



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0024960
(43) 공개일자 2020년03월09일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/26 (2006.01) H04L 5/00 (2006.01)
H04W 84/12 (2009.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H04L 27/2613 (2013.01)
H04L 5/0048 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-7006036(분할)</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2013년02월07일
심사청구일자 2020년02월28일</p> <p>(62) 원출원 특허 10-2014-7022517
원출원일자(국제) 2013년02월07일
심사청구일자 2018년01월31일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2020년02월28일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2013/025170</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2013/119829
국제공개일자 2013년08월15일</p> <p>(30) 우선권주장
61/595,897 2012년02월07일 미국(US)
(뒷면에 계속)</p> | <p>(71) 출원인
마벨 월드 트레이드 리미티드
바베이도스 비비14027 세인트 마이클 브리튼스 힐
건사이트 로드 로리존</p> <p>(72) 발명자
장 홍위안
미국 캘리포니아 94555 프레몬트 파세오 파드레
파크웨이 4707</p> <p>(74) 대리인
박장원</p> |
|---|--|

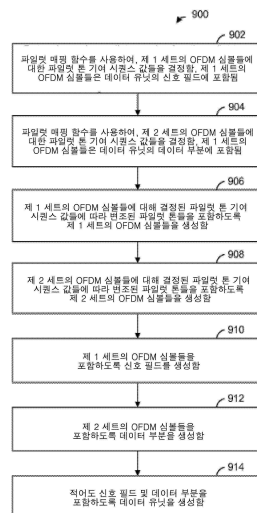
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 장거리 WLAN을 위한 파일럿 시퀀스 설계

(57) 요약

물리 계층(PHY) 데이터 유닛을 생성하기 위한 방법에서, 제 1 세트의 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 심볼들에 대한 및 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들이 파일럿 매핑 함수를 사용하여 결정된다. 제 1 세트는 데이터 유닛의 신호 필드에 포함되며, 제 2 세트는 데이터 유닛의 데이터 부분에 포함된다. 제 1 세트 및 제 2 세트는 제 1 세트의 OFDM 심볼들에 대해 및 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대해, 각각 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 생성된다. 신호 필드는 제 1 세트를 포함하도록 생성되며, 데이터 부분은 제 2 세트를 포함하도록 생성된다. 데이터 유닛은 적어도 신호 필드 및 데이터 부분을 포함하도록 생성된다.

대표도 - 도9



(52) CPC특허분류

H04W 84/12 (2013.01)

(30) 우선권주장

61/603,702 2012년02월27일 미국(US)

61/610,704 2012년03월14일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

통신 채널을 통한 송신을 위해 물리 계층(PHY) 데이터 유닛을 생성하기 위한 방법으로서,

파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 1 세트의 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스(sequence) 값들을 결정하는 단계, 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들은 상기 데이터 유닛의 신호 필드에 포함되고, 상기 파일럿 매핑 함수에 따라 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하는 단계는 (a) $\{1, -1\}$ 또는 (b) $\{-1, 1\}$ 을 선택하는 단계를 포함하고, (a) 및 (b) 중 다른 하나가 연속적으로 인덱싱된 OFDM 심볼들을 위해 선택되며;

상기 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하는 단계, 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들은 상기 데이터 유닛의 데이터 부분에 포함되고, 상기 파일럿 매핑 함수에 따라 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하는 단계는 (a) $\{1, -1\}$ 또는 (b) $\{-1, 1\}$ 을 선택하는 단계를 포함하고, (a) 및 (b) 중 다른 하나가 연속적으로 인덱싱된 OFDM 심볼들을 위해 선택되며;

상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 상기 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계, 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들에서의 각각의 OFDM 심볼은 두 개의 파일럿 톤들을 포함하며,

상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 상기 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계, 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들에서의 각각의 OFDM 심볼은 두 개의 파일럿 톤들을 포함하며;

상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 상기 신호 필드를 생성하는 단계;

상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 상기 데이터 부분을 생성하는 단계; 및

적어도 상기 신호 필드 및 상기 데이터 부분을 포함하도록 상기 데이터 유닛을 생성하는 단계를 포함하는, 물리 계층 데이터 유닛을 생성하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

OFDM 심볼에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하는 단계는 상기 OFDM 심볼에 대응하는 OFDM 심볼 인덱스에 적어도 부분적으로 기초하는, 물리 계층 데이터 유닛을 생성하기 위한 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계는 적어도 제 1 OFDM 심볼 및 제 2 OFDM 심볼을 생성하는 단계를 포함하며, 상기 제 1 OFDM 심볼에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들은 상기 제 2 OFDM 심볼에 대해 결정된 대응하는 파일럿 톤 기여 값과 상이한, 물리 계층 데이터 유닛을 생성하기 위한 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 데이터 유닛을 생성하는 단계는:

복수의 룬 트레이닝 필드들을 상기 데이터 유닛에 포함시키는 단계;

매핑 매트릭스를 사용하여 상기 복수의 룬 트레이닝 필드들을 복수의 공간 스트림들에 매핑시키는 단계;

상기 매핑 매트릭스의 컬럼을 사용하여 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들에서의 파일럿 톤들을 상기 복수의 공간

스트림들에 매핑시키는 단계로서, 파일럿 톤들을 상기 복수의 공간 스트림들에 매핑하기 위해 사용된 상기 매핑 매트릭스의 상기 컬럼은 상기 매핑 매트릭스의 제 1 컬럼인, 단계; 및

상기 매핑 매트릭스의 상기 컬럼을 사용하여 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들에서의 파일럿 톤들을 상기 복수의 공간 스트림들에 매핑시키는 단계를 더 포함하는, 물리 계층 데이터 유닛을 생성하기 위한 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 데이터 유닛은 제 1 데이터 유닛이며 상기 파일럿 톤 기여 시퀀스는 제 1 파일럿 톤 기여 시퀀스이고,

상기 방법은:

제 2 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 3 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하는 단계로서, 상기 제 3 세트의 OFDM 심볼들은 제 2 데이터 유닛의 신호 필드에 포함되는, 단계;

제 3 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 4 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 값들을 결정하는 단계로서, 상기 제 4 세트의 OFDM 심볼들은 상기 제 2 데이터 유닛의 데이터 부분에 포함되며, 상기 제 3 파일럿 매핑 함수는 상기 제 2 파일럿 매핑 함수와 상이한, 단계;

상기 제 3 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 상기 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 상기 제 3 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계;

상기 제 4 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 상기 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 상기 제 4 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계;

상기 제 3 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 상기 제 2 데이터 유닛의 상기 신호 필드를 생성하는 단계;

상기 제 4 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 상기 제 2 데이터 유닛의 상기 데이터 부분을 생성하는 단계; 및

적어도 상기 제 2 데이터 유닛의 상기 신호 필드 및 상기 제 2 데이터 유닛의 상기 데이터 부분을 포함하도록 상기 제 2 데이터 유닛을 생성하는 단계를 더 포함하는, 물리 계층 데이터 유닛을 생성하기 위한 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제 1 데이터 유닛은 저 대역폭 모드에서 송신될 저 대역폭 모드 데이터 유닛이며; 및

상기 제 2 데이터 유닛은 정상 모드에서 송신될 정상 모드 데이터 유닛인, 물리 계층 데이터 유닛을 생성하기 위한 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제 3 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계는 적어도 제 3 OFDM 심볼 및 제 4 OFDM 심볼을 생성하는 단계를 포함하며, 상기 제 3 OFDM 심볼에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들은 상기 제 4 OFDM 심볼에 대해 결정된 대응하는 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들과 동일한, 물리 계층 데이터 유닛을 생성하기 위한 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 제 3 파일럿 매핑 함수에 따라 OFDM 심볼에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하는 단계는 상기 OFDM 심볼에 대응하는 OFDM 심볼 인덱스에 적어도 부분적으로 기초하는, 물리 계층 데이터 유닛을 생성하기 위한 방법.

청구항 9

장치로서,

네트워크 인터페이스로서,

파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 1 세트의 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하되, 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들은 데이터 유닛의 신호 필드에 포함되며, 상기 네트워크 인터페이스는 적어도 (a) $\{1, -1\}$ 또는 (b) $\{-1, 1\}$ 을 선택함으로써 상기 파일럿 매핑 함수에 따라 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하도록 구성되고, (a) 및 (b) 중 다른 하나가 연속적으로 인덱싱된 OFDM 심볼들을 위해 선택되며,

상기 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하되, 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들은 상기 데이터 유닛의 데이터 부분에 포함되며, 상기 네트워크 인터페이스는 적어도 (a) $\{1, -1\}$ 또는 (b) $\{-1, 1\}$ 을 선택함으로써 상기 파일럿 매핑 함수에 따라 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하도록 구성되고, (a) 및 (b) 중 다른 하나가 연속적으로 인덱싱된 OFDM 심볼들을 위해 선택되며,

상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 상기 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 생성하며,

상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 생성하고,

상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 상기 신호 필드를 생성하되, 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들에서의 각각의 OFDM 심볼은 두 개의 파일럿 톤들을 포함하며,

상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 상기 데이터 부분을 생성하되, 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들에서의 각각의 OFDM 심볼은 두 개의 파일럿 톤들을 포함하며, 그리고

적어도 상기 신호 필드 및 상기 데이터 부분을 포함하도록 상기 데이터 유닛을 생성하도록 구성된, 상기 네트워크 인터페이스를 포함하는, 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 네트워크 인터페이스는 OFDM 심볼에 대응하는 OFDM 심볼 인덱스에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 OFDM 심볼에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하도록 구성되는, 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 네트워크 인터페이스는 적어도 제 1 OFDM 심볼 및 제 2 OFDM 심볼을 생성함으로써 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 생성하도록 구성되며, 상기 제 1 OFDM 심볼에 대해 결정된 상기 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들 중 적어도 일부는 상기 제 2 OFDM 심볼에 대해 결정된 대응하는 파일럿 톤 기여 값들과 상이한, 장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 네트워크 인터페이스는::

복수의 룬 트레이닝 필드들을 상기 데이터 유닛에 포함시키고;

매핑 매트릭스를 사용하여 상기 복수의 룬 트레이닝 필드들을 복수의 공간 스트림들에 매핑하며;

상기 매핑 매트릭스의 컬럼을 사용하여 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들에서의 파일럿 톤들을 상기 복수의 공간 스트림들에 매핑하되, 파일럿 톤들을 상기 복수의 공간 스트림들에 매핑하기 위해 사용된 상기 매핑 매트릭스의 상기 컬럼은 상기 매핑 매트릭스의 제 1 컬럼이고; 및

상기 매핑 매트릭스의 상기 컬럼을 사용하여 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들에서의 파일럿 톤들을 상기 복수의 공간 스트림들에 매핑하도록 더 구성되는, 장치.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 데이터 유닛은 제 1 데이터 유닛이며 상기 파일럿 톤 기여 시퀀스는 제 1 파일럿 톤 기여 시퀀스이고,
상기 네트워크 인터페이스는:

제 2 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 3 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하되,
상기 제 3 세트의 OFDM 심볼들은 제 2 데이터 유닛의 신호 필드에 포함하며;

제 3 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 4 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 값들을 결정하되, 상기 제 4 세트의 OFDM 심볼들은 상기 제 2 데이터 유닛의 데이터 부분에 포함되며, 상기 제 3 파일럿 매핑 함수는 상기 제 2 파일럿 매핑 함수와 상이하고;

상기 제 3 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 상기 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 상기 제 3 세트의 OFDM 심볼들을 생성하며;

상기 제 4 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 상기 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 상기 제 4 세트의 OFDM 심볼들을 생성하고;

상기 제 3 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 상기 제 2 데이터 유닛의 상기 신호 필드를 생성하며;

상기 제 4 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 상기 제 2 데이터 유닛의 상기 데이터 부분을 생성하고; 및

적어도 상기 제 2 데이터 유닛의 상기 신호 필드 및 상기 제 2 데이터 유닛의 상기 데이터 부분을 포함하도록 상기 제 2 데이터 유닛을 생성하도록 더 구성되는, 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제 1 데이터 유닛은 저 대역폭 모드에서 송신될 저 대역폭 모드 데이터 유닛이며; 및

상기 제 2 데이터 유닛은 정상 모드에서 송신될 정상 모드 데이터 유닛인, 장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 네트워크 인터페이스는 적어도 제 3 OFDM 심볼 및 제 4 OFDM 심볼을 생성함으로써 상기 제 3 세트의 OFDM 심볼들을 생성하도록 구성되며, 상기 제 3 OFDM 심볼에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들은 상기 제 4 OFDM 심볼에 대해 결정된 대응하는 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들과 동일한, 장치.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 제 3 매핑 함수에 따라 OFDM 심볼에 대한 파일럿 톤 값들을 결정하는 것은 상기 OFDM 심볼에 대응하는 OFDM 심볼 인덱스에 적어도 부분적으로 기초하는, 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원들에 관한 상호-참조

[0002] 본 개시는 다음의 미국 가특허 출원들의 이득을 주장한다:

[0003] 2012년, 2월 7일에 출원된, "Pilot Sequences"라는 명칭의, 미국 가특허 출원 번호 제61/595,897호;

[0004] 2012년, 2월 27일에 출원된, "Pilot Sequences"라는 명칭의, 미국 가특허 출원 번호 제61/603,702호; 및

[0005] 2012년, 3월 14일에 출원된, "Pilot Sequences"라는 명칭의, 미국 가특허 출원 번호 제61/610,704호.

[0006] 상기-참조된 특허 출원들의 모두의 개시들은 전체적으로 여기에 참조로서 통합된다.

[0007] 기술 분야

[0008] 본 개시는 전반적으로 통신 네트워크들에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 장거리 저 전력 무선 로컬 영역 네트워크들에 관한 것이다.

배경 기술

[0009] 여기에 제공된 배경 설명은 일반적으로 개시의 맥락을 제공하기 위한 것이다. 현재 지명된 발명자들의 작업은, 본 배경 섹션, 뿐만 아니라 출원 시 종래 기술로서 달리 자격을 얻을 수 없는 설명의 양상들에서 설명되는 정도로, 본 개시에 대한 종래 기술로서 명확하게도 및 암시적으로도 허용되지 않는다.

[0010] 기반시설 모드에서 동작할 때, 무선 로컬 영역 네트워크들(WLAN들)은 통상적으로 액세스 포인트(AP) 및 하나 이상의 클라이언트 국들을 포함한다. WLAN들은 지난 수십 년에 걸쳐 빠르게 진화해 왔다. 전기 전자 기술자 협회(IEEE) 802.11a, 802.11b, 802.11g, and 802.11n 표준들과 같은 WLAN 표준들의 개발은 단일-사용자 피크 데이터 스트루트를 개선하여 왔다. 예를 들어, IEEE 802.11b 표준은 11 Mbps(megabits per second)의 단일 사용자 피크 스트루트를 지정하며, IEEE 802.11a 및 802.11g 표준들은 54 Mbps의 단일 사용자 피크 스트루트를 지정하고, IEEE 802.11n 표준은 600 Mbps의 단일 사용자 피크 스트루트를 지정하며, IEEE 802.11ac 표준은 Gbps(gigabits per second) 범위에서 단일 사용자 피크 스트루트를 지정한다.

