한 보정 신호를 생성하는 단계;

상기 보정 신호에 의해 주파수 영역에서의 상기 유저 신호의 상기 주파수 오프셋을 보정하고, 각각의 상기 보정된 유저 신호를 복조하는 단계;

각각의 복조된 유저 신호에 대해 간섭 레플리카(interference replica)를 생성하는 단계;

상기 간섭 레플리카에 상기 유저 신호의 상기 주파수 오프셋을 반영하는 단계; 및

주파수 영역의 새로운 수신 신호로부터 복조화되도록, 상기 유저 신호의 인접 채널에 대응하는 상기 간섭 레플리카를 감산하는 단계를 포함하는 기지국의 수신 방법.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

주파수 분할 다중 방식을 사용하는 무선 통신에 의해 복수의 이동국과 통신하는 기지국의 수신 방법으로서,

복수의 이동국으로부터의 수신 신호를 일괄하여 주파수 영역의 신호로 변환하는 단계;

주파수 영역의 신호로부터, 각각의 이동국에 관련하여 선택된 서브 캐리어를 사용함으로써, 각각의 이동국에 대응하는 유저 신호를 인식하는 단계;

각각의 상기 유저 신호에 대해 유저 신호 주파수 오프셋을 보정하기 위한 보정 신호를 생성하는 단계; 및

상기 보정 신호에 의해 주파수 영역에서의 상기 유저 신호의 상기 주파수 오프셋을 보정하고, 각각의 상기 보정된 유저 신호를 복조하는 단계를 포함하고,

상기 기지국은 주파수 오프셋 보정 신호를 생성할 때, 상기 유저 신호의 채널 이득(channel gain)을 시간 영역 채널 응답으로 변환하고, 상기 채널 응답을 사용하여 상기 유저 신호의 상기 주파수 오프셋을 검출하고, 상기 주파수 오프셋을 보정하기 위해 보정 정보를 계산하며, 상기 보정 정보를 주파수 영역의 신호로 변환하여, 그 결과적인 신호를 상기 주파수 오프셋 보정 신호로서 인식하도록 하는 기지국의 수신 방법.

**청구항 4**

제 3 항에 있어서,

상기 기지국은 2개의 연속적인 시간 영역 채널 응답 사이에서 동일 타이밍으로 얻어진 복수의 쌍을 이루는 2개의 경로 중에서, 설정값을 초과하고 레벨이 큰 쌍을 이루는 2개의 경로 사이의 위상 변화에 의거하여, 상기 주파수 오프셋을 검출하는 기지국의 수신 방법.

**청구항 5**

제 3 항에 있어서,

상기 기지국은 소정의 시정수(time constant)로 상기 주파수 오프셋을 평균화하여, 상기 보정 정보로서 복소 정현파(complex sine wave)를 인식하도록, 평균화된 주파수 오프셋으로부터 복소 정현파를 계산하는 기지국의 수신 방법.

**청구항 6**

제 1 항, 또는, 제 3 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주파수 분할 다중 방식은 SC-FDMA(Single-Carrier Frequency Division Multiple Access)인 기지국의 수신 방법.

**청구항 7**

제 1 항, 또는, 제 3 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주파수 분할 다중 방식은 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiplex Access)인 기지국의 수신 방법.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

주파수 분할 다중 방식을 사용하는 무선 통신에 의해 통신하는 복수의 이동국으로부터의 수신 신호를 주파수 영역의 신호로 일괄하여 변환하는 DFT부;

주파수 영역의 신호로부터, 각각의 이동국에 관련하여 선택된 서브 캐리어를 사용함으로써 각각의 이동국에 대응하는 유저 신호를 인식하는 디맵핑부(demapping section);

각각의 상기 유저 신호에 대해 유저 신호 주파수 오프셋을 보정하기 위한 보정 신호를 생성하는 보정 신호 생성부;

상기 보정 신호에 의해 주파수 영역에 상기 유저 신호의 상기 주파수 오프셋을 보정하는 주파수 변환부;

각각의 상기 보정된 유저 신호를 복조하는 복조부;

각각의 복조된 유저 신호에 대해 간섭 레플리카를 생성하는 간섭 레플리카 생성부;

상기 간섭 레플리카에 상기 유저 신호의 상기 주파수 오프셋을 반영하는 제 2 주파수 변환부;

상기 제 2 주파수 변환부로부터 구해진 모든 유저 신호의 상기 간섭 레플리카를 합성하는 맵핑부;

상기 DFT부를 통하여 공급된 새로운 수신 신호로부터 합성된 상기 간섭 레플리카를 감산하고, 그 결과적인 수신 신호를 상기 디맵핑부에 공급하는 간섭 레플리카 감산부; 및

상기 디맵핑부에 의해 인식된 각 유저 신호에 대해, 상기 제 2 주파수 변환부로부터 공급된 대응하는 간섭 레플리카를 가산하여, 그 가산의 결과를 상기 주파수 변환부에 공급하는 가산부를 포함하는 수신 장치.

