(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월23일
(11) 등록번호 10-1422790
(24) 등록일자 2014년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/26 (2006.01) *H04L 25/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7022554
(22) 출원일자(국제) 2011년01월28일
심사청구일자 2012년08월28일
(85) 번역문제출일자 2012년08월28일
(65) 공개번호 10-2012-0123113
(43) 공개일자 2012년11월07일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/023005
(87) 국제공개번호 WO 2011/094599
국제공개일자 2011년08월04일
(30) 우선권주장
13/014,578 2011년01월26일 미국(US)
61/299,642 2010년01월29일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20070104089 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
퀄컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
반 니, 디디어 요하네스 리차드
미국 92121-1714 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
(74) 대리인
남상선, 특허법인 남앤드남

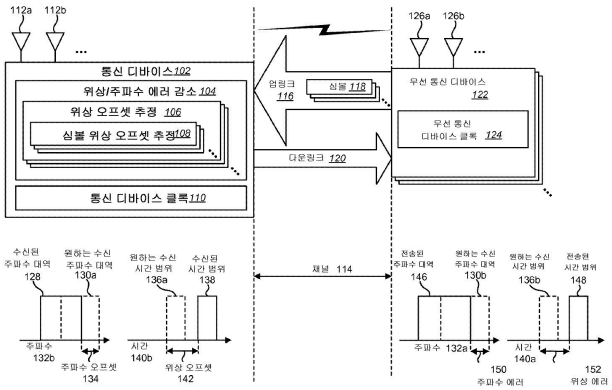
전체 청구항 수 : 총 44 항 심사관 : 남인호

(54) 발명의 명칭 **통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키는 방법**

(57) 요 약

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스가 기재된다. 통신 디바이스는 프로세서 및 메모리에 저장된 명령들을 포함한다. 통신 디바이스는 주파수 도메인에서 합산 채널을 계산하고, 하나 이상의 임펄스 응답들을 추정하고, 하나 이상의 무선 통신 디바이스들에 대한 임펄스 응답을 분리시킨다. 통신 디바이스는 또한 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 계산하고, 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 감소시킨다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

위상 에러들(phase errors)을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스로서,

프로세서;

상기 프로세서와 전자 통신하는 메모리; 및

상기 메모리에 저장된 명령들을 포함하고, 상기 명령들은,

복수의 무선 통신 디바이스들로부터 복수의 트레이닝 심볼들을 수신하고 - 각각의 무선 통신 디바이스는 적어도 하나의 공간 스트림을 사용하고, 각각의 무선 통신 디바이스는 공간 스트림 당 상이한 순환 지연(cyclic delay)을 사용함 -;

수신된 심볼들의 고속 푸리에 변환(FFT)을 알려진 데이터 패턴에 곱함으로써 주파수 도메인에서 합산 채널(sum channel)을 계산하고,

상기 합산 채널과 윈도우 함수의 곱의 역고속 푸리에 변환(iFFT)을 취함으로써 각각의 수신된 심볼에 대한 하나 이상의 임펄스 응답들을 추정하고,

상기 순환 지연에 기초하여 상기 무선 통신 디바이스들 각각에 대한 임펄스 응답을 분리(isolate)시키고,

각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 계산하고, 그리고

상기 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 감소시키도록 실행 가능한,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 명령들은 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 주파수 에러를 감소시키도록 추가로 실행 가능한,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러 및 주파수 에러는 상기 하나 이상의 임펄스 응답들 사이의 위상 차이들로부터 상기 통신 디바이스에 의해 유도되는,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러 및 주파수 에러를 감소시키는 것은 행렬 곱셈을 사용하여 수행되는,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 통신 디바이스는 액세스 포인트인,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 무선 통신 디바이스는 액세스 단말기인,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제 1 항에 있어서,

각각의 무선 통신 디바이스 사이의 순환 지연 차이는 예상된 채널 플러스(plus) 필터링 길이보다 더 큰,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

순환 지연 차이는 상기 무선 통신 디바이스들 각각에 대한 임펄스 응답을 분리시키기에 충분히 큰,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 순환 지연 차이는 200 나노초보다 더 큰,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 명령들은 하나 이상의 무선 통신 디바이스들을 발견하도록 추가로 실행 가능한,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 명령들은 채널을 추정하도록 추가로 실행 가능한,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 명령들은,

상기 무선 통신 디바이스들로부터 데이터 심볼들을 수신하고,

추정된 채널을 사용하여 상기 데이터 심볼들을 복조하도록 추가로 실행 가능한,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

다수의 안테나들을 더 포함하는,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는 디지털 신호 프로세서(DSP)를 포함하는,

위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스.

청구항 17

통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키기 위한 방법으로서,

복수의 무선 통신 디바이스들로부터 복수의 트레이닝 심볼들을 수신하는 단계 - 각각의 무선 통신 디바이스는 적어도 하나의 공간 스트림을 사용하고, 각각의 무선 통신 디바이스는 공간 스트림 당 상이한 순환 지연을 사용함 -;

수신된 심볼들의 고속 푸리에 변환(FFT)을 알려진 데이터 패턴에 곱함으로써 주파수 도메인에서 합산 채널을 계산하는 단계;

상기 합산 채널과 윈도우 함수의 곱의 역고속 푸리에 변환(iFFT)을 취함으로써 각각의 수신된 심볼에 대한 하나 이상의 임펄스 응답들을 추정하는 단계;

상기 순환 지연에 기초하여 상기 무선 통신 디바이스들 각각에 대한 임펄스 응답을 분리시키는 단계;

각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 계산하는 단계; 및

상기 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 상기 위상 에러를 감소시키는 단계를 포함하는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

각각의 무선 통신 디바이스에 대한 주파수 에러를 감소시키는 단계를 더 포함하는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러 및 주파수 에러는 상기 하나 이상의 임펄스 응답들 사이의 위상 차이들로부터 상기 통신 디바이스에 의해 유도되는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러 및 주파수 에러를 감소시키는 것은 행렬 곱셈을 사용하여 수행되는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 21

제 17 항에 있어서,

상기 통신 디바이스는 액세스 포인트인,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 22

제 17 항에 있어서,

상기 무선 통신 디바이스는 액세스 단말기인,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

제 17 항에 있어서,

각각의 무선 통신 디바이스 사이의 순환 지연 차이는 예상된 채널 플러스 필터링 길이보다 더 큰,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 26

제 17 항에 있어서,

순환 지연 차이는 상기 무선 통신 디바이스들 각각에 대한 임펄스 응답을 분리시키기에 충분히 큰,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 순환 지연 차이는 200 나노초보다 더 큰,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 28

제 17 항에 있어서,

하나 이상의 무선 통신 디바이스들을 발견하는 단계를 더 포함하는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 29

제 17 항에 있어서,

채널을 추정하는 단계를 더 포함하는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 무선 통신 디바이스들로부터 데이터 심볼들을 수신하는 단계; 및

추정된 채널을 사용하여 상기 데이터 심볼들을 복조하는 단계를 더 포함하는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 31

제 17 항에 있어서,

상기 통신 디바이스는 다수의 안테나들을 사용하는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 32

제 17 항에 있어서,

상기 통신 디바이스는 디지털 신호 프로세서(DSP)를 사용하는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 방법.

청구항 33

그 안에 명령들을 갖는, 위상 에러들을 감소시키기 위한 컴퓨터-판독 가능 매체로서,

상기 명령들은,

통신 디바이스로 하여금 복수의 무선 통신 디바이스들로부터 복수의 트레이닝 심볼들을 수신하게 하기 위한 코드 - 각각의 무선 통신 디바이스는 적어도 하나의 공간 스트림을 사용하고, 각각의 무선 통신 디바이스는 공간 스트림 당 상이한 순환 지연을 사용함 -;

상기 통신 디바이스로 하여금 수신된 심볼들의 고속 푸리에 변환(FFT)을 알려진 데이터 패턴에 곱하는 것에 의해 주파수 도메인에서 합산 채널을 계산하게 하기 위한 코드;

상기 통신 디바이스로 하여금 상기 합산 채널과 윈도우 함수의 곱의 역고속 푸리에 변환(iFFT)을 취하는 것에 의해 각각의 수신된 심볼에 대한 하나 이상의 임펄스 응답들을 추정하게 하기 위한 코드;

상기 통신 디바이스로 하여금 상기 순환 지연에 기초하여 상기 무선 통신 디바이스들 각각에 대한 임펄스 응답을 분리시키게 하기 위한 코드;

상기 통신 디바이스로 하여금 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 계산하게 하기 위한 코드; 및

상기 통신 디바이스로 하여금 상기 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 상기 위상 에러를 감소시키게 하기 위한 코드를 포함하는,

컴퓨터-판독 가능 매체.

청구항 34

제 33 항에 있어서,

상기 명령들은 상기 통신 디바이스로 하여금 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 주파수 에러를 감소시키게 하기 위한 코드를 더 포함하는,

컴퓨터-판독 가능 매체.

청구항 35

제 34 항에 있어서,

상기 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러 및 주파수 에러는 상기 하나 이상의 임펄스 응답들 사이의 위상 차이들로부터 상기 통신 디바이스에 의해 유도되는,

컴퓨터-판독 가능 매체.

청구항 36

제 34 항에 있어서,

상기 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러 및 주파수 에러를 감소시키는 것은 행렬 곱셈을 사용하여 수행되는,

컴퓨터-판독 가능 매체.

청구항 37

삭제

청구항 38

제 33 항에 있어서,

각각의 무선 통신 디바이스 사이의 순환 지연 차이는 예상된 채널 플러스 필터링 길이보다 더 큰,

컴퓨터-판독 가능 매체.

청구항 39

제 33 항에 있어서,

순환 지연 차이는 상기 무선 통신 디바이스들 각각에 대한 임펄스 응답을 분리시키기에 충분히 큰,

컴퓨터-판독 가능 매체.

청구항 40

제 33 항에 있어서,

상기 명령들은 상기 통신 디바이스로 하여금 채널을 추정하게 하기 위한 코드를 더 포함하는,

컴퓨터-판독 가능 매체.

청구항 41

제 40 항에 있어서,

상기 명령들은,

상기 통신 디바이스로 하여금 상기 무선 통신 디바이스들로부터 데이터 심볼들을 수신하게 하기 위한 코드; 및

상기 통신 디바이스로 하여금 추정된 채널을 사용하여 상기 데이터 심볼들을 복조하게 하기 위한 코드를 더 포함하는,

컴퓨터-판독 가능 매체.

청구항 42

위상 에러들을 감소시키기 위한 장치로서,

복수의 무선 통신 디바이스들로부터 복수의 트레이닝 심볼들을 수신하기 위한 수단 - 각각의 무선 통신 디바이스는 적어도 하나의 공간 스트림을 사용하고, 각각의 무선 통신 디바이스는 공간 스트림 당 상이한 순환 지연을 사용함 -;

수신된 심볼들의 고속 푸리에 변환(FFT)을 알려진 데이터 패턴에 곱함으로써 주파수 도메인에서 합산 채널을 계산하기 위한 수단;

상기 합산 채널과 윈도우 함수의 곱의 역고속 푸리에 변환(iFFT)을 취함으로써 각각의 수신된 심볼에 대한 하나 이상의 임펄스 응답들을 추정하기 위한 수단;

상기 순환 지연에 기초하여 상기 무선 통신 디바이스들 각각에 대한 임펄스 응답을 분리시키기 위한 수단;

각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 계산하기 위한 수단; 및

상기 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 감소시키기 위한 수단을 포함하는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 장치.

청구항 43

제 42 항에 있어서,

각각의 무선 통신 디바이스에 대한 주파수 에러를 감소시키기 위한 수단을 더 포함하는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 장치.

청구항 44

제 43 항에 있어서,

상기 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러 및 주파수 에러는 상기 하나 이상의 임펄스 응답들 사이의 위상 차이들로부터 상기 통신 디바이스에 의해 유도되는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 장치.

청구항 45

제 43 항에 있어서,

상기 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러 및 주파수 에러를 감소시키는 것은 행렬 곱셈을 사용하여 수행되는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 장치.

청구항 46

삭제

청구항 47

제 42 항에 있어서,

각각의 무선 통신 디바이스 사이의 순환 지연 차이는 예상된 채널 플러스 필터링 길이보다 더 큰,

위상 에러들을 감소시키기 위한 장치.

청구항 48

제 42 항에 있어서,

순환 지연 차이는 상기 무선 통신 디바이스들 각각에 대한 임펄스 응답을 분리시키기에 충분히 큰,

위상 에러들을 감소시키기 위한 장치.

청구항 49

제 42 항에 있어서,

채널을 추정하기 위한 수단을 더 포함하는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 장치.

청구항 50

제 49 항에 있어서,

상기 무선 통신 디바이스들로부터 데이터 심볼들을 수신하기 위한 수단; 및

추정된 채널을 사용하여 상기 데이터 심볼들을 복조하기 위한 수단을 더 포함하는,

위상 에러들을 감소시키기 위한 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 "CORRECTING PHASE AND FREQUENCY ERRORS FOR UPLINK MU-MIMO ON A COMMUNICATION DEVICE"에 대해 2010년 1월 29일자로 출원된 미국 가특허 출원 번호 제 61/299,642 호에 관련되고, 이로부터 우선권을 주장한다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 통신 시스템들에 관한 것이다. 더욱 상세하게, 본 발명은 통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키는 것에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 무선 통신 시스템들은 데이터, 음성, 비디오 등과 같은 다양한 형태들의 통신 콘텐츠를 제공하도록 널리 전개된다. 이러한 시스템들은 하나 이상의 통신 디바이스들(예를 들면, 액세스 포인트들)과 다수의 무선 통신 디바이스들(예를 들면, 액세스 단말기들)의 동시 통신을 지원할 수 있는 다중-액세스 시스템들일 수 있다.

[0004] 통신 디바이스들의 사용은 지난 몇 년에 걸쳐 극적으로 증가하고 있다. 이러한 통신 디바이스들(예를 들면, 액세스 포인트들)은 종종 예를 들면, 로컬 영역 네트워크(LAN) 또는 인터넷과 같은 네트워크에 대한 액세스를 제공한다. 다수의 무선 통신 디바이스들(예를 들면, 액세스 단말기들, 랩톱 컴퓨터들, 스마트 폰들, 미디어 플레이어들, 게임 디바이스들 등)은 통신 디바이스들과 동시에 통신할 수 있다. 몇몇의 통신 디바이스들 및 무선 통신 디바이스들은 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11a, 802.11b, 802.11g 또는 802.11n(예를 들면, 무선 충실도(Wireless Fidelity) 또는 "Wi-Fi") 표준들과 같은 특정 산업 표준들을 준수한다. 무선 통신 디바이스들의 사용자들은 종종 그러한 통신 디바이스들을 사용하여 무선 네트워크들에 접속한다.