[0011] 작업은 2개의 새로운 표준, 즉 IEEE 802.11ah 및 IEEE 802.11af 상에서 시작되었으며, 그것의 각각은 서브-1GHz 주파수들에서 무선 네트워크 운영을 지정할 것이다. 저 주파수 통신 채널들은 더 높은 주파수들에서의 송신과 비교하여 일반적으로 더 양호한 전파 품질들 및 확장된 전파 범위들을 특징으로 한다. 과거에, 서브-1 GHz 범위들은 그러한 주파수들이 다른 응용들(예를 들어, 인가된 TV 주파수 대역들, 라디오 주파수 대역 등)을 위해 예약되었기 때문에, 무선 통신 네트워크들에 이용되지 않았다. 상이한 지리적 영역들 내의 상이한 특정 비인가된 주파수들과 함께, 비인가된 채로 남아 있는 서브-1 GHz 범위 내의 수개의 주파수 대역이 존재한다. IEEE 802.11ah 표준은 이용 가능한 비인가된 서브-1 GHz 주파수 대역들에서의 무선 동작을 명시할 것이다. IEEE 802.11af 표준은 TV 화이트 스페이스(TV White Space: TVWS), 즉 서브-1 GHz 주파수 대역들에서의 사용되지 않은 TV 채널들에서의 무선 동작을 특정할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0012] 실시예에서, 통신 채널을 통한 송신을 위해 물리 계층(PHY) 데이터 유닛을 생성하기 위한 방법은, 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 1 세트의 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 심볼들에 대한 파일럿 톤 기어 시퀀스 값들을 결정하는 단계를 포함하며, 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들은 데이터 유닛의 신호 필드에 포함된다. 방법은 또한 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 기어 시퀀스 값들을 결정하는 단계를 포함하며, 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들은 데이터 유닛의 데이터 부분에 포함된다. 상기 방법은 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 상기 파일럿 톤 기어 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계, 및 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 상기 파일럿 톤 기어 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계를 더 포함한다. 방법은 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 포함하기 위해 신호 필드를 생성하는 단계 및 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 포함하기 위해 데이터 부분을 생성하는 단계를 더 포함한다. 방법은 부가적으로 적어도 신호 필드 및 데이터 부분을 포함하도록 데이터 유닛을 생성하는 단계를 포함한다.

[0013] 또 다른 실시예에서, 장치는 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 1 세트의 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 심볼들에 대한 파일럿 톤 기어 시퀀스 값들을 결정하도록 구성된 네트워크 인터페이스를 포함하며, 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들은 데이터 유닛의 신호 필드에 포함된다. 네트워크 인터페이스는 또한, 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 기어 시퀀스 값들을 결정하도록 구성되며, 제 2 세트의 OFDM 심볼들은 데이터 유닛의 데이터 부분에 포함된다. 네트워크 인터페이스는 또한 제 1 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 파일럿 톤 기어 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 생성하며, 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 파일럿 톤 기어 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 생성하도록 구성된다. 네트워크 인터페이스는 또한 제 1 세트의 OFDM

심볼들을 포함하도록 신호 필드를 생성하며, 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 데이터 부분을 생성하기 위해 구성된다. 네트워크 인터페이스는 부가적으로 적어도 신호 필드 및 데이터 부분을 포함하도록 데이터 유닛을 생성하기 위해 구성된다.

도면의 간단한 설명

[0014]

도 1은 실시예에 따른, 예시적인 무선 로컬 영역 네트워크(WLAN)의 블록도이다.

도 2는 실시예에 따른, 정상 모드 데이터 유닛들을 생성하는 예시적인 PHY 프로세싱 유닛의 송신 부분의 블록도이다.

도 3은 실시예에 따라, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들을 생성하기 위한 예시적인 PHY 프로세싱 유닛의 송신 부분의 블록도이다.

도 4는 실시예에 따라, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들을 생성하기 위한 또 다른 예시적인 PHY 프로세싱 유닛의 송신 부분의 블록도이다.

도 5는 실시예에 따라, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들을 생성하기 위한 또 다른 예시적인 PHY 프로세싱 유닛의 송신 부분의 블록도이다.

도 6은 실시예에 따라, 상이한 대역폭들을 가진 예시적인 정상 모드 데이터 유닛들의 다이어그램이다.

도 7은 실시예에 따른, 예시적인 다중-사용자 데이터 유닛의 다이어그램이다.

도 8은 실시예에 따른, 예시적인 저 대역폭 모드 데이터 유닛의 프리앰블의 다이어그램이다.

도 9는 실시예에 따라, 데이터 유닛을 생성하기 위한 예시적인 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015]

이하에 설명된 실시예들에서, 무선 로컬 영역 네트워크(WLAN)의 액세스 포인트(AP)와 같은 무선 네트워크 디바이스는 데이터 스트림들을 하나 이상의 클라이언트 국들에 송신한다. AP는 적어도 제 1 통신 프로토콜에 따라 클라이언트 국들과 동작하도록 구성된다. 제 1 통신 프로토콜은 서브-1 GHz 주파수 범위에서의 동작을 정의하며, 통상적으로 비교적 낮은 데이터 속도들을 가진 장거리 무선 통신을 요구하는 애플리케이션들을 위해 사용된다. 제 1 통신 프로토콜(예로서, IEEE 802.11af 또는 IEEE 802.11ah)은 여기에서 "장거리" 통신 프로토콜로서 불리운다. 몇몇 실시예들에서, AP는 또한 일반적으로 보다 높은 주파수 범위에서의 동작을 정의하며 통상적으로 보다 높은 데이터 속도들을 가진 보다 근거리 통신들을 위해 사용되는 하나 이상의 다른 통신 프로토콜들에 따라 클라이언트 국들과 통신하도록 구성된다. 보다 높은 주파수 통신 프로토콜들(예로서, IEEE 802.11a, IEEE 802.11n, 및/또는 IEEE 802.11ac)은 총괄하여 여기에서 "단거리" 통신 프로토콜들로서 불린다. 몇몇 실시예들에서, 장거리 통신 프로토콜("장거리 데이터 유닛들")에 따르는 물리 계층(PHY) 데이터 유닛들은 단거리 통신 프로토콜("단거리 데이터 유닛들")에 따르는 데이터 유닛들과 동일하거나 유사하지만, 더 낮은 클럭 속도를 사용하여 생성된다. 이를 위해, 실시예에서, AP는 단거리 동작에 적합한 클럭 레이트로 동작하며 다운-클럭킹이 서브-1 GHz 동작을 위해 사용될 클럭을 발생시키기 위해 사용된다. 그 결과, 이 실시예에서, 장거리 데이터 유닛은 단거리 데이터 유닛의 물리 계층 포맷을 유지하지만, 보다 긴 시간 기간에 걸쳐 송신된다.

[0016]

장거리 통신 프로토콜에 의해 지정되는 이러한 "정상 모드"에 더하여, 일부 실시예들에서, 장거리 통신 프로토콜은 또한 정상 모드에 대해 지정되는 가장 낮은 대역폭 및 데이터 속도와 비교하여 감소된 대역폭 및 데이터 속도를 갖는 "저 대역폭 모드"를 지정한다. 더 낮은 데이터 속도 때문에, 낮은 대역폭 모드는 통신 범위를 더 연장하고 일반적으로 수신기 감도를 개선한다. 저 대역폭 모드에 상응하는 데이터 유닛들은 정상 모드에 상응하는 데이터 유닛들과 동일한 클럭 속도를 이용하여 생성된다(예를 들어, 정상 모드 데이터 유닛들에 사용되는 동일한 비율에 의해 다운 클럭킹된다). 예를 들어, 정상 모드 데이터 유닛들 및 낮은 대역폭 모드 데이터 유닛들의 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 심볼들은 실시예에서, 동일한 서브캐리어/톤 간격 및 OFDM 심볼 지속 기간을 둘 다 갖는다. 일부 실시예들에서, 정상 모드 및/또는 저 대역폭 모드는 다수의 PHY 서브 모드들을 포함한다. 일 실시예에서, 예를 들어 정상 모드는 2 MHz 데이터 유닛들에 상응하는 제 1 서브 모드, 4 MHz 데이터 유닛들에 상응하는 제 2 서브 모드 등을 포함하고, 저 대역폭 모드는 1 MHz 데이터 유닛들에만 상응한다. 또 다른 실시예에서, 저 대역폭 모드는 상이한 대역폭들(예를 들어, 1 MHz, 0.5 MHz 등)을 갖는 데이터 유닛들에 상응하는 다수의 서브 모드들을 마찬가지로 포함한다.

- [0017] 저 대역폭 모드의 기능은 모드가 이용되는 영역에 의존할 수 있다. 예를 들면, 비교적 많은 양의 스펙트럼이 서브-1 GHz 주파수들에서 이용 가능한, 미국에서의 IEEE 802.11ah 시스템의 일 실시예에서, 정상 모드 통신들이 적어도 최소 대역폭(예로서, 2 MHz, 또는 2.5 MHz 등)을 가진 채널들을 이용하며, 저 대역폭 모드는 훨씬 더 작은 대역폭(예로서, 1 MHz, 또는 1.25 MHz 등)을 가진 "제어 모드"로서 작용한다. 실시예에서, AP는 예를 들어 신호 비콘 또는 연관 절차들을 위해, 및/또는 송신 빔형성 트레이닝 동작들을 위해 제어 모드를 사용한다. 또 다른 예로서, 더 적은 스펙트럼이 서브-1GHz 범위(예를 들어, 유럽 또는 일본)에서 이용 가능한 통신 시스템의 일 실시예에서, 저 대역폭 모드는 제어 모드보다는 오히려 정상 모드의 연장으로서 작용한다.
- [0018] 다양한 실시예들에서, 데이터 유닛에서의 하나 이상의 OFDM 심볼들은 일반적으로 데이터 유닛의 수신기에서 위상 추적 및 주파수 오프셋 정정들을 위해 사용되는 파일럿 톤들을 포함한다. 장거리 정상 모드 데이터 유닛들을 위해 사용되는 파일럿 톤 위치들 및 값들은 몇몇 실시예들에서, 단거리 통신 프로토콜에 따라 선택된다. 장거리 저 대역폭 모드 데이터 유닛들을 위해 사용되는 파일럿 톤 위치들 및/또는 값들은, 다른 한편으로, 단거리 통신 프로토콜에 따라 선택되지 않으며, 비트는 몇몇 실시예들에서, 장거리 통신 프로토콜을 위해 새롭게 설계된다.
- [0019] 도 1은 일 실시예에 따른, AP(14)를 포함한 예시적인 WLAN(10)의 블록도이다. AP(14)는 네트워크 인터페이스(16)에 결합된 호스트 프로세서(15)를 포함한다. 네트워크 인터페이스(16)는 매체 액세스 제어(MAC) 프로세싱 유닛(18) 및 물리 계층(PHY) 프로세싱 유닛(20)을 포함한다. PHY 프로세싱 유닛(20)은 복수의 트랜시버들(21)을 포함하며, 트랜시버들(21)은 복수의 안테나들(24)에 결합된다. 3개의 트랜시버들(21) 및 3개의 안테나들(24)이 도 1에 예시되지만, AP(14)는 다른 실시예들에서 상이한 수들(예로서, 1, 2, 4, 5 등)의 트랜시버들(21) 및 안테나들(24)을 포함할 수 있다.
- [0020] WLAN(10)은 복수의 클라이언트 국들(25)을 더 포함한다. 4개의 클라이언트 국들(25)이 도 1에 예시되지만, WLAN(10)은 다양한 시나리오들 및 실시예들에서 상이한 수들(예로서, 1, 2, 3, 5, 6 등)의 클라이언트 국들(25)을 포함할 수 있다. 클라이언트 국들(25) 중 적어도 하나(예로서, 클라이언트 국(25-1))는 적어도 장거리 통신 프로토콜에 따라 동작하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 클라이언트 국들(25) 중 적어도 하나(예를 들어, 클라이언트 국(25-4))는 적어도 단거리 통신 프로토콜들 중 적어도 하나에 따라 동작하도록 구성되는 단거리 클라이언트 국이다.
- [0021] 클라이언트 국(25-1)은 네트워크 인터페이스(27)에 결합된 호스트 프로세서(26)를 포함한다. 네트워크 인터페이스(27)는 MAC 프로세싱 유닛(28) 및 PHY 프로세싱 유닛(29)을 포함한다. PHY 프로세싱 유닛(29)은 복수의 트랜시버들(30)을 포함하고, 트랜시버들(30)은 복수의 안테나들(34)에 결합된다. 3개의 트랜시버들(30) 및 3개의 안테나들(34)이 도 1에 예시되지만, 클라이언트 국(25-1)은 다른 실시예들에서 상이한 수들(예로서, 1, 2, 4, 5 등)의 트랜시버들(30) 및 안테나들(34)을 포함할 수 있다.
- [0022] 몇몇 실시예들에서, 클라이언트 국들(25-2, 25-3, 및 25-4) 중 하나, 몇몇, 또는 모두는 클라이언트 국(25-1)과 동일하거나 또는 유사한 구조를 가진다. 이들 실시예들에서, 클라이언트 국(25-1)과 동일하거나 또는 유사하게 구조화된 클라이언트 국들(25)은 동일하거나 또는 상이한 수의 트랜시버들 및 안테나들을 가진다. 예를 들면, 클라이언트 국(25-2)은 일 실시예에 따라, 단지 두 개의 트랜시버들 및 두 개의 안테나들만을 가진다.
- [0023] 다양한 실시예들에서, AP(14)의 PHY 프로세싱 유닛(20)은 장거리 통신 프로토콜을 따르며 이후 설명된 포맷들을 갖는 데이터 유닛들을 생성하도록 구성된다. 트랜시버(들)(21)는 안테나(들)(24)를 통해 생성된 데이터 유닛들을 송신하도록 구성된다. 유사하게, 트랜시버(들)(24)는 안테나(들)(24)를 통해 이러한 데이터 유닛들을 수신하도록 구성된다. AP(14)의 PHY 프로세싱 유닛(20)은 다양한 실시예들에 따라, 장거리 통신 프로토콜을 따르며 이후 설명된 포맷들을 갖는 수신된 데이터 유닛들을 프로세싱하도록 구성된다.
- [0024] 다양한 실시예들에서, 클라이언트 디바이스(25-1)의 PHY 프로세싱 유닛(29)은 장거리 통신 프로토콜에 따르고 후술되는 포맷들을 갖는 데이터 유닛들을 생성하도록 구성된다. 트랜시버(들)(30)는 안테나(들)(34)를 통해 생성된 데이터 유닛들을 송신하도록 구성된다. 유사하게, 트랜시버(들)(30)는 안테나(들)(34)를 통해 데이터 유닛들을 수신하도록 구성된다. 클라이언트 디바이스(25-1)의 PHY 프로세싱 유닛(29)은 또한 다양한 실시예들에 따라, 장거리 통신 프로토콜에 따르며 이후 설명되는 포맷들을 갖는 수신된 데이터 유닛들을 프로세싱하도록 구성된다.
- [0025] 일부 실시예들에서, AP(14)는 이중 대역 구성들에서 동작하도록 구성된다. 이러한 실시예들에서, AP(14)는 동작의 단거리 및 장거리 모드들 사이에서 스위칭할 수 있다. 하나의 이러한 실시예에 따르면, 단거리 모드에서 동작할 때, AP(14)는 단거리 통신 프로토콜들 중 하나 이상에 따르는 데이터 유닛들을 송신 및 수신한다. 장거리

모드에서 동작할 때, AP(14)는 장거리 통신 프로토콜에 따르는 데이터 유닛들을 송신 및 수신한다. 유사하게, 클라이언트 국(25-1)은 일부 실시예들에 따라, 이중 주파수 대역 동작을 할 수 있다. 이들 실시예들에서, 클라이언트 국(25-1)은 동작의 단거리 및 장거리 모드들 사이에서 스위칭할 수 있다. 다른 실시예들에서, AP(14) 및/또는 클라이언트 국(25-1)은 장거리 통신 프로토콜에 의해 장거리 동작들에 대해 정의된 상이한 저 주파수 대역들 사이에서 스위칭할 수 있는 이중 대역 디바이스이다. 또 다른 실시예에서, AP(14) 및/또는 클라이언트 국(25-1)은 단지 하나의 장거리 주파수 대역에서만 동작하도록 구성되는 단일 대역 디바이스이다.

[0026] 또 다른 실시예들에서, 클라이언트 국(25-1)은 다른 상응하는 PHY 모드들에 의해 상이한 영역들에서 동작할 수 있는 이중 모드 디바이스이다. 예를 들어, 하나의 그러한 실시예에서, 클라이언트 국(25-1)은 제 1 영역에서 동작할 때 정상 모드 PHY를 이용하고, 제 2 영역(예를 들어, 더 적게 이용 가능한 스펙트럼을 갖는 영역)에서 동작할 때 저 대역폭 모드 PHY를 이용하도록 구성된다. 일 실시예에서, 클라이언트 국(25-1)은 송신기 및 수신기의 저 대역폭 모드 및 정상 모드 기저대역 신호 처리 사이에서 스위칭함으로써, 그리고 각각의 모드에 적용 가능한 요건들(예를 들어, 송신기에서의 스펙트럼 마스크 요건들, 수신기에서의 인접 채널 간섭 요건들 등)을 충족시키기 위해 디지털 및 아날로그 필터들을 스위칭함으로써 상이한 영역들 내의 정상 모드 및 저 대역폭 모드 사이에서 스위칭할 수 있다. 그러나, 클럭 속도와 같은 하드웨어 설정들은 실시예에서, 저 대역폭 모드와 정상 모드 사이에서 스위칭할 때 변경되지 않는다.