**청구항 10**

주파수 분할 다중 방식을 사용하는 무선 통신에 의해 통신하는 복수의 이동국으로부터의 수신 신호를 주파수 영역의 신호로 일괄하여 변환하는 DFT부;

주파수 영역의 신호로부터, 각각의 이동국에 관련하여 선택된 서브 캐리어를 사용함으로써 각각의 이동국에 대응하는 유저 신호를 인식하는 디맵핑부;

각각의 상기 유저 신호에 대해 유저 신호 주파수 오프셋을 보정하기 위한 보정 신호를 생성하는 보정 신호 생성부;

상기 보정 신호에 의해 주파수 영역에 상기 유저 신호의 상기 주파수 오프셋을 보정하는 주파수 변환부; 및

각각의 상기 보정된 유저 신호를 복조하는 복조부를 포함하고,

상기 복조부는 상기 유저 신호의 채널 이득을 시간 영역 채널 응답으로 변환하기 위한 수단을 갖고,

상기 보정 신호 생성부는 상기 채널 응답을 사용하여, 상기 유저 신호의 상기 주파수 오프셋을 검출하기 위한 수단, 상기 주파수 오프셋을 보정하기 위한 보정 정보를 구하기 위한 수단, 상기 보정 정보를 주파수 영역의 신

호로 변환하여 그 결과적인 신호를 상기 보정 신호로서 출력하는 수단을 갖는 수신 장치.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

상기 보정 신호 생성부는 2개의 연속적인 시간 영역 채널 응답 사이에서 동일 타이밍으로 얻어진 복수의 쌍을 이루는 2개의 경로 중에서, 설정값을 초과하고 큰 레벨을 갖는 쌍을 이루는 2개의 경로 사이의 위상 변화에 의거하여 상기 주파수 오프셋을 검출하는 수신 장치.

**청구항 12**

제 10 항에 있어서,

상기 보정 신호 생성부는 소정의 시정수로 상기 주파수 오프셋을 평균화하고, 상기 평균화된 주파수 오프셋으로부터 복소 정현파를 계산하여, 상기 복소 정현파를 상기 보정 정보로서 인식하는 수신 장치.

**청구항 13**

주파수 분할 다중 방식을 사용하는 무선 통신에 의해 통신하는 복수의 이동국으로부터의 수신 신호를 주파수 영역의 신호로 일괄하여 변환하는 DFT부;

주파수 영역의 신호로부터, 각각의 이동국에 관련하여 선택된 서브 캐리어를 사용함으로써 각각의 이동국에 대응하는 유저 신호를 인식하는 디맵핑부;

각각의 상기 유저 신호에 대해 유저 신호 주파수 오프셋을 보정하기 위한 보정 신호를 생성하는 보정 신호 생성부;

상기 보정 신호에 의해 주파수 영역에 상기 유저 신호의 상기 주파수 오프셋을 보정하는 주파수 변환부; 및

각각의 상기 보정된 유저 신호를 복조하는 복조부를 포함하고,

상기 주파수 변환부는 상기 보정 신호와 유저 신호와의 컨볼루션(convolution)에 의해 상기 주파수 오프셋을 보정하는 수신 장치.

**청구항 14**

주파수 분할 다중 방식을 사용하는 무선 통신에 의해 통신하는 복수의 이동국으로부터의 수신 신호를 주파수 영역의 신호로 일괄하여 변환하는 DFT부;

주파수 영역의 신호로부터, 각각의 이동국에 관련하여 선택된 서브 캐리어를 사용함으로써 각각의 이동국에 대응하는 유저 신호를 인식하는 디맵핑부;

각각의 상기 유저 신호에 대해 유저 신호 주파수 오프셋을 보정하기 위한 보정 신호를 생성하는 보정 신호 생성부;

상기 보정 신호에 의해 주파수 영역에 상기 유저 신호의 상기 주파수 오프셋을 보정하는 주파수 변환부; 및

각각의 상기 보정된 유저 신호를 복조하는 복조부를 포함하고,

상기 복조부는,

상기 주파수 변환부로부터의 유저 신호에 대하여 필터링을 적용하는 수단;

필터링된 상기 유저 신호의 채널 이득을 추정하는 수단;

상기 채널 이득을 시간 영역 채널 응답으로 변환하여, 상기 채널 응답에서의 잡음을 제거하는 수단;

잡음이 제거된 상기 채널 응답을 주파수 영역 채널 이득으로 변환하고, 상기 채널 이득으로부터 등화 웨이트(equalization weight)를 계산하는 수단;

상기 등화 웨이트를 사용하여, 상기 필터링된 유저 신호를 등화하는 수단; 및

등화된 유저 신호를 시간 영역의 유저 신호로 변환하고, 그 결과적인 유저 신호를 복조된 신호로서 출력하는 수

단을 포함하는 수신 장치.

**청구항 15**

제 9 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 주파수 분할 다중 방식은 SC-FDMA(Single-Carrier Frequency Division Multiple Access)인 수신 장치.

**청구항 16**

제 9 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 주파수 분할 다중 방식은 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiplex Access)인 수신 장치.

**청구항 17**

제 9 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 기재된 수신 장치를 포함하는 기지국.

