



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0024751  
(43) 공개일자 2012년03월14일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>H04B 7/14 (2006.01) H04B 7/015 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2011-7029609</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2010년05월11일<br/>심사청구일자 2011년12월09일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2011년12월09일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2010/034384</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2010/132446<br/>국제공개일자 2010년11월18일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>12/708,318 2010년02월18일 미국(US)<br/>61/177,196 2009년05월11일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/>헬컴 인코포레이티드<br/>미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775</p> <p>(72) 발명자<br/>하워드 스티븐 제이<br/>미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775<br/>야로신스키 타데우시<br/>미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775<br/>(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인<br/>특허법인코리아나</p> |
|--|---|

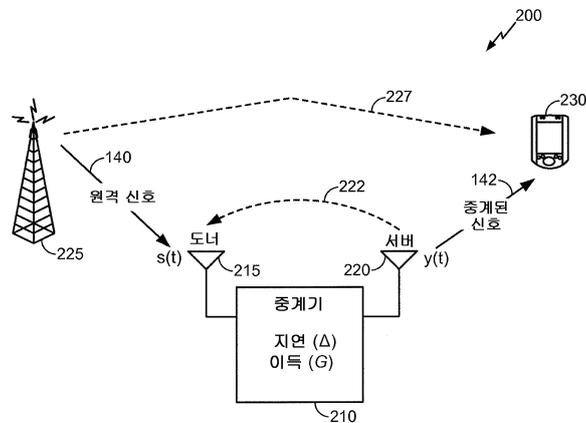
전체 청구항 수 : 총 27 항

(54) 발명의 명칭 **향상된 주파수 도메인 채널 추정을 위한 신호 블랭킹**

**(57) 요약**

무선 중계기는 주파수 도메인 채널 추정을 이용하여 무선 중계기의 안테나들 사이의 피드백 채널을 추정하기 위한 채널 추정 블록을 포함한다. 무선 중계기는 파일럿 신호의 선택된 갯수의 샘플들을 블랭킹 아웃하여 채널 추정의 정확도를 향상시키기 위한 파일럿 신호 블랭킹 회로를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 무선 중계기는 순환적 프리픽스를 갖는 파일럿 신호의 T 개 샘플들로 교체한다.

**대표도** - 도2



(72) 발명자

**고레 다난자이 아쇼크**

미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드  
라이브 5775

**배리악 그웬들린 테니스**

미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드  
라이브 5775

**왕 마이클 마오**

미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드  
라이브 5775

**티안 타오**

미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드  
라이브 5775

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

무선 통신 시스템에서 무선 중계기를 위한 피드백 채널을 추정하기 위한 방법으로서, 무선 중계기는 수신 신호를 수신하고 증폭된 신호를 송신하는 제 1 안테나와 제 2 안테나를 가지며, 상기 수신 신호는 중계될 원격 신호와, 상기 무선 중계기의 상기 제 1 안테나와 상기 제 2 안테나 사이의 피드백 채널로부터 야기된 피드백 신호와의 합이며, 상기 피드백 채널을 추정하기 위한 방법은,

주파수 도메인 채널 추정을 이용하고 상기 증폭된 신호를 나타내는 신호를 파일럿 신호로서 이용하여 상기 제 1 안테나와 상기 제 2 안테나 사이의 상기 피드백 채널을 추정하는 단계;

상기 파일럿 신호의 샘플들을  $N$  개의 샘플들의 블록들로 그룹화하는 단계로서,  $N$  은 상기 주파수 도메인 채널 추정을 위해 수행된 고속 푸리에 변환 (FFT) 연산의 크기인, 상기 그룹화하는 단계;

$N$  개의 샘플들의 블록 각각에서 상기 파일럿 신호의  $K$  개의 샘플들을 블랭킹 (blanking) 하는 단계로서,  $K$  는  $N$  보다 훨씬 작은 것인, 상기 블랭킹하는 단계; 및

상기 파일럿 신호의  $N$  개의 샘플들의 블록들과 상기 수신 신호의  $N$  개의 샘플들의 블록들을 이용하여 피드백 채널 추정치를 생성하는 단계로서, 상기 파일럿 신호의  $N$  개의 샘플들의 블록 각각은  $K$  개의 블랭킹된 샘플들을 포함하는, 상기 피드백 채널 추정치를 생성하는 단계를 포함하는, 피드백 채널 추정 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기  $N$  개의 샘플들의 블록 각각에서 상기 파일럿 신호의  $K$  개의 샘플들을 블랭킹하는 단계는 상기 파일럿 신호의  $K$  개의 샘플들의 에너지 레벨을 제로 또는 제로 근처 값으로 감소시키는 단계를 포함하는, 피드백 채널 추정 방법.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기  $N$  개의 샘플들의 블록 각각에서 상기 파일럿 신호의  $K$  개의 샘플들을 블랭킹하는 단계는 상기 파일럿 신호의  $K$  개의 샘플들의 에너지 레벨을 두 개 이상의 샘플들에 걸쳐서 제로 또는 제로 근처 값으로 점진적으로 감소시키는 단계를 포함하는, 피드백 채널 추정 방법.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기  $N$  개의 샘플들의 블록 각각에서 상기 파일럿 신호의  $K$  개의 샘플들을 블랭킹하는 단계는 상기 파일럿 신호의  $K$  개의 샘플들을 블랭킹하기 위해 윈도우 기능 (window function) 을 적용하는 단계를 포함하며, 상기 윈도우 기능은 게이팅해제된 상태 (ungated state) 로부터 게이팅된 상태 (gated state) 로의 점진적인 천이 및 그 반대로의 점진적인 천이를 갖는, 피드백 채널 추정 방법.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 파일럿 신호의  $K$  개의 샘플들을 블랭킹하기 위해 윈도우 기능을 적용하는 단계는 상기  $K$  개의 샘플들의 제 1 서브세트의 에너지 레벨이 상기 게이팅해제된 상태로부터 제로 또는 제로 근처 값으로 감소되는 하강 구간, 상기  $K$  개의 샘플들의 제 2 서브세트의 에너지 레벨이 제로 또는 제로 근처 값에서 유지되는 제로 구간, 및 상기  $K$  개의 샘플들의 제 3 서브세트의 에너지 레벨이 제로 또는 제로 근처 값으로부터 상기 게이팅해제된 상태로 증가되는 상승 구간을 갖는 윈도우 기능을 적용하는 단계를 포함하는, 피드백 채널 추정 방법.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 하강 구간, 상기 제로 구간 및 상기 상승 구간을 갖는 윈도우 기능을 적용하는 단계는 상기 하강 구간과 상기 제로 구간이 상기 N 개의 샘플들의 블록의 끝에서 위치하고 상기 상승 구간이 상기 N 개의 샘플들의 블록의 시작에서 위치하는 윈도우 기능을 적용하는 단계를 포함하는, 피드백 채널 추정 방법.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 N 개의 샘플들의 블록 각각에서 상기 파일럿 신호의 K 개의 샘플들을 블랭킹하는 단계는 고속 푸리에 변환 연산이 상기 주파수 도메인 채널 추정을 위해 수행되기 전에 상기 파일럿 신호의 K 개의 샘플들을 블랭킹하는 단계를 포함하는, 피드백 채널 추정 방법.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 N 개의 샘플들의 블록 각각에서 상기 파일럿 신호의 K 개의 샘플들을 블랭킹하는 단계는 상기 K 개의 샘플들을 순환적 프리픽스의 T 개의 샘플들로 교체하는 단계를 포함하는, 피드백 채널 추정 방법.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 피드백 채널 추정치를 생성하는 단계는,

상기 파일럿 신호의 N 개의 샘플들의 블록들과 상기 수신 신호의 N 개의 샘플들의 블록들을 이용하고, 최대비 결합을 적용하여 상기 피드백 채널 추정치를 생성하는 단계를 포함하며, 상기 파일럿 신호의 N 개의 샘플들의 블록 각각은 K 개의 블랭킹된 샘플들을 포함하는, 피드백 채널 추정 방법.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 증폭된 신호를 표시하는 신호를 파일럿 신호로서 이용하여 상기 피드백 채널을 추정하는 단계는,

상기 무선 중계기의 송신 회로에서의 송신 필터 앞 또는 뒤에서의 신호를 상기 파일럿 신호로서 취하는 단계를 포함하는, 피드백 채널 추정 방법.

#### 청구항 11

제 3 항에 있어서,

상기 증폭된 신호를 표시하는 신호를 파일럿 신호로서 이용하여 상기 피드백 채널을 추정하는 단계는,

상기 무선 중계기의 송신 회로에서의 송신 필터 앞 또는 뒤에서의 신호를 상기 파일럿 신호로서 취하는 단계를 포함하는, 피드백 채널 추정 방법.

#### 청구항 12

제 4 항에 있어서,

상기 증폭된 신호를 표시하는 신호를 파일럿 신호로서 이용하여 상기 피드백 채널을 추정하는 단계는,

상기 무선 중계기의 송신 회로에서의 송신 필터 앞 또는 뒤에서의 신호를 상기 파일럿 신호로서 취하는 단계를 포함하는, 피드백 채널 추정 방법.

#### 청구항 13

수신 신호를 수신하고 증폭된 신호를 송신하는 제 1 안테나와 제 2 안테나를 갖는 무선 중계기로서, 상기 수신 신호는 중계될 원격 신호와, 상기 제 1 안테나와 상기 제 2 안테나 사이의 피드백 채널로부터 야기된 피드백 신호와의 합이며, 상기 무선 중계기는,

상기 제 1 안테나와 상기 제 2 안테나 중 하나의 안테나로부터 상기 수신 신호를 수신하도록 구성된 수신 회로;  
피드백 신호 추정치에 액세스하고, 상기 수신 신호로부터 상기 피드백 신호 추정치를 소거하도록 구성된 에코 소거기;

상기 에코 소거기 앞 또는 뒤에서 제 1 지연을 도입시키도록 구성된 지연 엘리먼트; 및

지연된 에코 소거 신호를 증폭하여 송신될 상기 증폭된 신호를 생성하도록 구성된 송신 회로를 포함하며,

상기 에코 소거기는,

주파수 도메인 채널 추정을 이용하고 상기 증폭된 신호를 나타내는 신호를 파일럿 신호로서 이용하여 상기 피드백 채널을 추정하도록 구성된 채널 추정 블록으로서, 상기 주파수 도메인 채널 추정은 상기 파일럿 신호의  $N$  개의 샘플들의 블록들에 대해 고속 푸리에 변환 (FFT) 을 수행하도록 동작하며,  $N$  은 상기 FFT 연산의 크기인, 상기 채널 추정 블록; 및

상기  $N$  개의 샘플들의 블록 각각에서 상기 파일럿 신호의  $K$  개의 샘플들을 블랭킹하도록 구성된 파일럿 신호 블랭킹 회로로서,  $K$  는  $N$  보다 훨씬 작은, 상기 파일럿 신호 블랭킹 회로를 포함하며,

상기 채널 추정 블록은 상기 파일럿 신호의  $N$  개의 샘플들의 블록들과 상기 수신 신호의  $N$  개의 샘플들의 블록들을 이용하여 피드백 채널 추정치를 생성하도록 구성되고, 상기 파일럿 신호의  $N$  개의 샘플들의 블록 각각은  $K$  개의 블랭킹된 샘플들을 포함하며, 상기 채널 추정 블록은 또한 상기 피드백 채널 추정치에 기초하여 상기 피드백 신호 추정치를 생성하는, 무선 중계기.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 에코 소거기는 상기 수신 신호와 상기 피드백 신호 추정치를 수신하는 합산기를 더 포함하며, 상기 합산기는 상기 수신 신호로부터 상기 피드백 신호 추정치를 뺄셈하여 에코 소거된 신호를 생성하도록 구성된, 무선 중계기.