[0027] 하나의 예시적인 실시예에서, 클라이언트 국(25-1)은 미국에서 정상 모드 PHY(예를 들어, 2 MHz 및 더 넓은 채널들에 대한)를 이용하고 유럽 및/또는 일본에서 저 대역폭 모드(예를 들어, 1 MHz 채널들에 대한)를 이용하는 이중 모드 디바이스이다. 동일한 클럭 속도가 전세계적으로 사용되며, 이러한 실시예에서, 상이한 IDFT(inverse discrete Fourier transform) 크기들은 상이한 대역폭들(예를 들어, 2 MHz 또는 더 넓은 대역폭 미국 채널들에 대한 64-포인트 또는 더 큰 IDFT, 및 1 MHz 유럽/일본 채널들에 대한 32-포인트 IDFT)의 신호들을 생성하기 위해 이용된다. 이러한 실시예들의 일부에서, 저 대역폭 모드는 또한 미국에서 제어 PHY에 사용된다.

[0028] 다른 예시적인 실시예에서, 클라이언트 국(25-1)은 미국에서 정상 모드 PHY(예를 들어, 2 MHz 및 더 넓은 채널들에 대한) 및 저 대역폭 모드 PHY(예를 들어, 1 MHz 대역폭을 갖는 제어 모드 신호들에 대한)를 이용하고, 유럽 및/또는 일본에서 저 대역폭 모드 PHY(예를 들어, 1 MHz 채널들에 대한)만을 이용하는 이중 모드 디바이스이다. 동일한 클럭 속도는 전세계적으로 사용되며, 이러한 실시예에서, 상이한 IDFT 크기들은 상이한 대역폭들(예를 들어, 2 MHz 또는 더 넓은 대역폭 미국 채널들에 대한 64-포인트 또는 더 큰 IDFT, 및 1 MHz 미국 제어 모드 신호들 및 1 MHz 유럽/일본 채널들에 대한 32-포인트 IDFT)의 신호들을 생성하기 위해 사용된다.

[0029] 일부 실시예들에서, 클라이언트 국(25-1)과 같은 디바이스들은 가장 작은 대역폭 정상 모드 데이터 유닛 또는 저 대역폭 모드 데이터 유닛을 생성하던 동일한 크기 IDFT를 (일정한 클럭 속도)로 사용한다. 예를 들어, 일 실시예에서, 64-포인트 IDFT는 2 MHz 정상 모드 데이터 유닛 및 1 MHz 저 대역폭 모드 데이터 유닛 둘 모두를 생성하기 위해 사용되며, 적절한 톤들은 후자의 경우에 제로 아웃된다. 이러한 실시예들에 대한 일부 시나리오들에서, 필터들은 더 넓은(예를 들어, 2 MHz) 채널에 대한 스펙트럼 마스크 요건들을 여전히 충족하는 동안, PHY 모드들 사이에서 변경할 때 작동 중에(on the fly) 변경될 필요가 없다. 다른 시나리오들에서, 송신된 저 대역폭 모드 신호는 더 넓은 대역폭에 상응하는 IDFT 크기를 사용하여 송신될지라도 보다 엄격한, 하부 대역폭 스펙트럼 마스크를 충족하도록 요구된다.

[0030] 도 2는 일 실시예에 따른 정상 모드 데이터 유닛들을 생성하는 예시적인 PHY 프로세싱 유닛(100)의 송신 부분의 블록도이다. 도 1을 참조하면, AP(14)의 PHY 프로세싱 유닛(20) 및 클라이언트 국(25-1)의 PHY 프로세싱 유닛(29)은 일 실시예에서, PHY 프로세싱 유닛(100)과 각각 유사하거나 동일하다. PHY 프로세싱 유닛(100)은 일 실시예에 따라, 1들 또는 0들의 긴 시퀀스들의 발생들을 감소시키기 위해 정보 비트 스트림을 일반적으로 스캐램블링하는 스캐램블러(102)를 포함한다. 인코더 파서(104)는 스캐램블러(102)에 결합된다. 인코더 파서(208)는 정보 비트 스트림을 하나 이상의 FEC 인코더들(106)에 상응하는 하나 이상의 인코더 입력 스트림들로 역다중화한다.

[0031] 2개의 FEC 인코더(106)가 도 2에 도시되지만, 다양한 다른 실시예들 및/또는 시나리오들에서, 상이한 수들의 FEC 인코더들이 포함되며/되거나, 상이한 수들의 FEC 인코더들이 병렬로 동작한다. 예를 들면 일 실시예에 따르면, PHY 프로세싱 유닛(100)은 4개의 FEC 인코더들(106)을 포함하며, FEC 인코더들(106) 중 1, 2, 3, 또는 4개는 특정한 변조 및 코딩 기법(MCS), 대역폭, 및 공간 스트림들의 수에 의존하여 동시에 동작한다. 각각의 FEC 인코더(106)는 대응하는 인코딩된 스트림을 생성하기 위해 대응하는 입력 스트림을 인코딩한다. 일 실시예에서, 각각의 FEC 인코더(106)는 BCC(binary convolutional coder)를 포함한다. 다른 실시예에서, 각각의 FEC 인코더

(106)는 BCC에 이어 펄칭 블록(puncturing block)을 포함한다. 다른 실시예에서, 각각의 FEC 인코더(106)는 LDPC(low density parity check) 인코더를 포함한다.

[0032] 스트림 파서(108)는 컨스텔레이션 포인트들/심볼들로의 개별 인터리빙 및 매핑을 위해 하나 이상의 인코딩된 스트림들을 하나 이상의 공간 스트림들(예를 들어, 도 2에 도시된 예시적인 PHY 프로세싱 유닛(100)에서 4개의 스트림)로 파싱한다. 일 실시예에서, 스트림 파서(108)는 IEEE 802.11n 통신 프로토콜에 따라 동작하여, 이하의 수학식이 만족된다:

[0033] [수학식 1]

$$s = \max \left\{ 1, \frac{N_{BPSCS}}{2} \right\}$$

[0034]

[0035] 여기에서 s 는 N_{SS} 공간 스트림들의 각각에 대한 컨스텔레이션 포인트에서의 단일 축에 할당된 코딩 비트들의 수이며, N_{BPSCS} 는 서브캐리어 당 비트들의 수이다. 각각의 FEC 인코더(106)에 대해(BCC이든지 LDPC이든지), s 코딩 비트들의 연속적인 블록들은 일 실시예에서, 라운드 로빈 방식으로 상이한 공간 스트림들에 할당된다. FEC 인코더들(106)의 세트가 2개 이상의 BCC 인코더들을 포함하는 일부 실시예들에서, 개별 FEC 인코더들(106)의 출력들은 각각의 라운드 로빈 사이클 동안 교번 방식으로 사용되며, 즉 초기에 제 1 FEC 인코더(106)로부터의 S 비트들은 N_{SS} 공간 스트림들로 공급되고, 그 다음 제 2 FEC 인코더(106)로부터의 S 비트들은 N_{SS} 공간 스트림들로 공급되는 등등이며, 여기서:

[0036] [수학식 2]

[0037] $S = N_{SS} \times s$

[0038] N_{SS} 공간 스트림들 각각에 상응하면, 인터리버(110)는 인접한 잡음 비트들의 긴 시퀀스들이 수신기에서 디코더에 들어가는 것을 방지하기 위해 공간 스트림의 비트들을 인터리빙한다(즉, 비트들의 순서를 변경함). 보다 구체적으로, 인터리버(110)는 주파수 도메인에서 또는 시간 도메인에서 비-인접한 위치들로 인접한 코딩 비트들을 매핑한다. 인터리버(110)는 실시예에서, 파라미터들 N_{col} , N_{row} , 및 N_{rot} (즉, 각각 컬럼들의 수, 로우들의 수, 및 주파수 회전 파라미터)이 장거리, 정상 모드 데이터 유닛들의 대역폭에 기초한 적절한 값들을 제외하고, IEEE 802.11n 통신 프로토콜에 따라 동작한다(즉, 각각의 데이터 스트림에서의 두 개의 주파수 치환들, 및 상이한 스트림들 상에서 상이하게 비트들을 순환적으로 시프트하기 위한 제 3 치환).

[0039] 또한 각각의 공간 스트림에 대응하여, 컨스텔레이션 매핑(112)는 비트들의 인터리빙된 시퀀스를 OFDM 심볼의 상이한 서브캐리어들/톤들에 상응하는 컨스텔레이션 포인트들에 매핑한다. 보다 구체적으로, 각각의 공간 스트림에 대해, 컨스텔레이션 매핑(112)는 실시예에서, 길이 $\log_2(M)$ 의 모든 비트 시퀀스를 M 개의 컨스텔레이션 포인트들 중 하나로 변환한다. 컨스텔레이션 매핑(112)는 이용되는 MCS에 의존하여 상이한 수들의 컨스텔레이션 포인트들을 핸들링한다. 실시예에서, 컨스텔레이션 매핑(112)는 $M = 2, 4, 16, 64, 256$, 및 1024 를 핸들링하는 직교 진폭 변조(QAM) 매핑이다. 다른 실시예들에서, 컨스텔레이션 매핑(112)는 세트 $\{2, 4, 16, 64, 256, 1024\}$ 로부터 적어도 2개의 값들의 상이한 서브세트들과 같은 M 에 상응하는 상이한 변조 방식들을 다룬다.

[0040] 실시예에서, 공간-시간 블록 코딩(space-time block coding: STBC) 유닛(114)은 하나 이상의 공간 스트림들에 대응하는 컨스텔레이션 포인트들을 수신하며 수(N_{STS})의 공간-시간 스트림들로 공간 스트림들을 확산시킨다. 몇몇 실시예들에서, STBC(114)는 생략된다. 순환 시프트 다이버시티(cyclic shift diversity: CSD) 유닛들(116)이 STBC 유닛(114)에 결합된다. CSD 유닛들(116)은 의도되지 않은 빔형성을 방지하기 위해 순환 시프트들을 하나를 제외한 모든 공간 시간 스트림들(하나 이상의 공간 시간 스트림인 경우)에 삽입한다. 설명의 용이성을 위해, CSD 유닛들(116)에 대한 입력들은 STBC 유닛(114)이 생략되는 실시예들에서도 공간 시간 스트림들로 지칭된다.

[0041] 공간 매핑 유닛(120)은 N_{STS} 공간-시간 스트림들을 N_{Tx} 송신 체인들에 매핑한다. 다양한 실시예들에서, 공간 매핑은 1) 각각의 공간 시간 스트림으로부터의 컨스텔레이션 포인트들이 송신 체인들 위에 직접 매핑되는 직접 매핑(즉, 1 대 1 매핑); 2) 모든 공간-시간 스트림들로부터의 컨스텔레이션 포인트들의 벡터들이 입력들을 송신 체

인들에 생성하기 위해 매트릭스 곱셈을 통해 확장되는 공간 확장; 및 3) 공간-시간 스트림들의 모두로부터의 컨스텔레이션 포인트들의 각각의 벡터가 입력들을 송신 체인들에 생성하기 위해 조향 벡터들의 매트릭스에 곱해지는 빔형성 중 하나 이상을 포함한다. 공간 매핑 유닛(120)의 각각의 출력은 송신 체인에 대응하며, 공간 매핑 유닛(120)의 각각의 출력은 컨스텔레이션 포인트들의 블록을 시간-도메인 신호로 변환하는 IDFT 산출 유닛(122)(예로서, 역 고속 푸리에 변환(inverse fast Fourier transform: IFFT) 산출 유닛)에 의해 동작된다. IDFT 유닛들(122)의 출력들은 실시예에서 OFDM 심볼의 원형 확장인, 보호 구간(guard interval: GI) 부분을 OFDM 심볼들에 첨부하며, 스펙트럼 지연을 증가시키기 위해 OFDM 심볼들의 에지들을 평활화하는 GI 삽입 및 윈도우 유닛들(124)에 제공된다. GI 삽입 및 윈도우 유닛들(124)의 출력들은 신호들을 아날로그 신호들로 변환하며 신호들을 송신을 위한 RF 주파수들로 상향 변환하는 아날로그 및 라디오 주파수(RF) 유닛들(126)에 제공된다. 신호들은 다양한 실시예들 및/또는 시나리오들에서, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz, 또는 16 MHz 대역폭 채널(예로서, 각각 유닛(122)에서 64-, 128-, 256-, 또는 512-포인트 IDFT에 대응하며, IDFT 크기에 관계없이 일정한 클록 레이트를 이용하는)에서 송신된다. 다른 실시예들에서, 다른 적절한 채널 대역폭들(및/또는 IDFT 크기들)이 이용된다. 정상 모드에 대응하는 장거리 데이터 유닛들은 2012년 1월 6일에 출원되며, "Physical Layer Frame Format for Long Range WLAN"이라는 명칭의, 미국 특허 출원 번호 제13/359,336호에 보다 상세히 논의되며, 이것은 여기에서 전체적으로 참조로서 통합된다.

[0042] 저 대역폭 모드 통신들은 일반적으로 확장된 범위 통신들을 지원하는 감도 이득을 갖는 정상 모드 통신들보다 더 견고하다. 예를 들면, 정상 모드 데이터 유닛들을 생성하기 위해 정상 모드가 64-포인트 IDFT(예로서, 2 MHz 대역폭 신호에 대해)를 이용하며, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들을 생성하기 위해 저 대역폭 모드가 32-포인트 IDFT(예로서, 1 MHz 대역폭 신호에 대해)를 이용하는 실시예에서, 저 대역폭 모드는 대략 3 dB의 감도 이득을 제공한다. 또 다른 예로서, 정상 모드 데이터 유닛들을 생성하기 위해 정상 모드가 64-포인트 IDFT(예로서, 2 MHz 대역폭 신호에 대해)를 이용하며, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들을 생성하기 위해 저 대역폭 모드가 16-포인트 IDFT(예로서, 0.5 MHz 대역폭 신호에 대해)를 이용하는 실시예에서, 저 대역폭 모드는 대략 6 dB의 감도 이득을 제공한다. 게다가, 몇몇 실시예들에서, 저 대역폭 모드는 데이터 레이트를 추가로 감소시키기 위해 데이터 유닛의 적어도 몇몇 필드들로 비트들의 리턴던시 또는 반복을 도입한다. 예를 들어, 다양한 실시예들 및/또는 시나리오들에서, 저 대역폭 모드는 후술되는 하나 이상의 반복 및 코딩 방식들에 따라 리턴던시를 저 대역폭 모드 데이터 유닛의 데이터 부분 및/또는 신호 필드에 도입한다. 저 대역폭 모드가 예를 들면, 비트들의 2x 반복을 포함하는 실시예에서, 추가 3 dB의 감도 이득이 획득될 수 있다. 또한, 몇몇 실시예들에서, 저 대역폭 모드는 정상 모드의 최저 데이터 레이트 MCS에 따라, 또는 정상 모드의 최저 데이터 레이트 MCS보다 작은 MCS에 따라 OFDM 심볼들을 생성함으로써 감도를 개선한다. 일 예로서, 일 실시예에서, 정상 모드에서의 데이터 유닛들은 고차 MCS들이 더 높은 데이터 레이트들에 상응하는 상태에서, MCS0(1/2의 이진 위상 시프트 키잉(binary phase shift keying: BPSK) 변조 및 코딩 레이트)와 같은 MCS 세트로부터 MCS9(5/6의 직교 진폭 변조(quadrature amplitude modulation: QAM) 및 코딩 레이트)로 선택되는 특정 MCS에 따라 생성된다. 하나의 그러한 실시예에서, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들은 MCS0에 의해 정의되는 바와 같은 변조 및 코딩을 사용하여 생성된다. 대안적인 실시예에서, MCS0는 저 대역폭 모드 데이터 유닛들만을 위해 예약되고, 정상 모드 데이터 유닛들에 사용될 수 없다.