[0005] 무선 통신 디바이스들 및 통신 디바이스들이 (예를 들면, 다중-사용자 다중 입력 다중 출력(MU-MIMO) 상황에서) 다수의 안테나들을 사용할 때, 특정 난관들이 발생할 수 있다. 예를 들면, 업링크 상의 위상 오프셋들(예를 들면, 에러들) 및 주파수 오프셋들(예를 들면, 에러들)이 발생할 수 있고, 이는 저하된 통신 성능을 유도할 수 있다. 이러한 이유로, 위상 및/또는 주파수 에러들을 완화하는 것을 돕는 개선된 시스템들 및 방법들이 이로울 수 있다.

발명의 내용

[0006] 위상 에러들을 감소시키도록 구성된 통신 디바이스가 개시된다. 통신 디바이스는 프로세서 및 프로세서와 전자 통신하는 메모리에 저장된 실행 가능한 명령들을 포함한다. 통신 디바이스는 주파수 도메인에서 합산 채널을 계산한다. 통신 디바이스는 또한 하나 이상의 임펄스 응답들을 추정한다. 부가적으로, 통신 디바이스는 하나 이상의 무선 통신 디바이스들에 대한 임펄스 응답을 분리시킨다. 통신 디바이스는 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 추가로 계산한다. 통신 디바이스는 또한 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 감소시킨다. 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 및 주파수 에러들을 감소시키는 것은 행렬 곱셈을 사용하여 수행될 수 있다. 프로세서는 디지털 신호 프로세서(DSP)를 포함할 수 있다.

[0007] 통신 디바이스는 또한 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 주파수 에러를 감소시킬 수 있다. 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 및 주파수 에러들은 하나 이상의 임펄스 응답들 사이의 위상 차이들로부터 통신 디바이스에 의해 유도될 수 있다.

[0008] 통신 디바이스는 액세스 포인트일 수 있다. 통신 디바이스는 또한 다수의 안테나들을 포함할 수 있다. 무선 통신 디바이스는 액세스 단말기일 수 있다.

[0009] 통신 디바이스는 또한 하나 이상의 무선 통신 디바이스들을 발견할 수 있다. 통신 디바이스는 또한 각각의 무선 통신 디바이스로부터 복수의 트레이닝 심볼들을 수신할 수 있다. 각각의 무선 통신 디바이스는 적어도 하나의 공간 스트림을 사용할 수 있고, 각각의 무선 통신 디바이스는 공간 스트림 당 상이한 순환 지연을 사용할 수 있다.

[0010] 각각의 무선 통신 디바이스 사이의 순환 지연 차이는 예상된 채널 플러스 필터링 길이보다 더 클 수 있다. 순

환 지연 차이는 하나 이상의 무선 통신 디바이스들 각각에 대한 임펄스 응답을 분리시키기에 충분히 클 수 있다. 순환 지연 차이는 200 나노초보다 클 수 있다.

[0011] 통신 디바이스는 또한 채널을 추정할 수 있다. 통신 디바이스는 또한 하나 이상의 무선 통신 디바이스들로부터 데이터 심볼들을 수신할 수 있다. 통신 디바이스는 추정된 채널을 사용하여 데이터 심볼을 추가로 복조할 수 있다.

[0012] 통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키기 위한 방법이 또한 개시된다. 상기 방법은 주파수 도메인에서 합산 채널을 계산하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 또한, 통신 디바이스 상에서, 하나 이상의 임펄스 응답들을 추정하는 단계를 포함한다. 부가적으로, 상기 방법은, 통신 디바이스 상에서, 하나 이상의 무선 통신 디바이스들에 대한 임펄스 응답을 분리시키는 단계를 포함한다. 상기 방법은, 통신 디바이스 상에서, 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 계산하는 단계를 더 포함한다. 상기 방법은 또한, 통신 디바이스 상에서, 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 감소시키는 단계를 포함한다.

[0013] 위상 에러들을 감소시키기 위한 컴퓨터-프로그램 물건이 또한 개시된다. 컴퓨터-프로그램 물건은 명령들을 갖는 비일시적인 유형의(tangible) 컴퓨터-판독 가능 매체를 포함한다. 상기 명령들은 통신 디바이스로 하여금 주파수 도메인에서 합산 채널을 계산하게 하기 위한 코드를 포함한다. 상기 명령들은 통신 디바이스로 하여금 하나 이상의 임펄스 응답들을 추정하게 하기 위한 코드를 더 포함한다. 부가적으로, 상기 명령들은 통신 디바이스로 하여금 하나 이상의 무선 통신 디바이스들에 대한 임펄스 응답을 분리시키게 하기 위한 코드를 포함한다. 상기 명령들은 통신 디바이스로 하여금 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 계산하게 하기 위한 코드를 더 포함한다. 상기 명령들은 또한 통신 디바이스로 하여금 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 감소시키게 하기 위한 코드를 포함한다.

[0014] 위상 에러들을 감소시키기 위한 장치가 또한 개시된다. 상기 장치는 주파수 도메인에서 합산 채널을 계산하기 위한 수단을 포함한다. 상기 장치는 또한 하나 이상의 임펄스 응답들을 추정하기 위한 수단을 포함한다. 부가적으로, 상기 장치는 하나 이상의 무선 통신 디바이스들에 대한 임펄스 응답을 분리시키기 위한 수단을 포함한다. 상기 장치는 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 계산하기 위한 수단을 더 포함한다. 상기 장치는 또한 각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 감소시키기 위한 수단을 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키기 위한 시스템들 및 방법들이 구현될 수 있는 통신 디바이스의 일 구성을 예시하는 블록도.

도 2는 통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키기 위한 방법의 일 구성을 예시한 흐름도.

도 3은 본원에 개시된 시스템들 및 방법들에 따른, 순환 지연들을 사용하는 공간 스트림들의 예들을 예시한 블록도.

도 4는 변동하는 순환 지연들을 갖는 몇몇의 공간 스트림들에 포함된 몇몇의 트레이닝 심볼들의 일 구성의 예를 예시한 도면.

도 5는 통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키기 위한 방법의 일 구성을 예시한 흐름도.

도 6은 통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키기 위한 방법의 더욱 상세한 구성을 예시한 흐름도.

도 7은 몇몇의 무선 통신 디바이스들에 대한 임펄스 응답들을 분리시키는 일 예를 예시한 그래프.

도 8은 통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키기 위한 시스템들 및 방법들이 구현될 수 있는 통신 디바이스의 일 구성을 예시한 블록도.

도 9는 통신 디바이스, 액세스 포인트 또는 기지국 내에 포함될 수 있는 임의의 컴포넌트들을 예시한 도면.

도 10은 무선 통신 디바이스 또는 액세스 단말기 내에 포함될 수 있는 임의의 컴포넌트들을 예시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 업링크 다중-사용자 다중-입력 다중-출력(MU-MIMO)에서, 각각의 무선 통신 디바이스(예를 들면, 액세스 단말기)에 대한 상이한 위상 오프셋 및 주파수 오프셋을 통신 디바이스(예를 들면, 액세스 포인트) 상에서 추정하는 것이 이로울 수 있다. 예를 들면, 통신 디바이스는 통신 디바이스 상에서 (예를 들면, 통신 디바이스에 의해

감지 또는 수신되는 바와 같은) 위상 및/또는 주파수 오프셋들을 정정할 수 있다. 이것은, IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11ac 표준과 같은 무선 통신 표준에 적용될 때 특히 이로울 수 있다. 예를 들면, 무선 통신 디바이스(예를 들면, 액세스 단말기)는 통신 디바이스와 동기화할 필요가 있을 수 있다. 그러나, 잔여 주파수 오프셋들(예를 들면, 1 kHz 정도)이 발생할 수 있다. 예를 들면, 상대적으로 약간의 정도보다 많은 주파수 오프셋 및/또는 드리프트가 존재하는 경우에, 간섭이 발생할 수 있다. 또한, 각각의 무선 통신 디바이스(예를 들면, "사용자" 또는 "클라이언트") 및/또는 스트림은 상이한 주파수 에러들 및/또는 위상 잡음을 가질 수 있다. 이러한 주파수 및/또는 위상 에러들은 통신 디바이스에 의해 (예를 들면, 다른 스트림들에 의한 간섭을 갖지 않고) 개별적으로 해소될 수 있다. 일부 구성들에서, 잔여 주파수 오프셋들은 서브캐리어 간격보다 훨씬 더 작아서, 통신 디바이스는 시간 도메인 대신에 주파수 도메인에서 (예를 들면, 고속 푸리에 변환 또는 FFT 후에) 정정 또는 감소 기술들을 적용할 수 있다.

[0017] 예를 들면, 업링크 MU-MIMO의 수용을 강화하기 위해, 업링크 MU-MIMO가 다운링크 MU-MIMO에서와 동일한 프리엠블을 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 그러나, 채널 추정을 위해 사용되는 LTS(Long Training Symbols)로 인해 발생하는 하나의 문제점은, 업링크 패킷에서 존재할 수 있는 상이한 잔여 주파수 에러들 또는 오프셋들에 대해 추정하고 이를 정정하는 것이 어려울 수 있다는 것이다.

[0018] 수신된 각각의 트레이닝 심볼에 대한 위상 오프셋들을 추정하는 것은 위상 잡음에 대해 채널 트레이닝을 더 강하게 만들 수 있다. 하나의 구성(예를 들면, 초고 처리율-롱 트레이닝 필드(Very High Throughput-Long Training Field))에서, 채널 트레이닝은 8 개의 심볼들의 지속 기간을 갖는다. 잔여 주파수 추정만이 이용 가능하면, 트레이닝 간격에 걸친 선형 위상 슬로프가 정정될 수 있지만, 8 개의 심볼들 동안에 임의의 비선형 위상 잡음 변화들은 여전히 상당한 채널 추정 에러들을 발생시킬 수 있다. 본원에 개시된 시스템들 및 방법들은 이러한 추정 에러들을 회피하는 것을 도울 수 있다. 일 구성에서, 본원에 개시된 시스템들 및 방법들은 802.11n 형의 왈시 인코딩된 초고 처리율 롱 트레이닝 필드(VHT-LTF) 채널 트레이닝 프리엠블 내의 위상 오프셋들을 추정하고 감소시키거나 정정하는 것을 가능하게 한다. 위상 오프셋들은 무선 통신 디바이스(예를 들면, 액세스 단말기 또는 클라이언트)마다 상이한 잔여 주파수 오프셋들 및/또는 상이한 위상 잡음에 의해 발생된다. 본원에 개시된 시스템들 및 방법들의 하나의 이점은, 그들이 802.11n 형의 채널 트레이닝을 사용하여 업링크 MU-MIMO를 가능하게 한다는 것이고, 이것은 802.11ac에서 다운링크 MU-MIMO에 대해 사용될 수 있다.

[0019] 위상 에러들을 추정하기 위해, 공간 스트림마다 업링크 무선 통신 디바이스(예를 들면, 액세스 단말기) 당 상이한 순환 지연(예를 들면, 순환 시프트)이 사용될 수 있다. 이러한 상이한 순환 지연들은 통신 디바이스(예를 들면, 액세스 포인트)가 무선 통신 디바이스들(예를 들면, 액세스 단말기들) 사이를 구별하도록 허용할 수 있다. 더욱 상세하게, 상이한 순환 지연들은 통신 디바이스가 심볼 당 각각의 무선 통신 디바이스(예를 들면, "사용자" 또는 "클라이언트")에 대해 위상 오프셋을 추정하도록 허용할 수 있다. 일 구성에서, 순환 지연 차이들은 예상된 채널 플러스 필터링 길이보다 크다. 예를 들면, 순환 지연 차이들은 (예를 들면, IEEE 802.11n에 의해 사용된 바와 같이 무선 통신 디바이스 당) 200 나노초(ns)의 배수보다 클 수 있다. 예를 들면, 순환 지연 차이들은 무선 통신 디바이스들 사이에서 400 ns 이상일 수 있다. 무선 통신 디바이스 당 위상 및 주파수 에러들은 임펄스 응답들 사이의 위상 차이들로부터 통신 디바이스에 의해 유도될 수 있다. 그후, 위상 및 주파수 에러들은 (예를 들면, 행렬 곱셈을 사용하여) 감소 또는 정정될 수 있다. 본원에 사용된 바와 같이, 용어들 "정정하다", "정정", "~에 대해 정정하다", 및 다른 형태들의 "정정하다"는 일정 레벨의 정정, 일부 에러들의 감소 또는 에러들을 감소시키기 위한 노력으로 취해지는 적어도 일부 동작을 표시한다. 즉, 위상 및 주파수 오프셋들 또는 에러들을 정정하는 것은 위상 및 주파수 오프셋들 또는 에러들만을 감소시킬 수 있다. 따라서, 일정 양의 위상 및 주파수 오프셋들 또는 에러들은 "정정" 후에 남아있을 수 있다.

[0020] 다양한 구성들이 도면들을 참조하여 이제 설명되며, 도면들에서 동일한 참조 번호들은 기능적으로 유사한 엘리먼트들을 표시할 수 있다. 본원의 도면들에 일반적으로 기재 및 예시된 바와 같은 시스템들 및 방법들은 폭넓은 상이한 구성들로 배열 및 설계될 수 있다. 따라서, 도면들에 표현된 바와 같은 몇몇의 구성들의 하기의 더욱 상세한 설명은 청구된 바와 같은 범위를 제한하도록 의도되지 않고, 단지 상기 시스템들 및 방법들을 대표하는 것이다.

[0021] 도 1은, 통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키기 위한 시스템들 및 방법들이 구현될 수 있는 통신 디바이스(102)의 일 구성을 예시한 블록도이다. 통신 디바이스(102)(예를 들면, 액세스 포인트)는 네트워크(예를 들면, 무선 LAN, 인터넷 또는 다른 네트워크)에 대한 액세스를 제공할 수 있다. 통신 디바이스(102)의 예들은 액세스 포인트들, 기지국들, 무선 라우터들 등을 포함한다. 통신 디바이스(102)는 하나 이상의 무선 통신 디바이스들(예를 들면, 액세스 단말기들)(122)과 무선으로 통신하기 위해 2 개 이상의 안테나들(112a-b)을 사용할

수 있다. 무선 통신 디바이스(122)는 또한 통신 디바이스(102)와 통신하는데 사용되는 2 개 이상의 안테나들(126a-b)을 포함할 수 있다. 무선 통신 디바이스(122)는, 예를 들면, 액세스 단말기, 데스크톱 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 스마트 폰, 셀 폰, e-북 판독기, PDA(personal digital assistant), 무선 카드, 넷북, 태블릿, 게임 시스템, 또는 몇몇의 다른 통신 디바이스일 수 있다.