#### 청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 송신 회로는 송신 필터를 포함하며, 상기 파일럿 신호 블랭킹 회로는 상기 송신 필터 앞 또는 뒤에서, 상기  $N$  개의 샘플들의 블록 각각에서 상기 파일럿 신호의  $K$  개의 샘플들을 블랭킹하는, 무선 중계기.

#### 청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 파일럿 신호 블랭킹 회로는 상기  $K$  개의 샘플들을 블랭킹하기 위해 상기 파일럿 신호의 상기  $K$  개의 샘플들의 에너지 레벨을 제로 또는 제로 근처 값으로 감소시키도록 동작하는, 무선 중계기.

#### 청구항 17

제 13 항에 있어서,

상기 파일럿 신호 블랭킹 회로는 상기  $K$  개의 샘플들을 블랭킹하기 위해 상기 파일럿 신호의 상기  $K$  개의 샘플들의 에너지 레벨을 두 개 이상의 샘플들에 걸쳐서 제로 또는 제로 근처 값으로 점진적으로 감소시키도록 동작하는, 무선 중계기.

#### 청구항 18

제 13 항에 있어서,

상기 파일럿 신호 블랭킹 회로는 상기 파일럿 신호의 상기  $K$  개의 샘플들을 블랭킹하기 위해 윈도우 기능을 적용하도록 동작하며, 상기 윈도우 기능은 게이팅해제된 상태에서부터 게이팅된 상태로의 점진적인 천이 및 그 반대로의 점진적인 천이를 갖는, 무선 중계기.

**청구항 19**

제 18 항에 있어서,

상기 윈도우 기능은 상기 K 개의 샘플들의 제 1 서브세트의 에너지 레벨이 상기 게이팅해제된 상태로부터 제로 또는 제로 근처 값으로 감소되는 하강 구간, 상기 K 개의 샘플들의 제 2 서브세트의 에너지 레벨이 제로 또는 제로 근처 값에서 유지되는 제로 구간, 및 상기 K 개의 샘플들의 제 3 서브세트의 에너지 레벨이 제로 또는 제로 근처 값으로부터 상기 게이팅해제된 상태까지 증가되는 상승 구간을 갖는, 무선 중계기.

**청구항 20**

제 18 항에 있어서,

상기 윈도우 기능은 상기 N 개의 샘플들의 블록의 끝에서 위치한 하강 구간과 제로 구간, 및 상기 N 개의 샘플들의 블록의 시작에서 위치하는 상승 구간을 갖는, 무선 중계기.

**청구항 21**

제 13 항에 있어서,

상기 파일럿 신호 블랭킹 회로는 상기 주파수 도메인 채널 추정을 위해 상기 고속 푸리에 변환 연산이 수행되기 전에 상기 K 개의 샘플들을 블랭킹하도록 동작하는, 무선 중계기.

**청구항 22**

제 13 항에 있어서,

상기 파일럿 신호 블랭킹 회로는 상기 K 개의 샘플들을 순환적 프리픽스의 T 개의 샘플들로 교체하도록 동작하는, 무선 중계기.

**청구항 23**

제 19 항에 있어서,

상기 파일럿 신호 블랭킹 회로는,

상기 하강 구간의 위치 및 지속기간을 정의하는 하강 신호와, 상기 상승 구간의 위치 및 지속기간을 정의하는 상승 신호를 생성하는 블랭킹 제어기로서, 상기 제로 구간은 상기 하강 구간과 상기 상승 구간 사이에 위치하는, 상기 블랭킹 제어기;

상기 하강 신호와 상기 상승 신호에 응답하여 카운트 어드레스를 생성하는 업/다운 카운터로서, 상기 업/다운 카운터는 상기 상승 신호 또는 상기 하강 신호 중 하나의 신호가 어써팅 (asserted) 될 때 인에이블되며, 상기 카운트 어드레스는 상기 하강 신호가 어써팅될 때 첫번째 카운트에서부터 마지막 카운트까지 카운트 업하고 상기 상승 신호가 어써팅될 때 상기 마지막 카운트에서부터 상기 첫번째 카운트까지 카운트 다운하는, 상기 업/다운 카운터;

상기 윈도우 기능과 연계된 윈도우 계수들을 저장하며, 상기 윈도우 계수를 제공하기 위해 상기 카운트 어드레스에 의해 인덱싱되는 메모리; 및

상기 윈도우 기능에 따라 상기 K 개의 샘플들을 블랭킹하기 위해 상기 K 개의 샘플들 각각을 상기 윈도우 계수와 곱셈하는 승산기를 포함하는, 무선 중계기.

**청구항 24**

제 13 항에 있어서,

상기 채널 추정 블록은 상기 파일럿 신호의 N 개의 샘플들의 블록들과 상기 수신 신호의 N 개의 샘플들의 블록들을 이용하고, 최대비 결합을 적용하여 상기 피드백 채널 추정치를 생성하도록 구성되고, 상기 파일럿 신호의 N 개의 샘플들의 블록 각각은 K 개의 블랭킹된 샘플들을 포함하는, 무선 중계기.

**청구항 25**

제 17 항에 있어서,

상기 송신 회로는 송신 필터를 포함하며, 상기 파일럿 신호 블랭킹 회로는 상기 송신 필터 앞 또는 뒤에서, 상기 N 개의 샘플들의 블록 각각에서 상기 파일럿 신호의 K 개의 샘플들을 블랭킹하는, 무선 중계기.

**청구항 26**

제 18 항에 있어서,

상기 송신 회로는 송신 필터를 포함하며, 상기 파일럿 신호 블랭킹 회로는 상기 송신 필터 앞 또는 뒤에서, 상기 N 개의 샘플들의 블록 각각에서 상기 파일럿 신호의 K 개의 샘플들을 블랭킹하는, 무선 중계기.

**청구항 27**

수신 신호를 수신하고 증폭된 신호를 송신하는 제 1 안테나와 제 2 안테나를 갖는 무선 중계기로서, 상기 수신 신호는 중계될 원격 신호와, 상기 제 1 안테나와 상기 제 2 안테나 사이의 피드백 채널로부터 야기된 피드백 신호와의 합이며, 상기 무선 중계기는,

상기 제 1 안테나와 상기 제 2 안테나 중 하나의 안테나로부터 상기 수신 신호를 수신하기 위한 수단;

상기 입력 신호로부터 피드백 신호 추정치를 소거하기 위한 수단;

상기 피드백 신호 추정치가 상기 입력 신호로부터 소거되기 전 또는 후에 제 1 지연을 도입하기 위한 수단; 및 지연된 에코 소거 신호를 증폭하여 송신될 상기 증폭된 신호를 생성하기 위한 수단을 포함하며,

상기 소거 수단은,

주파수 도메인 채널 추정을 이용하고 상기 증폭된 신호를 나타내는 신호를 파일럿 신호로서 이용하여 상기 피드백 채널을 추정하기 위한 수단으로서, 상기 주파수 도메인 채널 추정은 상기 파일럿 신호의 N 개의 샘플들의 블록들에 대해 고속 푸리에 변환 (FFT) 을 수행하도록 동작하며, N 은 상기 FFT 연산의 크기인, 상기 피드백 채널을 추정하기 위한 수단; 및

N 개의 샘플들의 블록 각각에서 상기 파일럿 신호의 K 개의 샘플들을 블랭킹 (blanking) 하기 위한 수단으로서, K 는 N 보다 훨씬 작은 것인, 상기 블랭킹하기 위한 수단을 포함하며,

상기 피드백 채널을 추정하기 위한 수단은 상기 파일럿 신호의 N 개의 샘플들의 블록들과 상기 수신 신호의 N 개의 샘플들의 블록들을 이용하여 피드백 채널 추정치를 생성하고, 상기 파일럿 신호의 N 개의 샘플들의 블록 각각은 K 개의 블랭킹된 샘플들을 포함하며, 상기 피드백 채널을 추정하기 위한 수단은 또한 상기 피드백 채널 추정치에 기초하여 상기 피드백 신호 추정치를 생성하는, 무선 중계기.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 관련 출원에 대한 상호참조

[0002] 본 출원은 2009년 5월 11일에 출원된 미국 가특허 출원 61/177,196 의 이익을 청구하며, 이 가특허 출원 내용 전체는 참조로서 본 명세서내에 병합된다.

[0003] 본 발명개시는 일반적으로 무선 통신 시스템에서의 중계기에 관한 것이며, 보다 구체적으로는, 에코 소거 중계기에서의 피드백 지연 제어를 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0004] 무선 통신 시스템들 및 기술들은 우리가 통신하는 방법의 중요한 부분이 되어 왔다. 하지만, 커버리지를 제공하는 것은 무선 서비스 제공자들에게는 중대한 도전과제일 수 있다. 커버리지를 확장시키는 한가지 방법은 중계기들 (repeaters) 을 배치시키는 것이다.

[0005] 일반적으로, 중계기는 신호를 수신하고, 이 신호를 증폭시키며, 이 증폭된 신호를 송신하는 디바이스이다. 도 1 은 셀룰라 전화기 시스템의 환경에서의, 중계기 (110) 의 기본도를 도시한다. 중계기 (110) 는 기지국 (125) 과 같은 네트워크 인프라구조에 대한 예시적인 네트워크 인터페이스로서 도너 안테나 (115) 를 포함한다.

중계기 (110) 는 또한 모바일 디바이스 (130) 에 대한 모바일 인터페이스로서 서버 안테나 (120) (이것을 또한 "커버리지 안테나"라고도 칭한다) 를 포함한다. 동작시, 도너 안테나 (115) 는 기지국 (125) 과 통신하는 반면에, 서버 안테나 (120) 는 모바일 디바이스 (130) 와 통신한다.

[0006] 중계기 (110) 에서, 기지국 (125) 으로부터의 신호들은 순방향 링크 회로 (135) 를 이용하여 증폭되는 반면에, 모바일 디바이스 (130) 로부터의 신호들은 역방향 링크 회로 (140) 를 이용하여 증폭된다. 순방향 링크 회로 (135) 와 역방향 링크 회로 (140) 를 위한 많은 구성들이 이용될 수도 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0007] 많은 종류의 중계기들이 있다. 몇몇 중계기들에서, 네트워크 및 모바일 인터페이스들 모두는 무선인 반면에, 다른 중계기들에서는, 유선 네트워크 인터페이스가 이용된다. 몇몇의 중계기들은 제 1 캐리어 주파수로 신호들을 수신하고 이와 다른 제 2 캐리어 주파수로 증폭된 신호들을 송신하는 반면에, 다른 중계기들은 동일한 캐리어 주파수를 이용하여 신호들을 송신 및 수신한다. "동일 주파수" 중계기들에 있어서, 하나의 특별한 도전과제는 송신된 신호의 일부가 수신 회로로 역누설되어 증폭되고 다시 송신될 수 있음으로 인해 발생하는 피드백을 관리하는 것이다.

[0008] 기존의 중계기들은 다수의 기술들을 이용하여 피드백을 관리하는데, 예를 들어, 중계기는 두 개의 안테나들간에 물리적 격리를 제공하도록 구성되고, 필터들이 이용되거나, 또는 다른 기술들이 활용될 수도 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0009] 여기서 개시된 시스템들, 장치들, 및 방법들은 강화된 중계기 능력을 가능하게 해준다. 본 발명의 하나의 실시형태에 따르면, 무선 통신 시스템에서 무선 중계기를 위한 피드백 채널을 추정하기 위한 방법이 설명된다.