**청구항 18**

제 17 항에 기재된 기지국을 포함하는 무선 시스템.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 SC-FDMA(Single-Carrier Frequency Division Multiple Access) 또는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)와 같은 주파수 분할 다중 방식이 적용되는 무선 시스템에서의 수신 방법 및 수신 장치에 관한 것으로, 특히 수신 신호의 복조 처리에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 차세대 이동 통신용 업링크 무선 액세스 시스템에서는, 통신 영역을 확대하기 위해 이동국의 고전송력 효율성이 중요시되고 있다. 이러한 시스템에 대해서, 상대적으로 낮은 PAPR(Peak to Average Power Ratio)을 갖는 SC-FDMA는 바람직한 것이라 여겨진다. 차세대 이동 통신에서는 고속 데이터 전송의 실현이 크게 요구되고 있다. 그러나, 고속 데이터 전송이 싱글 캐리어(이하, 단지 "SC"라 칭함)를 사용하여 행하여지는 환경 하에서는, 다중 경로(multipath) 간섭의 문제, 즉 다중 경로에 의해 수신된 심볼 사이의 간섭이 발생한다.

[0003] 다중 경로 간섭을 억제하기 위한 수단으로서, 선형 등화기(equalizer)가 알려져 있다. 후술하는 비특허문헌 1에는 계산량을 현저히 줄이기 위해서, 주파수 영역에서의 신호 처리로서 등화 처리를 수행하는, 주파수 영역 이퀄라이저가 제안되고 있다. 종래의 SC 수신 장치는 비특허 문헌 1에서 제안된 기술과 같이, 주파수 영역에서의 등화 처리를 수행하면서, 시간 영역에서 각 유저 신호의 캐리어 중심 주파수를 갖는 신호로 변환, 수신 필터링, 또는 채널 추정과 같은 신호 처리를 수행한다.

[0004] 반면, SC-FDMA 수신 장치는 주파수 영역에서의 등화 처리뿐만 아니라, 채널 추정을 포함하는 모든 복조 처리를 수행한다. 따라서, 수신 장치의 구조는 간략화될 수 있다. SC-FDMA 수신 장치에 대해서, 일본국 특원 제2005-280091호에는, 모든 유저에 대하여 SC-FDMA 신호를 일괄하여 이산 푸리에 변환(DFT : Discrete-Fourier Transform)하고, 주파수 영역에서의 수신 필터링, 채널 추정 또는 등화 처리를 수행하는 멀티 유저 수신 장치가 제안되고 있다.

[0005] [비특허문헌 1] D. Falconer, S.L. Ariyavisitakul, A. Benyamin-Seeyar, and B. Eidson, "Frequency domain equalization for single-carrier broadband wireless access", IEEE Commun. Mag. Vol.40, no.4, pp.58-66, Apr. 2002.

**발명의 상세한 설명**

[0006] SC-FDMA에서는 시스템 주파수 밴드가 복수의 유저 사이에서 나누어진다. 그러나, 이 경우에는 이동 대상의 고속 동작에 의해 생성되는 도플러 편차 또는 로컬 오실레이터의 주파수 시프트에 의해, 주파수 오프셋( $\Delta f$ )이 유저마다 초래된다.

- [0007] 도 2는 SC-FDMA에서의 주파수 오프셋의 대략적인 일례를 나타낸다. 도 2의 유저 2의 신호에 주목하면, 캐리어 중심 주파수  $f_c$ 가 수신 필터의 중심  $F_0$ 로부터 시프트된 주파수 오프셋  $\Delta f_2$ 가 생성되고 있는 것을 알 수 있다. 이 오프셋  $\Delta f_2$ 에 의해 유저 2의 수신 신호에서의 왜곡이 일어나고, 신호 전력 손실을 초래한다. 또한, 인접 채널 간섭이 유저 1과 3의 주파수 오프셋  $\Delta f_1$ 과  $\Delta f_3$ 에 의해 초래되므로, 유저 1과 3의 신호가 유저 2의 신호와 필터 범위에 누출되어서, 유저 2의 수신 특성이 열화된다.
- [0008] 수신 품질의 관점으로부터는, 주파수 오프셋에 의해 생성되는 악영향을 최대한 해소하는 것이 바람직하다. 그러나, 일본국 특원 제2005-280091호에 제안된 기술에서는, 주파수 오프셋에 대해서 고려하지 않기 때문에, 수신 품질의 향상을 방해한다.
- [0009] 본 발명은 상기의 문제를 감안하여 이루어진 것으로, 주파수 분할 다중 방식을 사용하는 무선 시스템에서, 주파수 영역 처리를 행하기 위한 간단한 수신 장치 메커니즘을 사용함으로써, 기지국은 각 이동국으로부터의 수신 신호에 포함된 주파수 오프셋을 보정할 수 있고, 우수한 수신 특성을 실현하는 수신 방법 및 수신 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0010] 본 발명의 제 1 관점에 따르면, 주파수 분할 다중 방식을 사용하는 무선 통신에 의해, 복수의 이동국과 통신하는 기지국의 수신 방법으로서, 복수의 이동국으로부터의 수신 신호를 일괄하여 주파수 영역의 신호로 변환하는 단계; 주파수 영역의 신호로부터 각각의 이동국에 관련하여 선택된 서브 캐리어를 사용함으로써 각각의 이동국에 대응하는 유저 신호를 인식하는 단계; 유저 신호 주파수 오프셋을 보정하기 위한 보정 신호를 각 유저 신호에 대해 생성하는 단계; 및 상기 보정 신호에 의해 유저 신호의 주파수 오프셋을 보정하여 보정된 각 유저 신호를 복조하는 단계를 포함한다.
- [0011] 본 발명의 제 2 관점에 따르면, 주파수 분할 다중 방식을 사용하는 무선 통신에 의해 통신하는 복수의 이동국으로부터의 수신 신호를 일괄하여 주파수 영역의 신호로 변환하는 DFT부; 상기 주파수 영역의 신호로부터 각각의 이동국에 관련하여 선택된 서브 캐리어를 사용함으로써, 각각의 이동국에 대응하는 유저 신호를 인식하는 디맵핑부; 유저 신호 주파수 오프셋을 보정하기 위한 보정 신호를 각 유저 신호에 대해 생성하는 보정 신호 생성부; 상기 보정된 신호에 의해 상기 유저 신호의 상기 주파수 오프셋을 보정하는 주파수 변환부; 및 상기 보정된 각 유저 신호를 복조하는 복조부를 포함하는 수신 장치를 제공한다.
- [0012] 본 발명에 따르면, 주파수 영역 처리를 수행하기 위한 간단한 수신 장치 메커니즘을 사용함으로써, 주파수 분할 다중 방식을 사용하여 통신하는 복수의 이동국 각각으로부터 수신 신호에 포함되는 주파수 오프셋을 각 수신 신호에 대해 보정할 수 있으므로, 뛰어난 수신 특성을 실현할 수 있다.