[0043] 도 3 내지 도 5는 다양한 실시예들에 따라, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들을 생성하기 위한 예시적인 PHY 프로세싱 유닛들의 송신 부분들의 블록도들이다. 도 1을 참조하면, AP(14)의 PHY 프로세싱 유닛(20) 및 클라이언트 국(25-1)의 PHY 프로세싱 유닛(29)은 각각 다양한 실시예들에서, 도 3 내지 도 5에 도시된 PHY 프로세싱 유닛들 중 임의의 하나와 유사하거나 또는 동일하다. 몇몇 실시예들에서, 도 3 내지 도 5의 PHY 프로세싱 유닛들은 도 2의 PHY 프로세싱 유닛(100)과 동일한 하드웨어에 대응하지만, 상이한 신호 프로세싱 동작들은 정상 모드 또는 저 대역폭 모드 데이터 유닛들이 생성되는지에 의존하여 하드웨어 내에서 이용된다.

[0044] 도 3의 PHY 프로세싱 유닛(150)은 실시예에서, 도 2의 스크램블러(102)와 유사한 스크램블러(152)를 포함한다. 스크램블러(152)는 하나 이상의 FEC 인코더들(154)에 결합되며, 이것은 실시예에서 도 2의 FEC 인코더(106)와 유사하다. PHY 프로세싱 유닛(150)이 둘 이상의 FEC 인코더들(154)을 포함하는 실시예에서, 도 2의 인코더 파서(104)와 유사한 인코더 파서(도시되지 않음)가 스크램블러(152) 및 FEC 인코더들(154) 사이에서 결합된다.

[0045] 스트림 파서(158)는 FEC 인코더(들)(154)의 출력(들)에 결합된다. 스트림 파서(158)는 상기 식 1 및 식 2에 대한 관련 파라미터들(예로서, N_{BPSK} 및 N_{SS})이 저 대역폭 모드 시스템 파라미터들(단지 하나의 공간 스트림이 저 대역폭 모드 데이터 유닛들에 대해 허용된다면 $N_{\text{SS}} = 1$)에 일치한다는 점을 제외하고, 실시예에서, 도 2의 스트림 파서(108)와 유사하다(예로서, 상기 식 1 및 식 2가 만족되는). 스트림 파서(158)는 인터리버들(160)에 결합

된다. 인터리버들(160)은 파라미터들(N_{col} , N_{row} , 및 N_{rot})이 저 대역폭 데이터 유닛들의 대역폭에 기초한 적절한 값들이라는 점을 제외하고, 실시예에서, 도 2의 인터리버들(110)과 유사하다. 예를 들면, 최저 대역폭 정상 모드 데이터 유닛들이 64-포인트 IDFT들을 사용하여 생성된 2 MHz 데이터 유닛들이며, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들이 32-포인트 IDFT들을 사용하여 생성되며, 24개의 OFDM 데이터 톤들을 가진 1 MHz 데이터 유닛들인 다양한 실시예들에서, 다음의 3개의 옵션들 중 하나가 구현된다:

[0046] [수학식 3]

[0047] 1) $N_{col} = 12$, $N_{row} = 2 \times N_{BPSCS}$

[0048] [수학식 4]

[0049] 2) $N_{col} = 8$, $N_{row} = 3 \times N_{BPSCS}$

[0050] [수학식 5]

[0051] 3) $N_{col} = 6$, $N_{row} = 4 \times N_{BPSCS}$

[0052] 및 N_{rot} 는 {2, 3, 4, 5, 6, 7, 8} 중 하나이다. 예를 들면, 하나의 특정한 실시예에서, 식 4가 만족되며 $N_{rot} = 2$ 이다. 또 다른 예로서, 최저 대역폭 정상 모드 데이터 유닛들이 64-포인트 IDFT들을 사용하여 생성된 2 MHz 데이터 유닛들이며, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들이 16-포인트 IDFT들을 사용하여 생성되며 12개의 OFDM 데이터 톤들을 가진 0.5 MHz 데이터 유닛들인 다양한 실시예들에서, 다음의 두 개의 옵션들 중 하나가 구현된다:

[0053] [수학식 6]

[0054] 1) $N_{col} = 6$, $N_{row} = 2 \times N_{BPSCS}$

[0055] [수학식 7]

[0056] 2) $N_{col} = 4$, $N_{row} = 3 \times N_{BPSCS}$

[0057] 및 N_{rot} 는 [2, 3, 4, 5] 중 하나이다.

[0058] 각각의 공간 스트림에 대응하여, 컨스텔레이션 매핑(162)은 OFDM 심볼의 상이한 서브캐리어들/톤들에 대응하는 컨스텔레이션 포인트들에 비트들의 인터리빙된 시퀀스를 매핑한다. 컨스텔레이션 매핑들(162)은 실시예에서, 도 2의 컨스텔레이션 매핑들(112)과 유사하다.

[0059] 상기 설명된 임의의 MCS 제약들(예로서, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들은 단지 최저 MCS를 사용하기 위해서만 허용되는 등) 외에, 또는 그 대신에, 다양한 실시예들에서, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들에 대한 허용된 MCS들은 다음의 식들을 만족시키는 MCS들이다:

[0060] [수학식 8]

[0061] $N_{CBPS}/N_{ES} = m$

[0062] [수학식 9]

[0063] $N_{DBPS}/N_{ES} = n$

[0064] [수학식 10]

[0065] $\text{mod}(N_{CBPS}/N_{ES}, D_R) = 0$

[0066] [수학식 11]

[0067] $R = N_R/D_R$

[0068] 여기서 N_{CBPS} 는 심볼 당 코딩 비트들의 수이고, N_{DBPS} 는 심볼 당 코딩되지 않은 비트들의 수이며, N_{ES} 는 BCC 인코더들의 수이고, m 및 n 은 정수들이고, R 은 코딩 레이트이며, D_R 은 코딩 레이트의 분모이다(즉, $R = 1/2$ 이면, $D_R = 2$, $R = 2/3$ 이면, $D_R = 3$, $R = 3/4$ 이면, $D_R = 4$, 및 $R = 5/6$ 이면, $D_R = 5$). 실시예에서, N_{ES} 은 항상 저 대역폭 모

드 데이터 유닛들에 대해 1과 같다(즉, 하나의 공간 스트림 및 하나의 BCC 인코더가 저 대역폭 모드에서 사용된다). 다른 실시예들에서, N_{ES} 는 저 대역폭 모드 데이터 유닛들에 대해 1보다 큰 적절한 수이다.

[0069] 실시예에서, STBC 유닛(164)(예로서, 도 2의 STBC 유닛(114)과 유사한)은 하나 이상의 공간 스트림들에 대응하는 컨스텔레이션 포인트들을 수신하며 공간 스트림들을 다수의 공간-시간 스트림들로 확산시킨다. 복수의 CSD 유닛들(166)(예로서, 도 2의 CSD 유닛들(116)과 유사한)은 STBC 유닛(164)에 결합되며, 이것은 결과적으로, 공간 매핑 유닛(170)(예로서, 도 2의 공간 매핑 유닛(120)과 유사한)에 결합된다. 공간 매핑 유닛(170)의 각각의 출력은 송신 체인에 대응하며, 공간 매핑 유닛(120)의 각각의 출력은 IDFT 유닛(172)에 의해 동작된다. IDFT 유닛들(172)은 실시예에서 도 2의 IDFT 유닛들(122)과 유사하며, IDFT 유닛들(122)과 동일한 클럭 레이트를 사용하지만, 임의의 정상 모드 데이터 유닛들보다 작은 크기 IDFT를 사용한다. 예를 들면, 정상 모드 데이터 유닛들이 64-포인트 이상의 IDFT들을 사용하여 생성되는 일 실시예에서, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들은 32-포인트 IDFT들을 사용하여 생성된다. 정상 모드 데이터 유닛들이 64-포인트 이상의 IDFT들을 사용하여 생성되는 대안적인 실시예에서, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들은 16-포인트 IDFT들을 사용하여 생성된다. 정상 모드 데이터 유닛들이 64-포인트 이상의 IDFT들을 사용하여 생성되는 또 다른 대안적인 실시예에서, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들은 저 대역폭 모드 내에서의 두 개의 PHY 서브-모드들 중 어떤 것이 선택되는지에 의존하여 16-포인트 또는 32-포인트 IDFT를 사용하여 생성된다.

[0070] IDFT 유닛들(172)의 출력들은 GI 삽입 및 윈도우잉 유닛들(174)(예로서, 도 2의 GI 삽입 및 윈도우잉 유닛들(124)과 유사한)에 제공되며, GI 삽입 및 윈도우잉 유닛들(174)의 출력들은 아날로그 및 RF 유닛들(176)(예로서, 도 2의 아날로그 및 RF 유닛들(126)과 유사한)에 제공된다. 일 실시예에서, 생성된 저 대역폭 모드 데이터 유닛들은 그 후 저 대역폭 모드 주파수 대역에서 송신된다. 정상 모드 송신들이 2 MHz 이상의 대역폭(예로서, 4 MHz, 8 MHz 등) 채널들을 이용하는 일 실시예에서, 저 대역폭 모드 송신들을 위한 주파수 대역은 1 MHz이다. 다른 이러한 실시예들에서, 0.5 MHz 또는 최소 정상 모드 채널 대역폭보다 작은 또 다른 적절한 대역폭이 이용된다.

[0071] 도 3의 예시적인 PHY 프로세싱 유닛(150)이 다수의 공간 스트림들(하나씩 각각의 인터리버(160) 및 컨스텔레이션 매핑(162)를 위한 것임)을 포함하지만, 저 대역폭 모드는 다른 실시예들에서 단지 단일 공간 스트림만을 이용한다. 예를 들면, 저 대역폭 모드는 단지 하나의 공간 스트림이 이용되는 MCS(예로서, 상술된 MCS0)로 제한된다. 이들 실시예들 중 몇몇에서, 스트림 파서(158)는 생략되거나 또는 이용되지 않는다. 게다가, STBC 유닛(164) 및/또는 CSD 유닛들(166)은 몇몇 실시예들에서 생략된다. 또한, FEC 인코더(154)가 BCC 인코더가 아니라 LDPC 인코더인 일 실시예에서, 인터리버들(160)이 생략된다. 실시예에서, 정상 모드를 위해 사용된 동일한 LDPC 패리티 매트릭스 및 파라미터들이 또한 저 대역폭 모드를 위해 사용되며, 평처링/단축/패딩 절차가 저 대역폭 모드에 대응하는 N_{CBPS} 및 N_{DBPS} (각각, 심볼 당 코딩된 데이터 비트들 및 심볼 당 코딩되지 않은 데이터 비트들의 수)의 값들을 이용한다. 몇몇 실시예들에서, 저 대역폭 모드에서 사용되는 패딩 절차들은 그 개시가 여기에 전체적으로 참조로서 통합되는, 2012년 2월 3일에 출원된, "Control Mode PHY for WLAN"이라는 명칭의, 미국 출원 번호 제13/366,064호에 설명된 임의의 이러한 절차들에 대응한다.

[0072] 도 4 및 도 5는 데이터 레이트를 감소시키며 수신기 감도를 증가시키기 위해 반복을 사용하는 실시예들에서 저 대역폭 모드 데이터 유닛들을 생성하기 위한 예시적인 PHY 프로세싱 유닛들의 송신 부분들을 예시한다. 설명의 용이함을 위해, 유닛들이 몇몇 실시예들에서 포함될지라도 특정 유닛들은 도 4 및 도 5에 도시되지 않는다. 예를 들면, PHY 프로세싱 유닛들의 각각은 다양한 실시예들에서, 스캐램블러를 포함하며, 따라서 도 4 및 도 5에 묘사된 송신 흐름들로 입력된 정보 비트들은 스캐램블링된 비트들이다. 몇몇 실시예들에서, 저 대역폭 모드는 단지 BPSK 변조를 갖고 및/또는 단일 공간-시간 스트림을 가진 도 4 또는 도 5의 반복만을 사용하며, 그렇지 않다면 반복을 사용하지 않는다(예로서, 도 3의 예시적인 PHY 프로세싱 유닛(150)에서처럼).

[0073] 도 4는 예시적인 PHY 프로세싱 유닛(200)이 비트들을 컨스텔레이션 심볼들에 매핑하기 전에, BCC-인코딩된 비트들의 반복을 이용한 저 대역폭 모드 데이터 유닛들을 생성하는 실시예를 예시한다. BCC 인코더(204)는 정보 비트들을 받아들이며 BCC-인코딩된 비트들을 블록 인코더(206)에 출력한다. 블록 인코더(206)는 다양한 실시예들에서, 비트-레벨 반복(예로서, 2x 반복을 위한 $[b_1 \ b_1, \ b_2 \ b_2, \dots]$) 또는 블록-레벨 반복(예로서, 블록 크기(12)를 갖고 2x 반복을 위한 $[b_1 \dots b_{12}, \ b_1 \dots b_{12}, \ b_{13} \dots b_{24}, \ b_{13} \dots b_{24}, \dots]$)을 제공한다. 일 예시적인 실시예에서, 2x 반복(레이트 1/2 블록 코딩)이 사용된다. 또 다른 예시적인 실시예에서, 4x 반복(레이트 1/4 블록 코딩)이 사용된다. 블록 인코더(206) 출력은 생성된 OFDM 심볼의 피크-대-평균 전력비(peak-to-average power ratio: PAPR)를 감소시키기 위해 선택된 비트들(예로서, 모든 다른 비트)의 부호 또는 극성을 변경하는 비트 플

립 유닛(210)에 결합한다. 몇몇 실시예들에서, 비트 플립 유닛(210)은 PHY 프로세싱 유닛(200)에 포함되지 않는다.

[0074] 비트 플립 유닛(210)의(또는 유닛(210)이 생략된다면, 블록 인코더(206)의) 출력은 BCC 인터리버(212)에 결합된다. BCC 인터리버(212)는 실시예에서, 도 3의 인터리버(160)와 유사하다. 몇몇 실시예들에서, BCC 인터리버(212)는 PHY 프로세싱 유닛(200)에 포함되지 않는다. BCC 인터리버(212)의(또는 BCC 인터리버(212)가 생략된다면, 비트 플립 유닛(210) 또는 블록 인코더(206)의) 출력은 컨스텔레이션 매핑(214)에 결합된다. 컨스텔레이션 매핑(214)는 실시예에서, 도 2의 컨스텔레이션 매핑(112)과 유사하다. 저 대역폭 모드 데이터 유닛들을 생성하기 위해 컨스텔레이션 매핑(214)에 의해 이용된 컨스텔레이션 크기는 MCS 모드에 의해 결정되며, 이것은 몇몇 실시예들에서, 상기 설명된 바와 같이 정상 모드 데이터 유닛들을 위해 이용된 최저 MCS(또는 최저 MCS보다 작은 MCS)이다.

[0075] 컨스텔레이션 매핑(214)의 출력은 IDFT 유닛(216)에 결합된다. IDFT 유닛(216)은 실시예에서, 도 3의 IDFT 유닛(172)(예로서, 정상 모드 데이터 유닛들에 대한 64-포인트 이상의 IDFT와 비교하여 32-포인트 또는 16-포인트 IDFT를 사용하는)과 유사하다. IDFT 유닛(216)의 출력은 몇몇 실시예들에서, CSD 유닛(218)에 결합된다. PHY 프로세싱 유닛(200)이 다수의 송신 체인들을 통해 송신을 위해 저 대역폭 모드 데이터 유닛들을 생성하도록 동작하는 실시예들 또는 시나리오들에서, CSD 유닛(218)은 의도하지 않은 빔형성을 방지하기 위해 송신 체인들 중 하나를 제외한 모두로 순환 시프트를 삽입한다. 다른 실시예들에서, CSD 유닛(218)은 생략된다. CSD 유닛(218)의(또는 CSD 유닛(218)이 생략된다면, IDFT 유닛(216)의) 출력은 GI 삽입 및 윈도우잉 유닛(220)에 결합되며, GI 삽입 및 윈도우잉 유닛(220)의 출력은 아날로그 및 RF 유닛(222)에 결합된다. 다양한 실시예들 및/또는 시나리오들에서, 생성된 저 대역폭 모드 데이터 유닛들은 그 후 1 MHz 또는 0.5 MHz 대역폭 채널(예로서, 각각 유닛(216)에서의 32-포인트 또는 16-포인트 IDFT에 대응하는)로 송신된다. 다른 실시예들에서, 최소 정상 모드 채널 대역폭보다 작은 하나 이상의 다른 적절한 채널 대역폭들(다른 IDFT 크기들에 대응하는)이 이용된다.