무선 중계기는 수신 신호를 수신하고 증폭된 신호를 송신하는 제 1 안테나와 제 2 안테나를 가지며, 수신 신호는 중계될 원격 신호와, 무선 중계기의 제 1 안테나와 제 2 안테나 사이의 피드백 채널로부터 야기된 피드백 신호와의 합이다. 본 방법은 증폭된 신호를 나타내는 신호를 파일럿 신호로서 이용하고 주파수 도메인 채널 추정을 이용하여 제 1 안테나와 제 2 안테나 사이의 피드백 채널을 추정하는 단계, 파일럿 신호의 샘플들을 N 개의 샘플들의 블록들로 그룹화하는 단계로서, N 은 주파수 도메인 채널 추정을 위해 수행된 고속 푸리에 변환 (FFT) 연산의 크기인 것인, 그룹화 단계, N 개의 샘플들의 블록들 각각에서 파일럿 신호의 K 개의 샘플들을 블랭킹 (blanking) 하는 단계로서, K 는 N 보다 훨씬 작은 것인, 블랭킹하는 단계, 및 파일럿 신호의 N 개의 샘플들의 블록들로서, 상기 N 개의 샘플들의 블록들 각각은 K 개의 블랭킹된 샘플들을 포함하는, 파일럿 신호의 N 개의 샘플들의 블록들과, 수신 신호의 N 개의 샘플들의 블록들을 이용하여 피드백 채널 추정치를 생성하는 단계를 포함한다.

[0010] 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 수신 신호를 수신하고 증폭된 신호를 송신하는 제 1 안테나와 제 2 안테나를 갖는 무선 중계기가 설명되며, 수신 신호는 중계될 원격 신호와, 제 1 안테나와 제 2 안테나 사이의 피드백 채널로부터 야기된 피드백 신호와의 합이다. 무선 중계기는 제 1 안테나와 제 2 안테나 중 하나의 안테나로부터 수신 신호를 수신하도록 구성된 수신 회로, 피드백 신호 추정치에 액세스하고 수신 신호로부터 피드백 신호 추정치를 소거하도록 구성된 에코 소거기, 에코 소거기 전 또는 앞에서 제 1 지연을 도입시키도록 구성된 지연 엘리먼트, 및 지연되고 에코 소거된 신호를 증폭하여 송신될 증폭 신호를 생성시키도록 구성된 송신 회로를 포함한다. 에코 소거기는 주파수 도메인 채널 추정을 이용하고 증폭된 신호를 나타내는 신호를 파일럿 신호로서 이용하여 피드백 채널을 추정하도록 구성된 채널 추정 블록을 포함한다. 주파수 도메인 채널 추정은 파일럿 신호의 N 개의 샘플들의 블록들에 대해 고속 푸리에 변환 (FFT) 을 수행하도록 동작하며, N 은 FFT 연산의 크기이다. 에코 소거기는 N 개의 샘플들의 블록들 각각에서 파일럿 신호의 K 개의 샘플들을 블랭킹하도록 구성된 파일럿 신호 블랭킹 회로를 더 포함하며, K 는 N 보다 훨씬 작다. 채널 추정 블록은 파일럿 신호의 N 개의 샘플들의 블록들로서, N 개의 샘플들의 블록들 각각은 K 개의 블랭킹된 샘플들을 포함하는, 파일럿 신호의 N 개의 샘플들의 블록들과, 수신 신호의 N 개의 샘플들의 블록들을 이용하여 피드백 채널 추정치를 생성하도록 구성된다. 채널 추정 블록은 또한 피드백 채널 추정치에 기초하여 피드백 신호 추정치를 생성한다.

#### 도면의 간단한 설명

[0011] 도 1 은 종래기술에 따른 중계기의 단순화도이다.

도 2 는 본 발명개시의 몇몇 실시형태들에 따른 중계기 환경의 도면을 도시한다.

도 3 은 파일럿 샘플 블랭킹 방법이 본 발명의 하나의 실시형태에 따라 구현될 수 있는 에코 소거 중계기의 블록도이다.

도 4 는 통상적인 채널 추정 알고리즘에서의 수신 샘플들, 파일럿 샘플들 및 피드백 채널간의 관계를 나타낸다.

도 5 는 본 발명의 하나의 실시형태에 따른 파일럿 샘플 블랭킹 방법을 적용한 채널 추정 알고리즘에서의 수신 샘플들, 파일럿 샘플들 및 피드백 채널간의 관계를 나타낸다.

도 6 은 파일럿 샘플 블랭킹 방법이 본 발명의 하나의 실시형태에 따라 구현될 수 있는 중계기의 상세 블록도이다.

도 7 은 본 발명의 하나의 실시형태에 따른 파일럿 샘플 블랭킹 방법에서 적용될 수 있는 블랭킹 회로의 개략도이다.

도 8 은 본 발명의 하나의 실시형태에 따른 블랭킹 제어기 (506) 의 개략도이다.

도 9 는 본 발명의 하나의 실시형태에 따른 블랭킹 제어기 (506) 에서의 램프 카운터의 개략도이다.

도 10 은 본 발명의 하나의 실시형태에 따른 블랭킹 회로 (500) 에서의 신호들의 타이밍도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 첨부 도면들과 관련된 이하의 상세한 설명을 고려한 후에, 개시된 방법 및 장치의 성질, 목적들 및 장점들은 본 발명분야의 당업자에게 보다 명백해질 것이다.

[0013] 상술한 것과 같은 종래기술의 중계기들은 셀룰러 전화기 또는 이와 유사한 네트워크들에 대해 상당한 장점들을 제공할 수도 있다. 하지만, 기존의 중계기 구성들은 몇몇 애플리케이션들에 대해서는 적합하지 않을 수도 있다. 예를 들어, 기존의 중계기 구성들은 중계기의 안테나들간에 희망하는 격리를 획득하는 것이 보다 어려울 수도 있는 실내 커버리지 애플리케이션들 (예컨대, 거주 또는 영업 환경을 위한 중계 신호들) 에 대해 적합하지 않을 수도 있다. 또한, 몇몇의 통상적인 중계기 구현들에서는, 안정적인 피드백 루프 (1 미만의 루프 이득) 를 유지하면서 적당히 높은 이득을 취득하는 것이 목적이다. 하지만, 중계기 이득을 증가시키는 것은 도너 안테나로 역누설되는 신호가 증가됨으로 인해 격리를 보다 어렵게 만든다. 일반적으로, 루프 안정성 요구는 커버리지 안테나로부터 도너 안테나로 역누설되는 신호는 원격 신호 (중계될 신호) 보다 훨씬 낮을 것을 필요로 한다. 그러면 중계기의 출력에서 최대 달성가능한 신호 대 간섭/잡음비 (SINR) 는 중계기에 대한 입력에서의 원격 신호의 SINR 과 동일하다. 고 이득과 향상된 격리는 오늘날의 중계기들, 특히 실내 애플리케이션들을 위한 중계기들에 필요한 두 개의 요구들을 형성한다.

[0014] 여기서의 시스템들 및 기술들은 중계기들의 도너 안테나 (예컨대 순방향 링크 송신을 위한 "수신 안테나") 와 커버리지 안테나 (순방향 링크 송신을 위한 "송신 안테나") 간의 향상된 격리를 갖는 무선 중계기들을 제공한다. 뿐만 아니라, 몇몇 실시형태들에서, 여기서의 시스템들 및 기술들은 격리를 상당히 향상시키기 위해 간섭 소거 또는 에코 소거를 활용한 고유한 중계기 설계를 제공한다. 몇몇 실시형태들에서, 간섭 소거 및 에코 소거는 여기서 채널의 정확한 추정을 위해 제공된 향상된 채널 추정 기술들을 이용하여 실현된다. 효율적인 에코 소거는 누설 채널의 매우 정확한 채널 추정을 필요로 한다. 일반적으로, 채널 추정이 보다 정확할 수록, 소거는 더 높아지고 이에 따라 유효 격리가 더 높아진다. 여기서, "간섭 소거" 또는 "에코 소거" 는 중계기의 안테나들간의 누설 신호량을 감소시키거나 또는 제거시키는 기술들을 말하며; 즉, "간섭 소거" 는 추정된 누설 신호의 소거를 말하며, 이것은 실제의 누설 신호의 부분적 또는 완전한 소거를 제공한다.

[0015] 도 2 는 본 발명개시의 실시형태들에 따른 중계기 (210) 를 위한 동작 환경 (200) 의 도면을 도시한다. 도 2 의 예시는 순방향 링크 송신들을 나타내며; 즉, 기지국 (225) 으로부터의 원격 신호 (140) 는 모바일 디바이스 (230) 를 향하도록 의도된다. 만약 기지국 (225) 과 모바일 디바이스 (230) 사이의 경로 (227) 를 따른 비중계된 신호가 모바일 디바이스 (230) 에서 수신되는 유효한 음성 및/또는 데이터 통신들을 위한 충분한 신호를 제공하지 않는다면, 중계기 (210) 와 같은, 중계기가 환경 (200) 에서 이용될 수도 있다. 이득 (G) 과 지연 ( $\Delta$ ) 을 갖는 중계기 (210) 는 도너 안테나 (215) 를 통해 기지국 (225) 으로부터 수신된 신호를 서버 안테나 (220) 를 이용하여 모바일 디바이스 (230) 에게 중계하도록 구성된다. 중계기 (210) 는 기지국 (225) 으로부터 수신된 신호들을 도너 안테나 (215) 와 서버 안테나 (220) 를 통해 증폭하여 모바일 디바이스 (230) 에 송신하기 위한 순방향 링크 회로를 포함한다. 또한, 중계기 (210) 는 모바일 디바이스 (230) 로부터의

신호들을 증폭하고 이것을 기지국 (225) 으로 반송하기 위한 역방향 링크 회로를 포함할 수도 있다. 중계기 (210) 에서는, 원격 신호  $s(t)$  가 입력 신호로서 수신되고, 원격 신호  $s(t)$  는, 중계되거나 증폭된 신호  $y(t)$  로서 중계되며, 여기서  $y(t) = \sqrt{G}s(t - \Delta)$  이다. 이상적으로는, 이득 (G) 은 클 것이고, 중계기의 내재적인 지연 ( $\Delta$ ) 은 작을 것이며, 입력 SINR 이 중계기 (210) 의 출력부에서 유지되며 (이것은 데이터 트래픽 지원을 위해 특별한 중요도를 가질 수 있다), 단지 희망하는 캐리어들만이 증폭될 것이다.

[0016] 실제로는, 도너 안테나 (215) 와 서버 안테나 (220) 사이의 거리에 의해 중계기 (210) 의 이득이 제한된다. 이득이 너무 크면, 중계기는 신호 누설로 인해 불안정해질 수 있다. 신호 누설은, 도 2 에서 피드백 경로 (222) 로 도시된 바와 같이, 하나의 안테나 (도 2 에서는, 서버 안테나 (220)) 로부터 송신되는 신호의 일부가 다른 안테나 (도 2 에서는, 도너 안테나 (215)) 에 의해 수신되는 현상을 말한다. 간섭 소거 또는 다른 기술들이 없는 경우, 중계기는 자신의 정상 동작의 일부로서, 누설 신호라고도 지칭되는 이 피드백 신호를 증폭할 것이고, 증폭된 피드백 신호는 서버 안테나 (220) 에 의해 다시 송신될 것이다. 신호 누설 및 고 중계기 이득으로 인한 증폭된 피드백 신호의 중계된 송신은 중계기 불안정성을 초래할 수 있다. 부가적으로, 중계기 (210) 에서의 신호 프로세싱은 무시할 수 없는 내재적인 지연 ( $\Delta$ ) 을 갖는다. 중계기의 출력 SINR 은 RF 비선형성 및 다른 신호 프로세싱에 의존한다. 따라서, 상술된 이상적인 중계기 동작 특성들은 자주 달성되지 못한다. 최종적으로, 실제로, 중계기가 배치된 동작 환경 또는 시장에 따라, 희망하는 캐리어들은 변경될 수 있다. 희망하는 캐리어들만을 증폭시키는 중계기를 제공하는 것은 항상 가능한 것은 아니다.