[0022] 통신 디바이스(102)에 대해 예정된, 무선 통신 디바이스(122)로부터 통신 채널(114)을 통해 전송된 하나 이상의 신호들은 업링크(116)를 포함할 수 있다. 업링크(116)는, 예를 들면, 하나 이상의 캐리어들, 서브캐리어들 및/또는 공간 스트림들을 포함할 수 있다. 통신 디바이스(102)로부터 무선 통신 디바이스(122)로 통신 채널(114)을 통해 전송된 신호들은 다운링크(120)를 포함할 수 있다. 하나 이상의 무선 통신 디바이스들(122)은 업링크(116) 상에서 하나 이상의 심볼들(118)을 통신 디바이스(102)로 전송할 수 있다. 심볼들(118)은 무선 통신 디바이스들(122)에 의해 전송된 데이터를 포함하거나 이를 나타낼 수 있다. 몇몇의 심볼들(118)은 채널(114) 특성들을 발견하는데 사용되는 "트레이닝 심볼들"일 수 있다. 이러한 트레이닝 심볼들(118)은 통신 디바이스(102)에 대해 "알려진" 미리 결정된 심볼들(118)의 시퀀스일 수 있다.

[0023] 위상 오프셋들(142)(예를 들면, 에러들) 및/또는 주파수 오프셋들(134)(예를 들면, 에러들)은 통신 디바이스(102)에 의해 수신된 심볼들(118)에 악영향을 줄 수 있다. 이러한 위상 오프셋들(142) 및/또는 주파수 오프셋들(134)은 무선 통신 디바이스 위상 에러들(152) 및/또는 무선 통신 디바이스 주파수 에러들(150)에 의해 발생될 수 있다. 예를 들면, 무선 통신 디바이스(122) 상에서 심볼들(118)을 생성하는데 사용되는 무선 통신 디바이스 클록(124)은 통신 디바이스(102) 상의 통신 디바이스 클록(110)에 정밀하게 동기화되지 않을 수 있고, 이로써 에러들(152, 150)을 발생시킨다. 도 1에서 무선 통신 디바이스(예를 들면, 액세스 단말기)(122) 아래의 도표들은 이러한 에러들(152, 150)을 예시한다. 예를 들면, 전송된 시간 범위(148)에서 전송되는 심볼들(118)은 (예를 들면, 전송 지연을 무시하여) 시간(140a)에서 무선 통신 디바이스 위상 에러(152)만큼 원하는 수신 시간 범위(136b)로부터의 오프셋될 수 있다. 또한, 신호들(예를 들면, 서브캐리어 신호들)은 원하는 수신 주파수 대역(130b)으로부터 오프셋된 전송된 주파수 대역(146)에서 전송될 수 있어서, 무선 통신 디바이스 주파수 에러(150)(즉, 주파수(132a) 도메인에 예시됨)를 발생시킨다.

[0024] 요약하면, 각각의 무선 통신 디바이스(122)(예를 들면, 액세스 단말기 또는 클라이언트)는 통신 디바이스(102)(예를 들면, 액세스 포인트)의 전송 주파수와 매칭시키기 위해 그의 전송 주파수를 조절하도록 시도할 수 있다. 그러나, 이것은 측정 에러들 및/또는 위상 잡음으로 인해 완벽하게 성취될 수 없다. 결과적으로, 업링크 패킷에서 각각의 무선 통신 디바이스(122)는 상이한 주파수 및 위상 잡음을 가질 수 있다.

[0025] 심볼들(118)이 통신 디바이스(102)에 의해 수신될 때, 심볼들(118)은 시간 및/주파수에서 오프셋될 수 있다. 도 1의 통신 디바이스(102) 아래의 도표들은 이러한 오프셋들을 예시한다. 즉, 무선 통신 디바이스(122) 위상 에러(152)의 결과로서, 심볼들(118)은 원하는 수신 시간 범위(136a)로부터 시간(140b)에서 오프셋된 수신되는 시간 범위(138)에서 수신될 수 있어서, 위상 오프셋(142)을 발생시킨다. 부가적으로, 무선 통신 디바이스(122) 주파수 에러(150)는 수신된 주파수 대역(128)으로 하여금 원하는 수신 주파수 대역(130a)으로부터 오프셋되도록 할 수 있어서, 주파수 오프셋(134)(즉, 주파수(132b) 축 상에 예시됨)을 발생시킨다. 일 구성에서, 원하는 수신 주파수 대역(130a)은 통신 디바이스(102)가 무선 통신 디바이스(122)로 데이터를 전송하는데 사용하는 주파수 대역이다. 주파수 오프셋(134)은, 예를 들면, 수신된 주파수 대역(128)으로 하여금 원하는 수신 주파수 대역(130a)으로부터 1 kHz 정도로 오프셋되도록 할 수 있다. 또한, 위상 오프셋(142)은 수신된 시간 범위(138)가 원하는 수신 시간 범위(136a)로부터 어느 정도 위상이 다르다는 것을 나타낼 수 있다.

[0026] 통신 디바이스(102)는 위상 및/또는 주파수 에러 감소 모듈(104)을 포함할 수 있다. 위상/주파수 에러 감소 모듈(104)은 통신 디바이스(102)에 의해 경험되는 위상 오프셋들(142) 및/또는 주파수 오프셋들(134)을 감소시킬 수 있다. 하나 이상의 위상 오프셋 추정부들(106)은 위상/주파수 에러 감소 모듈(104) 내에 포함될 수 있다. 각각의 위상 오프셋 추정부(106)는 무선 통신 디바이스(122)에 대응할 수 있다. 각각의 위상 오프셋 추정부(106)는 하나 이상의 심볼 위상 오프셋 추정부들(108)을 더 포함할 수 있다. 다시 말해서, 위상/주파수 오프셋 모듈(106)은 무선 통신 디바이스들(122) 각각으로부터 각각의 수신된 트레이닝 심볼(118)에 대한 위상 오프셋(142)을 추정할 수 있다. 심볼 위상 오프셋 추정부들(108)은 위상 오프셋들(142) 및/또는 주파수 오프셋들(134)에서의 감소들을 포함하는 채널(114) 추정을 획득하는데 사용된다. 예를 들면, 통신 디바이스(102)는 무선 통신 디바이스(122)마다 임펄스 응답들을 비교할 수 있다. 상이한 심볼들로부터, 위상 진행은 심볼(118)마다 무선 통신 디바이스(122) 당 위상 오프셋(142)의 추정을 획득하기 위해 (예를 들면, 트레이닝의 채널 부분 동안에) 결정될 수 있다. 다시 말해서, 위상 오프셋(142)은 양자의 잔여 주파수 에러들(예를 들면, 주파수 오프셋(134)) 및 또한 트레이닝 심볼(118) 전송 동안에 임의의 랜덤 위상 잡음 또는 드리프트(예를 들면, 위상 오

프셋(142))를 커버할 수 있다. 따라서, 심볼 위상 오프셋 추정부들(108)은 위상 오프셋들(142)뿐만 아니라 주파수 오프셋들(134) 양자를 감소 또는 정정하는데 사용될 수 있다. 도 1에 예시된 바와 같이, 본원에 개시된 시스템들 및 방법들은 업링크 다중-사용자 다중-입력 다중-출력(MU-MIMO) 상황에 적용될 수 있다.

[0027] 도 2는 통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키기 위한 방법(200)의 일 구성을 예시한 흐름도이다. 통신 디바이스(예를 들면, 액세스 포인트)(102)는 하나 이상의 무선 통신 디바이스들(예를 들면, 액세스 단말기들)(122)을 발견(254)할 수 있다. 예를 들면, 통신 디바이스(102)는 통신 디바이스(102) 자원들에 대한 액세스(예를 들면, 통신 디바이스(102)를 통한 네트워크 접속, 인터넷 접속 등)를 요청하는 메시지를 무선 통신 디바이스(122)로부터 수신할 수 있다. 통신 디바이스(102)는 하나 이상의 무선 통신 디바이스들(122)로부터 하나 이상의 트레이닝 심볼들(118)을 수신(256)할 수 있고, 통신 디바이스(102)는 위상 및/또는 주파수 에러 감소들을 갖는 채널(114) 추정을 결정하기 위해 하나 이상의 트레이닝 심볼들(118)을 사용할 수 있다. 그후, 통신 디바이스(102)는 수신된 심볼들을 복조하기 위해 채널 추정을 사용하여 하나 이상의 무선 통신 디바이스들(122)로부터 데이터를 수신(258)할 수 있다. 예를 들면, 하나 이상의 무선 통신 디바이스들(122)은 데이터와 함께 "파일럿" 신호들(예를 들면, 심볼들)을 전송할 수 있고, 통신 디바이스(102)는 수신된 심볼들을 복조하기 위해 채널 추정(예를 들면, 감소된 위상 및/또는 주파수 에러들을 가짐)과 함께 파일럿 신호들을 사용할 수 있다.

[0028] 도 3은 본원에 개시된 시스템들 및 방법들에 따른, 순환 지연들(362)을 사용하는 공간 스트림들(360)의 예들을 예시한 블록도이다. 도 3에서, 편의상 "순환 지연"은 "CD"로서 줄여 쓰고, "순환 지연 차이들"은 "ΔCD"로서 줄여 쓴다. 몇몇의 무선 통신 디바이스들(예를 들면, 액세스 단말기들)(322)은 공간 스트림들(360)을 사용하여 통신 디바이스(302)와 통신할 수 있다. 공간 스트림(360)은, 예를 들면, 특정 양의 순환 지연(즉, 도 3의 "CD")을 갖고 업링크(116) 상에서 전송되는 신호일 수 있다. 통신 디바이스(302)는 하나 이상의 공간 스트림들(360)을 각각의 무선 통신 디바이스(322)에 할당할 수 있다.

[0029] 일 예에서, 통신 디바이스(302)는 공간 스트림 A(360a)를 단말기 A(322a)에 할당하고, 공간 스트림 C(360c)를 단말기 B(322b)에 할당한다. 이러한 예에서, 공간 스트림 A(360a)는 0 ns 순환 지연(362a)을 갖고, 반면에, 공간 스트림 C(360c)는 - 800 ns의 순환 지연(362c)을 갖고 있어서, 800 ns의 순환 지연 차이(즉, ΔCD)(364a)를 발생시킨다. 공간 스트림들(360) 사이의 순환 지연 차이(364)는 (예를 들면, 각각의 트레이닝 심볼(118)에 대해 무선 통신 디바이스(322)마다 상이한 임펄스 응답이 통신 디바이스(302)에 의해 추정될 수 있도록) 통신 디바이스(302)가 무선 통신 디바이스들(322) 사이를 구별하도록 허용할 수 있다.

[0030] 무선 통신 디바이스들(322) 사이의 순환 지연 차이들(364)은, 순환 지연 차이들(364)에 기초하여 무선 통신 디바이스들(예를 들면, 액세스 단말기들 또는 클라이언트들)(322) 사이를 구별하는 것을 가능하게 하기 위해 예상된 채널 플러스 필터링 길이보다 클 수 있다. 즉, 특정 무선 통신 디바이스(322)에 대한 2 개의 심볼들 사이의 위상 오프셋(142)을 추정하기 위해서, 무선 통신 디바이스들(322)의 임펄스 응답들 사이에 상당한 중첩을 회피하는 것이 이로울 수 있다. 예를 들면, 임펄스 응답들이 상당히 중첩하면, 무선 통신 디바이스들(322) 사이에 간섭이 존재할 수 있다. 임펄스 응답의 폭은 모든 필터링의 길이에 부가한 채널 임펄스 응답 길이와 동일할 수 있다. 따라서, 총 임펄스 응답 길이보다 큰 무선 통신 디바이스들(322) 사이의 순환 지연 차이(364)가 이로울 수 있다. 도 3에 예시된 예들에서, 무선 통신 디바이스들(322) 사이의 순환 지연 차이들(364)은 200 ns보다 클 수 있고, 400 ns 또는 800 ns의 배수일 수 있다.

[0031] 또 다른 예에서, 통신 디바이스(302)는 0 ns의 순환 지연(362a)을 갖는 공간 스트림 A(360a) 및 -400 ns 또는 -100 ns의 순환 지연(362b)을 갖는 공간 스트림 B(360b) 양자를 무선 통신 디바이스 A(322a)에 할당한다. 또한, -800 ns의 순환 지연(362c)을 갖는 공간 스트림 C(360c) 및 -1200 ns 또는 -900 ns의 순환 지연(362d)을 갖는 공간 스트림 D(360d)은 통신 디바이스(302)에 의해 무선 통신 디바이스 B(322b)에 할당될 수 있다. 이러한 구성은 무선 통신 디바이스 A(322a)에 의해 사용된 공간 스트림 B(360b)와 무선 통신 디바이스 B(322b)에 의해 사용된 공간 스트림 C(360c) 사이에서 400 ns 또는 700 ns의 순환 지연 차이(364b)를 산출한다. 따라서, 일 구성에서, 동일한 무선 통신 디바이스(322)에 할당된 다수의 공간 스트림들(360)은 400 ns의 정수배의 순환 지연 차이(364)를 가질 수 있다. 예를 들면, 이러한 예에서 무선 통신 디바이스 A(322a)에 모두 할당되는 공간 스트림 A(360a)와 공간 스트림 B(360b) 사이의 순환 지연 차이(364c)는 400 ns일 수 있다. 또한, 이러한 예에서 무선 통신 디바이스 B(322b)에 모두 할당되는 공간 스트림 C(360c)와 공간 스트림 D(360d) 사이의 순환 지연 차이(364d)는 400 ns일 수 있다.

[0032] 또 다른 구성에서, 동일한 무선 통신 디바이스(322)에 할당된 공간 스트림들 사이의 순환 지연 차이(364)는, 상이한 무선 통신 디바이스들(322)에 할당된 공간 스트림들 사이에 더 큰 순환 지연 차이가 존재하도록 더 작거나

감소될 수 있다. 예를 들면, 무선 통신 디바이스 A(322a)에 의해 사용되는 공간 스트림 A(360a)와 공간 스트림 B(360b) 사이의 순환 지연 차이(364c)는 400ns로부터 100ns로 감소될 수 있어서, 무선 통신 디바이스 A(322a)에 의해 사용된 공간 스트림 B(360b)와 무선 통신 디바이스 B(322b)에 의해 사용된 공간 스트림 C(360c) 사이에 700 ns의 순환 지연 차이(364b)가 존재한다. 또한, 이러한 예에서 무선 통신 디바이스 B(322b)에 모두 할당되는 공간 스트림 C(360c)와 공간 스트림 D(360d) 사이의 순환 지연(364d)은, 공간 스트림 D(360d) 및 다른 무선 통신 디바이스들(322)에 의해 사용된 부가적인 공간 스트림들 사이의 더 큰 순환 지연 차이를 허용하기 위해 100 ns(364d)로 감소될 수 있다. 그러나, 일부 구성들에서, 이러한 접근법은 각각 하나의 공간 스트림(360)을 갖는 5 개 이상의 무선 통신 디바이스들(122)이 존재하는 경우에 작동하지 않을 수 있다.