**실시예**

- [0041] 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 이하에 설명한다. 도 1은 본 발명에 따른 수신 장치의 제 1 실시예를 나타내는 구성도이다. 본 실시예의 수신 장치(1001)는 SC-FDMA를 사용하는 무선 통신에 의해 서로 통신하는 복수의 유저 단말(도시 생략)에 연결되는 무선 기지국이다.
- [0042] 도 1에 도시된 바와 같이, 수신 장치(1001)는 CP(Cyclic Prefix) 제거부(1), DFT부(2), 디맵핑부(3), 주파수 변환부(4-1~4-K)(K는 유저 수에 대응하는 적어도 1인 정수), 복조부(5-1~5-K), 및 주파수 오프셋 보정 신호 생성부(17-1~17-K)를 포함한다.
- [0043] 도 3은 주파수 영역에서의 등화 처리에 사용되는 무선 프레임 포맷의 일례이다. 무선 프레임 신호(300)는 파일럿 신호(301A) 또는 데이터 신호(301B)의 복수의 블록과, 이산 푸리에 변환(DFT) 처리 동안에 전방의 블록으로부터 다중 경로 간섭을 회피하기 위해, 각 블록의 선두에 부가된 CPs(302)를 포함한다. 각각의 CPs(302)는 대응하는 블록의 마지막 데이터를 블록의 선두에 카피(copy)함으로써 생성된다. 도 3은 파일럿 블록(301A\_1, 301A\_2)이 무선 프레임 신호(300)의 양끝에 위치하고, 2개의 데이터 블록(301B\_1, 301B\_2)이 파일럿 블록(301A\_1, 301A\_2) 사이에 순차적으로 위치하는 구성을 나타낸다.
- [0044] CP 제거부(1)는 수신 신호의 프레임으로부터 CP(도 3에서의 부호 302)에 대응하는 부분을 제거한다.
- [0045] DFT부(2)는 유저 단말로부터 수신된 SC-FDMA 신호에 NDFT-포인트(NDFT는 적어도 2인 정수)의 DFT를 모든 유저에 대하여 일괄적으로 적용하여, SC-FDMA 신호를 주파수 영역의 신호로 변환한다.
- [0046] 디맵핑부(3)는 각각의 유저에 대해, DFT부(2)로부터 얻어진 모든 출력 서브 캐리어로부터 수신 처리를 위해 필요한 서브 캐리어를 선택하여, 원하는 유저 신호를 제로 캐리어 주파수를 갖는 신호로 변환한다. 즉, 디맵핑부

(3)는 DFT부(2)에 의해 수행된 처리의 결과로서 얻어진 주파수 영역의 신호로부터 일부의 서브 캐리어를 사용하여, 각각의 유저 단말로부터 수신 신호에 대응하는 주파수 영역의 신호를 인식한다.

[0047] 주파수 변환부(4-1~4-K)의 각각은, 각 유저의 수신 신호에 포함된 주파수 오프셋을 보정한다. 주파수 오프셋 보정 후의 신호는, 주파수 영역의 신호로 변환된 수신 신호와 주파수 오프셋 보정 신호 사이에서의 컨볼루션(convolution)으로 표시된다. 수식 1, 2 및 3은 주파수 영역의 수신 신호  $X_k$ , 주파수 오프셋 보정 신호  $F_k$ , 및 주파수 오프셋이 보정된 신호  $X'_k$ 의 식을 나타낸다.

[0048] [수식 1]

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-j2\pi nk/N}$$

[0049]

[0050] [수식 2]

$$F_k = \sum_{n=0}^{N-1} f_n e^{-j2\pi nk/N}$$

[0051]

[0052] [수식 3]

$$\begin{aligned} X'_k &= \sum_{n=0}^{N-1} x_n f_n e^{-j2\pi nk/N} \\ &= \sum_{n=0}^{N-1} \left( \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} X_m e^{j2\pi nm/N} \right) f_n e^{-j2\pi nk/N} \\ &= \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} X_m F_{k-m} \end{aligned}$$

[0053]

[0054] 상기의 공식에서,  $X_n$ 은 시간 영역의 수신 신호이고,  $f_n$ 은 시간 영역의 주파수 오프셋 보정 신호(복소 정현파)이다. 수식 3에 의해 얻어지는  $X'_k$ 는 시간 영역에서 주파수 오프셋 보정된 수신 신호를 주파수 영역의 신호로 변환함으로써 얻어진 신호와 동가이다.