[0017] 본 발명개시의 실시형태들에서, 실내 커버리지 (예를 들어, 영업, 주거, 또는 유사한 용도) 에 적합한 중계기가 제공된다. 중계기는 적절히 사이징된 거주지에서의 커버리지를 위한 충분한 이득의 일 예인 약 70 dB 이상의 활성 이득을 갖는다. 또한, 중계기는 안정성을 위해 1 미만의 루프 이득 (송신 안테나와 수신 안테나 사이의 피드백 루프의 이득이라고 지칭되는 루프 이득) 및 안정성과 저 출력 잡음 플로어를 위한 충분한 양의 마진을 갖는다. 일부 실시형태에서, 중계기는 80 dB 보다 큰 총 격리도를 갖는다. 일부 실시형태에서, 중계기는 고 레벨의 활성 격리를 달성하기 위해 간섭/에코 소거를 채용하고, 고 레벨의 활성 격리는 이용가능 중계기들의 요건들보다 상당히 더 도전적이다.

[0018] 본 발명개시의 일부 실시형태들은 요구된 레벨의 에코 소거를 가능하게 하기 위해 채널 추정을 이용한다. 피드백 채널 (안테나들 사이의 채널) 을 충분한 정확도로 추정함으로써, 에코 소거후 (post echo cancellation) 의 잔류 에러는 안정성을 위해 희망하는 루프 이득 마진을 실현하도록 원격 신호보다 충분히 낮을 수 있다.

[0019] 본 발명의 중계기가 배치될 수 있는 통신 시스템은 적외선, 라디오, 및/또는 마이크로파 기술에 기초한 다양한 무선 통신 네트워크들을 포함한다. 이러한 네트워크들은, 예를 들어, WWAN (wireless wide area network), WLAN (wireless local area network), WPAN (wireless personal area network) 등을 포함할 수 있다. WWAN 은 CDMA (Code Division Multiple Access) 네트워크, TDMA (Time Division Multiple Access) 네트워크, FDMA (Frequency Division Multiple Access) 네트워크, OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 네트워크, SC-FDMA (Single-Carrier Frequency Division Multiple Access) 네트워크 등일 수도 있다.

CDMA 네트워크는 CDMA2000, W-CDMA (Wideband-CDMA) 등과 같은 하나 이상의 무선 액세스 기술 (RAT) 들을 구현할 수도 있다. CDMA2000 은 IS-95, IS-2000, 및 IS-856 표준들을 포함한다. TDMA 네트워크는 GSM (Global System for Mobile Communications), D-AMPS (Digital Advanced Mobile Phone System), 또는 몇몇 다른 RAT 를 구현할 수도 있다. GSM 및 W-CDMA 는 "3GPP (3rd Generation Partnership Project)" 라고 명명된 컨소시엄으로부터의 문서들에 기술되어 있다. CDMA2000 은 "3GPP2 (3rd Generation Partnership Project 2)" 라고 명명된 컨소시엄으로부터의 문서들에 기술되어 있다. 3GPP 및 3GPP2 문서들은 공개적으로 입수가능하다. WLAN 은 IEEE 802.11x 네트워크일 수도 있고, WPAN 은 블루투스 네트워크, IEEE 802.15x, 또는 몇몇 다른 타입의 네트워크일 수도 있다. 또한, 여기에 기술된 시스템들 및 기술들은 WWAN, WLAN 및/또는 WPAN 의 임의의 조합을 위해 이용될 수도 있다.

[0020] 채널 추정 기술들

[0021] 정확한 채널 추정은 주파수 중계기들상에서의 누설 신호의 고 충실도의 기저대역 소거를 위해 중요하다. 일반적인 중계기에서, 채널 추정을 위한 파일럿 신호는 증폭되어 모바일 디바이스 (다운링크 또는 순방향 링크) 또는 기지국 (업링크 또는 역방향 링크) 에 송신되는 증폭된 신호이다. 증폭된 신호는 순방향 링크 송신 또는 역방향 링크 송신 모두에서 송신 안테나로부터 수신 안테나로 역누설된다. 피드백 신호라고도 칭해지는 누설 신호는 희망하는 원격 신호와 함께 수신 안테나에 의해 수신된다. 간섭 소거 중계기에서, 피드백 신호

는 추정되고, 그런 후 소거된다. 간섭 소거는 중계기의 안테나들간의 유효 격리를 증가시킨다. 만약 피드백 채널이 충분히 정확하게 추정되면, 피드백 신호는 거의 완전하게 제거될 수 있다. 채널 추정치가 보다 정확할 수록, 중계기는 안정성을 위한 필요한 격리를 유지하면서 출력 신호의 보다 많은 증폭을 유지할 수가 있다. 다시 말하면, 중계기의 채널 추정치의 정확성과 중계기의 달성가능한 이득은 직접적으로 관련이 있다.

[0022] 본 발명의 하나의 양태에 따르면, 에코 소거 중계기는 주파수 도메인에서 채널 추정을 구현한다. 주파수 도메인 채널 추정은 감소된 복잡성과 증가된 견고성과 같은 특별한 장점들을 제공한다. 하지만, 고속 푸리에 변환-역 고속 푸리에 변환 (FFT-IFFT) 형 프로세싱의 이용을 통한 주파수 도메인 채널 추정은 일반적으로 직교성을 유지하기 위한 신호에서의 순환적 프리픽스 (cyclic prefix) 에 의존한다. 중계기 애플리케이션들에서 주파수 도메인 채널 추정을 적용할 때의 문제점은 "파일럿" 은 실제로 단지 송신되는 신호 (즉, 기지국/모바일 유닛으로부터의 원래의 신호) 에 불과하며 상이한 "주파수 빈들" 의 직교성을 보장하기 위해 "파일럿" 신호에 삽입형 순환적 프리픽스가 존재하지 않는다는 점이다. 순환적 프리픽스의 결여, 또는 이와 등가적으로 순환적 프리픽스보다 긴 채널을 갖는 것은, 샘플간 간섭 (ISI) 및 캐리어간 간섭 (ICI) 과 같은 부가적 에러들 (additive errors) 및 배수적 에러들 (multiplicative errors) 을 비롯한, 채널 추정에서 에러 항들을 도입시키며, 이에 따라 채널 추정의 성능을 저하시키는 것으로 잘 알려져 있다.

[0023] 여기서 제공된 본 발명의 시스템 및 방법은 송신된 신호인 파일럿 신호에서의 순환적 프리픽스의 부재시에 에코 소거 중계기에서의 주파수 도메인 채널 추정의 이용을 가능하게 해준다. 보다 구체적으로, 여기서 제공된 본 발명의 시스템 및 방법은 파일럿 샘플들 블랭킹을 통해 에코 소거 중계기에서의 주파수 도메인 채널 추정의 정확성을 향상시킨다.

[0024] 도 3 은 파일럿 샘플 블랭킹 방법이 본 발명의 하나의 실시형태에 따라 구현될 수 있는 에코 소거 중계기의 블록도이다. 도 3 을 참조하면, 에코 소거 중계기 (310) 는 (입력 노드 (340) 로서 표시된) 도너 안테나를 통해 중계될 원격 신호  $S[k]$  를 수신하고 (출력 노드 (370) 로서 표시된) 서버 안테나를 통해 송신될 출력 신호  $y[k]$  를 생성한다. 서버 안테나로부터 도너 안테나로의 역으로의 신호 누설은 출력 신호  $y[k]$  의 일부가 중계기에 의해 수신되기 전에 역누설되어 원격 신호에 추가되도록 한다. 신호 누설은 출력 노드 (370) 와 입력 노드 (340) 사이의 신호 경로 (354) 로서 표시된, 피드백 채널  $h[k]$  로서 표현된다. 따라서, 사실상, 중계기 (310) 는 원격 신호  $s[k]$  와 피드백 신호  $w[k]$  의 합인 수신 신호  $r[k]$  를 입력으로서 노드 (343) 를 통해 수신한다. 도 3 에서의 합산기 (342) 는 수신 신호  $r[k]$  의 신호 성분들을 단지 나타내는 것을 상징하고 이것을 나타내도록 포함된 것일 뿐이며, 중계기 (310) 의 동작 환경에서의 사실상의 신호 합산기를 나타내는 것은 아니다.

[0025] 에코 소거 중계기인 중계기 (310) 는 수신 신호에서 희망하지 않은 피드백 신호 성분을 소거하기 위해 피드백 신호  $w[k]$  를 추정하도록 동작한다. 이를 위해, 중계기 (310) 는 피드백 채널  $h[k]$  을 추정하기 위한 채널 추정 블록 (350) 및 피드백 신호를 추정하고 수신 신호로부터 추정된 피드백 신호를 소거하기 위한 에코 소거기 (344) 를 포함한다. 보다 구체적으로, 수신 신호  $r[k]$  는 수신 신호  $r[k]$  로부터 피드백 신호 추정치  $\hat{w}[k]$  를 뺄셈하도록 동작하는 합산기에 결합된다. 피드백 신호 추정치  $\hat{w}[k]$  가 정확하는 한, 희망하지 않은 피드백 신호는 수신 신호로부터 제거되고 에코 소거는 실현된다. 본 실시형태에서, 소거후 신호  $p[k]$  (노드 (345)) 는 소거후 신호에게 이득 (G) 을 제공하는 가변적인 이득 스테이지 (348) 에 결합된다. 가변적인 이득 스테이지 (348) 에 의해 제공된 이득 (G) 은 중계기 (310) 의 안정성을 유지하기 위해 이득 제어 알고리즘들을 적용하는 이득 제어 블록 (380) 에 의해 제어된다. 이득 스테이지 (348) 는 서버 안테나를 통한 송신을 위해 출력 노드 (370) 상에서 출력 신호  $y[k]$  를 생성한다.

[0026] 도 3 은 본 발명의 채널 추정 동작과 관련된 엘리먼트들만을 나타낸다. 중계기 (310) 는 도 3 에서 도시되지는 않았지만 완전한 중계기 동작을 실현하는 본 발명분야에서 공지된 다른 엘리먼트들을 포함할 수도 있다.

[0027] 상술한 바와 같이, 순환적 프리픽스가 없는 파일럿 신호에 대한 FFT-IFFT 형 프로세싱을 이용한 중계기에서의 주파수 도메인 채널 추정은 부가적 노이즈 및 배수적 노이즈 에러 항들의 측면에서 도전과제를 나타낸다. 부가적 노이즈는 FFT-IFFT 프로세싱의 회전 컨볼루션 (circular convolution) 이 파일럿 신호에서의 순환적 프리픽스의 결여로 인한 희망하는 선형 컨볼루션 (linear convolution) 과 동등하지 않은 이유로 인해 발생하는 ICI 및 ISI 항들을 포함한다. 배수적 노이즈는 채널 추정치에 대한 바이어스를 도입시킨다. 일반적으로,  $H$  를 중계기에서의 피드백 채널의 완전 채널 추정치인 것으로 가정하면, 순환적 프리픽스의 결여의 결과로서의 실제적인 채널 추정치는:  $aH+M+Z$  가 되며, 여기서  $M$  은 랜덤 노이즈를 나타내고,  $Z$  은 부가적 노

이즈 항들 ICI 및 ISI 이며,  $\alpha$  는 배수적 노이즈 항이다. 일반적으로,  $\alpha$  는 1 에 매우 가깝지만  $\alpha$  가 1 의 값으로부터 이탈할 때에는 추정 정확도에 영향을 미칠 수 있다.

[0028] 보다 구체적으로, ICI 및 ISI 에러들을 야기시키는 채널 추정 알고리즘은 다음과 같이 나타내어질 수 있다.  $H$  는 완전 피드백 채널 추정치를 표시하고,  $P$  는 파일럿 신호의 고속 푸리에 변환, 즉  $P=FFT(\text{pilot})$  을 표시하고,  $R$  은 수신 신호의 고속 푸리에 변환, 즉  $R=FFT(\text{rxsignal})$  을 표시하는 것으로 하면, 피드백 채널 추정치  $\hat{H}$  는 다음과 같이 주어진다:

$$\begin{aligned} \hat{H} &= \frac{P^*R}{P^*P} \\ &= \frac{P^*(\text{feedbacksignal} + \text{remotesignal})}{P^*P} \\ &= \frac{P^*(HP + \text{remotesignal})}{P^*P} + ICI + ISI \\ &= H + \frac{P^*\text{remotesignal}}{P^*P} + ICI + ISI, \end{aligned}$$

[0029] 여기서 " $P^*$ " 은  $P$  의 켄쥬게이트 (conjugate) 와  $R$  을 표시한다.