[0033] 많은 다른 구성들이 사용될 수 있다. 예를 들면, 4 개까지의 무선 통신 디바이스들(322)에 대해, 공간 스트림 A(360a), 공간 스트림 C(360c), 공간 스트림 E(360e) 및 공간 스트림 G(360g)만이 무선 통신 디바이스 A(322a), 무선 통신 디바이스 B(322b), 무선 통신 디바이스 C(322c) 및 무선 통신 디바이스 D(322d)에 의해 각각 사용될 수 있다. 이러한 방법에서, 무선 통신 디바이스들 A, B, C 및 D(322a, 322b, 322c, 322d)에 의해 사용된 공간 스트림 A(360a), 공간 스트림 C(360c), 공간 스트림 E(360e) 및 공간 스트림 G(360g) 사이에 800 ns의 순환 지연 차이들(364a, 364e, 364f)이 존재한다.

[0034] 또 다른 예에서, 무선 통신 디바이스 A(322a)에는 공간 스트림들 A(360a) 및 B(360b)가 할당되고, 무선 통신 디바이스 B(322b)에는 공간 스트림들 C(360c) 및 D(360d)가 할당되고, 무선 통신 디바이스 C(322c)에는 공간 스트림 E(360e)가 할당되고, 무선 통신 디바이스 D(322d)에는 공간 스트림들 F(360f) 및 G(360g)가 할당되고, 무선 통신 디바이스 E(322e)에는 공간 스트림 H(360h)가 할당된다. 이러한 예에서, 공간 스트림 A(360a)는 0 ns의 순환 지연(362a)을 갖고, 공간 스트림 B(360b)는 -400 ns의 순환 지연(362b)을 갖고, 공간 스트림 C(360c)는 -800 ns의 순환 지연(362c)을 갖고, 공간 스트림 D(360d)는 -1200 ns의 순환 지연(362d)을 갖고, 공간 스트림 E(360e)는 -1600 ns의 순환 지연(362e)을 갖고, 공간 스트림 F(360f)는 -2000 ns의 순환 지연(362f)을 갖고, 공간 스트림 G(360g)는 -2400 ns의 순환 지연(362g)을 갖고, 공간 스트림 H(360h)는 -2800 ns의 순환 지연(362h)을 갖는다. 따라서, 무선 통신 디바이스들(322) 각각에 의해 사용된 공간 스트림들(360) 사이의 순환 지연 차이는 400 ns이다. 예를 들면, 무선 통신 디바이스들 사이(A(322a) 및 B(322b) 사이, B(322b) 및 C(322c) 사이, C(322c) 및 D(322d) 사이, 및 D(322d) 및 E(322e) 사이)의 각각의 순환 지연 차이들(364b, 364g, 364h, 364i)은 400 ns이다.

[0035] 도 4는 변동하는 순환 지연들을 갖는 몇몇의 공간 스트림들에 포함된 몇몇의 트레이닝 심볼들의 일 구성의 예를 예시하는 도면이다. 도 4에서, 편의상 트레이닝 심볼은 "TS"로서 줄여 쓰고, 순환 지연은 "CD"로서 줄여 쓴다. 공간 스트림들(460a-h) 각각은 몇몇의 트레이닝 심볼들(418)을 포함할 수 있다. 트레이닝 심볼들(418)은 무선 통신 디바이스들(122)로부터 통신 디바이스(102)로 메시지의 프리엠블(466)로 전송될 수 있다. 예를 들면, 트레이닝 심볼들(418)은 VHT-LTF(Very High Throughput-Long Training Field) 심볼들일 수 있다.

[0036] 도 4에 도시된 예에서, 각각의 트레이닝 심볼(418)은 시간(459)에서 4 마이크로초(㎲)를 차지한다. 또한, 트레이닝 심볼들(418) 각각은 대응하는 공간 스트림(460)의 순환 지연에 따라 순환 지연을 갖고 전송된다. 예를 들면, 공간 스트림 A(460a) 상의 트레이닝 심볼들(418aa-ah)은 0 ns의 순환 지연을 갖고 전송된다. 또한, 공간 스트림 B(460b) 상의 트레이닝 심볼들(418ba-418bh)은 -400 ns의 순환 지연을 갖고 전송되고, 공간 스트림 C(460c) 상의 트레이닝 심볼들(418ca-ch)은 -800 ns의 순환 지연을 갖고 전송되고, 공간 스트림 D(460d) 상의 트레이닝 심볼들(418da-dh)은 -1200 ns의 순환 지연을 갖고 전송되고, 공간 스트림 E(460e) 상의 트레이닝 심볼들(418ea-eh)은 -1600 ns의 순환 지연을 갖고 전송되고, 공간 스트림 F(460f) 상의 트레이닝 심볼들(418fa-fh)은 -2000 ns의 순환 지연을 갖고 전송되고, 공간 스트림 G(460g) 상의 트레이닝 심볼들(418ga-gh)은 -2400 ns의 순환 지연을 갖고 전송되고, 공간 스트림 H(460h) 상의 트레이닝 심볼들(418ha-hh)은 -2800 ns의 순환 지연을 갖고 전송된다.

[0037] 공간 스트림들(460a-h) 상의 트레이닝 심볼들(418aa-hh)이 왈시-하다마드 코드(Walsh- Hadamard code)를 형성할 수 있고, 왈시-하다마드 코드가 각각의 공간 스트림(460)이 다른 공간 스트림들(460)에 대해 직교하게 만든다는 것이 도 4의 예에서 또한 관찰될 수 있다. 이러한 패턴은 8x8 행렬이 직교적으로 유지되는 한 수정될 수 있다. 예를 들면, 행렬 로우들(rows)이 스위칭될 수 있고, 및/또는 컬럼들(columns)이 -1에 의해 곱셈될 수 있다. 또한, 제 1의 4 개의 공간 스트림들(즉, 공간 스트림들 A(460a), B(460b), C(460c) 및 D(460d)) 및 제 1의 4 개의 심볼들(418aa-dd)의 패턴이 IEEE 802.11n P 행렬과 동일하도록 트레이닝 심볼 패턴(예를 들면, VHT-LTF 패턴)을 만드는 것이 가능하다. 이것을 성취하기 위해, 8x8 행렬이 아래의 수학식 1에 도시된 바와 같이

구성될 수 있다.

수학식 1

[0038]
$$\begin{bmatrix} P & P \\ P & -P \end{bmatrix}$$

[0039] 일 구성에서, P 행렬은 모든 VHT-LTF 심볼들 및 모든 공간 스트림들에 대한 성상도 값들(constellation values)을 포함한다. 예를 들면, VHT-LTF 심볼 번호 2의 스트림 5는 P 행렬의 로우 2 및 컬럼 5의 성상도 값을 사용한다.

[0040] 도 5는 통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키기 위한 방법(500)의 일 구성을 예시하는 흐름도이다. 통신 디바이스(예를 들면, 액세스 포인트)(102)는 주파수 도메인에서 합산 채널을 계산(566)할 수 있다. 예를 들면, 통신 디바이스(102)는 수신된 심볼들(118)의 고속 푸리에 변환(FFT)을 취하고, 이를 알려진 데이터 패턴으로 곱셈하여, 합산 채널을 산출할 수 있다.

[0041] 통신 디바이스(102)는 각각의 수신된 심볼(118)에 대해 임펄스 응답들을 추정(568)할 수 있다. 일 구성에서, 통신 디바이스(102)는 (예를 들면, 임펄스 응답 추정들을 산출하기 위해) 합산 채널 및 윈도우 함수의 곱(product)의 역고속 푸리에 변환(IFFT)을 취한다. 윈도우 함수는, 예를 들면, 깁스 현상(Gibbs phenomenon)을 제거하는데 사용될 수 있다. 예를 들면, 윈도우 함수는 24 개의 샘플들의 롤-오프 길이 간격들(roll-off length intervals)을 갖는 (예를 들면, 40 MHz 채널에 대해) 상승된 코사인 윈도우일 수 있다. 더 크거나 더 작은 롤-오프 값들이 가능하다. 더 큰 롤-오프 값들은 부가된 임펄스 응답 길이를 감소시킬 수 있다. 그러나, 일 구성에서, 24 개의 샘플들의 길이는 이미 28의 최대 가능한 길이에 가깝다. 80 MHz 채널에 대해, 동일한 롤-오프 길이가 사용될 수 있지만, 더 많은 톤들을 커버하기 위해 더 많은 샘플들이 필요로 된다. 20 MHz 채널에 대해, 미사용된 직류 전류(DC) 톤의 좌우로 28 개의 톤들만이 존재하기 때문에, 14 개의 샘플들의 최대 롤-오프가 사용될 수 있다.

[0042] 논의된 윈도우 예들은 간단한 실수-값 상승된 코사인 윈도우들이다. 주파수 도메인에서 실수 윈도우는 시간 도메인에서 대칭적인 임펄스 응답으로 변환된다. 수신된 채널 임펄스 응답들은 윈도우 응답과 컨볼루션(convolve)될 수 있다. 그러나, 실수 윈도우에 의해 부가된 여분의 응답 길이를 최소화하기 위해, 비대칭적인 임펄스 응답을 갖는 복소값 윈도우가 사용될 수 있다. 일 구성에서, 순환 임펄스 응답은 윈도우의 역고속 푸리에 변환의 크기(예를 들면, |IFFT(window)|)로서 볼 수 있다. 예를 들면, 임펄스 응답은 1의 합산 거듭제곱(sum power)으로 정규화될 수 있고, 탭들(10 내지 128)의 총 거듭제곱은 캐리어에 대해 -51 데시벨(dBc)일 수 있다. 즉, 9 개의 중요한 탭들만이 존재할 수 있어서, 40 메가헤르츠(MHz) 샘플 레이트에 대해 200 ns의 스팬(span)을 제공한다. 제 1의 9 개의 탭들 외부의 최악의 경우 탭은 약 -65 dBc일 수 있다.

[0043] 통신 디바이스(102)는 각각의 수신된 심볼에 대해 무선 통신 디바이스(예를 들면, 액세스 단말기)(122)마다 임펄스 응답들을 분리(570)시킬 수 있다. 예를 들면, 통신 디바이스(102)는 각각의 수신된 심볼에 대해 각각의 무선 통신 디바이스(122)의 임펄스 응답에 대응하는 샘플들의 범위를 분리시킬 수 있다. 분리된 임펄스 응답을 사용하여, 통신 디바이스(102)는 각각의 무선 통신 디바이스(122)에 대해 위상 에러(예를 들면, 각도)를 계산(572)할 수 있다. 그후, 통신 디바이스(102)는 (예를 들면, 행렬 곱셈을 사용하여) 위상 및/또는 주파수 에러들을 감소(574)시킬 수 있다. 다시 말해서, 통신 디바이스(102)는, 위상 및/또는 주파수 에러들을 감소 또는 정정하는데 사용될 수 있는 위상 및/또는 주파수 에러 감소들 또는 정정들을 포함하여 채널(114) 추정을 계산하기 위해 계산된 위상 에러들을 사용할 수 있다.

[0044] 도 6은 통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키기 위한 방법(600)의 더욱 상세한 구성을 예시한 흐름도이다. 즉, 도 6은 통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키기 위한 도 5에 예시된 바와 같은 방법(500)의 하나의 가능한 구현에 관한 더욱 세부적인 사항을 제공한다.

[0045] 통신 디바이스(예를 들면, 액세스 포인트)(102)는 수신된 심볼들(118)을 (예를 들면, FFT를 통해) 주파수 도메인으로 변환(676)하고, 각각의 수신된 심볼(118)에 대한 합산 채널을 산출하기 위해 변환된 수신된 심볼들을 알려진 데이터 패턴으로 곱셈할 수 있다. 이러한 절차는 수학식 2에 의해 예시될 수 있다.

수학식 2

[0046] $$H_n(f) = FFT(r_n)L(f)$$

[0047] 수학식 2에서, $H_n(f)$는 주파수 도메인에서 서브캐리어(f)에 대한 합산 채널이고, FFT()는 고속 푸리에 변환(FFT) 연산이고, r_n은 심볼 번호(n)를 갖는 수신된 트레이닝 심볼(118)이고, L(f)는 알려진 트레이닝 심볼(118) 데이터 패턴이다.

[0048] 그후, 통신 디바이스(102)는 각각의 수신된 심볼(118)에 대한 추정된 임펄스 응답들을 산출하기 위해 합산 채널과 윈도우 함수의 곱을 (예를 들면, IFFT를 통해) 시간 도메인으로 변환(678)할 수 있다. 이것은 수학식 3에 예시된 바와 같이 계산될 수 있다.

수학식 3

[0049] $$h_n = IFFT\{H_n(f)W(f)\}$$

[0050] 수학식 3에서, h_n은 각각의 수신된 심볼(118)에 대한 무선 통신 디바이스들(122)에 대한 임펄스 응답들을 나타내고, IFFT{}는 N-포인트 역고속 푸리에 변환(IFFT) 연산이고, W(f)는 대역-에지들에서 및 직류 전류(DC) 주변에서 롤-오프를 갖는 윈도우 함수(예를 들면, 위의 도 5와 관련하여 기재된 바와 같음)이다. 예를 들면, 무선 통신 디바이스들(122) 사이에 순환 지연이 존재하기 때문에, 임펄스 응답들의 합산은 h_n 추정에서 상이한 지연들에 대해 별도의(예를 들면, 분리된) 상이한 임펄스 응답들을 포함할 수 있다.

[0051] 그후, 통신 디바이스(102)는 임펄스 응답들의 샘플들의 범위들을 분리시킴으로써 각각의 수신된 심볼(118)에 대해 무선 통신 디바이스(122)마다 각각의 임펄스 응답을 분리(680)시킬 수 있고, 여기서 하나의 무선 통신 디바이스(122)에 대한 샘플들의 범위는 제 1 샘플 번호 내지 제 2 샘플 번호이다. 제 1 샘플 번호는 무선 통신 디바이스(122)의 순환 지연(예를 들면, 샘플들의 번호에서) 마이너스 음의 측면 상의 임펄스 응답 샘플들의 수 플러스 포인트들의 수(예를 들면, N-포인트 FFT 또는 IFFT에서 사용됨)를 포인트들의 수로 나누어 계산된 나머지일 수 있다. 제 2 샘플 번호는 무선 통신 디바이스(122)의 순환 지연(예를 들면, 샘플들의 번호에서) 플러스 양의 측면 상의 임펄스 응답 샘플들의 수 플러스 포인트들의 수(예를 들면, N-포인트 FFT 또는 IFFT에서 사용됨)를 포인트들의 수로 나누어 계산된 나머지일 수 있다. 각각의 수신된 심볼(118)에 대해 무선 통신 디바이스(122)마다 각각의 임펄스 응답을 분리시키는 것(680)은 수학식 4에 예시된 바와 같이 수행될 수 있다.