[0076] 보다 특정한 예시적인 실시예에서, IDFT 유닛(216)은 저 대역폭 모드 데이터 유닛들에 대한 24개의 데이터 톤들을 가진 OFDM 심볼들을 생성하기 위해 32-포인트 IDFT를 사용하지만, BCC 인코더(204)는 OFDM 심볼 당 6개의 정보 비트들을 수신하는 레이트 1/2 BCC 인코더이며 OFDM 심볼 당 12 비트들을 출력하고, 블록 인코더(206)는 블록-레벨 반복을 사용하여 OFDM 심볼 당 24 비트들을 출력하는 레이트 1/2(2x 반복) 블록 인코더이며, 24 출력 비트들은 규칙적 BCC 인터리버를 사용하여 인터리빙되고, 컨스텔레이션 매핑 유닛(214)은 BPSK 변조 기술을 이용한다.

[0077] 일 대안적인 실시예에서, 블록 인코더(206)는 BCC 인코더(204)보다 도 4의 송신 흐름에서 더 빠르며(즉, 비트들의 반복은 BCC 인코딩 이전에 발생한다), 비트 플립 유닛(210)이 생략된다. 또 다른 대안적인 실시예에서, 블록 인코더(206)는 대신에 컨스텔레이션 매핑(214)의 출력에 결합되며(즉, 컨스텔레이션 포인트들의 반복을 위해) 비트 플립 유닛(210)은 생략된다. 이들 후자의 실시예들의 몇몇에서, 위상 시프트 유닛(도 4에 도시되지 않음)은 OFDM 신호의 PAPR을 감소시키기 위해 블록 인코더(206) 출력에 결합되며, 위상 시프트 유닛의 출력은 IDFT 유닛(216)에 결합된다. 위상 시프트 유닛이 실시예에 포함되지 않는다면, 블록 인코더(206)의 출력은 대신에 IDFT 유닛(216)에 결합된다. 다양한 실시예들에서, 프로세싱 유닛(200)은 미국 출원 번호 제13/366,064호에 설명된 반복 기술들 중 임의의 것을 이용하도록 구성된다.

[0078] 도 5는 실시예에 따라, 저 대역폭 모드 데이터 유닛들을 생성하기 위한 또 다른 예시적인 PHY 프로세싱 유닛(350)의 송신 부분의 블록도이다. 일반적으로, 도 5에 도시된 다양한 유닛들은 도 4에서의 유사한 유닛들과 유사하다. 그러나, 도 4의 예시적인 실시예와 달리, 블록 인코더(354)에 결합된 BCC 인코더(352)는 부가적으로 LDPC 인코딩을 이용하며, 스크램 파서(356), STBC 유닛(360), 및 공간 매핑 유닛(362)이 다수의 공간 스트림들 및 공간-시간 스트림들을 지원하기 위해 PHY 프로세싱 유닛(350)에 포함된다. 게다가, CSD 유닛들(364) 외에, 제 2 세트의 CSD 유닛들(366)이 실시예에서, STBC 유닛(360) 후 공간-시간 스트림들의 각각 상에서 이용된다. 실시예에서, 제 2 세트의 CSD 유닛들(366)은, 쇼트 트레이닝 필드(주로 수신기에서 자동 이득 제어(automatic gain control: AGC) 이득을 설정하기 위해 사용되는) 동안 의도되지 않은 빔형성을 감소시키기 위해, 하나 이상의 공간-시간 스트림이 송신되는 경우에만 적용된다. 다른 실시예들에서, CSD 유닛들(366)은 생략된다. 게다가, 몇몇 실시예들에서, 비트 플립 유닛(370) 및/또는 BCC 인터리버들(372)은 생략된다. 또한, 몇몇 실시예들에서, 블록 인코더(354) 및 비트 플립 유닛(370)은 단지 하나 이상의 공간-시간 스트림이 송신될 때만 적용된다.

[0079] 보다 특정의 예시적인 실시예에서, IDFT 유닛(374)은 저 대역폭 모드 데이터 유닛들에 대한 24개의 데이터 톤들을 가진 OFDM 심볼들을 생성하기 위해 32-포인트 IDFT를 사용하지만, BCC/LDPC 인코더(352)는 OFDM 심볼 당 12

$x N_{ss}$ 비트들(여기에서 N_{ss} 는 공간 스트림들의 수이다)을 출력하는 레이트 1/2 BCC/LDPC 인코더이고, 블록 인코더(354)는 블록-레벨 반복을 사용하여 OFDM 심볼 당 $24 \times N_{ss}$ 비트들을 출력하는 레이트 1/2($2x$ 반복) 블록 인코더이며, 각각의 컨스텔레이션 매핑(376)은 BPSK 변조를 사용한다.

[0080] 일 대안적인 실시예에서, 비트 반복은 스트림 파서(356) 앞에서는 스트림 파서(356) 뒤에서(즉, 각각의 공간 스트림에서) 발생한다. 예를 들면, 실시예에서, 블록 인코더(354) 및 (존재한다면) 비트 폴립 유닛(370)은 스트림 파서(356) 및 대응하는 BCC 인터리버(372) 사이에 결합된, 각각의 공간 스트림에 포함된다. 비트 반복이 스트림 파서(356) 전에 발생하는 실시예에서처럼, 비트 반복은 몇몇 실시예들에서 비트 단위 기반으로 적용되며, 다른 실시예들에서 블록 레벨로 적용된다.

[0081] 도 6은 실시예에 따라, 상이한 대역폭들을 가진 예시적인 정상 모드 데이터 유닛들(600, 620)의 다이어그램이다. 정상 모드 데이터 유닛들(600, 620)은 단거리 프로토콜에 따르는 데이터 유닛들의 다운-클로킹된 버전들이다. 도 6에 도시된 특정 실시예에 대해, 정상 모드 데이터 유닛들(600, 620)은 "그린필드(Greenfield)"(혼합 모드가 아니라) 프리앰블을 사용한 IEEE 802.11n 데이터 유닛의 다운-클로킹된 버전이다. 다른 실시예들에서, 정상 모드 데이터 유닛들(600, 620)은 다른 단거리 프로토콜에 따르는 데이터 유닛들의 다운-클로킹된 버전이다.

[0082] 정상 모드 데이터 유닛(600)은 최저 정상 모드 채널 대역폭(예를 들어, 64-포인트 IDFT를 이용하는 2 MHz)에 상응하고, 쇼트 트레이닝 필드(short training field; STF)(602), 제 1 롱 트레이닝 필드(long training field)(LTF1)(604-1), 신호(SIG) 필드(606), 나머지 LTF들(604-2 내지 604N)(예를 들어, 공간 스트림 당 하나의 부가 LTF), 및 데이터(DATA) 부분(608)을 포함한다. 일반적으로, STF(602)는 패킷 검출, 초기 동기화, 및 자동 이득 제어 등을 위해 사용되고, LTF들(604)은 채널 추정 및 미세 동기화에 사용되며, SIG 필드(606)는 예를 들어 데이터 유닛을 송신하기 위해 사용되는 신호 대역폭(예를 들어, 데이터 유닛(600)에 대해 2 MHz), 변조 유형, 및 코딩 레이트와 같은 데이터 유닛(600)의 특정 물리 계층(PHY) 파라미터들을 전달하기 위해 사용된다. 실시예에서, STF(602), LTF1(604-1), 및 SIG 필드(606)는 두 개의 OFDM 심볼들을 포함하며, 나머지 LTF들(604-2 내지 604-N)의 각각은 하나의 OFDM 심볼을 포함한다. 다른 실시예들에서, STF(602), LTF1(604-1), SIG 필드(606) 및/또는 나머지 LTF들(604-2 내지 604-N)은 다른 적절한 수들의 OFDM 심볼들을 포함한다.

[0083] 더 높은 대역폭 정상 모드 데이터 유닛들에 대해, STF, LTF들, 및 SIG 필드는 다수의 서브 대역들의 각각에서 복제되며, 각각의 서브 대역은 최저 정상 모드 채널 대역폭과 같은 대역폭을 갖는다. 예를 들면, 데이터 유닛(600)이 최소-대역폭 정상 모드 데이터 유닛이며 2 MHz 대역폭을 갖지만, 데이터 유닛(620)은 데이터 부분(628)에 대한 프리앰블로서 각각의 2 MHz 대역에서 STF(622), LTF들(624), 및 SIG 필드(626)를 복제하며, 데이터 부분(628)은 주파수 복제 없이 전체(4 MHz) 대역폭을 차지한다. 수신기 검출 정상 모드 데이터 유닛(600 또는 620)은 실시예에서, SIG 필드들(606) 및/또는 SIG 필드들(626)에서의 대역폭 정보에 기초하여 데이터 유닛의 대역폭을 결정할 수 있다.

[0084] 도 7은 실시예에 따른, 예시적인 다중-사용자 데이터 유닛(700)의 다이어그램이다. 실시예에서, AP(14)는 다중-사용자 데이터 유닛(700)을 클라이언트 국들(25)의 다수의 것들에 송신하도록 구성된다. 다중-사용자 데이터 유닛(700)은 데이터 유닛(700)의 각각의 의도된 수신인에 공통적인 PHY 정보를 포함하는 "오미(omni)" 부분(702) 및 상이한(또는 "사용자-특정") 콘텐츠를 클라이언트 국들(25)의 각각에 운반하기 위해 상이한 공간 채널들을 통해, 안테나들(24)을 경유하여, 동시에 송신되는 상이한 클라이언트 국들(25)에 대한 상이한 정보를 포함하는 다중-사용자(multi-user: MU) 부분(722)을 포함한다. 오미 부분(702)은 쇼트 트레이닝 필드(STF)(702), 제 1 롱 트레이닝 필드(LTF)(704-1), 및 필드 신호 필드(SIGA)(706)를 포함한다. MU 부분(722)은 다중-사용자 쇼트 트레이닝 필드(multi-user short training field: MU-STF)(708), 복수의 다중-사용자 롱 트레이닝 필드들(MU-LTF들)(710-1 내지 710-N), 제 2 신호(SIGB) 필드(712) 및 데이터 부분(714)을 포함한다. 실시예에서, STF(702), LTF1(704), 및 SIGA 필드(706)의 각각은 두 개의 OFDM 심볼들을 포함한다. 다른 한편으로, MU-LTF들(710-1 내지 710-N) 및 SIGB 필드(712)의 각각은 실시예에서, 단지 하나의 OFDM 심볼만을 포함한다. 다른 실시예들에서, STF(702), LTF1(704), 및 SIGA 필드(706), MU-LTF들(710-1 내지 710-N) 및/또는 SIGB 필드(712)는 다른 적절한 수들의 OFDM 심볼들을 포함한다.

[0085] 도 8은 실시예에 따른, 예시적인 저 대역폭 모드 데이터 유닛(800)의 프리앰블의 다이어그램이다. 저 대역폭 모드 데이터 유닛(800)은 정상 모드 데이터 유닛들(600, 620)과 동일한 클록 레이트를 사용하지만, 대역폭을 감소시키기 위해 더 작은 크기 IDFT를 이용하여 생성된다. 예를 들어, 정상 모드 데이터 유닛들(600, 620)이 각각 2 MHz 또는 4 MHz 대역폭들(64- 및 128-포인트 IDFT들을 사용하여 생성되는)에 대응하는 일 실시예에서, 저 대역

폭 모드 데이터 유닛(800)은 1 MHz 대역폭을 가지며, 32-포인트 IDFT를 사용하여 생성된다. 정상 모드 데이터 유닛(600)과 유사하게, 저 대역폭 모드 데이터 유닛(800)은 STF(802), LTF1(804-1), SIG 필드(806), 및 나머지 LTF들(802-2 내지 804-N)(예를 들어, 하나 이상의 공간 스트림이 저 대역폭 모드 데이터 유닛들에 대해 이용된다면, 공간 스트림 당 하나의 부가 LTF)을 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 저 대역폭 데이터 유닛(800)의 다양한 필드들은 더 길며 정상 모드 데이터 유닛(600)의 대응하는 필드들과 비교하여 더 많은 OFDM 심볼들을 포함한다. 예를 들면, STF(802) 및 LTF1(804-1)의 각각은 실시예에서, 4개의 OFDM 심볼들을 포함한다. 다른 실시예들에서, STF(802) 및/또는 LTF1(804-1)은 다른 적절한 수들의 OFDM 심볼들을 포함한다. SIG 필드(806)의 길이는 상이한 실시예에서 상이하다. 일 실시예에서, SIG 필드(806)는 5개의 OFDM 심볼들을 포함한다. 또 다른 실시예에서, SIG 필드(806)는 6개의 OFDM 심볼들을 포함한다. 일반적으로, SIG 필드(806)는 임의의 적절한 수(N_{SIG})의 OFDM 심볼들을 포함한다.

[0086] 다양한 실시예들에서, 정상 모드 데이터 유닛(예로서, 데이터 유닛들(600, 620, 700))의 하나 이상의 OFDM 심볼들의 각각 및/또는 저 대역폭 모드 데이터 유닛(예로서, 데이터 유닛(800))의 하나 이상의 OFDM 심볼들의 각각은 일반적으로 캐리어 주파수 오프셋, 위상 추적, 위상 잡음 추정들 등을 위해 사용되는 하나 또는 여러 개의 파일럿 톤들을 포함한다. 일반적으로, OFDM 심볼들 내에서의 하나 또는 여러 개의 파일럿 톤들은, 몇몇 실시예들에서, 데이터 유닛을 수신하는 디바이스가 수신 디바이스 및 데이터 유닛을 송신한 디바이스 사이에서 위상 추적을 수행하고 및/또는 미세 주파수 조정을 수행하도록 허용하는 알려진 파일럿 톤 값들을 갖고 변조된다. 파일럿 톤들을 변조하기 위해 사용된 특정한 수의 파일럿 톤들 및 특정한 값들은 예를 들면, 데이터 유닛 대역폭 및/또는 데이터 유닛 유형과 같은 다양한 인자들에 의존한다.

[0087] 도 6을 참조하면, 실시예에 따라, 데이터 유닛(600)의 LTF 필드들(604), SIG 필드(606) 및 데이터 부분(608) 각각은 하나 이상의 파일럿 톤들을 포함한다. 유사하게, 데이터 유닛(620)의 LTF 필드들(624), SIG 필드(626) 및 데이터 부분(628) 각각은 실시예에서 하나 이상의 파일럿 톤들을 포함한다. 이제 도 7을 참조하면, 실시예에서, 데이터 유닛(700)의 LTF1 필드(704), SIGA 필드(706), MU-LTF들(710), SIGB 필드(712), 및 데이터 부분(714) 각각은 하나 이상의 파일럿 톤들을 포함한다. 도 8의 저 대역폭 데이터 유닛(800)에 대하여, LTF들(804), SIG 필드(806) 및 데이터 부분(808) 각각은 실시예에 따라, 하나 이상의 파일럿 톤들을 포함한다. OFDM 심볼 내에서 파일럿 톤들을 변조하기 위해 사용된 특정한 파일럿 톤 값들 및 OFDM 심볼 내에서의 파일럿 톤들의 특정한 위치들은, 적어도 몇몇 실시예들에서, 이하에 보다 상세히 설명될 바와 같이, 데이터 유닛의 유형, 데이터 유닛 내에서의 OFDM 심볼 인덱스, OFDM 심볼이 생성되는 대역폭 등과 같은, 다양한 인자들에 의존한다.