[0031] 순환적 프리픽스의 부재시 주파수 도메인 채널 추정의 이용은 상기에서 보이는 바와 같이 부가적 에러 항들 ICI 및 ISI 을 도입시킨다. 이러한 에러 항들은 채널 추정의 정확도를 저하시킨다.

[0032] 파일럿 샘플 블랭킹

[0033] 본 발명의 제 1 실시형태에 따르면, 주파수 도메인 채널 추정치에서 ICI/ISI 부가적 에러 항들을 제거시키기 위한 방법은 파일럿 신호에서의 각각의 FFT 블록의 마지막  $K$  개의 샘플들을 블랭킹 아웃 (blanking out) 하는 것을 수반한다. 파일럿 신호의 마지막  $K$  개 샘플들을 블랭크 아웃하는 것은 파일럿 신호가 순환적 프리픽스를 갖는 것 처럼 나타나도록 하는 효과를 갖는다. 제 2 실시형태에서, 필요한 순환적 프리픽스를 제공하기 위해 순환적 프리픽스가 파일럿 신호의 블랭킹의 장소에 도입된다.

[0034] 주파수 도메인 채널 추정 프로세싱을 수행하기 위해, 파일럿 샘플들 뿐만이 아니라, 수신 샘플들은 길이  $N$  의 블록들로 그룹화되고, 여기서  $N$  은 파일럿 샘플들과 수신 샘플들 모두에 대해 수행되는 FFT 의 크기이다. 수신 샘플들은 파일럿 샘플들과 피드백 채널, 더하기 노이즈의 회전 콘볼루션인 것으로 가정하며, 이것은 도 4 에서 도시된다. 도 4 는 통상적인 채널 추정 알고리즘에서의 수신 샘플들, 파일럿 샘플들 및 피드백 채널간의 관계를 나타낸다. 도 4 를 참조하면, 파일럿 샘플들  $p^i$  은  $N$  개의 샘플들의 블록들로 그룹화되고,  $N$  개의 수신 샘플들  $r^i$  의 블록들은 파일럿 샘플들의 블록들의 피드백 채널  $h$  와의 회전 콘볼루션인 것으로 가정한다. 하지만, 파일럿 신호에서의 순환적 프리픽스의 결여로 인해, FFT-IFFT 프로세싱의 회전 콘볼루션은 희망하는 선형 콘볼루션과 동등하지 않으며, 그 결과 에러 항들을 유발시킨다.

[0035] 본 발명의 하나의 실시형태에 따르면, 파일럿 신호에서의 순환적 프리픽스의 결여의 문제를 해결하기 위해 파일럿 샘플들의 각각의  $N$  크기 블록의 마지막  $K$  개의 샘플들은 블랭크 아웃된다. 도 5 는 본 발명의 하나의 실시형태에 따른 파일럿 샘플 블랭킹 방법을 적용한 채널 추정 알고리즘에서의 수신 샘플들, 파일럿 샘플들 및 피드백 채널간의 관계를 나타낸다. 마지막  $K$  개의 샘플들의 블랭킹은 채널  $h$  를 통한 송신 전에 발생한다.  $K$  개의 샘플들의 기간이 채널의 기간보다 크거나 또는 이와 동일하는 한, ICI 및 ISI 에러 항들 모두는 완전히 제거될 수 있다. 즉, 채널 임펄스 응답의 대부분이  $K$  개의 샘플들 내에 포함되는 한, 송신된 블록의  $N-K$  개 비제로 (non-zero) 샘플들과 채널과의 콘볼루션은 지속기간  $N$  개 샘플들 또는 그 미만의 수신 신호를 산출시킬 것이며, 채널 추정 알고리즘 계산에서 ICI 및 ISI 에러 항들은 제거될 것이다. ICI/ISI 에러 항 제거는 파일럿 신호의 각각의 FFT 블록에서의  $N$  개의 샘플들 중에서  $K$  개를 손실하는 댓가로 나오는 것이지만,  $K/N$  이 충분히 작은 한, 이러한 손실은 무시가능하다. 하나의 실시형태에서,  $K$  는 피드백 채널들에 대해 작은 것으로 예상되며, 이에 따라  $K/N$  의 비가 1% 미만과 같이 작도록 유지하기 위해  $N$  을 엄청나게 크게 할 필요는 없다.

[0036] 도 5 에서의 도식적 표현에서 도시된 바와 같이, 각각의 파일럿 블록에서의 마지막  $K$  개의 샘플들의 블랭킹은

블랭킹된 샘플 보호대역의 결과로서 희망하는 선형 콘볼루션이 FFT-IFFT 프로세싱의 회전 콘볼루션과 동등해지도록 샘플 시퀀스에서 보호 구간을 삽입하는 효과를 갖는다. 각각의 파일럿 블록의 마지막 K 개의 샘플들을 블랭킹함으로써, 이전의 파일럿 블록으로부터의 샘플들은 현재의 수신 샘플들 블록으로 누설되지 않는다.

[0037] 본 설명에서, 파일럿들에서 마지막 K 개의 샘플들을 블랭킹 아웃한다는 것은 K 개의 샘플들의 에너지를 제로 (zero) 로 감소시키거나 또는 제로 근처의 작은 값으로 감소시키는 것을 말한다. 즉, K 개의 샘플들의 블랭킹은 에너지 레벨을 완전히 제로로 감소시키는 것을 필요하지는 않는다. 뿐만 아니라, 대안적인 실시형태에서, 에너지 레벨을 순간적으로 제로로 감소시키는 것 대신에, 아래에서 보다 자세하게 설명될 바와 같이, 대역의 방출이 최소화하도록 제로 에너지로의 천이는 점진적으로 일어날 수 있다.

[0038] 도 6 은 파일럿 샘플 블랭킹 방법이 본 발명의 하나의 실시형태에 따라 구현될 수 있는 중계기의 상세 블록도이다. 도 6 을 참조하면, 트랜시버 프론트 엔드 회로 (416) 와 수신 필터 (443) 를 포함한 수신 회로에 결합된 도너 안테나 (415) 에 의해 원격 신호 S(t) 가 수신된다. 트랜시버 프론트 엔드 회로 (416) 로부터 수신된 샘플들 (Rx 샘플들) 은 수신 필터 (Rx 필터) (443) 에 결합되고, 그런 다음 에코 소거를 위한 합산기 (444) 를 포함한 에코 소거기에 결합된다. 송신 신호를 원격 신호로부터 비상관시키기 위해 희망하는 지연량을 도입시키도록 에코 소거된 수신 신호  $r'[k]$  는 지연 엘리먼트 (446) 에 결합된다. 다른 실시형태들에서, 지연 엘리먼트 (446) 는 에코 소거기 앞에 제공될 수 있다. 지연되고 에코 소거된 신호는 송신 필터 (Tx 필터) (448), 이득 (G) 을 적용하는 이득 스테이지 (449) 및 트랜시버 프론트 엔드 회로 (418) 를 포함한 송신 회로에 결합된다. 이득 스테이지 (449) 에 의해 생성된 송신 신호  $y[k]$  는 블랭킹 회로 (482) 를 거쳐서 트랜시버 프론트 엔드 회로 (418) 에 결합되어 커버리지 안테나 (420) 상에서 송신 신호 Y(t) 로서의 송신을 위해 프로세싱된다. 이득 제어 블록 (480) 은 이득 스테이지 (449) 의 가변적인 이득을 제어한다.

[0039] 송신 신호  $y'[k]$  (또는  $y[k]$ ) 는 이득 제어 블록 (480) 과 채널 추정 블록 (450) 을 위한 파일럿 신호로서 이용된다. 본 실시형태에서, 채널 추정 블록 (450) 은 주파수 도메인 채널 추정을 구현한다. 채널 추정 블록 (450) 은 또한 수신된 샘플들 Rx 샘플들을 수신하고, 채널 추정을 수행하여 피드백 채널 추정치  $\hat{h}$  를 생성한다. 보다 구체적으로, 채널 추정 블록 (450) 은 K 개의 블랭킹된 샘플들을 포함한 파일럿 신호의 N 개의 샘플들과 수신된 샘플들 Rx 샘플들의 N 개의 샘플들을 이용하여 피드백 채널 추정치  $\hat{h}$  를 생성한다. 피드백 채널 추정치  $\hat{h}$  는 피드백 신호 추정 블록 (452) 에 제공되고, 피드백 신호 추정 블록 (452) 은, 송신 신호  $y[k]$  와 함께, 피드백 신호 추정치  $\hat{I}[k]$  를 계산한다. 피드백 신호 추정치  $\hat{I}[k]$  는 합산기 (444) 에 제공되어 수신 신호  $r[k]$  로부터 뺄셈된다.

[0040] 본 발명의 실시형태들에서, 채널 추정 블록 (450) 은 현재 알려져 있거나 또는 개발될 채널 추정 기술들을 이용하여 피드백 채널 추정치  $\hat{h}$  를 생성한다. 하나의 실시형태에서, 채널 추정 블록 (450) 은 수신된 샘플들의 각각의 FFT 블록을 파일럿 샘플들의 대응하는 FFT 블록으로 나누고 그런 후 최대비 결합을 이용하여 FFT 블록들의 그룹들을 프로세싱함으로써 피드백 채널 추정치  $\hat{h}$  를 생성한다. 다른 실시형태들에서, 다른 주파수 도메인 채널 추정 기술들이 적용될 수 있다.

[0041] 본 발명의 실시형태들에서, 파일럿 신호  $y[k]$  로부터 파일럿 샘플들의 블랭킹은 중계기에서 송신 필터 (448) 뒤 또는 앞에서 발생한다. 하지만, 송신 필터 뒤에 파일럿 샘플들의 블랭킹을 도입시키는 것이 보다 효율적이다. 도 6 에서 도시된 본 실시형태에서, 송신 신호  $y[k]$  의 K 개의 샘플들을 블랭크 아웃하기 위해 블랭킹 회로 (482) 는 송신 필터 (448) 뒤에 배치된다. 송신 신호  $y'[k]$  는 송신 신호  $y[k]$  와 동일하지만 K 개의 샘플들이 블랭크 아웃되어 있다.

[0042] 본 실시형태에서, N 개 파일럿 샘플들의 각각의 블록의 마지막 K 개의 샘플들은 블랭크 아웃된다. 다른 실시형태들에서, 블랭킹은 N 개의 파일럿 샘플들의 블록내의 다른 위치들로부터의 샘플들로부터 취해질 수 있다. 하지만, 블랭킹을 위해 마지막 K 개의 샘플들을 선택하는 것은 채널 임펄스 응답의 대부분이 K 개의 샘플들 내에 포함되는 한 순환적 프리픽스 없이 주파수 도메인 접근법들에서 내재하는 ICI 및 ISI 에러 항들이 사실상 제거된다는 특별한 장점들을 갖는다. 이것은 채널 추정에서의 상당한 향상을 가능하게 해주고, 이것은, 이어서 중계기의 측면에서, 취득가능한 이득의 양에서의 상당한 향상을 가능하게 해준다. 뿐만 아니라, 소정의 고정된 이득의 경우에서도, 만약 채널 추정치가 향상되면, 출력 SNR (출력 SNR 은 중계기에 의해 도입된 노이즈의 수치이다) 은 증가하는데, 이것은 중계기의 안정성 마진이 향상되는 것을 의미한다. 하나의 예시

적인 실시형태에서, 출력 SNR 이 시스템 안정성의 표시자일 때, 폴 중계기 이득에서, 총 에너지의 1% 미만의 블랭킹의 이용은 7 dB 에서 20 dB 까지의 ~ 13 dB 의 SNR 이득을 가능하게 한다. 이와 등가적으로, 중계기 이득은 동일한 출력 SINR 을 유지하면서 증가될 수 있다.