수학식 4

[0052] $$h_{cn} = h_n((d_c - T_- + N)\%N : (d_c + T_+ + N)\%N)$$

[0053] 수학식 4에서, h_{cn}은 각각의 수신된 심볼(118)(즉, 심볼 번호 n을 가짐)에 대해 무선 통신 디바이스(122) 당 분리된 임펄스 응답을 나타내고, c는 무선 통신 디바이스(122) 번호(예를 들면, "클라이언트" 번호)이고, d_c는 무선 통신 디바이스(122)(c)에 대한 샘플들에서 순환 지연(362)이고, T_-는 음의 측면 상의 임펄스 응답 샘플들의 수이고, T_+는 양의 측면 상의 임펄스 응답 샘플들의 수이고, %는 모듈로 연산자이고, N은 N-포인트 FFT 또는 IFFT에 대해 사용되는 포인트들의 수이다. 따라서, 각각의 수신된 심볼(118)에 대해 무선 통신 디바이스(122) 당 임펄스 응답은 각각의 수신된 심볼(118)에 대해 임펄스 응답들의 제 1 샘플 번호 내지 제 2 샘플 번호의 샘플들의 범위를 취함으로써 분리된다. 무선 통신 디바이스(122)가 2 개 이상의 공간 스트림(360)을 갖는다면, 예를 들면, 스트림들(360)이 인접한 순환 지연(362) 값들을 갖는다고 가정하여, h_{cn}이 무선 통신 디바이스(122)의 공간 스트림들(360) 모두 또는 그의 공간 스트림들(360) 모두 중 일부분의 임펄스 응답들에 걸쳐 있도록 T_-

및 T_+가 선택될 수 있다는 것을 유의해야 한다.

[0054] 통신 디바이스(102)는, 각각의 수신된 심볼(118)에 대해 무선 통신 디바이스(122) 당 분리된 임펄스 응답 및 제 1 수신된 심볼(예를 들면, "심볼 0")의 무선 통신 디바이스(122) 당 분리된 임펄스 응답의 교차 상관의 각도(예를 들면, 0으로부터 음 및 양의 측면들 상의 임펄스 응답 샘플들의 합산까지)를 계산함으로써 각각의 수신된 심볼(118)에 대해 공간 스트림(360) 당 위상 에러 추정(예를 들면, 각도)을 계산(682)할 수 있다(예를 들면, 위의 도 3과 관련하여 논의된 바와 같이, 무선 통신 디바이스들(122)에는 하나 이상의 공간 스트림들(360)이 할당될 수 있음). 위상 에러 추정은 수학식 5에 예시된 바와 같이 계산될 수 있다.

수학식 5

[0055]
$$\varphi_{cn} = angle\left(\sum_{k=0}^{T_- + T_+} h_{cn}(k) h_{c0}(k)^*\right)$$

[0056] 수학식 5에서, φ_{cn}는 각각의 수신된 심볼(118)에 대해 무선 통신 디바이스(122) 당 위상 에러 추정이다. 예를 들면, 수학식 5는 제 1 심볼의 임펄스 응답과 심볼의 임펄스 응답의 차동 검출들을 예시할 수 있다. 예를 들면, 심볼 n에 대한 무선 통신 디바이스(122)(c)의 임펄스 응답(예를 들면, h_{cn})은 제 1 심볼(0)의 동일한 무선 통신 디바이스(112)(c)의 복소 켤레 채널 임펄스 응답과 곱셈된다. 그후, 이러한 수는 관련 샘플들 모두에 걸쳐(예를 들면, 무선 통신 디바이스(122)(c)에 대해 관련된 간격에 걸쳐) 합산될 수 있다. 이러한 측정의 각도 φ_{cn}는 심볼 0으로부터 심볼 n으로의 위상 드리프트를 나타낼 수 있고, 이것은 임의의 위상 잡음(예를 들면, 에러) 및/또는 주파수 에러(이롭게 감소되거나 정정될 수 있음)에 의해 발생될 수 있다. 통신 디바이스(102)는 각각의 무선 통신 디바이스(122) 및 각각의 심볼(118)에 대해 이러한 접근법을 사용할 수 있다.

[0057] 통신 디바이스(102)는 수신된 심볼(118)마다 공간 스트림 당 미지의 위상 시프트들과 조합된 알려진 곱셈 값들을 계산(684)할 수 있다. 통신 디바이스(102) 상에서 수신된 신호는 $L_f H_f R$로서 쓸 수 있다. L_f는 서브캐리어 f의 알려진 트레이닝 데이터 값을 포함하는 스칼라 값이다. H_f는 통신 디바이스(102) 수신 안테나들(112)의 수에 의해 모든 업링크 무선 통신 디바이스들(122)(예를 들면, "클라이언트들")에 걸쳐 합산된 공간 스트림들의 총수의 차원들을 갖는 서브캐리어 f에서의 채널 행렬이다. R은 심볼마다 공간 스트림 당 미지의 위상 시프트들 φ_{mn}과 조합된, 심볼 n마다 공간 스트림 m 당 P_{mn}의 알려진 (예를 들면, {1, -1}) 곱셈 값들을 포함하는 행렬이다. 이러한 계산은 수학식 6에 예시된 바와 같이 수행될 수 있다.

수학식 6

[0058]
$$R_{mn} = P_{mn} \exp(j\varphi_{mn})$$

[0059] 통신 디바이스(102)는 (예를 들면, 서브캐리어에 대해) 알려진 스칼라 데이터 값을 갖는 수신된 심볼들(118), 위상 시프트들을 갖는 알려진 곱셈 값들의 에르미트 행렬(Hermitian)(예를 들면, R_{mn}) 및 위상 시프트들을 갖는 알려진 곱셈 값들의 에르미트 행렬에 의해 곱셈된 위상 시프트들을 갖는 알려진 곱셈 값들의 역을 라이트(right) 곱셈함으로써 위상 및/또는 주파수 에러 감소를 갖는 채널 추정을 계산(686)할 수 있다. 채널 추정은 수학식 7에 예시된 바와 같이 계산(686)될 수 있다.

수학식 7

[0060] $$L_f H_f R^* L_f R^H \left(RR^H\right)^{-1} = H_f RR^H \left(RR^H\right)^{-1} = H_f$$

[0061] 수학식 7에서, L_f는 서브캐리어 f에서의 알려진 트레이닝 심볼 스칼라 데이터 값이고, H_f는 서브캐리어 f에서의 채널 추정이고(즉, 여기서 H_f의 차원들은 통신 디바이스(102) 수신 안테나들(112)의 수에 의해 모든 업링크 무선 통신 디바이스들(122)에 걸쳐 합산된 공간 스트림들(360)의 총수임), R은 위상 시프트들을 갖는 알려진 곱셈 값들(예를 들면, P_{mn})이고, R^H는 R의 에르미트 행렬이다. 예상된 위상 에러들은 RR^H가 단위 행렬에 가까울 수 있도록 작을 수 있고(예를 들면, π보다 훨씬 더 작음), 이것은 양호한 가역성(invertibility)을 보장할 수 있다.

[0062] 각각의 트레이닝 심볼(118)에 대해 무선 통신 디바이스(122) 당 상이한 위상 에러들을 통해, $L_f H_f R$이 서브캐리어 f 및 트레이닝 심볼 n(118)에서의 수신된 신호를 나타낸다는 것을 유의해야 한다. 수신된 신호에서 서브캐리어 당 순환 지연 의존 위상 시프트가 존재한다는 것이 또한 유의되어야 한다. 이러한 순환 시프트가 트레이닝 심볼들(118) 및 데이터 심볼들에 대해 동일하다고 가정될 수 있기 때문에, 이것은 채널 추정 H_f의 일부분으로서 볼 수 있어서, 실제 채널로부터 순환 지연 기여를 제거할 필요가 없을 수 있다.

[0063] 방법(600)의 하나의 가능한 구성은 다음의 계산 비용들: 수신 안테나(112) 당 트레이닝 심볼마다 하나의 IFFT, 윈도우에 대해 서브캐리어 당 하나의 곱셈, 심볼들 사이의 교차-상관(즉, N 개의 곱셈 및 덧셈들을 요구함), 무선 통신 디바이스(122) 당 트레이닝 심볼(118)마다 하나의 각도 계산, RR^H의 행렬 반전 및 $L_f R^H (R^H R)^{-1}$에 의한 트레이닝 심볼 주파수 도메인 샘플들의 행렬 곱셈으로 구현될 수 있다.

[0064] 도 7은 몇몇의 무선 통신 디바이스들에 대한 임펄스 응답들을 분리하는 하나의 예를 예시한 그래프이다. 이러한 그래프는 (샘플 번호(763)에 따라) FFT 행렬로 구성된 단위 4x4 채널을 사용하는, 하나의 트레이닝 심볼(118)에서 4 개의 무선 통신 디바이스들(122)(예를 들면, 액세스 단말기들)에 대한 임펄스 응답 크기(예를 들면, $|h_n|$)(761)의 예를 도시한다. 도 7에서, x-축은 샘플 번호(763)를 예시하고, 여기서 샘플 간격은 1/40e6 초이다. y-축은 임의의 스케일링 인자를 갖는 임펄스 응답의 크기(761)를 예시한다. 예를 들면, 도 7은 순환 지연 차이에 의해 분리된 업링크 무선 통신 디바이스들(122)의 임펄스 응답들을 도시하는 윈도우 IFFT 출력을 예시한다. 이러한 예에서, $T_- = T_+ = 16$ 개의 샘플들이다. 무선 통신 디바이스 A(788a, 788e)(즉, 0의 순환 지연을 가짐)에 대한 임펄스 응답(즉, 크기)은 2 개의 샘플 번호 범위들에서, 즉: 샘플들(112-127) 및 샘플들(0-16)로부터 관찰될 수 있다. 무선 통신 디바이스 B(788b)에 대한 임펄스 응답이 샘플들(16-48)에 예시되고, 무선 통신 디바이스 C(788c)에 대한 임펄스 응답이 샘플들(48-80)에 예시되고, 무선 통신 디바이스 D(788d)에 대한 임펄스 응답이 샘플들(80-112)에 예시된다. 이러한 임펄스 응답들 각각은 위의 수학식 4에 따라 분리(570)될 수 있다. 예를 들면, 샘플들 112-127(790e) 및 샘플들 0-16(790a)은 무선 통신 디바이스 A(788a)에 대해 분리(570)될 수 있다. 또한, 샘플들 16-48(790b)은 무선 통신 디바이스 B(788b)에 대해 분리(570)될 수 있고, 샘플들 48-80(790c)은 무선 통신 디바이스 C(788c)에 대해 분리(570)될 수 있고, 샘플들 80-112(790d)은 무선 통신 디바이스 D(788d)에 대해 분리(570)될 수 있다. 따라서, 도 7은 몇몇의 무선 통신 디바이스들(122)로부터의 임펄스 응답들이 상이한 순환 지연들을 갖는 결과로서 통신 디바이스(102)에 의해 분리될 수 있다는 것을 예시한다.

[0065] 도 8은, 통신 디바이스 상에서 위상 에러들을 감소시키기 위한 시스템들 및 방법들이 구현될 수 있는 통신 디바이스(802)의 일 구성을 예시한 블록도이다. 통신 디바이스(예를 들면, 액세스 포인트)(802)는 위상/주파수 에러 감소 모듈(804)을 포함한다. 위상/주파수 에러 감소 모듈(804)은 소프트웨어, 하드웨어 또는 양자의 조합으로 구현될 수 있다. 트레이닝 심볼들(894)은 수신된 신호(892)로부터 추출될 수 있다. 이러한 트레이닝 심볼들(894)은 (예를 들면, N-포인트(803) FFT를 통해) 주파수 도메인으로 변환(896)되고, 수학식 2에 예시된 바와 같이 알려진 데이터 패턴(813)에 의해 곱셈(898)될 수 있다. 이러한 연산은 합산 채널(801)을 산출한다. 합산 채널(801)은 윈도우 함수(815)에 의해 곱셈될 수 있고, 그후, 그 곱은 (예를 들면, 수학식 3에 예시된 바와 같이 N-포인트(803) IFFT를 통해) 시간 도메인으로 변환(865)될 수 있다. 이러한 계산은 각각의 수신된 트레이닝

심볼(894)에 대한 임펄스 응답들(807)을 산출한다.

[0066] N 개의 포인트들(803), 음의 측면 상의 임펄스 응답 샘플들(821)의 수, 양의 측면 상의 임펄스 응답 샘플들(823)의 수 및 샘플들의 순환 지연(즉, 무선 통신 디바이스(122) 당)(877)을 사용하여, 통신 디바이스(802)는 (예를 들면, 수학식 4에 예시된 바와 같이) 각각의 수신된 심볼에 대해 무선 통신 디바이스(예를 들면, 액세스 단말기)(122)마다 임펄스 응답을 분리(809)시킬 수 있다. 이러한 연산(809)은, (예를 들면, 수학식 5에 예시된 바와 같이) 각각의 수신된 트레이닝 심볼에 대해 무선 통신 디바이스(122) 당 추정된 위상 에러(829)를 계산(831)하는데 (예를 들면, 음의 측면 및 양의 측면으로부터 다수의 임펄스 응답 샘플들(821 및 823)과 함께) 사용되는 분리된 임펄스 응답들(811)을 산출한다. 통신 디바이스(802)는 (예를 들면, 수학식 6에 예시된 바와 같은 P 행렬(819)을 사용하여) 추정된 위상 에러들(819)을 P 행렬로 통합(827)할 수 있다. 그후, 수신된 신호(892), 알려진 데이터 패턴(813) 및 추정된 위상 에러들을 갖는 P 행렬(819)은 (예를 들면, 수학식 7에 예시된 바와 같이) 위상 및 주파수 에러 감소를 갖는 추정된 채널을 계산(825)하는데 사용된다. 그후, 추정된 채널은 통신 디바이스(802)에 의해 수신된 변조된 데이터 심볼들(867)을 복조(869)하는데 사용될 수 있어서, 복조된 데이터 심볼들(871)을 산출한다. 따라서, 예를 들면, 프리엠블로부터의 위상 및 주파수 에러 추정들은 채널 추정들을 정정하는데 사용될 수 있고, 이로써 채널 추정들에서 저하를 방지한다.

[0067] 도 9는 통신 디바이스, 액세스 포인트 또는 기지국(902) 내에 포함될 수 있는 임의의 컴포넌트들을 예시한다. 앞서 논의된 통신 디바이스들(102, 302, 802)은 도 9에 도시된 통신 디바이스, 액세스 포인트 또는 기지국(902)과 유사하게 구성될 수 있다.