[0088] OFDM 심볼에 포함된 파일럿 톤들의 수 및 OFDM 심볼 내에서의 파일럿 톤들을 위해 예약된 서브-캐리어 위치들은 실시예에서, OFDM 심볼의 대역폭에 의존한다. 2 MHz OFDM 심볼(즉, 2 MHz 대역폭 채널에서 송신될 데이터 유닛의 일 부분을 위해 생성된 OFDM 심볼)은, 예를 들면, 예시적인 실시예에서, 서브-캐리어 인덱스들($\{\pm 7, \pm 21\}$)에 4개의 파일럿 톤들을 포함한다. 4 MHz OFDM 심볼(즉, 4 MHz 대역폭 채널에서 송신될 데이터 유닛의 일 부분을 위해 생성된 OFDM 심볼)은, 실시예에서, 서브-캐리어 위치 인덱스들($\{\pm 11, \pm 25, \pm 53\}$)에서 6개의 파일럿 톤들을 포함한다. 8 MHz OFDM 심볼(즉, 8 MHz 대역폭 채널에서 송신될 데이터 유닛의 일 부분을 위해 생성된 OFDM 심볼)은, 실시예에서, 서브-캐리어 인덱스들($\{\pm 103, \pm 75, \pm 39, \pm 11\}$)에서 8개의 파일럿 톤들을 포함한다. 16 MHz OFDM 심볼(즉, 16 MHz 대역폭 채널에서 송신될 데이터 유닛의 일 부분을 위해 생성된 OFDM 심볼)에서, 실시예에서, 각각의 8 MHz 서브-대역은 8 MHz OFDM 심볼에 대해 상기 특정된 위치들에서 파일럿 톤들을 포함한다. 따라서, 이 실시예에서, 16 MHz OFDM 심볼은 서브 캐리어 인덱스들($\{\pm 231, \pm 203, \pm 167, \pm 139, \pm 117, \pm 89, \pm 53, \pm 25\}$)에서 16개의 파일럿 톤들을 포함한다. 저 대역폭 데이터 유닛을 위해 생성된 1 MHz OFDM 심볼은 실시예에서, 서브-캐리어 인덱스들($\{\pm 7\}$)에서 두 개의 파일럿 톤들을 포함한다. 다양한 대역폭들에 대한 OFDM 심볼들은 다른 실시예들에서, 다른 적절한 수들의 파일럿 톤들 및/또는 OFDM 심볼들 내에서의 다른 적절한 서브-캐리어 인덱스들에서의 파일럿 톤들을 포함한다.

[0089] 실시예에서, 송신 안테나들(24)(또는 송신 안테나들(34))에서 보여지는 바와 같은, OFDM 심볼에서의 파일럿 톤들은 다음과 같이 표현될 수 있다:

[0090] [수학식 12]

$$[0091] \quad [\mathbf{X}_k(n)]_{N_{TX} \times 1} = [\mathbf{Q}_k]_{N_{TX} \times N_{STS}} [\mathbf{D}_{CSD}^{(k)}]_{N_{STS} \times N_{STS}} [\mathbf{P}_{*1}]_{N_{STS} \times 1} \cdot p_k(n)$$

[0092] 여기서 k 는 톤 인덱스를 나타내고, n 는 OFDM 심볼 인덱스를 나타내며, N_{TX} 은 OFDM 심볼을 송신하기 위해 사용

[0104] [수학식 16]

$$p_k(n) = p_{n+a} P_n^k$$

[0106] 여기에서 파일럿 톤 극성 시퀀스 P_n^k 는 식 14에 의해 주어지고, a 는 파일럿 톤 값 시퀀스 P_n^k 으로의 인덱싱을 수정하는 정수이며, P_n^k 은 톤 인덱스(k)의 및 OFDM 심볼 인덱스(n)의 함수로서 파일럿 톤 값들을 생성하는 파일럿 매핑 함수이다. 실시예에서, a 의 값은 식 16이 이용되는 제 1 OFDM 심볼에 앞서는 인덱싱된 OFDM 심볼들의 수(예로서, 식 13에서 인덱싱된 OFDM 심볼들의 수)에 의존한다. 예를 들면, 식 13이 데이터 유닛의 신호 필드의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 값들을 결정하기 위해 이용되며, 신호 필드가 두 개의 OFDM 심볼들을 포함한다면, 정수(a) = 2. 식 16에서의 파일럿 매핑 함수 P_n^k 는 식 13의 파일럿 매핑 함수 P_n^k 와 유사하지만, 파일럿 매핑 함수 P_n^k 는 OFDM 심볼 인덱스(n)의 함수이며 통상적으로 실시예에서, 임의의 두 개의 연속적인 OFDM 심볼들에 대한 상이한 파일럿 톤 기여 시퀀스들을 생성한다.

[0107] 몇몇 실시예들에서, OFDM 심볼에 대한 파일럿 값들을 결정하기 위해 사용된 특정한 파일럿 매핑 함수는 OFDM 심볼이 생성되는 데이터 유닛의(또는 데이터 유닛의 부분의 부분의) 대역폭에 의존한다. 예를 들면, 실시예에서, 2 MHz OFDM 심볼에 대한 파일럿 매핑 함수 P_n^k 는 다음에 의해 주어진다:

[0108] [수학식 17]

$$P_n^{k=pilot} = [\Psi_{n \bmod 4} \Psi_{(n+1) \bmod 4} \Psi_{(n+2) \bmod 4} \Psi_{(n+3) \bmod 4}]$$

$$P_n^{k \neq pilot} = 0$$

[0109]

[0110] 여기에서 Ψ_n 는 다음에 의해 주어진다:

표 1

Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_3
1	1	1	-1

[0111]

[0112] 유사하게, 실시예에서, 4 MHz OFDM 심볼에 대해, 식 16에서의 파일럿 매핑 함수 P_n^k 는 다음에 의해 주어진다:

[0113] [수학식 17]

$$P_n^{k=pilot} = [\Psi_{n \bmod 6} \Psi_{(n+1) \bmod 6} \Psi_{(n+2) \bmod 6} \Psi_{(n+3) \bmod 6} \Psi_{(n+4) \bmod 6} \Psi_{(n+5) \bmod 6}]$$

$$P_n^{k \neq pilot} = 0$$

[0114]

[0115] 여기에서 Ψ_n 는 다음에 의해 주어진다:

표 2

Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	Ψ_5
1	1	1	-1	-1	1

[0116]

[0117] 더욱이, 실시예에 따라, 8 MHz OFDM 심볼에 대해, 식 16에서의 파일럿 매핑 함수 P_n^k 는, 실시예에서 다음에 의해 주어진다:

[0118] [수학식 18]

$$P_n^{k=pilot} = [\Psi_{n \bmod 8} \Psi_{(n+1) \bmod 8} \dots \Psi_{(n+7) \bmod 8}]$$

$$P_n^{k \neq pilot} = 0$$

[0120] 여기서 Ψ_n 는 다음에 의해 주어진다:

표 3

[0121]

Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_3	Ψ_4	Ψ_5	Ψ_6	Ψ_7
1	1	1	-1	-1	1	1	1

[0122] 16 MHz OFDM 심볼에 대해, 식 18 및 표 3에 의해 주어진 파일럿 매핑 함수는 실시예에서, 각각의 8 MHz 서브-대역을 위해 이용된다. OFDM 심볼 인덱스에 기초하는 다른 적절한 파일럿 매핑들은 다른 실시예들에서, 다양한 대역폭들의 OFDM 심볼들을 위해 이용된다.

[0123] 다양한 실시예들에서, 식 13 및 식 16은 정상 모드 데이터 유닛의 상이한 부분들(예로서, 도 6의 단일 사용자 정상 모드 데이터 유닛들(600, 620), 다중-사용자 정상 모드 데이터 유닛(700), 또 다른 정상 모드 데이터 유닛, 또 다른 적절한 정상 모드 데이터 유닛 등)에 대한 파일럿 톤 값들을 결정하기 위해, 각각 이용된다. 예를 들면, 실시예에서, 식 13은 데이터 유닛(600)의 SIG 필드(606)의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 값들을 결정하기 위해 이용되며, 식 16은 데이터 부분(608)의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 값들을 결정하기 위해 이용된다. 데이터 유닛(600)은 2 MHz 데이터 유닛이며, 따라서 데이터 부분(608)이 2 MHz OFDM 심볼들을 포함하기 때문에, 실시예에서, 데이터 부분(608)의 OFDM 심볼들에 대한 특정 파일럿 기여 시퀀스들은 식 17 및 표 1을 사용하여 결정된다. 유사하게, 실시예에서, 식 13은 SIG 필드(626)의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 값들을 결정하기 위해 이용되며, 식 16은 데이터 부분(628)의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 값들을 결정하기 위해 이용된다. 이 경우에, 데이터 유닛(620)은 4 MHz 데이터 유닛이며, 따라서 데이터 부분(628)은 4 MHz OFDM 심볼들을 포함하기 때문에, 실시예에서, 데이터 부분(628)의 OFDM 심볼들에 대한 특정 파일럿 기여 시퀀스들은 식 18 및 표 2를 사용하여 결정된다. 보다 넓은 대역폭 데이터 유닛들의 데이터 부분들에 대해, OFDM 심볼들에 대한 특정 파일럿 기여 시퀀스들은 보다 넓은 OFDM 심볼 파일럿 톤 매핑들(예로서, 8 MHz 데이터 유닛을 위한 식 19 및 표 3)에 따라 결정된다.

[0124] 실시예에서, 특정한 데이터 유닛에 대해, 식 13 및 식 16에서의 OFDM 심볼 인덱스(n)는 식 13 및 식 16이 이용되는 모든 OFDM 심볼들에 걸쳐 계속해서 카운팅된다. 예를 들면, 도 6의 데이터 유닛(600)을 참조하면, 식 13 및 식 16은 실시예에서, 각각 SIG 필드(606) 및 데이터 부분(608)에서의 파일럿 톤들에 대한 파일럿 톤 값들을 결정하기 위해 이용된다. 이 실시예에서, OFDM 심볼 인덱스(n)는 SIG 필드(606)의 제 1 OFDM 심볼에 대한 $n=0$ 로 시작하며, SIG 필드(606) 및 데이터 부분(608)에 걸쳐 계속해서 카운팅되어, LTF 필드들(604-2 내지 604-N)에서의 OFDM 심볼들을 스킵한다. 따라서, SIG 필드(606)가 두 개의 OFDM 심볼들을 포함한다면, 인덱스들($n=0, 1$)은 이 실시예에서, SIG 필드(606)의 각각 제 1 및 제 2 OFDM 심볼을 위해 식 13에서 이용된다. 또한, 이 실시예에서, 인덱스($n=2$)는 데이터 유닛(600)의 데이터 부분(608)의 제 1 OFDM 심볼을 위해 식 16에서 이용되고, 인덱스($n=3$)는 데이터 유닛(600)의 데이터 부분(608)의 제 2 OFDM 심볼을 위해 식 16에서 이용된다.

[0125] 유사하게, 도 6을 계속해서 참조하면, 실시예에서, OFDM 심볼 인덱스(n)는 SIG 필드(626)의 제 1 OFDM 심볼을 위해 $n=0$ 로 시작하며, 데이터 유닛(620)의 SIG 필드(626) 및 데이터 부분(628)에 걸쳐 계속해서 카운팅된다. 따라서, SIG 필드(626)가 두 개의 OFDM 심볼들을 포함한다면, 인덱스들($n=0, 1$)은 이 실시예에서, SIG 필드(626)의 각각 제 1 및 제 2 OFDM 심볼을 위해, 식 13에서 이용된다. 추가로, 이 실시예에서, 인덱스($n=2$)는 데이터 유닛(620)의 데이터 부분(628)의 제 1 OFDM 심볼을 위해 식 16에서 이용되고, 인덱스($n=3$)는 데이터 유닛(620)의 데이터 부분(628)의 제 2 OFDM 심볼을 위해 식 16에서 이용된다.

[0126] 이제 도 7을 참조하면, 도 6의 단일 사용자 데이터 유닛들(600, 620)과 유사하게, 실시예에 따라, 식 13 및 식 16에서의 OFDM 심볼 인덱스(n)는, 이들 식들이 다중-사용자 데이터 유닛(700)에 적용될 때, 식 13 및 식 16이 다중-사용자 데이터 유닛(700)에서 이용되는 모든 OFDM 심볼들에 걸쳐 계속해서 카운팅된다. 실시예에서, OFDM 심볼 인덱스(n)는 SIGA 필드(706)의 제 1 OFDM 심볼을 위해 $n=0$ 으로 시작하며, SIGA 필드(706), SIGB 필드

(712), 및 데이터 부분(714)에 걸쳐 계속해서 카운팅되어, MU-STF(708) 및 MU-LTF들(710)을 스킵한다. 따라서, 이 실시예에서, SIGA 필드(706)가 두 개의 OFDM 심볼들을 포함한다면, $n=0,1$ 는 SIG 필드(706)의, 각각, 제 1 및 제 2 OFDM 심볼을 위해 식 13에서 이용된다. 따라서, 이 실시예에서, $n=2$ 는 SIGB 필드(712)의 제 1 OFDM 심볼을 위해 식 16에서 이용된다. 또한, SIGB 필드(712)가 하나의 OFDM 심볼을 포함한다면, OFDM 심볼 인덱스(n)는 데이터 부분(714)의 제 1 OFDM 심볼에 대해 $n=3$ 을 계속하고, $n=4$ 는 그 후 데이터 부분(714)의 제 2 OFDM 심볼을 위해 이용된다.

[0127] 이제 도 8을 참조하면, 저 대역폭 모드 데이터 유닛(800)의 하나 이상의 1 MHz OFDM 심볼들의 각각은, 실시예에서, 상기 논의된 바와 같이, 서브-캐리어 위치들($\{\pm 7\}$)에서 두 개의 파일럿 톤들을 포함한다. 1 MHz OFDM 심볼에서의 두 개의 파일럿 톤들에 대한 파일럿 톤 값들은, 몇몇 실시예들에서, 다음에 따라 결정된다:

[0128] [수학식 19]

$$p_k(n) = p_{n+a} P_n^k$$

[0129] 여기서 P_n^k 는 식 14에서 상기 주어진 파일럿 톤 값 시퀀스이고, a 는 파일럿 톤 값 시퀀스 P_n^k 로의 인덱싱을 수정하는 정수이다. 실시예에서, 정수(a)는 SIG 필드(806)의 OFDM 심볼들에 대해 $0(a=0)$ 과 같으며, 데이터 부분(808)의 OFDM 심볼들에 대해 N_{SIG} ($a=N_{\text{SIG}}$)와 같다. 실시예에서, 식 19에서의 파일럿 매핑 함수 P_n^k 는 SIG 필드(806) 및 데이터 유닛(800)의 데이터 부분(808)의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하기 위해 이용된다. 따라서, 이러한 실시예들에서, SIG 필드(806)에서의 파일럿 톤들에 대한 파일럿 톤 값들, 뿐만 아니라 데이터 부분(808)에서의 파일럿 톤들에 대한 파일럿 톤 값들은 공동으로 이용된 파일럿 매핑 함수 P_n^k 에 따라 결정된다. 이러한 실시예들에서, 파일럿 매핑 함수 P_n^k 는 데이터 유닛(800)의 SIG 필드(806) 및 데이터 부분(808) 모두에 대한 OFDM 심볼에 대응하는 OFDM 심볼 인덱스(n)의 함수들로서 OFDM 심볼에 대한 파일럿 톤 시퀀스를 생성한다.

[0131] 몇몇 실시예들에서, 그러나, 데이터 유닛(800)의 1 MHz OFDM 심볼의 두 개의 파일럿 톤들에 대한 파일럿 톤 값들은 정상 모드 데이터 유닛들에 대하여 상기 논의된 바와 유사한 방식으로, 데이터 유닛의 상이한 부분들에 대한 상이한 파일럿 매핑 함수들에 따라 결정된다. 예를 들면, 일 실시예에서, 식 13은 SIG 필드(806)에서의 파일럿 톤들에 대한 파일럿 톤 값들을 결정하기 위해 이용되며, 식 16은 데이터 부분(808)에서의 파일럿 톤들에 대한 파일럿 톤 값들을 결정하기 위해 이용된다. 이 실시예에서, 파일럿 매핑 함수 P_n^k 는 SIG 필드(806)의 모든 OFDM 심볼들(특정한 OFDM 심볼의 OFDM 심볼 인덱스에 관계없이)에 대한 동일한 파일럿 톤 기여 시퀀스를 생성하는 반면, 데이터 부분(808)을 위해 사용된 파일럿 매핑 함수 P_n^k 는 OFDM 심볼에 대응하는 OFDM 심볼 인덱스(n)의 함수들로서 OFDM 심볼에 대한 파일럿 톤 시퀀스를 생성한다.