[0043] 본 발명의 대안적인 실시형태에 따르면, 파일럿 신호의 N 개의 샘플들의 각각의 FFT 블록에서의 T 개의 샘플들은 폐기되고 순환적 프리픽스는 폐기된 샘플들의 위치에 도입된다. 따라서, FFT 크기는 N-T 가 된다. 비록 작은 양의 데이터 손상이 일어나지만, 순환적 프리픽스의 존재로 커다란 채널 추정 향상이 획득된다. 순환적 프리픽스는 파일럿 신호의 N-T 개의 샘플들의 블록내의 임의의 위치에서 추가될 수 있다. 하지만, 바람직한 실시형태에서, 순환적 프리픽스는 파일럿 신호의 N-T 개의 샘플들의 블록의 시작부분에서 추가될 수 있다. 순환적 프리픽스의 정확한 위치는 본 발명의 실시예에 중요하지 않으며, 이것은 FFT 연산의 정의에 의해 결정될 수 있다. 순환적 프리픽스는 채널 추정 알고리즘의 FFT 연산 전에 삽입된다.

[0044] 하나의 실시형태에서, 블랭킹 삽입량 (K 개의 샘플들) 또는 순환적 프리픽스 삽입량 (T 개의 샘플들) 은 삽입된 샘플들의 결과로서의 송신 신호에서의 왜곡과 획득된 채널 추정 향상량을 밸런싱함으로써 결정된다.

[0045] 윈도우잉을 이용한 샘플 블랭킹

[0046] 상술한 실시형태들에 따라 중계기에서 파일럿 샘플들의 블랭킹이 구현될 때, 중계되는 신호에 대한 왜곡으로 인해 어떠한 부작용이 초래된다. 몇몇의 경우들에서, 파일럿 샘플들의 블랭킹은 스펙트럼 누설을 야기시킬 수 있다. 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 스펙트럼 누설을 감소시키기 위해 윈도우 기능을 이용하여 파일럿 샘플 블랭킹이 적용된다. 윈도우 기능은 선택된 구간내에서는 제로 값 또는 "게이팅 (gated)" 되지만 그렇지 않고 선택된 구간 외에서는 "게이팅해제 (ungated)" 되어 샘플들이 통과되도록 해주는 신호 프로세싱에서의 기능이다. 하나의 실시형태에서, 파일럿 신호에서의 K 개 샘플들의 그룹을 블랭킹하는데 이용된 윈도우 기능은 게이팅해제 상태 (1 의 증배) 로부터 완전 게이팅 상태 (0 또는 1 미만에 의한 증배) 로의 점진적인 천이 및 그 역순서의 점진적인 천이를 갖는다. 다른 실시형태들에서, 샘플들을 게이팅해제 상태 (1) 로부터 게이팅 상태 (0) 로 및 그 반대로 천이시키는데 다른 윈도우잉 프로파일들이 이용될 수 있다. 뿐만 아니라, 하나의 실시형태에서, 카이저 윈도우 (Kaiser window) 는 대역의 스펙트럼 누설을 요구된 레벨로 감소시키기 위해 본 발명의 파일럿 샘플 블랭킹 방법에서 이용된다. 카이저 윈도우는 구간의 양쪽 끝에서 점진적인 천이들을 갖는 윈도우 기능을 지칭한다. 파일럿 샘플들을 블랭킹 아웃하기 위해 윈도우 기능을 이용함으로써, 파일럿 샘플들의 블랭킹으로 인한 신호 왜곡은 적당한 레벨로 감소되고 SNR 은 20dB 와 같은, 희망하는 레벨보다 높게 유지된다.

[0047] 윈도우 기능을 갖는 블랭킹 회로

[0048] 도 7 은 본 발명의 하나의 실시형태에 따른 파일럿 샘플 블랭킹 방법에서 적용될 수 있는 블랭킹 회로의 개략도이다. 보다 구체적으로, 본 발명의 본 실시형태에 따른 블랭킹 회로는 윈도우잉 프로파일을 레지스터 또는 메모리에 저장하고, FFT 블록의 끝에서와 같이, 블랭킹 동작을 일정한 구간과 정렬시키기 위해 교정된 시간들에서 윈도우잉 프로파일을 동적으로 스위칭 온 및 오프하도록 동작한다. 도 7 을 참조하면, 블랭킹 회로 (500) 는 입력 노드 (502) 를 통해 파일럿 샘플들을 입력 샘플들로서 수신한다. 입력 샘플들은 크기 N 인 샘플들의 블록들로서 취급되며, 여기서 N 은 파일럿 샘플들 모두에 대해 수행되는 FFT 의 크기이다. 입력 샘플들은 윈도우 계수와 곱셈되도록 승산기 (524) 에 결합된다. 입력 샘플들은 게이팅해제된 승산기 (524) 를 통과하거나 (1 의 증배) 또는 윈도우 계수들에 의해 게이팅된 승산기 (524) 를 통과한다 (1 미만의 증배). 승산기 (524) 는 블랭킹 회로 (500) 의 출력 샘플들을 출력 노드 (526) 상에서 생성한다. 출력 샘플들의 각 블록은 윈도우 기능에 의해 제로화 (zeroed) 되거나 또는 블랭킹 아웃되는 선택된 갯수의 샘플들을 포함한다.

[0049] 블랭킹 회로 (500) 는 또한 입력 노드 (504) 상에서 초기화 신호를 수신한다. 초기화 신호는 블랭킹 회로 (500) 의 시동 또는 전력구동을 지시한다. 초기화 신호는 유입하는 입력 샘플들을 수신하기 위한 블랭킹 회로 (500) 를 한번 리셋팅하도록 어써팅 (asserted) 되고 첫번째 FFT 블록의 시작 (정렬) 을 결정한다. 그런 후 연속적인 FFT 블록들이 연이어서 수신된다. 블랭킹 회로 (500) 는 블랭킹 제어기 (506), OR 게이트 (512), 업/다운 카운터 (516) 및 메모리 (520) 를 포함한다. 본 발명의 하나의 실시형태에 따른 블랭킹 제어기 (506) 의 개략도인 도 8, 본 발명의 하나의 실시형태에 따른 블랭킹 제어기 (506) 에서의 램프 선택기들 (534 및 536) 의 개략도인 도 9, 및 본 발명의 하나의 실시형태에 따른 블랭킹 회로 (500) 에서의 신호들의 타이밍도인 도 10 을 참조하여 블랭킹 회로 (500) 의 구성 및 동작을 설명할 것이다. 이하의 설명은 도 7 내지 도 10 을 참조한다.

- [0050] 시동시 또는 전력구동시 블랭킹 제어기를 리셋하고, 첫번째 FFT 블록의 시작을 정렬시키기 위해 초기화 신호가 블랭킹 제어기 (506) 의 리셋 입력 노드에 결합된다. 블랭킹 제어기 (506) 는 블랭킹 윈도우의 하강 및 상승 구간들 및 FFT 블록내에서의 각자의 위치들을 나타내는 하강 신호 (노드 (508)) 와 상승 신호 (노드 (510)) 를 생성한다. 도 10 을 참조하면, 윈도우 프로파일이 입력 샘플들의 에너지를 감소시키도록 활성화되는 구간 동안에 하강 신호 (곡선 (602)) 가 어썬딩된다. 본 발명의 실시형태들에서, 입력 샘플들의 에너지는 하강 구간 동안에 제로 값 또는 제로 근처 값으로 감소된다. 하강 구간 이후, FFT 블록의 끝일 때 까지 입력 샘플들은 제로 구간 동안 제로화된다. 그런 후, 입력 샘플들의 에너지를 게이팅해제된 레벨로 백업하도록 증가시키기 위해 윈도우 프로파일이 활성화되는 구간 동안에 상승 신호 (곡선 (604)) 가 어썬딩된다. 입력 샘플들의 에너지가 다음 FFT 블록의 시작에서 게이팅해제된 레벨로 복원하도록 상승 구간이 제공된다.
- [0051] 도 7 로 되돌아와서, 블랭킹 회로 (500) 에서, 업/다운 카운터 (516) 를 위한 인에이블 신호 (노드 (514)) 를 생성하기 위해 하강 신호와 상승 신호가 OR 게이트 (512) 에 결합된다. 따라서, 하강 신호 또는 상승 신호 중 어느 하나가 활성화될 때, 업/다운 카운터 (516) 에 대한 인에이블 신호가 어썬딩되고 카운팅이 개시된다. 업/다운 카운터 (516) 는 또한 카운트 지시 표시자 (UP) 로서 하강 신호를 수신한다. 업/다운 카운터 (516) 는, 카운트 지시 표시자가 어썬딩되거나 또는 어썬딩해제되는지에 따라 각각 0 과 m 의 값들 사이에서 카운트 업 또는 카운트 다운하도록 프로그래밍된다. 업/다운 카운터 (516) 가 인에이블되고 하강 신호가 어썬딩될 때, 업/다운 카운터는 0 에서 m 까지 카운트 업할 것이다. 업/다운 카운터 (516) 가 인에이블되고 하강 신호가 어썬딩되지 않을 때, 업/다운 카운터는 m 에서 0 까지 카운트 다운할 것이다. 최종적으로, 업/다운 카운터 (516) 는 시동시 또는 전력구동시 카운터를 리셋하기 위한 리셋 신호로서 초기화 신호를 수신한다.
- [0052] 업/다운 카운터 (516) 는 메모리 (520) 에 결합된 카운트 어드레스 출력 신호 (노드 (518)) 를 생성한다. 메모리 (520) 는 메모리내의 메모리 위치들에 윈도우 프로파일을 계수들로서 저장한다. 하나의 실시형태에서, 윈도우 계수들은 레지스터 (522) 에 저장된다. 윈도우 계수들은 카운트 어드레스 출력 신호를 이용하여 메모리 (520) 를 인덱싱함으로써 검색된다.
- [0053] 보다 구체적으로, 하강 구간 (도 10) 동안, 카운트 어드레스 출력 신호 (곡선 (606)) 은 초기 값 0 에서부터 최종 값 m 까지 증분한다 (UP 이 하강 구간 동안에 어썬딩된다). 카운트 어드레스 출력 신호는 메모리 (520) 로부터 윈도우 프로파일의 감소 천이들과 연계된 윈도우 계수들을 검색한다. 그 결과, 메모리 (520) 는 윈도우 프로파일의 감소 계수들을 승산기 (524) 에 제공한다. 감소 계수들은 입력 샘플들 (노드 (502)) 을 게이팅하여 하강 구간 동안에 게이팅해제된 상태로부터 제로 에너지 레벨 (또는 제로 근처의 에너지 레벨) 로 천이되는 출력 샘플들 (곡선 (608)) 을 생성한다. 하강 구간의 끝에서, 제로 구간에 걸쳐서 입력 샘플들을 블랭킹 아웃하기 위해 마지막 계수들이 승산기 (524) 에 적용된 채로 남게 된다. 이에 따라 파일럿 신호 블랭킹이 실현된다. 입력 샘플들은 FFT 블록의 끝일 때 까지 블랭킹되고, 다음 FFT 블록의 시작에서, 상승 구간이 시작한다. 상승 구간 동안, 윈도우 프로파일의 상승 천이와 연계된 윈도우 계수들을 메모리 (520) 로부터 검색하기 위해 카운트 어드레스 출력 신호 (곡선 (606)) 가 최종 값 m 에서 초기 값 0 까지 감분된다 (상승 구간 동안에 UP 이 어썬딩해제된다). 그 결과, 메모리 (520) 는 윈도우 프로파일의 증가 계수들을 승산기 (524) 에 제공한다. 증가 계수들은 입력 샘플들을 게이팅하여 다시 게이팅해제되도록 제로 에너지 레벨로부터 천이되는 출력 샘플들 (곡선 (608)) 을 생성한다. 본 실시형태에서, 출력 샘플들의 에너지 레벨이 현재의 FFT 블록의 끝에 걸쳐서 블랭킹되고 다음 FFT 블록의 시작에서 에너지 레벨이 게이팅해제된 레벨로 점진적으로 복원하도록 샘플 블랭킹 윈도우는 FFT 블록의 끝에서 적용되고 입력 샘플들과 정렬된다.
- [0054] 이제부터 블랭킹 제어기 (506) 의 구성 및 동작을 도 8 을 참조하여 설명할 것이다. 블랭킹 제어기 (506) 는 샘플 카운터 (530), 램프 다운 선택기 (534) 및 램프 업 선택기 (536) 를 포함한다. 샘플 카운터 (530) 는 초기화 신호 (노드 (504)) 에 의해 리셋되고, 일단 리셋되면, 카운트 0 에서 카운트 N-1 까지 반복적으로 카운트하며, 여기서 N 은 FFT 블록의 크기이다. 샘플 카운터 (530) 는 기본적으로 FFT 연산의 각 블록에 대한 입력 샘플들을 카운트한다. 샘플 카운트 값 (노드 (532)) 은 램프 다운 선택기 (534) 및 램프 업 선택기 (536) 에 제공된다. 램프 다운 선택기 (534) 및 램프 업 선택기 (536) 는 각자의 카운트 시작/중단 값들로 희망하는 샘플 위치들에서 하강 신호 (노드 (508)) 와 상승 신호 (노드 (510)) 를 생성하도록 각각 프로그래밍된다.
- [0055] 보다 구체적으로, 램프 다운 선택기 (534) 는 다운 시작 값 및 다운 중단 값을 수신하는 반면에 램프 업 선택기 (536) 는 업 시작 값 및 업 중단 값을 수신한다. 다운 시작 값은 하강 구간이 시작되어야 하는 샘플 번호를 정의하고, 다운 중단 값은 하강 구간이 중단되어야 하는 샘플 번호를 정의한다. 업 시작 값은 상승 구간이