[0068] 통신 디바이스, 액세스 포인트 또는 기지국(902)은 프로세서(949)를 포함한다. 프로세서(949)는 범용 단일- 또는 다중-칩 마이크로프로세서(예를 들면, ARM), 특수 목적 마이크로프로세서(예를 들면, 디지털 신호 프로세서(DSP)), 마이크로제어기, 프로그래밍 가능 게이트 어레이 등일 수 있다. 프로세서(949)는 중앙 프로세싱 유닛(CPU)으로서 지칭될 수 있다. 단지 단일 프로세서(949)가 도 9의 통신 디바이스, 액세스 포인트 또는 기지국(902) 내에 도시되지만, 대안적인 구성에서, 프로세서들의 조합(예를 들면, ARM 및 DSP)이 사용될 수 있다.

[0069] 통신 디바이스, 액세스 포인트 또는 기지국(902)은 또한 프로세서(949)와 전자 통신하는 메모리(933)를 포함한다(즉, 프로세서(949)는 메모리(933)로부터 정보를 판독하고 및/또는 메모리(933)에 정보를 기록할 수 있음). 메모리(933)는 전자 정보를 저장할 수 있는 임의의 전자 컴포넌트일 수 있다. 메모리(933)는 랜덤 액세스 메모리(RAM), 판독-전용 메모리(ROM), 자기 디스크 저장 매체들, 광학 저장 매체들, RAM 내의 플래시 메모리 디바이스들, 프로세서에 포함된 온-보드 메모리, 프로그래밍 가능 판독-전용 메모리(PROM), 소거 가능 프로그래밍 가능 판독-전용 메모리(EPROM), 전기적으로 소거 가능 PROM(EEPROM), 레지스터들 등일 수 있고, 이들의 조합을 포함한다.

[0070] 데이터(935) 및 명령들(937)은 메모리(933)에 저장될 수 있다. 명령들(937)은 하나 이상의 프로그램들, 루틴들, 서브-루틴들, 함수들, 절차들 등을 포함할 수 있다. 명령들(937)은 단일 컴퓨터-판독 가능 스테이트먼트 또는 많은 컴퓨터-판독 가능 스테이트먼트들을 포함할 수 있다. 명령들(937)은 상술된 방법들(200, 500, 600)을 구현하기 위해 프로세서(949)에 의해 실행 가능할 수 있다. 명령들(937)을 실행하는 것은 메모리(933)에 저장된 데이터(935)의 사용을 수반할 수 있다. 도 9는 프로세서(949)에 로딩되는 몇몇의 명령들(937a) 및 데이터(935a)를 도시한다.

[0071] 통신 디바이스, 액세스 포인트 또는 기지국(902)은 또한 통신 디바이스, 액세스 포인트 또는 기지국(902)과 원격 위치(예를 들면, 무선 통신 디바이스(122)) 사이의 신호들의 전송 및 수신을 허용하기 위한 전송기(945) 및 수신기(947)를 포함할 수 있다. 전송기(945) 및 수신기(947)는 총괄적으로 트랜시버(943)로서 지칭될 수 있다. 안테나(941)는 트랜시버(943)에 전기적으로 연결될 수 있다. 통신 디바이스, 액세스 포인트 또는 기지국(902)은 또한 다수의 전송기들, 다수의 수신기들, 다수의 트랜시버들 및/또는 다수의 안테나(미도시)를 포함할 수 있다.

[0072] 통신 디바이스, 액세스 포인트 또는 기지국(902)의 다양한 컴포넌트들은 하나 이상의 버스들에 의해 함께 연결될 수 있고, 하나 이상의 버스들은 전력 버스, 제어 신호 버스, 상태 신호 버스, 데이터 버스 등을 포함할 수 있다. 간략히 하기 위해, 다양한 버스들은 버스 시스템(939)으로서 도 9에 예시된다.

[0073] 도 10은 무선 통신 디바이스 또는 액세스 단말기(1022) 내에 포함될 수 있는 임의의 컴포넌트들을 예시한다. 상술된 무선 통신 디바이스들(122, 322)은 도 10에 도시된 무선 통신 디바이스 또는 액세스 단말기(1022)와 유사하게 구성될 수 있다.

[0074] 무선 통신 디바이스 또는 액세스 단말기(1022)는 프로세서(1067)를 포함한다. 프로세서(1067)는 범용 단일- 또는 다중-칩 마이크로프로세서(예를 들면, ARM), 특수 목적 마이크로프로세서(예를 들면, 디지털 신호 프로세서(DSP)), 마이크로제어기, 프로그래밍 가능 게이트 어레이 등일 수 있다. 프로세서(1067)는 중앙 프로세싱 유닛(CPU)으로서 지칭될 수 있다. 단지 단일 프로세서(1067)가 도 10의 무선 통신 디바이스 또는 액세스 단말기(1022) 내에 도시되지만, 대안적인 구성에서, 프로세서들의 조합(예를 들면, ARM 및 DSP)이 사용될 수 있다.

[0075] 무선 통신 디바이스 또는 액세스 단말기(1022)는 또한 프로세서(1067)와 전자 통신하는 메모리(1051)를 포함한다(즉, 프로세서(1067)는 메모리(1051)로부터 정보를 판독하고 및/또는 메모리(1051)에 정보를 기록할 수 있음). 메모리(1051)는 전자 정보를 저장할 수 있는 임의의 전자 컴포넌트일 수 있다. 메모리(1051)는 랜덤 액세스 메모리(RAM), 판독-전용 메모리(ROM), 자기 디스크 저장 매체들, 광학 저장 매체들, RAM 내의 플래시 메모리 디바이스들, 프로세서에 포함된 온-보드 메모리, 프로그래밍 가능 판독-전용 메모리(PROM), 소거 가능 프로그래밍 가능 판독-전용 메모리(EPROM), 전기적으로 소거 가능 PROM(EEPROM), 레지스터들 등일 수 있고, 이들의 조합을 포함한다.

[0076] 데이터(1053) 및 명령들(1055)은 메모리(1051)에 저장될 수 있다. 명령들(1055)은 하나 이상의 프로그램들, 루틴들, 서브-루틴들, 함수들, 절차들 등을 포함할 수 있다. 명령들(1055)은 단일 컴퓨터-판독 가능 스테이트먼트 또는 많은 컴퓨터-판독 가능 스테이트먼트들을 포함할 수 있다. 명령들(1055)을 실행하는 것은 메모리(1051)에 저장된 데이터(1053)의 사용을 수반할 수 있다. 도 10은 프로세서(1067)에 로딩되는 몇몇의 명령들(1055a) 및 데이터(1053a)를 도시한다.

[0077] 무선 통신 디바이스 또는 액세스 단말기(1022)는 또한 무선 통신 디바이스 또는 액세스 단말기(1022)와 원격 위치(예를 들면, 통신 디바이스(102)) 사이의 신호들의 전송 및 수신을 허용하기 위한 전송기(1063) 및 수신기(1065)를 포함할 수 있다. 전송기(1063) 및 수신기(1065)는 총괄적으로 트랜시버(1061)로서 지칭될 수 있다. 안테나(1026)는 트랜시버(1061)에 전기적으로 연결될 수 있다. 무선 통신 디바이스 또는 액세스 단말기(1022)는 또한 다수의 전송기들, 다수의 수신기들, 다수의 트랜시버들 및/또는 다수의 안테나(미도시)를 포함할 수 있다.

[0078] 무선 통신 디바이스 또는 액세스 단말기(1022)의 다양한 컴포넌트들은 하나 이상의 버스들에 의해 함께 연결될 수 있고, 하나 이상의 버스들은 전력 버스, 제어 신호 버스, 상태 신호 버스, 데이터 버스 등을 포함할 수 있다. 간략히 하기 위해, 다양한 버스들은 버스 시스템(1057)으로서 도 10에 예시된다.

[0079] 위의 설명에서, 참조 번호들은 때때로 다양한 용어들과 관련하여 사용되고 있다. 용어가 참조 번호와 관련하여 사용되는 경우에, 이것은 도면들 중 하나 이상의 도면에 도시된 특정 엘리먼트를 지칭하게 된다. 용어가 참조 번호 없이 사용되는 경우에, 이것은 임의의 특정 도면에 대한 제한 없이 일반적으로 용어를 지칭하게 된다.

[0080] 용어 "결정하는 것"은 폭넓은 동작들을 포함하고, 따라서, "결정하는 것"은 계산하는 것, 컴퓨팅하는 것, 프로세싱하는 것, 유도하는 것, 조사하는 것, 룩 업하는 것(예를 들면, 테이블, 데이터베이스 또는 다른 데이터 구조를 룩 업), 확인하는 것 등을 포함할 수 있다. 또한, "결정하는 것"은 수신하는 것(예를 들면, 정보를 수신), 액세스하는 것(예를 들면, 메모리 내의 데이터를 액세싱) 등을 포함할 수 있다. 또한, "결정하는 것"은 의결하는 것(resolving), 선택하는 것, 선정하는 것, 설정하는 것 등을 포함할 수 있다.

[0081] 문구 "~에 기초하여"는 달리 명백히 지정되지 않는다면 "~에만 기초하여"를 의미하지 않는다. 다시 말해서, 문구 "~에 기초하여"는 "~에만 기초하여" 및 "~에 적어도 기초하여" 양자를 기술한다.

[0082] 본원에 기재된 기능들은 하나 이상의 명령들로서 프로세서-판독 가능 또는 컴퓨터-판독 가능 매체 상에 저장될 수 있다. 용어 "컴퓨터-판독 가능 매체"는 컴퓨터 또는 프로세서에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체를 지칭한다. 비제한적인 예로서, 그러한 매체는 RAM, ROM, EEPROM, 플래시 메모리, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 스토리지, 자기 디스크 스토리지 또는 다른 자기 스토리지 디바이스들, 또는 원하는 프로그램 코드를 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 저장하는데 사용될 수 있고 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같은 디스크(disk) 및 디스크(disc)는 컴팩트 디스크(disc)(CD), 레이저 디스크(disc), 광학 디스크(disc), 디지털 다목적 디스크(disc)(DVD), 플로피 디스크(disk), 및 블루-레이® 디스크(disc)를 포함하며, 여기서 디스크들(disks)은 일반적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만, 디스크들(discs)은 레이저들을 통해 광학적으로 데이터를 재생한다. 컴퓨터-판독 가능 매체는 유형(tangible) 및 비일시적인 것일 수 있다는 것이 유의되어야 한다. 용어 "컴퓨터-프로그램 물건"은, 컴퓨팅 디바이스 또는 프로세서에 의해 실행, 프로세싱 또는 컴퓨팅될 수 있는 코드 또는 명령들(예를 들면, "프로그램")과 결합하는 컴퓨팅

디바이스 또는 프로세서를 지칭한다. 본원에 사용된 바와 같이, 용어 "코드"는 컴퓨팅 디바이스 또는 프로세서에 의해 실행될 수 있는 소프트웨어, 명령들, 코드 또는 데이터를 지칭할 수 있다.

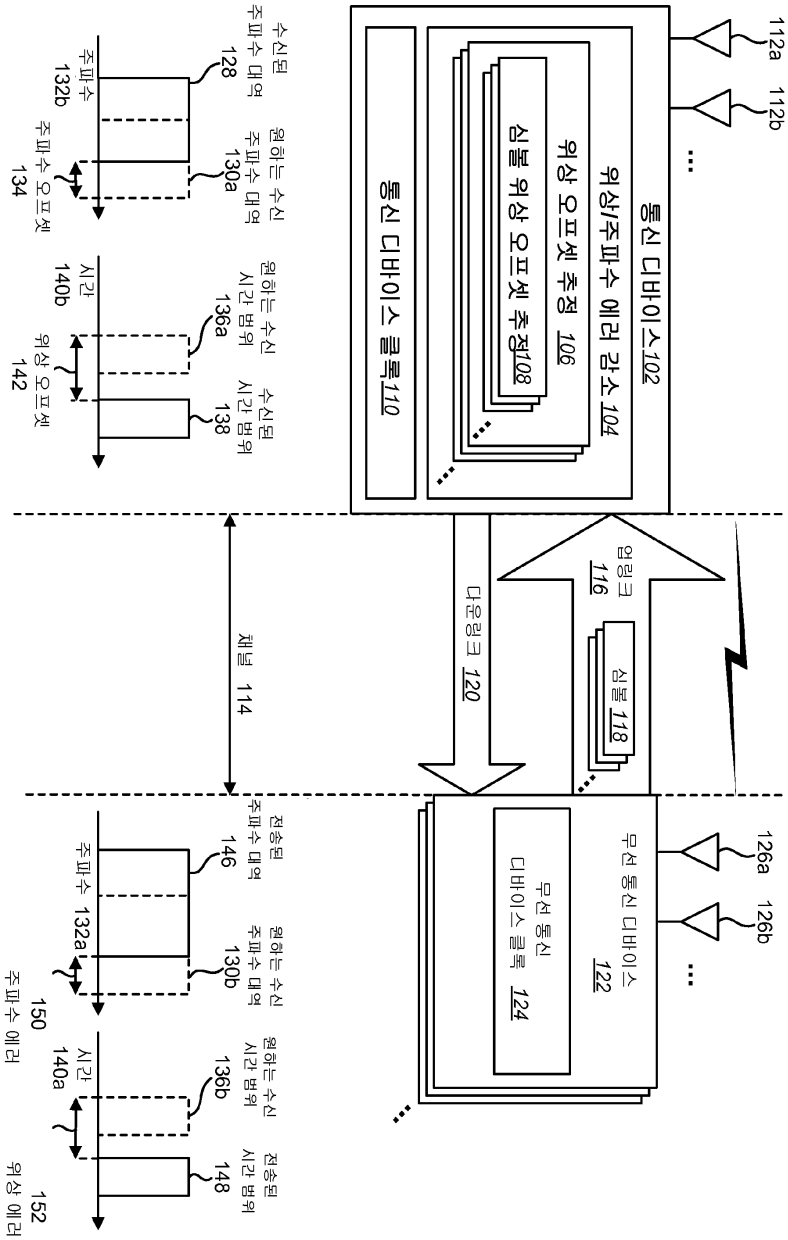
[0083] 소프트웨어 또는 명령들은 또한 전송 매체를 통해 전송될 수 있다. 예를 들면, 소프트웨어가 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, 디지털 가입자 라인(DSL), 또는 무선 기술들(가령, 적외선, 라디오, 및 마이크로웨이브)을 사용하여 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 전송되면, 동축 케이블, 광 섬유 케이블, 연선, DSL, 또는 무선 기술들(가령, 적외선, 라디오, 및 마이크로웨이브)은 전송 매체의 정의 내에 포함된다.