[0055] 복조부(5-1~5-K)의 각각은, 수신 필터(6), DFT부(7), 송/수신 필터(8), 참조 신호 생성부(9), 채널 추정부(10), 이산 역푸리에 변환(IDFT: Inverse Discrete Fourier Transform)부(11), 잡음 경로 제거부(12), DFT부(13), 웨이트 계산부(14), 등화 필터(15) 및 IDFT부(16)를 포함한다.

[0056] 수신 필터(6)는 디맵핑부(3)로부터 얻어진 수신 신호에 필터링을 행하여, 잡음을 억제하고, 수신 신호로부터 다른 유저의 신호를 분리한다. 수신 필터(6)로서, 올림형 코사인 롤-오프 필터(raised-cosine roll-off filter)(롤-오프를 = 0을 포함)가 사용될 수 있다.

[0057] DFT부(7)은 대상 유저 단말의 파일럿 부호에 DFT를 적용하여, 파일럿 부호를 주파수 영역의 신호로 변환시킨다.

[0058] 송/수신 필터(8)는 주파수 영역의 신호로 변환된 파일럿 부호를 필터링한다.

[0059] 참조 신호 생성부(9)는 송/수신 필터(8)의 출력을 사용하여, 파일럿 수신 신호와 상관 처리에 사용되는 파일럿 참조 신호를 계산한다. 참조 신호 생성부(9)의 처리로서, 파일럿 수신 신호의 코드 특성을 완전히 삭제하는 ZF(Zero-Forcing), 상관 처리에서의 잡음 증대를 억제하는 MMSE(Minimum Mean Square Error), 또는 클리핑(clipping)이 사용될 수 있다.

- [0060] 상기한 DFT부(7), 송/수신 필터(8), 및 참조 신호 생성부(9)에 의해 수행되는 각각의 처리는 각 유저에 대해 한 번씩 수행될 필요가 있다. 파일럿 참조 신호가 미리 계산되어 메모리에 저장되는 경우에는 상기한 각 처리가 생략될 수 있다.
- [0061] 채널 추정부(10)는 주파수 영역의 파일럿 수신 신호와 파일럿 참조 신호 사이에서의 상관 처리를 수행함으로써 채널 이득(channel gain)을 추정한다.
- [0062] IDFT부(11)는 추정된 채널 이득을 주파수 영역으로부터 시간 영역 채널 응답으로 일괄하여 변환한다.
- [0063] 잡음 경로 제거부(12)는 IDFT부(11)에서의 채널 응답 결과로부터, 잡음 경로 즉 단지 잡음인 포인트의 신호를 제거한다. 잡음 경로 제거부(12)의 처리로서, 시간 창 필터 또는 잡음 임계값 제어가 사용될 수도 있다. 시간 창 필터의 경우에는, 채널 응답이 CP폭 내에 들어간다고 가정하고, CP폭에 대응하는 구간 밖으로 강하는 포인트의 신호를 잡음 경로로서 0으로 치환한다. 잡음 임계값 제어의 경우에는, 소정의 잡음 임계값보다 크지 않은 값을 갖는 포인트의 신호를 잡음 경로로서 0으로 치환한다.
- [0064] DFT부(13)는 잡음이 제거되는 주파수 영역 채널 응답을 시간 영역 신호로 변환한다.
- [0065] 웨이트 계산부(14)는 DFT부(13)로부터 얻어진 채널 응답을 사용하여, 상술한 MMSE 또는 ZF에 따라서 등화 웨이트를 계산한다.
- [0066] 등화 필터(15)는 수신 필터(6)에 의해 필터링되는 데이터 수신 신호를 웨이트 계산부(14)에 의해 계산된 등화 웨이트와 곱하여, 주파수 영역에서의 수신 신호를 등화한다.
- [0067] IDFT부(16)는 주파수 영역의 등화 신호에 NIDFT-포인트(NIDFT는 적어도 2인 정수)의 IDFT를 적용하여, 주파수 영역의 등화 신호를 시간 영역의 신호로 변환한다. 변환된 신호는 대상 유저 단말로부터 수신 신호의 복조된 신호로서 출력된다.
- [0068] 주파수 오프셋 보정 신호 생성부(17-1~17-K)의 각각은, 주파수 오차 검출부(18), 평균화 필터(19), 복소 정현파 생성부(20) 및 DFT부(21)를 포함한다.
- [0069] 주파수 오차 검출부(18)는 잡음이 잡음 경로 제거부(12)에 의해 제거된 2개의 연속적인 시간 영역 채널 응답을 사용하여, 수신 신호의 주파수 오차를 검출한다. 검출 처리에서, 주파수 오차 검출부(18)는 2개의 연속적인 채널 응답 사이에서 같은 타이밍으로 얻어진 복수의 쌍을 이루는 2개의 경로 중에서, 레벨이 큰 쌍을 이루는 2개의 경로에 주목하여, 쌍을 이루는 2개의 경로 사이에서의 위상 변화에 의거하여, 주파수 오차를 검출한다. 더 구체적으로는, 도 3에 도시된 프레임 구성에서, 주파수 오차 검출부(18)는 프레임의 양단에 위치한 파일럿 블록(301A\_1, 301A\_2)의 채널 응답의 레벨이 설정값을 초과하는 경로를 검출한다. 그 후, 주파수 오차 검출부(18)는 상기 검출된 제 1 블록(301A\_1)의 복소 채널 이득의 복소 쥬레(complex conjugate)를 구하고, 제 2 블록(301A\_2)의 복소 채널 이득에 곱하여 주파수 오차 벡터를 구한다. 구한 벡터로 표시되는 위상 정보는 주파수 오차 신호로서 평균화 필터(19)에 공급된다.
- [0070] 평균화 필터(19)는 소정의 시정수(time constant)로 주파수 오차 신호를 평균화하여, 주파수 오프셋을 계산한다.
- [0071] 복소 정현파 생성부(20)는 주파수 오프셋에 의거하여, 상기 수신 신호의 블록 길이에 대응하는 복소 정현파를 생성한다. 이 복소 정현파는 주파수 오프셋을 보정하기 위한 시간 영역 정보이다. 주파수 오프셋이  $\Delta f$ 라고 가정하면, 복소 정현파  $f_n$ 은 다음의 수식 4로 표현된다.
- [0072] [수식 4]
- [0073] 
$$f_n = e^{-j2\pi\Delta f n/N} \quad (0 \leq \Delta f < 1)$$
- [0074] 여기서, 주파수 오프셋  $\Delta f$ 의 최대값은 서브 캐리어 간격으로 설정된다.
- [0075] DFT부(21)는 DFT를 복소 정현파에 적용하여, 복소 정현파를 주파수 영역의 주파수 오프셋 보정 신호로 변환한다. DFT부(21)에 의해 수행된 연산의 결과인 주파수 오프셋 보정 신호는 주파수 변환부(4-1~4-K)의 하나에 대응하여 공급된다.
- [0076] 복소 정현파 생성부(20)에 의해 생성된 임의의 주파수를 갖는 복소 정현파의 DFT 결과는 해석(analysis)에 의해