시작되어야 하는 샘플 번호를 정의하고, 업 중단 값은 상승 구간이 중단되어야 하는 샘플 번호를 정의한다. 하나의 실시형태에서, 하강 구간 및 상승 구간 각각은 26 개의 샘플들의 지속기간을 갖는다 ( $m=0.27$ ;  $m=0$  인 경우 1.0, 및  $m=27$  인 경우 0.0). 하강 구간은 샘플 993 (다운 시작 값) 에서 시작하며 샘플 1018 (다운 중단 값) 에서 끝난다. 샘플들은 FFT 블록의 샘플 1019 에서 마지막 샘플 1023 까지의 제로 구간 동안에 블랭킹 아웃된다. 그런 후, 상승 구간은 샘플 0 (업 시작 값) 에서 시작하며, 다음 FFT 블록의 시작인 샘플 25 (업 중단 값) 에서 끝난다.

[0056] 이에 따라, 샘플 카운터 (530) 가 리셋될 때, 샘플 카운터는 샘플 카운트 값을 리셋값 0 으로부터 증분시킨다. 샘플 카운트 값 (노드 (532)) 이 다운 시작 값 (예컨대, 993) 에 도달될 때, 램프 다운 카운터 (534) 는 하강 신호 (도 10 에서의 곡선 (602)) 를 어써팅한다. 하강 신호가 어써팅해제되는 지점인 다운 중단 값 (예컨대, 1019) 에 샘플 카운트 값이 도달될 때 까지 하강 신호는 어써팅된다. 현재의 FFT 블록의 마지막 샘플인 샘플 1023 까지 샘플 카운트 값이 계속해서 증분하는 동안 제로 구간은 계속된다. 그런 후, 샘플 카운터 (530) 는 업 시작 값인 카운트 0 으로 되돌아오고, 그런 후 상승 신호 (도 10 에서의 곡선 (604)) 가 다음 FFT 블록의 시작에서 어써팅된다. 상승 신호가 어써팅해제되고 입력 샘플들이 게이팅해제되어 통과되는 지점인 업 중단 값 (예컨대, 26) 에 샘플 카운트 값이 도달될 때 까지 상승 신호는 어써팅된다. 이러한 방식으로, 블랭킹 제어기 (506) 는 하강 신호와 상승 신호를 생성한다.

[0057] 블랭킹 제어기 (506) 에서의 램프 다운 선택기 (534) 와 램프 업 선택기 (536) 는 도 9 에서 도시된 것과 동일한 방식으로 구성된다. 도 9 를 참조하면, 램프 선택기 (560) 는 하부 비교기 (544), 상부 비교기 (546) 및 AND 게이트 (548) 를 포함한다. 샘플 카운트 값 (노드 (532)) 은 비교기들 (544, 546) 모두의 하나의 입력에 결합된다. 하부 비교기 (544) 는 시작 값 (노드 (540)) 을 수신하는 반면에 상부 비교기 (546) 는 중단 값 (노드 (542)) 을 수신한다. 하부 비교기 (544) 는 샘플 카운트 값이 시작 값 이상인지를 결정한다. 상부 비교기 (546) 는 샘플 카운트 값이 중단 값 이하인지를 결정한다. 양쪽의 조건들이 참이면, AND 게이트 (548) 는 자신의 출력 선택 신호 (노드 (550)) 를 어써팅한다. 따라서, 출력 선택 신호는 샘플 카운트 값이 시작 값과 중단 값 사이에 있는 구간 동안에만 어써팅된다.

[0058] 이에 따라 구성된, 블랭킹 회로 (500) 는 주어진 구간 (도 10 에서 곡선 (608)) 동안에 걸쳐 입력 샘플들을 통과시키도록 동작한다. 그런 후, 블랭킹 기간이 시작될 때, 입력 샘플들의 에너지는 제로 값 또는 제로 근처 값으로 점진적으로 다운되게 된다. 입력 샘플들은 주어진 구간 동안에 블랭킹되고, 그런 후 입력 샘플들의 에너지는 다음 FFT 블록의 시작에서 게이팅해제된 레벨로 점진적으로 백업된다.

[0059] 하나의 실시형태에서, 블랭킹 회로에 의해 이용된 블랭킹 윈도우를 정의하는 윈도우 계수들은 다음과 같다: 0.9985, 0.9880, 0.9658, 0.9441, 0.9187, 0.9056, 0.8761, 0.8061, 0.8346, 0.7901, 0.7137, 0.7041, 0.6003, 0.6921, 0.5408, 0.4489, 0.4912, 0.3906, 0.4275, 0.1939, 0.3614, 0.3281, 0.2068, 0.2291, 0.1206, 0.6516, 0, 0, 0, 0, 0, 0.6516, 0.1206, 0.2291, 0.2068, 0.3281, 0.3614, 0.1939, 0.4275, 0.3906, 0.4912, 0.4489, 0.5408, 0.6921, 0.6003, 0.7041, 0.7137, 0.7901, 0.8346, 0.8061, 0.8761, 0.9056, 0.9187, 0.9441, 0.9658, 0.9880, 0.9985. 첫번째 26 개의 계수들은 하강 구간을 정의하고, 다음 5 개의 계수들은 제로 구간을 정의하며, 마지막 26 개의 계수들은 상승 구간을 정의한다.

[0060] 또 다른 실시형태에서, 블랭킹 회로에 의해 이용된 블랭킹 윈도우를 정의하는 윈도우 계수들은 다음과 같다: 0.9965, 0.9879, 0.9665, 0.9359, 0.9013, 0.8526, 0.7860, 0.7156, 0.6746, 0.6172, 0.5367, 0.4461, 0.3693, 0.3052, 0.2233, 0.1298, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.1298, 0.2233, 0.3052, 0.3693, 0.4461, 0.5367, 0.6172, 0.6746, 0.7156, 0.7860, 0.8526, 0.9013, 0.9359, 0.9665, 0.9879, 0.9965. 첫번째 16 개의 계수들은 하강 구간을 정의하고, 다음 9 개의 계수들은 제로 구간을 정의하며, 마지막 16 개의 계수들은 상승 구간을 정의한다.

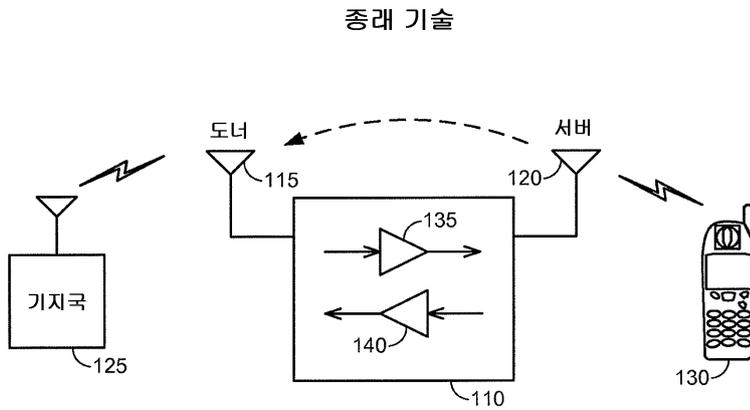
[0061] 본 실시형태에서, 입력 샘플들의 블랭킹은 FFT 블록의 끝에서 발생한다. 다른 실시형태들에서, 블랭킹 구간은 FFT 블록내의 다른 위치들에서 발생할 수 있다. 뿐만 아니라, 여기서 설명한 하강 구간, 상승 구간, 및 제로 구간은 예시적일 뿐이다. 다른 실시형태들에서, 이용된 윈도우 프로파일에 따라 하강 구간, 상승 구간, 및 제로 구간의 다른 값들이 이용될 수 있다.

[0062] 본 발명분야의 당업자는 여러 가지 다양한 기술들 및 기법들 중 임의의 것을 이용하여 정보와 신호를 나타낼 수도 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 데이터, 정보, 신호, 비트, 샘플, 칩, 명령, 및 커맨드가 상기 설명에서 언급될 수도 있다. 이것들은 전압, 전류, 전자기파, 자계 또는 자성 입자, 광계 또는 광자, 또는 이들의 임의의 조합으로 나타낼 수도 있다.