[0084] 본원에 개시된 방법들은 기재된 방법을 성취하기 위한 하나 이상의 단계들 또는 작동들을 포함한다. 방법 단계들 및/또는 작동들은 청구항들의 범위에서 벗어나지 않고 서로 교환될 수 있다. 다시 말해서, 기재된 방법의 적절한 동작을 위해 특정 순서의 단계들 또는 작동들이 요구되지 않는다면, 특정 단계들 및/또는 작동들의 순서 및/또는 사용이 청구항들의 범위에서 벗어나지 않고 수정될 수 있다.

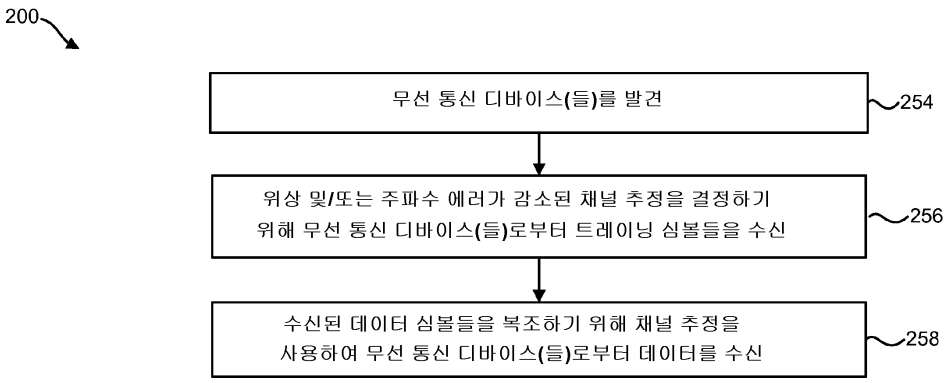
[0085] 청구항들이 위에 예시된 바로 그 구성 및 컴포넌트들로 제한되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 청구항들의 범위에서 벗어나지 않고, 본원에 기재된 시스템들, 방법들, 및 장치의 어레인지먼트, 동작 및 세부 사항들에서 다양한 수정들, 변화들 및 변동들이 이루어질 수 있다.

도면

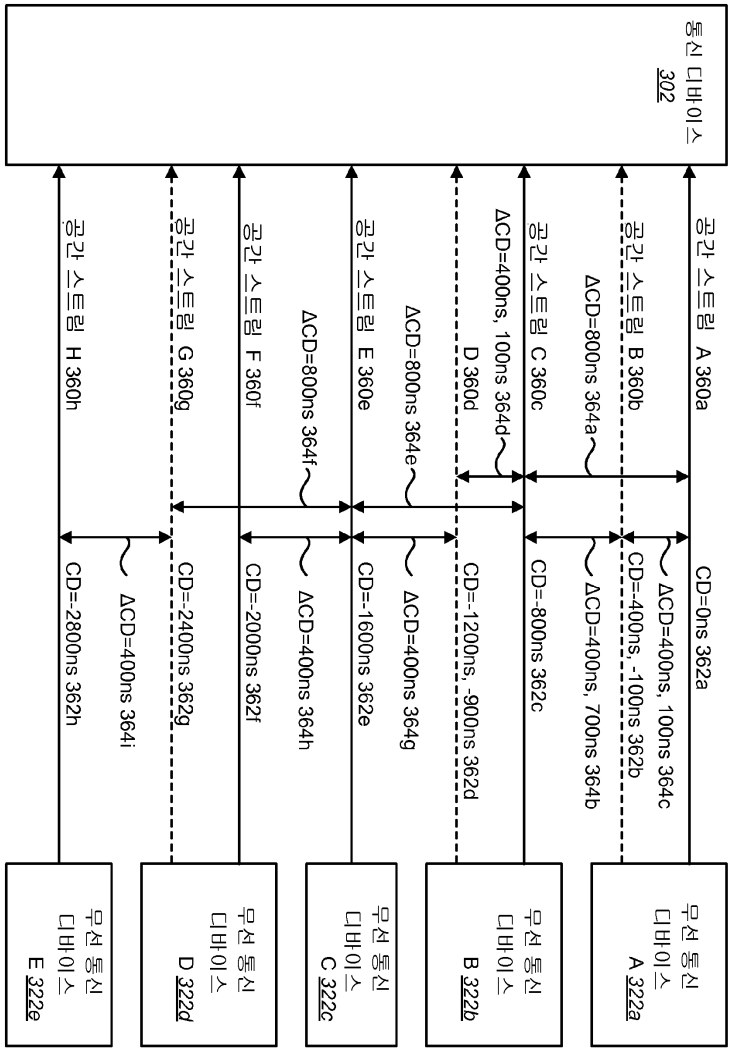
도면1


112a
112b
통신 디바이스102
위상/주파수 에러 감소 104
위상 오프셋 추정 106
심볼 위상 오프셋 추정108
통신 디바이스 클록110
업링크 116
심볼 118
다운링크 120
채널 114
무선 통신 디바이스 122
무선 통신 디바이스 클록 124
126a
126b
수신된 주파수 대역 128
원하는 수신 주파수 대역 130a
주파수 132b
주파수 오프셋 134
원하는 수신 시간 범위 136a
수신된 시간 범위 138
시간 140b
위상 오프셋 142
전송된 주파수 대역 146
원하는 수신 주파수 대역 130b
주파수 132a
주파수 에러 150
원하는 수신 시간 범위 136b
전송된 시간 범위 148
시간 140a
위상 에러 152

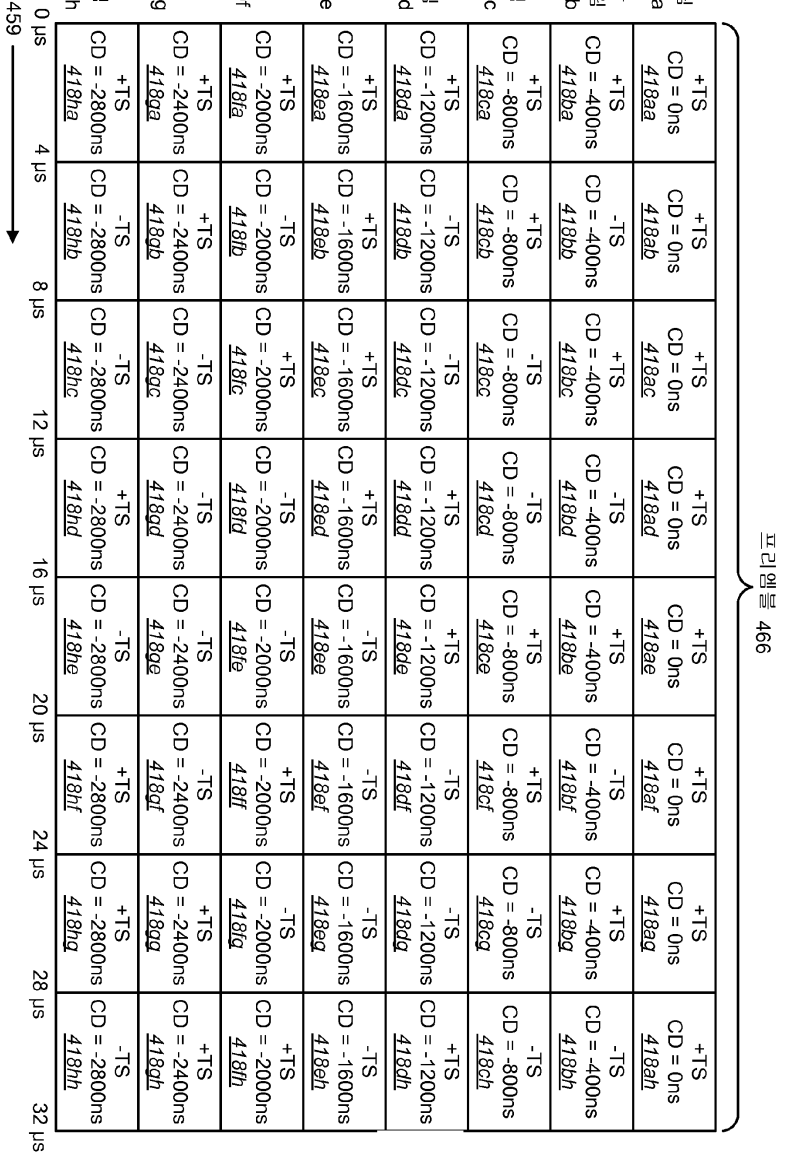
도면2


200
무선 통신 디바이스(들)를 발견
254
위상 및/또는 주파수 에러가 감소된 채널 추정을 결정하기 위해 무선 통신 디바이스(들)로부터 트레이닝 심볼들을 수신
256
수신된 데이터 심볼들을 복조하기 위해 채널 추정을 사용하여 무선 통신 디바이스(들)로부터 데이터를 수신
258

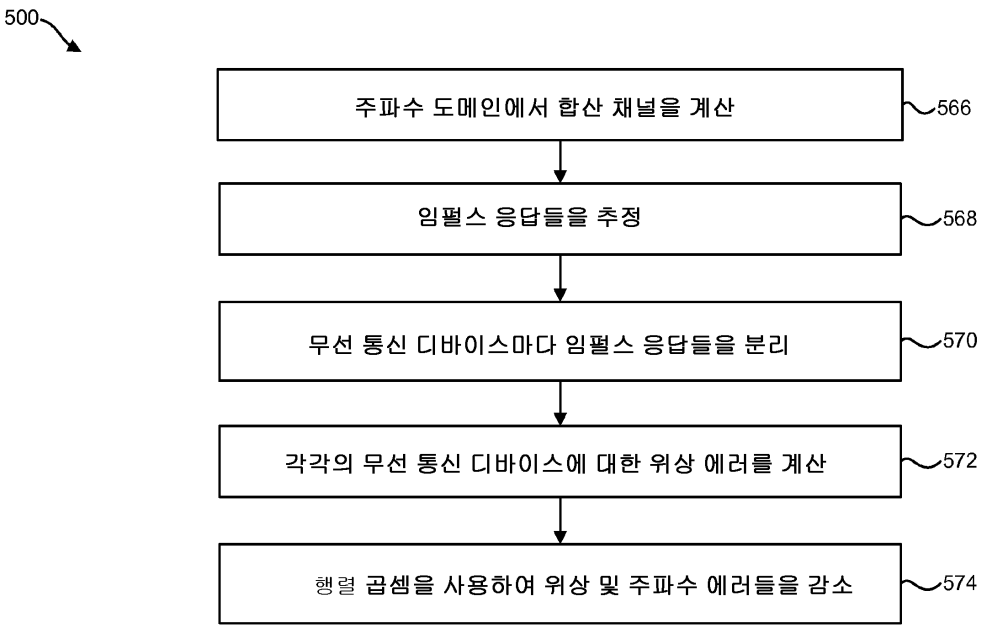
도면3


통신 디바이스 302
공간 스트림 A 360a
공간 스트림 B 360b
공간 스트림 C 360c
공간 스트림 D 360d
공간 스트림 E 360e
공간 스트림 F 360f
공간 스트림 G 360g
공간 스트림 H 360h
ΔCD=800ns 364a
ΔCD=400ns, 100ns 364d
ΔCD=800ns 364e
ΔCD=800ns 364f
CD=0ns 362a
ΔCD=400ns, 100ns 364c
CD=-400ns, -100ns 362b
ΔCD=400ns, 700ns 364b
CD=-800ns 362c
CD=-1200ns, -900ns 362d
ΔCD=400ns 364g
CD=-1600ns 362e
ΔCD=400ns 364h
CD=-2000ns 362f
CD=-2400ns 362g
ΔCD=400ns 364i
CD=-2800ns 362h
무선 통신 디바이스 A 322a
무선 통신 디바이스 B 322b
무선 통신 디바이스 C 322c
무선 통신 디바이스 D 322d
무선 통신 디바이스 E 322e