[0132] 임의의 경우에, 몇몇 실시예들에서, 상술된 정상 모드 데이터 유닛들과 유사하게, 식 13, 식 16, 식 19에서의 OFDM 심볼 인덱스(n)는 파일럿 톤 매핑 함수들(P_n^k 및/또는 P_n^k)이 파일럿 톤 값들을 결정할 때 이용되는 모든 OFDM 심볼들에 걸쳐 계속해서 카운팅된다. 예를 들면, 계속해서 도 8을 참조하면, 실시예에서, OFDM 심볼 인덱스(n)는 SIG 필드(806)의 제 1 OFDM 심볼에서 $n=0$ 로 시작한다. 더욱이, OFDM 심볼 인덱스(n)는 SIG 필드(806)의 각각의 결과적인 OFDM 심볼에 대해 1만큼 증분되며, 그 후 데이터 부분(808)의 제 1 OFDM 심볼에서 계속되고, LTF들(804-2 내지 804-N)의 OFDM 심볼들을 스킵한다. 따라서, 예를 들면, 실시예에서, SIG 필드(806)가 N_{SIG} (예로서, $N_{\text{SIG}} = 5, 6$, 또는 또 다른 적절한 수) OFDM 심볼들을 포함한다면, OFDM 심볼 인덱스들($n=0$ 내지 $n=N_{\text{SIG}}-1$)이 SIG 필드(806)의 OFDM 심볼들을 위해 이용되며, 심볼 인덱스들($n=N_{\text{SIG}}$, $n=N_{\text{SIG}}+1$, $n=N_{\text{SIG}}+2$ 등)이 데이터 부분(808)의 OFDM 심볼들을 위해 이용된다. 또 다른 예시적인 실시예에서, OFDM 심볼 인덱스($n=0$)는 데이터 부분(808)의 제 1 OFDM 심볼을 위해 이용되고, OFDM 심볼 인덱스($n=1$)는 데이터 부분(808)의 제 2 OFDM 심볼을 위해 이용된다. 이 실시예에서, SIG 필드(806)의 제 1 OFDM 심볼에 대한 OFDM 심볼 인덱스는, 그러므로 $n=N_{\text{SIG}}$ 이며, SIG 필드(806)의 마지막 OFDM 심볼에 대한 OFDM 심볼 인덱스는 $n=-1$ 이다.

[0133] 저 대역폭 데이터 유닛들(예로서, 식 19, 식 13, 및/또는 식 16에서)에 대한 파일럿 매핑 함수(P_n^k)에 의해 생

성된 특정한 파일럿 기여 시퀀스들은, 몇몇 실시예들에서, 생성된 OFDM 신호의 피크-대-평균 전력 비(PAPR)를 감소시키거나 또는 최소화하기 위해 선택된다. 예를 들면, 일 실시예에서, 파일럿 매핑 함수(P_n^k)는 연속적으로 인덱싱된 OFDM 심볼들에 대해 교번하는 $P_n^k = \{1, -1\}$ 및 $P_n^k = \{-1, 1\}$ 를 생성한다. 예를 들면, 실시예에서, $n=0$ 에 대해, 파일럿 매핑 함수(P_n^k)는 시퀀스($P_0^k = \{1, -1\}$)를 생성하며, $n=1$ 에 대해, 파일럿 매핑 함수(P_n^k)는 시퀀스($P_1^k = \{-1, 1\}$)를 생성하고, $n=2$ 에 대해, 파일럿 매핑 함수(P_n^k)는 시퀀스($P_2^k = \{1, -1\}$)를 생성한다. 다른 실시예들에서, 적절하게 낮은 PAPR을 생성하는 다른 적절한 파일럿 기여 시퀀스들이 이용된다.

[0134] 또 다른 실시예에서, 저 대역폭 데이터 유닛들에 대한 파일럿 매핑 함수(P_n) 및/또는 파일럿 매핑 함수(P_n^k)는 최저 대역폭 정상 모드 데이터 유닛들을 위해 이용된, 각각 파일럿 기여 시퀀스들(P_n 및 P_n^k)에서의 대응하는 서브-캐리어 인덱스들의 값들을 이용한다. 예를 들면, 파일럿 매핑 함수(P_n) 및/또는 파일럿 매핑 함수(P_n^k)는 몇몇 실시예들에서, 2 MHz OFDM 심볼의 서브-캐리어 인덱스들($\{\pm 7\}$)에서 상기 설명된 값들을 이용한다. 다른 실시예들에서, 정상 모드 데이터 유닛 파일럿 기여 시퀀스들에 기초한 다른 적절한 값들은 저 대역폭 데이터 유닛들, 예를 들면, 정상 모드 데이터 유닛들에 대해 정의된 임의의 (반드시 최저 정상 모드 대역폭은 아닌) OFDM 심볼 파일럿 기여 시퀀스들의 임의의 두 개의 파일럿 톤들에 대응하는 값들을 위해 이용된다.

[0135] 도 9는 실시예에 따라, 데이터 유닛을 생성하기 위한 예시적인 방법(900)의 흐름도이다. 도 1을 참조하면, 방법(900)은 실시예에서, 네트워크 인터페이스(16)에 의해 구현된다. 예를 들면, 이러한 일 실시예에서, PHY 프로세싱 유닛(20)은 방법(900)을 구현하도록 구성된다. 또 다른 실시예에 따르면, MAC 프로세싱(18)은 또한 방법(900)의 적어도 일 부분에서 구현하도록 구성된다. 도 1을 계속 참조하면, 또 다른 실시예에서, 방법(900)은 네트워크 인터페이스(27)(예를 들어, PHY 프로세싱 유닛(29) 및/또는 MAC 프로세싱 유닛(28))에 의해 구현된다. 다른 실시예들에서, 방법(900)은 다른 적절한 네트워크 인터페이스들에 의해 구현된다.

[0136] 블록(902)에서, 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들은, 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 1 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된다. 제 1 세트의 OFDM 심볼들은 데이터 유닛의 단일 필드 상에 포함되는 것이다. 도 8을 참조하면, 일 예로서, 제 1 세트의 OFDM 파일럿 톤들은 실시예에서, 데이터 유닛(800)의 SIG 필드(806)에 포함되는 것이다. 블록(904)에서, 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들은 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된다. 제 2 세트의 OFDM 심볼들은 데이터 유닛의 데이터 부분에 포함되는 것이다. 도 8의 예시적인 데이터 유닛(800)을 계속하면, 실시예에서, 제 2 세트의 OFDM 심볼들은 데이터 유닛(800)의 데이터 부분(808)에 포함되는 것이다. 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들은, 실시예에서, 블록(902)에서 제 1 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 값들을 결정하기 위해 사용된 동일한 파일럿 매핑 함수를 사용하여 결정된다. 일 예로서, 블록들(902, 904)에서 파일럿 톤 값들은, 실시예에서, 식 19를 따라, 및 식 19의 파일럿 매핑 함수(P_n^k)를 사용하여 결정된다. 다른 실시예에서, 다른 적절한 파일럿 매핑 함수들이 이용된다.

[0137] 블록(906)에서, 제 1 세트의 OFDM 심볼들은 블록(902)에서 제 1 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 따라 변조된 파일럿 톤들을 포함하기 생성된다. 블록(908)에서, 제 2 세트의 OFDM 심볼들은 블록(904)에서 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 따라 변조된 파일럿 톤들을 포함하기 위해 생성된다.

[0138] 블록(910)에서, 신호 필드는 블록(906)에서 생성된 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 포함하기 위해 생성된다. 도 8을 참조하여, 일 실시예에서, 데이터 유닛(800)의 SIG 필드(806)가 생성된다. 다른 실시예들에서, 다른 적절한 신호 필드들 및/또는 다른 적절한 데이터 유닛들의 신호 필드들이 블록(906)에서 생성된 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 포함하기 위해 생성된다. 블록(912)에서, 데이터 부분은 블록(908)에서 생성된 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 포함하기 위해 생성된다. 다시 도 8을 참조하면, 일 실시예에서, 데이터 유닛(800)의 데이터 부분(808)이 생성된다. 다른 실시예들에서, 다른 적절한 데이터 유닛들의 데이터 부분들이 블록(908)에서 생성된 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 포함하기 위해 생성된다. 블록(912)에서, 데이터 유닛은 적어도 블록(910)에서 생성된 신호 필드 및 블록(912)에서 생성된 데이터 부분을 포함하기 위해 생성된다. 실시예에서, 도 8의 데이터 유닛(800)이 생성

된다. 다른 실시예들에서, 다른 적절한 데이터 유닛들이 생성된다.

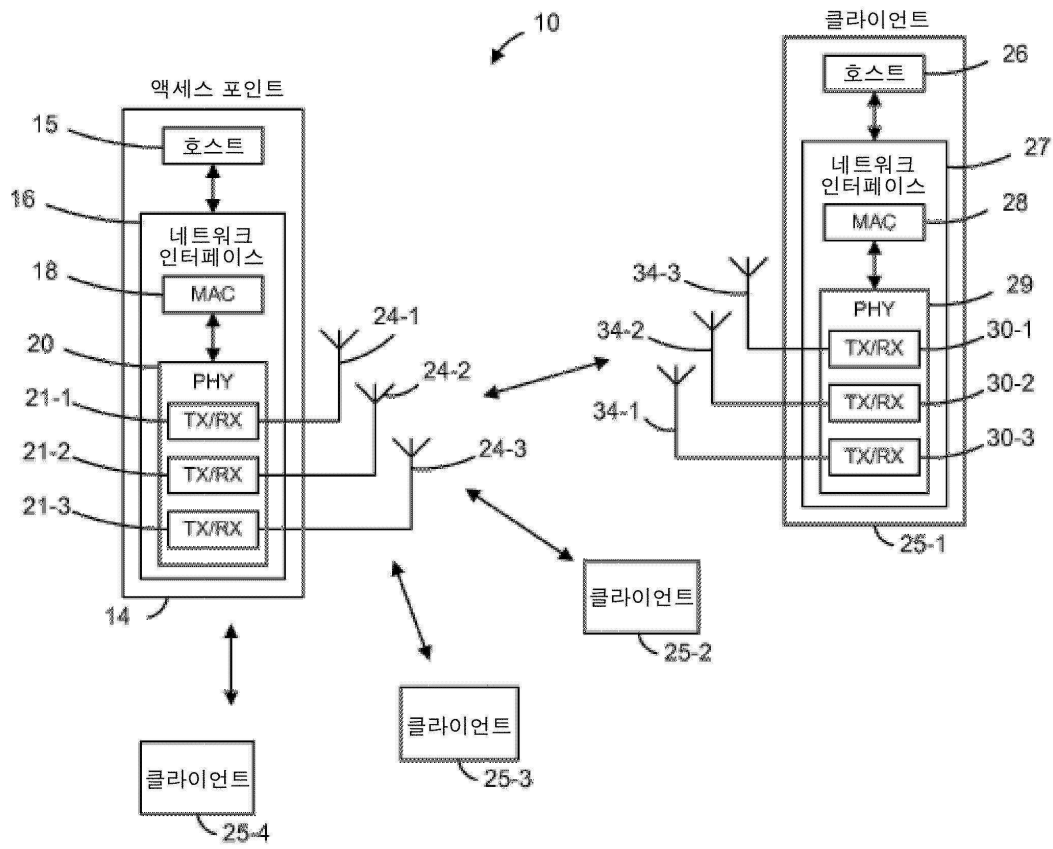
- [0139] 실시예에서, 통신 채널을 통한 송신을 위해 물리 계층(PHY) 데이터 유닛을 생성하기 위한 방법은, 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 1 세트의 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하는 단계를 포함하며, 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들은 데이터 유닛의 신호 필드에 포함된다. 방법은 또한 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하는 단계를 포함하며, 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들은 데이터 유닛의 데이터 부분에 포함된다. 상기 방법은 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 상기 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계, 및 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 상기 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 상기 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계를 더 포함한다. 방법은 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 포함하기 위해 신호 필드를 생성하는 단계 및 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 포함하기 위해 데이터 부분을 생성하는 단계를 더 포함한다. 방법은 부가적으로 적어도 신호 필드 및 데이터 부분을 포함하도록 데이터 유닛을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0140] 다른 실시예들에서, 방법은 다음의 요소들 중 하나 이상에 대한 임의의 결합을 포함한다.
- [0141] OFDM 심볼에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하는 단계는 OFDM 심볼에 대응하는 OFDM 심볼 인덱스에 적어도 부분적으로 기초한다.
- [0142] 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계는 적어도 제 1 OFDM 심볼 및 제 2 OFDM 심볼을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0143] 제 1 OFDM 심볼에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들은 제 2 OFDM 심볼에 대해 결정된 대응하는 파일럿 톤 기여 값들과 상이하다.
- [0144] 제 1 세트의 OFDM 심볼들에서의 각각의 OFDM 심볼은 두 개의 파일럿 톤들을 포함하며, 제 2 세트의 OFDM 심볼들에서의 각각의 OFDM 심볼은 두 개의 파일럿 톤들을 포함한다.
- [0145] 파일럿 매핑 함수에 따라 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하는 단계는 (a) $\{1, -1\}$ 또는 (b) $\{-1, 1\}$ 을 선택하는 단계를 포함하며, 여기서 (a) 및 (b) 중 다른 하나가 연속적으로 인덱싱된 OFDM 심볼들을 위해 선택된다.
- [0146] 데이터 유닛을 생성하는 단계는 데이터 유닛에 복수의 롱 트레이닝 필드들을 포함하는 단계, 매핑 매트릭스를 사용하여 복수의 공간 스트림들에 복수의 롱 트레이닝 필드들을 매핑시키는 단계, 매핑 매트릭스의 컬럼을 사용하여 복수의 공간 스트림들에 제 1 세트의 OFDM 심볼들에서의 파일럿 톤을 매핑시키는 단계로서, 다수의 공간 스트림에 파일럿 톤들을 매핑하기 위해 사용된 매핑 매트릭스의 컬럼은 매핑 매트릭스의 제 1 컬럼인, 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들에서의 파일럿 톤 매핑 단계; 및 상기 매핑 매트릭스의 컬럼을 사용하여 복수의 공간 스트림들에 제 2 세트의 OFDM 심볼들에서의 파일럿 톤들을 매핑시키는 단계를 더 포함한다.
- [0147] 데이터 유닛은 제 1 데이터 유닛이며 파일럿 톤 기여 시퀀스는 제 1 파일럿 톤 기여 시퀀스이다.
- [0148] 방법은 제 2 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 3 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하는 단계를 더 포함하며, 상기 제 3 세트의 OFDM 심볼들은 제 2 데이터 유닛의 신호 필드에 포함된다.
- [0149] 방법은 제 3 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 4 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 값들을 결정하는 단계를 더 포함하며, 상기 제 4 세트의 OFDM 심볼들은 제 2 데이터 유닛의 데이터 부분에 포함되며, 제 3 파일럿 매핑 함수는 제 2 파일럿 매핑 함수와 상이하다.
- [0150] 방법은 제 3 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하기 위해 제 3 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계를 더 포함한다.
- [0151] 방법은 제 4 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하기 위해 제 4 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계를 더 포함한다.
- [0152] 방법은 제 3 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 제 2 데이터 유닛의 신호 필드를 생성하는 단계, 제 4 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 제 2 데이터 유닛의 데이터 부분을 생성하는 단계, 및 적어도 제 2 데이터 유닛의 신호 필드 및 제 2 데이터 유닛의 데이터 부분을 포함하도록 제 2 데이터 유닛을 생성하는 단계를 더 포함한다.
- [0153] 제 1 데이터 유닛은 저 대역폭 모드에서 송신될 저 대역폭 모드 데이터 유닛이며 제 2 데이터 유닛은 정상 모드에서 송신될 정상 모드 데이터 유닛이다.