유도할 수 있다. 따라서, 주파수 오프셋 보정 신호는 주파수 오차 신호를 사용하는 함수 계산(functional calculus) 또는 테이블 참조에 의해 생성될 수 있다. 이것은 주파수 오프셋 보정 신호를 평균화 필터(19)의 출력인 주파수 오프셋( $\Delta f$ )으로부터 직접적으로 계산할 수 있게 한다. 이 방법에 따른 주파수 오프셋 보정 신호( $F_k$ )는 이하의 수식 5를 사용하여 계산할 수 있다.

[0077] [수식 5]

$$\begin{aligned}
 F_k &= \sum_{n=0}^{N-1} f_n e^{-j2\pi nk/N} \\
 &= \sum_{n=0}^{N-1} e^{-j2\pi \Delta f n/N} e^{-j2\pi nk/N} \\
 &= \frac{\sin(\pi(k+\Delta f))}{\sin(\pi(k+\Delta f)/N)} e^{-j\pi(k+\Delta f)\left(\frac{N-1}{N}\right)}
 \end{aligned}$$

$$\approx \text{sinc}(\pi(k+\Delta f)) e^{-j\pi(k+\Delta f)} \quad (\text{for large } N)$$

상술한 바와 같이, 본 실시예에 따른 수신 장치(1001)는 복수의 유저로부터의 SC-FDMA에 따른 수신 신호를 주파수 영역의 신호로 일괄하여 변환하고, 주파수 영역의 상기 신호로부터 각각의 유저 단말에 대응하는 서브 캐리어 신호를 선택한 후, 선택된 서브 캐리어를 사용하여 인식된 각 유저의 수신 신호를 주파수 오프셋 보정한 후에 복조 처리를 수행한다. 따라서, 본 실시예에 따르면, 주파수 영역 처리를 수행하기 위한 간단한 수신 장치 메커니즘을 사용함으로써, 수신 신호에 포함된 주파수 오프셋을 보정할 수 있으므로, 뛰어난 수식 특성을 실현할 수 있다.

도 4는 다른 실시예의 구성을 나타낸다. 본 실시예에 따른 수신 장치(1002)는 도 1의 수신 장치(1001)에 설치된 구성요소에 더하여, 간접 레플리카 감산부(29), 가산부(30-1~30-K)(K는 유저의 수에 대응), 간접 레플리카 생성부(22-1~22-K), 주파수 변환부(27-1~27-K) 및 맵핑부(28)를 포함한다.

도 4에 도시된 바와 같이, 간접 레플리카 생성부(22-1~22-K)의 각각은 심볼 레플리카 생성부(23), DFT부(24), 송/수신 필터(25) 및 레플리카 생성부(26)를 포함한다.

심볼 레플리카 생성부(23)는 복조된 신호의 비트 판정(bit decision)을 행하여, 판정 신호로부터 심볼 레플리카 즉 복조된 신호의 복제를 생성한다. 심볼 레플리카 생성부(23)의 처리로서, 경판정(hard decision) 심볼 레플리카를 생성하는 방법, 경판정 심볼 레플리카를 생성하여 소정의 레플리카 무게 계수(weighting factor)(1보다 크지 않은 정수)를 곱하는 방법, 또는 비트우드(bit likelihood)로부터 연판정(soft decision) 심볼 레플리카를 생성하는 방법이 사용될 수 있다. 도 4에 도시된 구성에서는 복조 신호로부터 심볼 레플리카가 생성되지만, 고정밀한 레플리카를 생성하기 위해서는 오차 보정 디코딩 후에 비트로부터 생성될 수도 있다.