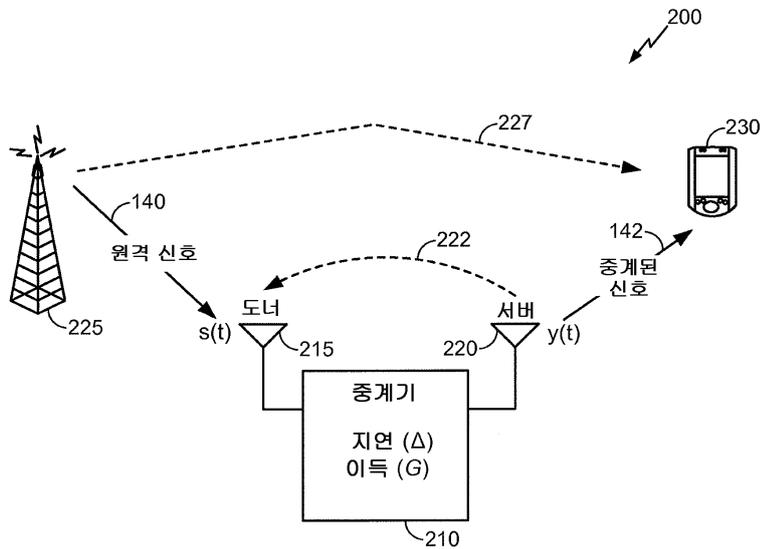
- [0063] 하나 이상의 예시적인 실시형태들에서, 설명된 기능들과 프로세스들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수 있다. 만약 소프트웨어로 구현되면, 기능들은 컴퓨터 판독가능한 매체 상에서 하나 이상의 명령들 또는 코드로 저장되거나 또는 이러한 명령들 또는 코드를 통해서 송신될 수 있다. 컴퓨터 판독가능한 매체는 하나의 장소에서 다른 장소로 컴퓨터 프로그램의 전달을 용이하게 해주는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체 및 컴퓨터 저장 매체 모두를 포함한다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수도 있는 임의의 이용가능한 매체일 수도 있다. 비제한적인 예시로서, 이와 같은 컴퓨터 판독가능한 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장 장치, 자기 디스크 저장 장치 또는 다른 자기 저장 디바이스, 또는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있고, 명령 또는 데이터 구조의 형태로 원하는 프로그램 코드를 운송하거나 또는 저장하는데 이용될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 이용된 disk 또는 disc는 콤팩트 디스크 (CD), 레이저 디스크, 광학 디스크, DVD (digital versatile disc), 플로피 디스크, 및 블루레이 디스크를 포함하며, 여기서 disk는 통상 데이터를 자기적으로 재현시키며, disc는 레이저를 이용하여 광학적으로 데이터를 재현시킨다. 위의 조합들은 또한 컴퓨터 판독가능한 매체의 범위 내에 포함될 수 있다. 본 명세서에서 이용된 용어 "제어 로직"은 소프트웨어 (여기서 기능성은 프로세서를 이용하여 실행되는 머신 판독가능한 매체상에 저장된 명령들에 의해 구현됨), 하드웨어 (여기서 기능성은 로직 게이트들과 같은 회로를 이용하여 구현됨, 여기서 회로는 특별한 입력에 대한 특별한 출력을 제공하도록 구성됨), 및 펌웨어 (여기서 기능성은 재프로그램가능한 회로를 이용하여 구현됨)에 적용되며, 또는 소프트웨어, 하드웨어, 및 펌웨어 중 하나 이상의 조합들에 적용된다.
- [0064] 펌웨어 및/또는 소프트웨어 구현에 있어서, 여기서 설명된 기능들을 수행하는 모듈들 (예컨대, 프로시저들, 기능들, 등)로 방법론들이 구현될 수도 있다. 명령들을 유형적으로 수록한 임의의 머신 판독가능한 매체는 본 명세서에서 설명된 방법론들을 구현하는데 이용될 수도 있다. 예를 들어, 소프트웨어 코드들은 메모리, 예컨대 모바일 스테이션 또는 중계기의 메모리에 저장될 수도 있고, 프로세서, 예컨대 모뎀의 마이크로프로세서에 의해 실행될 수도 있다. 메모리는 프로세서 내부 또는 프로세서 외부에서 구현될 수도 있다. 본 명세서에서 이용된 용어 "메모리"는 롬 텀, 솟 텀, 휘발성, 비휘발성 중의 임의의 유형, 또는 다른 메모리를 가리키며, 임의의 특별한 유형의 메모리, 또는 메모리 갯수, 또는 메모리가 저장되는 매체의 유형에 제한을 두지 않는다.
- [0065] 또한, 컴퓨터 명령들/코드는 송신기로부터 수신기로 물리적 송신 매체를 통해 신호들을 거쳐서 송신될 수도 있다. 예를 들어, 소프트웨어가 동축 케이블, 광섬유 케이블, 트위스티드 페어, 디지털 가입자 회선 (DSL) 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로웨이브와 같은 무선 기술들을 이용하여 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 송신된다면, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 트위스티드 페어, DSL, 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로웨이브와 같은 무선 기술들은 매체의 정의에 포함된다. 위의 조합들은 또한 물리적 송신 매체의 범위 내에 포함되어야 한다.
- [0066] 게다가, 개시된 구현들의 이전 설명은 본 발명분야의 당업자가 본 발명개시를 실시하거나 또는 이용할 수 있도록 하기 위해 제공된 것이다. 이러한 구현들에 대한 다양한 변형들은 본 발명분야의 당업자에게 손쉽게 명백해질 것이며, 본 명세서에 정의된 일반 원리들은 본 발명의 범위 또는 사상으로부터 벗어나지 않고서 다른 구현들에 적용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기서 도시된 특징들로 제한되는 것을 의도하지 않으며, 여기서 개시된 신규한 특징들 및 원리들에 부합하는 최광의 범위로 적응되어야 한다.

도면

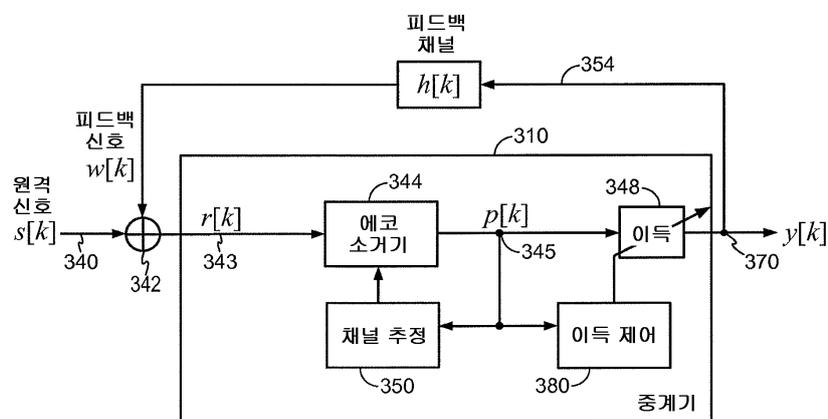
도면1



도면2

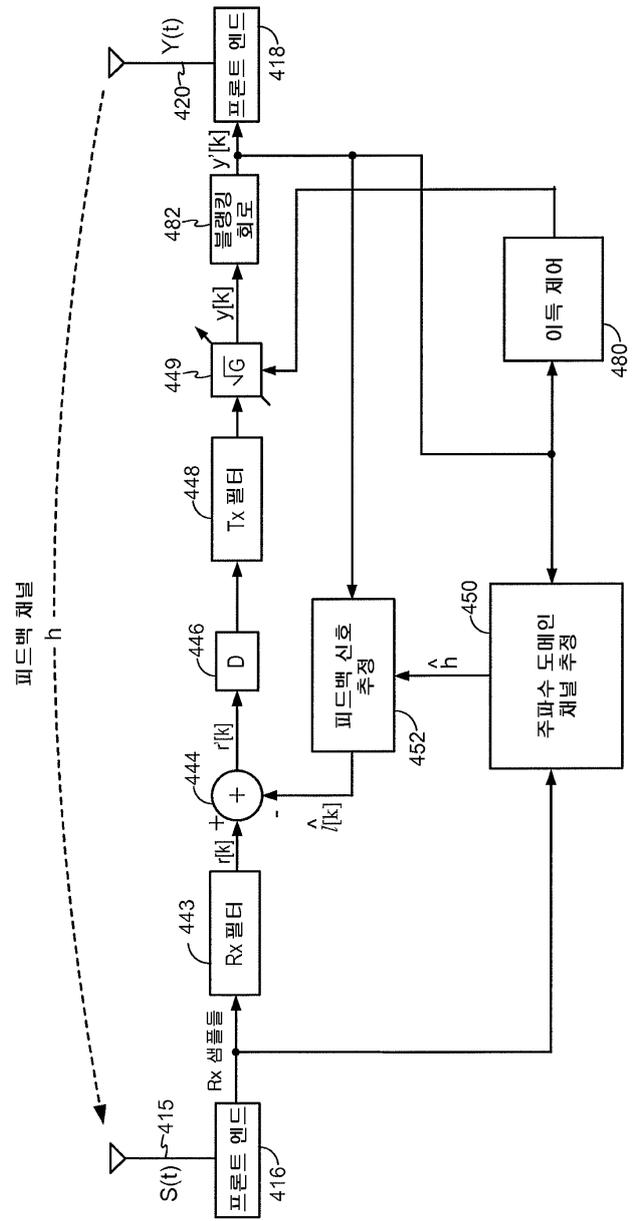


도면3

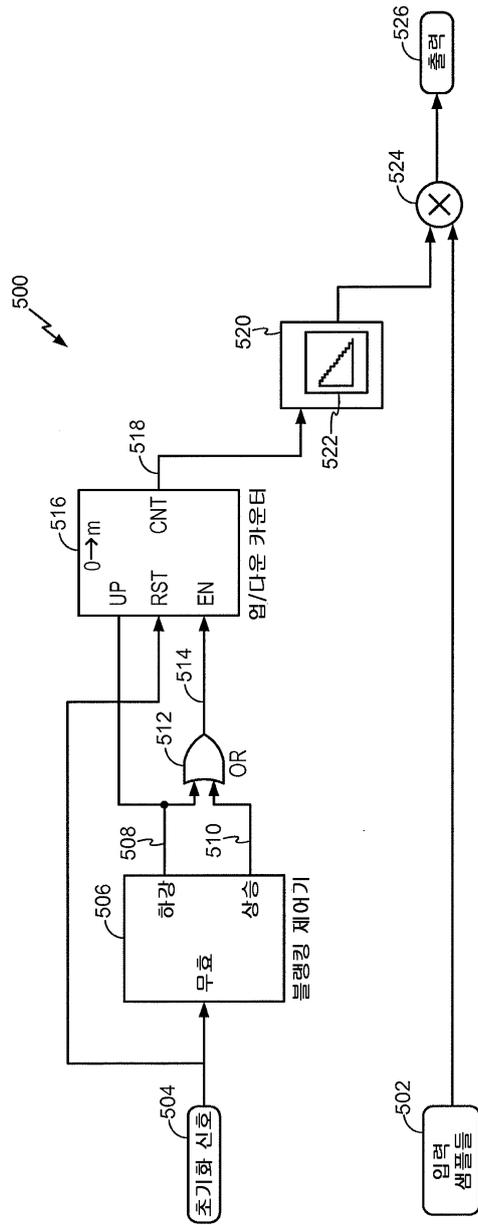




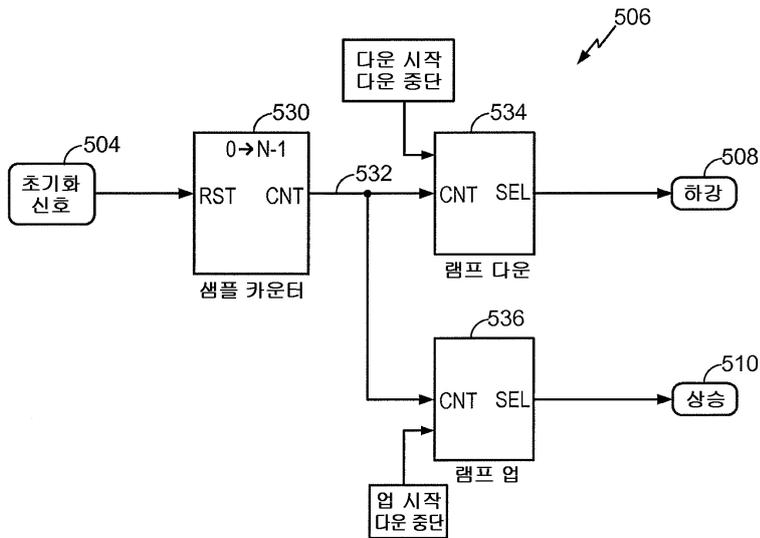
도면6



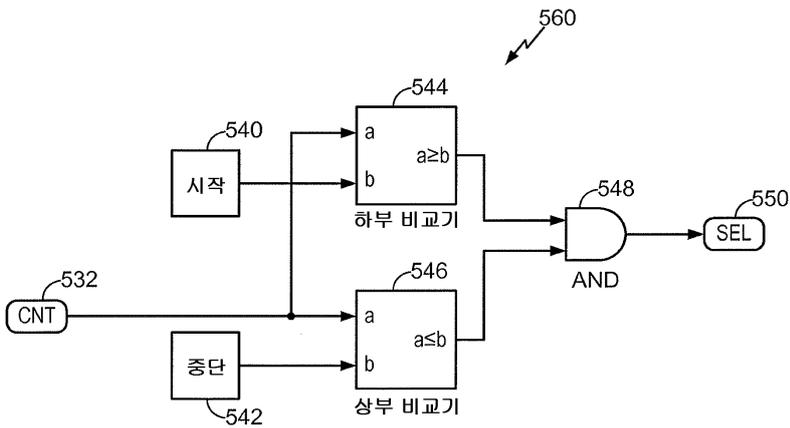
도면7



도면8



도면9



도면10