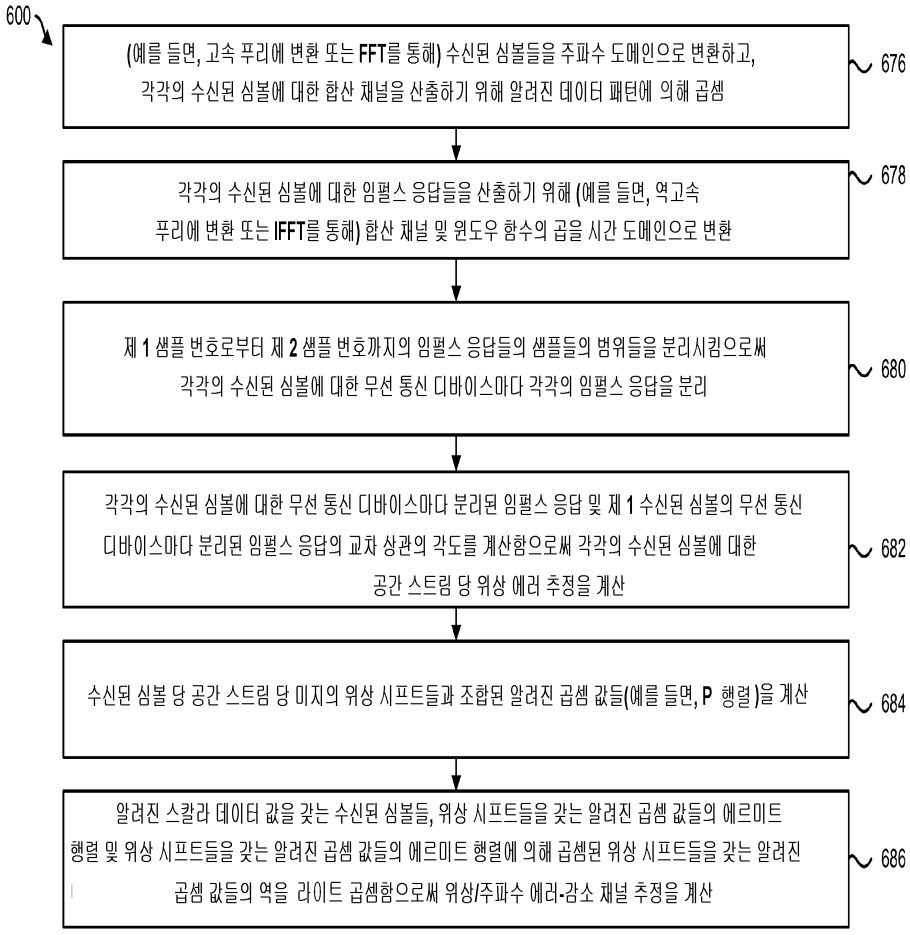
도면4


프리앰블 466
공간 스트림 A 460a
공간 스트림 B 460b
공간 스트림 C 460c
공간 스트림 D 460d
공간 스트림 E 460e
공간 스트림 F 460f
공간 스트림 G 460g
공간 스트림 H 460h
+TS CD = 0ns 418aa
+TS CD = 0ns 418ab
+TS CD = 0ns 418ac
+TS CD = 0ns 418ad
+TS CD = 0ns 418ae
+TS CD = 0ns 418af
+TS CD = 0ns 418ag
+TS CD = 0ns 418ah
+TS CD = -400ns 418ba
-TS CD = -400ns 418bb
+TS CD = -400ns 418bc
-TS CD = -400ns 418bd
+TS CD = -400ns 418be
-TS CD = -400ns 418bf
+TS CD = -400ns 418bg
-TS CD = -400ns 418bh
+TS CD = -800ns 418ca
-TS CD = -800ns 418cb
-TS CD = -800ns 418cc
+TS CD = -800ns 418cd
+TS CD = -800ns 418ce
+TS CD = -800ns 418cf
-TS CD = -800ns 418cg
-TS CD = -800ns 418ch
+TS CD = -1200ns 418da
-TS CD = -1200ns 418db
-TS CD = -1200ns 418dc
+TS CD = -1200ns 418dd
-TS CD = -1200ns 418de
-TS CD = -1200ns 418df
+TS CD = -1200ns 418dg
+TS CD = -1200ns 418dh
+TS CD = -1600ns 418ea
+TS CD = -1600ns 418eb
+TS CD = -1600ns 418ec
-TS CD = -1600ns 418ed
-TS CD = -1600ns 418ee
-TS CD = -1600ns 418ef
-TS CD = -1600ns 418eg
-TS CD = -1600ns 418eh
+TS CD = -2000ns 418fa
-TS CD = -2000ns 418fb
+TS CD = -2000ns 418fc
-TS CD = -2000ns 418fd
-TS CD = -2000ns 418fe
+TS CD = -2000ns 418ff
-TS CD = -2000ns 418fg
+TS CD = -2000ns 418fh
+TS CD = -2400ns 418ga
+TS CD = -2400ns 418gb
-TS CD = -2400ns 418gc
-TS CD = -2400ns 418gd
-TS CD = -2400ns 418ge
-TS CD = -2400ns 418gf
+TS CD = -2400ns 418gg
+TS CD = -2400ns 418gh
+TS CD = -2800ns 418ha
-TS CD = -2800ns 418hb
-TS CD = -2800ns 418hc
+TS CD = -2800ns 418hd
-TS CD = -2800ns 418he
+TS CD = -2800ns 418hf
+TS CD = -2800ns 418hg
-TS CD = -2800ns 418hh
0 μs
4 μs
8 μs
12 μs
16 μs
20 μs
24 μs
28 μs
32 μs
시간 459

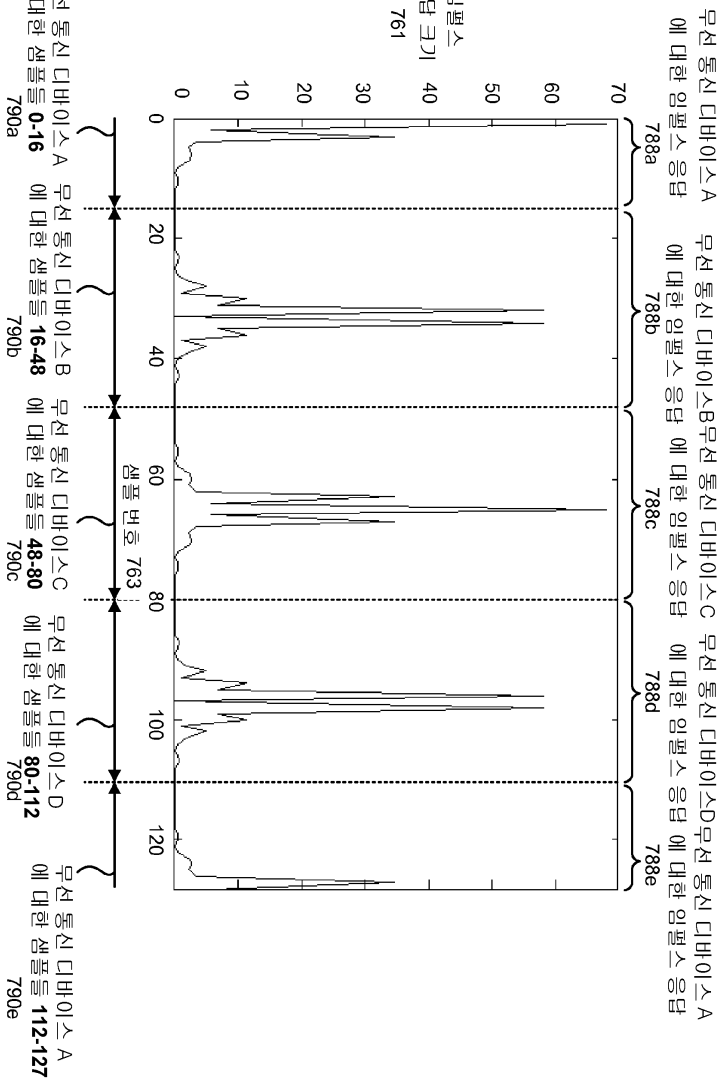
도면5


500
주파수 도메인에서 합산 채널을 계산
566
임펄스 응답들을 추정
568
무선 통신 디바이스마다 임펄스 응답들을 분리
570
각각의 무선 통신 디바이스에 대한 위상 에러를 계산
572
행렬 곱셈을 사용하여 위상 및 주파수 에러들을 감소
574

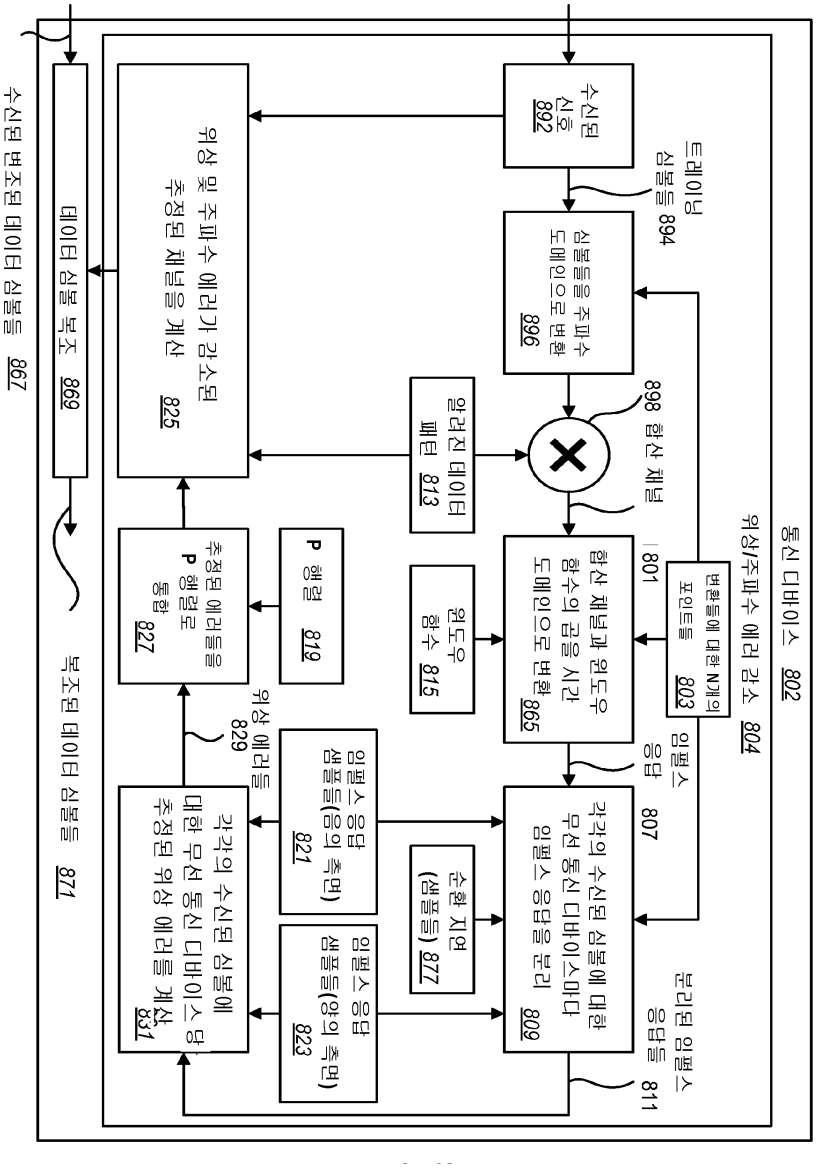
도면6


600
(예를 들면, 고속 푸리에 변환 또는 FFT를 통해) 수신된 심볼들을 주파수 도메인으로 변환하고, 각각의 수신된 심볼에 대한 합산 채널을 산출하기 위해 알려진 데이터 패턴에 의해 곱셈
676
각각의 수신된 심볼에 대한 임펄스 응답들을 산출하기 위해 (예를 들면, 역고속 푸리에 변환 또는 IFFT를 통해) 합산 채널 및 윈도우 함수의 곱을 시간 도메인으로 변환
678
제 1 샘플 번호로부터 제 2 샘플 번호까지의 임펄스 응답들의 샘플들의 범위들을 분리시킴으로써 각각의 수신된 심볼에 대한 무선 통신 디바이스마다 각각의 임펄스 응답을 분리
680
각각의 수신된 심볼에 대한 무선 통신 디바이스마다 분리된 임펄스 응답 및 제 1 수신된 심볼의 무선 통신 디바이스마다 분리된 임펄스 응답의 교차 상관의 각도를 계산함으로써 각각의 수신된 심볼에 대한 공간 스트림 당 위상 에러 추정을 계산
682
수신된 심볼 당 공간 스트림 당 미지의 위상 시프트들과 조합된 알려진 곱셈 값들(예를 들면, P 행렬)을 계산
684
알려진 스칼라 데이터 값을 갖는 수신된 심볼들, 위상 시프트들을 갖는 알려진 곱셈 값들의 에르미트 행렬 및 위상 시프트들을 갖는 알려진 곱셈 값들의 에르미트 행렬에 의해 곱셈된 위상 시프트들을 갖는 알려진 곱셈 값들의 역을 라이트 곱셈함으로써 위상/주파수 에러-감소 채널 추정을 계산
686

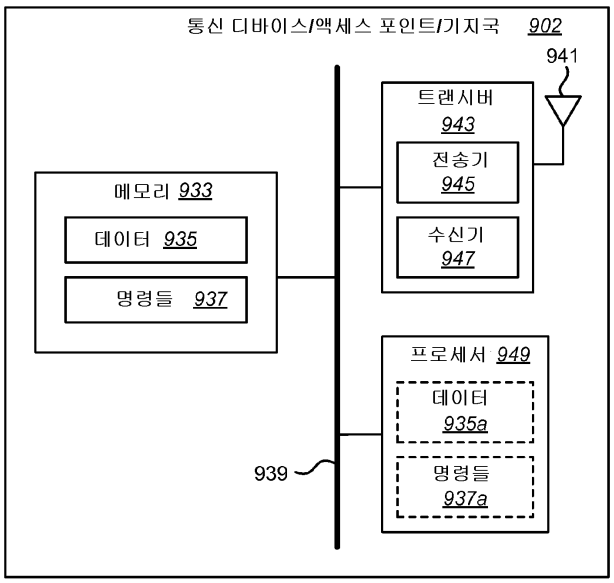
도면7


무선 통신 디바이스 A 에 대한 임펄스 응답 788a
무선 통신 디바이스B무선 통신 디바이스 B 에 대한 임펄스 응답 788b
무선 통신 디바이스C 에 대한 임펄스 응답 788c
무선 통신 디바이스D무선 통신 디바이스 D 에 대한 임펄스 응답 788d
무선 통신 디바이스 A 에 대한 임펄스 응답 788e
임펄스 응답 크기 761
샘플 번호 763
무선 통신 디바이스 A 에 대한 샘플들 0-16 790a
무선 통신 디바이스 B 에 대한 샘플들 16-48 790b
무선 통신 디바이스 C 에 대한 샘플들 48-80 790c
무선 통신 디바이스 D 에 대한 샘플들 80-112 790d
무선 통신 디바이스 A 에 대한 샘플들 112-127 790e

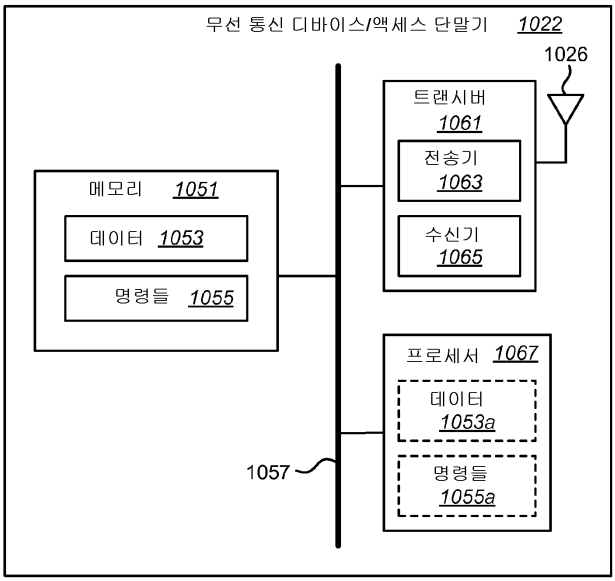
도면8


수신된 변조된 데이터 심볼들 867
데이터 심볼 복조 869
복조된 데이터 심볼들 871
위상 및 주파수 에러가 감소된 추정된 채널을 계산 825
추정된 에러들을 P 행렬로 통합 827
위상 에러들 829
각각의 수신된 심볼에 대한 무선 통신 디바이스 당 추정된 위상 에러를 계산 831
P 행렬 819
알려진 데이터 패턴 813
원도우 함수 815
임펄스 응답 샘플들(양의 측면) 821
임펄스 응답 샘플들(양의 측면) 823
순환 지연 (샘플들) 877
통신 디바이스 802
위상/주파수 에러 감소 804
수신된 신호 892
트레이닝 심볼들 894
심볼들을 주파수 도메인으로 변환 896
곱셈 898
합산 채널 801
변환들에 대한 N개의 포인트들 803
합산 채널과 원도우 함수의 곱을 시간 도메인으로 변환 865
임펄스 응답 807
각각의 수신된 심볼에 대한 무선 통신 디바이스마다 임펄스 응답을 분리 809
분리된 임펄스 응답들 811

도면9


통신 디바이스/액세스 포인트/기지국 902
941
트랜시버
943
전송기
945
수신기
947
메모리 933
데이터 935
명령들 937
프로세서 949
데이터
935a
명령들
937a
939

도면10


무선 통신 디바이스/액세스 단말기 1022
1026
트랜시버
1061
전송기
1063
수신기
1065
메모리 1051
데이터 1053
명령들 1055
프로세서 1067
데이터
1053a
명령들
1055a
1057