DFT부(24)는 심볼 레플리카를 DFT함으로써, 상기 심볼 레플리카를 주파수 영역의 신호로 변환한다.

송/수신 필터(25)는 주파수 영역의 심볼 레플리카에 필터링을 실시한다.

레플리카 생성부(26)는 주파수 영역의 필터된 심볼 레플리카와 채널 이득을 곱하여, 간접 신호의 복제인 간접 레플리카를 생성한다.

주파수 변환부(27-1~27-K)의 각각은 유저 신호의 주파수 오프셋과 간접 레플리카의 주파수 오프셋을 서로 대응시키기 위해서, 간접 레플리카에 대응하는 유저 신호의 주파수 오프셋을 부여한다. 즉, 주파수 변환부(27-1~27-K)의 각각은 간접 레플리카에 주파수 오프셋을 반영하기 위해서, 간접 레플리카와 대응하는 유저의 주파수 오프셋과의 컨볼루션을 수행한다.

맵핑부(28)는 서브 캐리어마다 주파수 변환부(27-1~27-K)로부터 간접 레플리카를 합성하여, 합성된 간접 레플리카를 수신 신호와 같은 DFT 윈도우에 맵핑한다.

간접 레플리카 감산부(29)는 주파수 영역의 수신 신호로부터 모든 유저의 간접 레플리카를 일괄적으로 감산한다. 가산부(30-1~30-K)의 각각은 디맵핑부(3)를 통하여 간접 레플리카 감산부(29)로부터 수신된 각 유

저 신호에 대응하여 간섭 레플리카를 가산하고, 결과적인 유저 신호를 되돌린다.

- [0089] 도 4에 도시된 구성에서 유저 사이의 인접 채널 간섭은 간섭 레플리카 감산부(29)와 가산부(30-1~30-K)에 의해 제거되지만, 가산부(30-1~30-K)가 생략된 구성이 유저 사이의 인접 채널 간섭을 제거하기 위해 채택될 수 있다. 이 경우, 맵핑부(28)는 각 유저에 대해 간섭 레플리카를 생성하고, 간섭 레플리카 감산부(29)는 생성된 간섭 레플리카를 사용하여, 원하는 유저 신호를 남기기 위해 인접 채널 간섭을 제거한다.
- [0090] 상술한 바와 같이, 수신 장치(1002)는 각 유저에 대해, 상술한 제 1 실시예의 동작에 더하여, 각 유저의 복조된 신호로부터 간섭 레플리카를 생성한다. 그 후, 수신 장치(1002)는 주파수 오프셋이 상기 수신 신호로부터 가산되는 모든 유저의 간섭 레플리카를 감산하여 유저 신호 사이의 인접 채널 간섭을 제거한다. 따라서, 본 실시예에 따르면, 인접 채널 간섭의 영향을 받지 않는 뛰어난 수신 특성을 실현할 수 있다.
- [0091] 상기 실시예에서, 시간 영역과 주파수 영역 사이의 신호 변환은 DFT와 IDFT를 사용하여 수행하지만, 신호 변환은 FFT(Fast Fourier Transform), IFFT(Inverse Fast Fourier Transform) 또는 다른 신호 변환 알고리즘을 사용하여 수행할 수도 있다.
- [0092] 또한, 상기 실시예에서, SC-FDMA가 주파수 분할 다중 방식으로서 사용되지만, 본 발명은 여기에 한정되지 않는다. 예를 들면, 주파수 분할 다중 방식으로서, OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)가 사용될 수 있다.
- [0093] 상기 실시예에 따른 수신 장치에서 각 부를 구성하는 하드웨어는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 이들 기능을 실현할 수 있다면 어느 하나의 종류일 수 있다. 예를 들면, 각 부분이 독립된 방식의 회로 또는 유닛으로 이루어진 구성, 또는 모든 부분이 단일 회로 또는 구성으로 일체화된 구성이 채용될 수 있다. 또한, 각 부의 적어도 일부 기능은 수신 장치에 설치되는 프로세서(CPU : Central Processing Unit)의 소프트웨어 처리에 의해 실현될 수 있다. 이 경우, 프로세서의 소프트웨어 처리에서 사용된 프로그램과 프로그램을 저장한 기록 매체(수신 장치에서 실행되거나 휴대용인)는 본 발명의 카테고리에 포함된다.
- [0094] 본 발명은 상기 실시예들을 참조로 상세하게 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시예들에 한정되지 않는다. 본 발명의 취지나 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서는 당업자가 이해할 수 있는 다양한 변경이 가능하다.

**산업상 이용 가능성**

- [0095] 상기한 바와 같이, 본 발명은 SC-FDMA 또는 OFDMA와 같은 주파수 분할 다중 방식을 사용하는 무선 시스템에서의 수신 방법과 수신 장치에 적용할 수 있다.

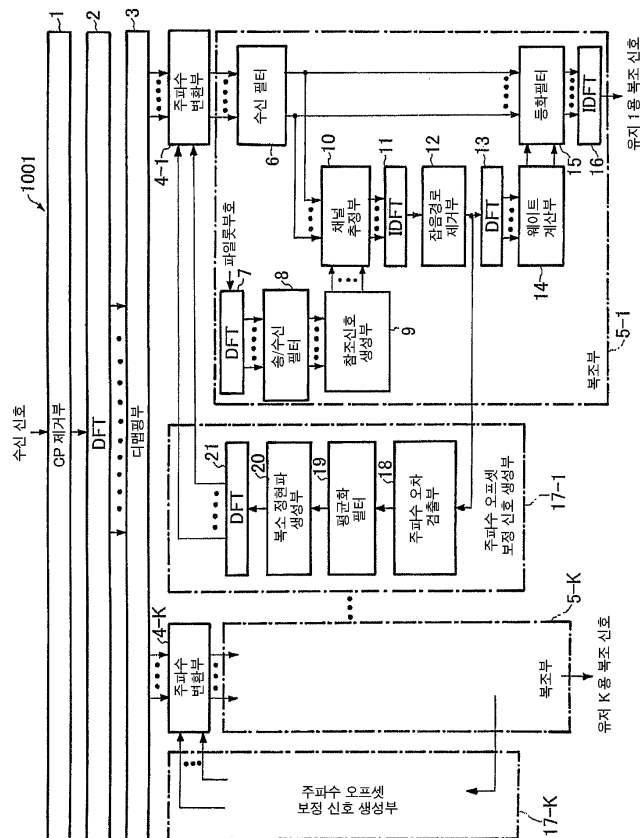
**도면의 간단한 설명**

- [0013] 도 1은 본 발명에 따른 수신 장치의 제 1 실시예를 나타내는 구성도.
- [0014] 도 2는 SC-FDMA에서 주파수 오프셋을 설명하기 위한 도면.
- [0015] 도 3은 주파수 영역에서의 등화 처리(equalization processing)에서 사용되는 무선 프레임 포맷을 설명하는 도면.
- [0016] 도 4는 본 발명에 따른 수신 장치의 제 2 실시예를 나타내는 구성도.
- [0017] \*도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명\*
- [0018] 1 : CP 제거부
- [0019] 2, 7, 13, 21, 24 : DFT부
- [0020] 3 : 디맵핑부(demapping section)
- [0021] 4-1~4-K, 27-1~27-K : 주파수 변환부
- [0022] 5-1~5-K : 복조부(demodulation section)
- [0023] 6 : 수신 필터
- [0024] 8, 25 : 송/수신 필터
- [0025] 9 : 참조 신호 생성부

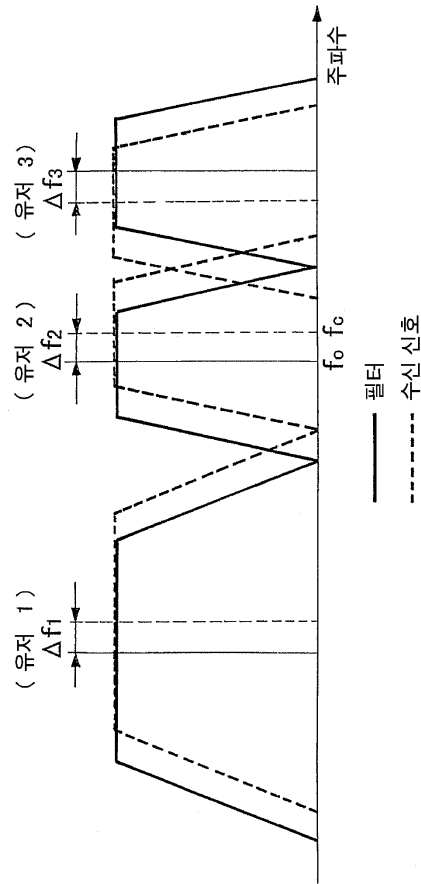
- [0026] 10 : 채널 추정부
- [0027] 11, 16 : IDFT부
- [0028] 12 : 잡음 경로 제거부
- [0029] 14 : 웨이트(weight) 계산부
- [0030] 15 : 등화 필터(equalization filter)
- [0031] 17-1~17-K : 주파수 오프셋 보정 신호 생성부
- [0032] 18 : 주파수 오차 검출부
- [0033] 19 : 평균화 필터(averaging filter)
- [0034] 20 : 복소 정현파 생성부(complex sine wave generation section)
- [0035] 22-1~22-K : 간섭 레플리카(replica) 생성부
- [0036] 23 : 심볼 레플리카(symbol replica) 생성부
- [0037] 26 : 레플리카 생성부
- [0038] 28 : 맵핑부(mapping section)
- [0039] 29 : 간섭 레플리카 감산부
- [0040] 30-1~30-K : 가산부

도면

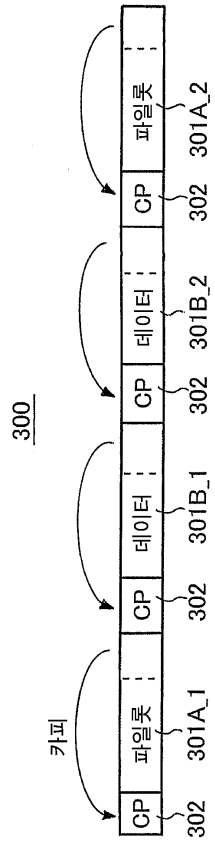
도면1



도면2



도면3



도면4