- [0154] 제 3 세트의 OFDM 심볼들을 생성하는 단계는 적어도 제 3 OFDM 심볼 및 제 4 OFDM 심볼을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0155] 제 3 OFDM 심볼에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들은 제 2 OFDM 심볼에 대해 결정된 대응하는 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들과 동일하다.
- [0156] 제 3 파일럿 매핑 함수에 따라 OFDM 심볼에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하는 단계는 OFDM 심볼에 대응하는 OFDM 심볼 인덱스에 적어도 부분적으로 기초한다.
- [0157] 또 다른 실시예에서, 장치는 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 1 세트의 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하도록 구성된 네트워크 인터페이스를 포함하며, 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들은 데이터 유닛의 신호 필드에 포함된다. 네트워크 인터페이스는 또한, 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하도록 구성되며, 제 2 세트의 OFDM 심볼들은 데이터 유닛의 데이터 부분에 포함된다. 네트워크 인터페이스는 또한 제 1 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 생성하며, 제 2 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 생성하도록 구성된다. 네트워크 인터페이스는 또한 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 신호 필드를 생성하며, 제 2 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 데이터 부분을 생성하기 위해 구성된다. 네트워크 인터페이스는 부가적으로 적어도 신호 필드 및 데이터 부분을 포함하도록 데이터 유닛을 생성하기 위해 구성된다.
- [0158] 다른 실시예들에서, 장치는 다음의 요소들 중 하나 이상에 대한 임의의 결합을 포함한다.
- [0159] 네트워크 인터페이스는 OFDM 심볼에 대응하는 OFDM 심볼 인덱스에 적어도 부분적으로 기초하여 OFDM 심볼에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하도록 구성된다.
- [0160] 네트워크 인터페이스는 적어도 최소한 제 1 OFDM 심볼 및 제 2 OFDM 심볼을 생성함으로써 제 1 세트의 OFDM 심볼들을 생성하도록 구성된다.
- [0161] 제 1 OFDM 심볼에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들 중 적어도 몇몇은 제 2 OFDM 심볼에 대해 결정된 대응하는 파일럿 톤 기여 값들과 상이하다.
- [0162] 제 1 세트의 OFDM 심볼들에서의 각각의 OFDM 심볼은 두 개의 파일럿 톤들을 포함하며, 제 2 세트의 OFDM 심볼들에서의 각각의 OFDM 심볼은 두 개의 파일럿 톤들을 포함한다.
- [0163] 네트워크 인터페이스는 적어도 (a) $\{1, -1\}$ 또는 (b) $\{-1, 1\}$ 를 선택함으로써 파일럿 매핑 함수에 따라 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하도록 구성되며, (a) 및 (b) 중 다른 하나는 연속적으로 인덱싱된 OFDM 심볼들을 위해 선택된다.
- [0164] 네트워크 인터페이스는 또한 데이터 유닛에 복수의 롱 트레이닝 필드들을 포함하고, 매핑 매트릭스를 사용하여 복수의 공간 스트림들에 복수의 롱 트레이닝 필드들을 매핑시키고, 매핑 매트릭스의 컬럼을 사용하여 복수의 공간 스트림들에 제 1 세트의 OFDM 심볼들에서의 파일럿 톤들을 매핑시키는 것으로서, 다수의 공간 스트림들에 파일럿 톤들을 매핑하기 위해 사용된 매핑 매트릭스의 컬럼은 매핑 매트릭스의 제 1 컬럼인, 상기 제 1 세트의 OFDM 심볼들에서의 파일럿 톤들을 매핑시키는 것, 및 상기 매핑 매트릭스의 컬럼을 사용하여 복수의 공간 스트림들에 제 2 세트의 OFDM 심볼들에서의 파일럿 톤들을 매핑시키도록 구성된다.
- [0165] 데이터 유닛은 제 1 데이터 유닛이며 파일럿 톤 기여 시퀀스는 제 1 파일럿 톤 기여 시퀀스이다.
- [0166] 네트워크 인터페이스는 또한, 제 2 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 3 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들을 결정하도록 구성되며, 제 3 세트의 OFDM 심볼들은 제 2 데이터 유닛의 신호 필드에 포함된다.
- [0167] 네트워크 인터페이스는 또한, 제 3 파일럿 매핑 함수를 사용하여, 제 4 세트의 OFDM 심볼들에 대한 파일럿 톤 값들을 결정하도록 구성되며, 제 4 세트의 OFDM 심볼들은 제 2 데이터 유닛의 데이터 부분에 포함되며, 제 3 파일럿 매핑 함수는 제 2 파일럿 매핑 함수와 상이하다.
- [0168] 네트워크 인터페이스는 또한 제 3 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 제 3 세트의 OFDM 심볼들을 생성하기 위해 구성된다.

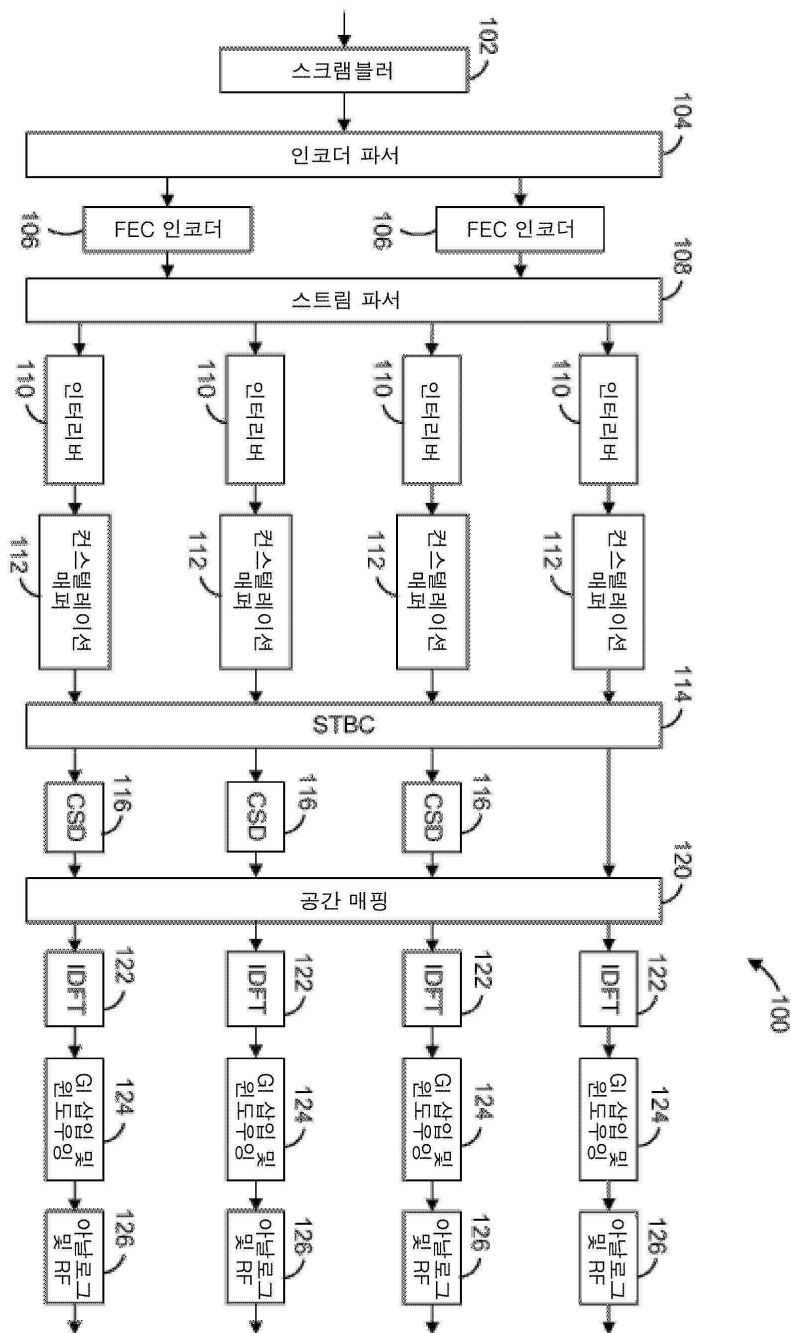
- [0169] 네트워크 인터페이스는 또한 제 4 세트의 OFDM 심볼들에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들에 기초하여 변조된 파일럿 톤들을 포함하도록 제 4 세트의 OFDM 심볼들을 생성하도록 구성된다.
- [0170] 네트워크 인터페이스는 또한 제 3 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 제 2 데이터 유닛의 신호 필드를 생성하고, 제 4 세트의 OFDM 심볼들을 포함하도록 제 2 데이터 유닛의 데이터 부분을 생성하며, 적어도 제 2 데이터 유닛의 신호 필드 및 제 2 데이터 유닛의 데이터 부분을 포함하도록 제 2 데이터 유닛을 생성하기 위해 구성된다.
- [0171] 제 1 데이터 유닛은 저 대역폭 모드에서 송신될 저 대역폭 모드 데이터 유닛이며 제 2 데이터 유닛은 정상 모드에서 송신될 정상 모드 데이터 유닛이다.
- [0172] 네트워크 인터페이스는 적어도 최소한 제 3 OFDM 심볼 및 제 4 OFDM 심볼을 생성함으로써 제 3 세트의 OFDM 심볼들을 생성하도록 구성된다.
- [0173] 제 3 OFDM 심볼에 대해 결정된 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들은 제 4 OFDM 심볼에 대해 결정된 대응하는 파일럿 톤 기여 시퀀스 값들과 동일하다.
- [0174] 제 4 매핑 함수에 따라 OFDM 심볼에 대한 파일럿 톤 값들을 결정하는 단계는 OFDM 심볼에 대응하는 OFDM 심볼 인덱스에 적어도 부분적으로 기초한다.
- [0175] 상기 설명된 다양한 블록들, 동작들, 및 기술들의 적어도 몇몇은 하드웨어, 프로세서 실행 펌웨어 지시들, 프로세서 실행 소프트웨어 지시들, 또는 그것의 임의의 조합을 이용하여 구현될 수 있다. 프로세서 실행 소프트웨어 또는 펌웨어 지시들을 이용하여 구현될 때, 소프트웨어 또는 펌웨어 지시들은 자기 디스크, 광 디스크, 또는 다른 저장 매체 상에서, RAM 또는 ROM 또는 플래시 메모리, 프로세서, 하드 디스크 드라이브, 광 디스크 드라이브, 테이프 드라이브 등에서와 같이, 임의의 컴퓨터 판독 가능한 메모리에 저장될 수 있다. 마찬가지로, 소프트웨어 또는 펌웨어 지시들은 예를 들면, 컴퓨터 판독 가능한 디스크 또는 다른 수송 가능한 컴퓨터 저장 매커니즘 상에서를 포함한 임의의 알려진 또는 원하는 전달 방법을 통해 또는 통신 미디어를 통해 사용자 또는 시스템에 전달될 수 있다. 통신 미디어는 통상적으로 반송파 또는 다른 수송 매커니즘과 같은 변조된 데이터 신호로 컴퓨터 판독 가능한 지시들, 데이터 구조들, 프로그램 모듈들 또는 다른 데이터를 구체화한다. 용어("변조된 데이터 신호")는 신호에서 정보를 인코딩하기 위해서와 같은 방식으로 설정되거나 또는 변경된 그것의 특성들 중 하나 이상을 가진 신호를 의미한다. 예로서, 및 제한 없이, 통신 미디어는 유선 네트워크 또는 직접-유선 연결과 같은 유선 미디어, 및 음향, 라디오 주파수, 적외선 및 다른 무선 미디어와 같은 무선 미디어를 포함한다. 따라서, 소프트웨어 또는 펌웨어 지시들은 전화 라인, DSL 라인, 케이블 텔레비전 라인, 광섬유 라인, 무선 통신 채널, 인터넷 등(수송 가능한 저장 매체를 통해 이러한 소프트웨어를 제공하는 것과 동일하거나 또는 상호 교환 가능한 것으로 보여지는)과 같은 통신 채널을 통해 사용자 또는 시스템에 전달될 수 있다. 소프트웨어 또는 펌웨어 지시들은 프로세서에 의해 실행될 때, 프로세서가 다양한 동작들을 수행하게 하는 기계 판독 가능한 지시들을 포함할 수 있다.
- [0176] 하드웨어로 구현될 때, 하드웨어는 이산 구성요소들, 집적 회로, 애플리케이션-특정 집적 회로(ASIC) 등 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0177] 본 발명은 단지 예시적인 것으로 의도되고 본 발명을 제한하는 것으로 의도되지 않는 특정 예들을 참조하여 설명되었지만, 변경들, 추가들 및/또는 삭제들은 청구항들의 범위로부터 벗어나는 것 없이 개시된 실시예들에 이루어질 수 있다.

도면

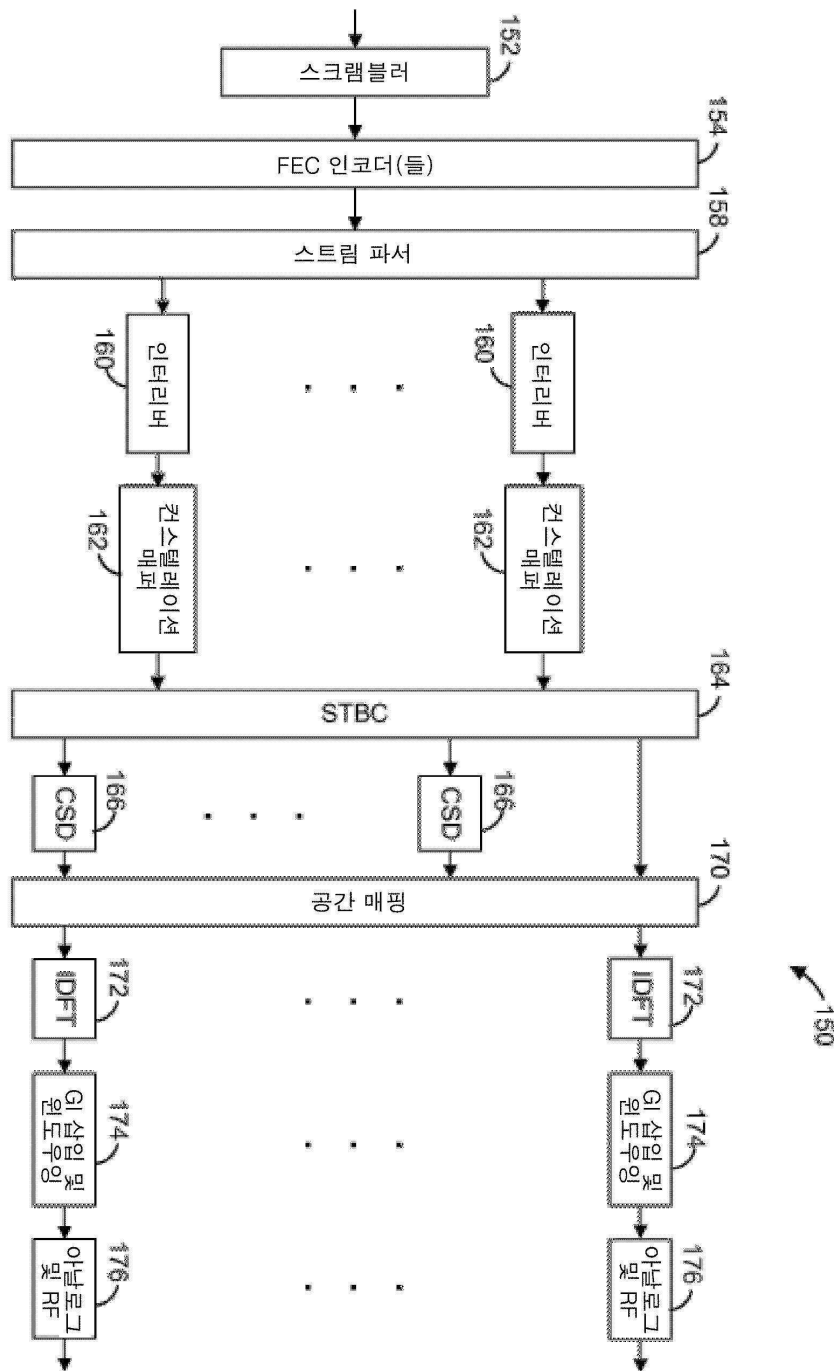
도면1



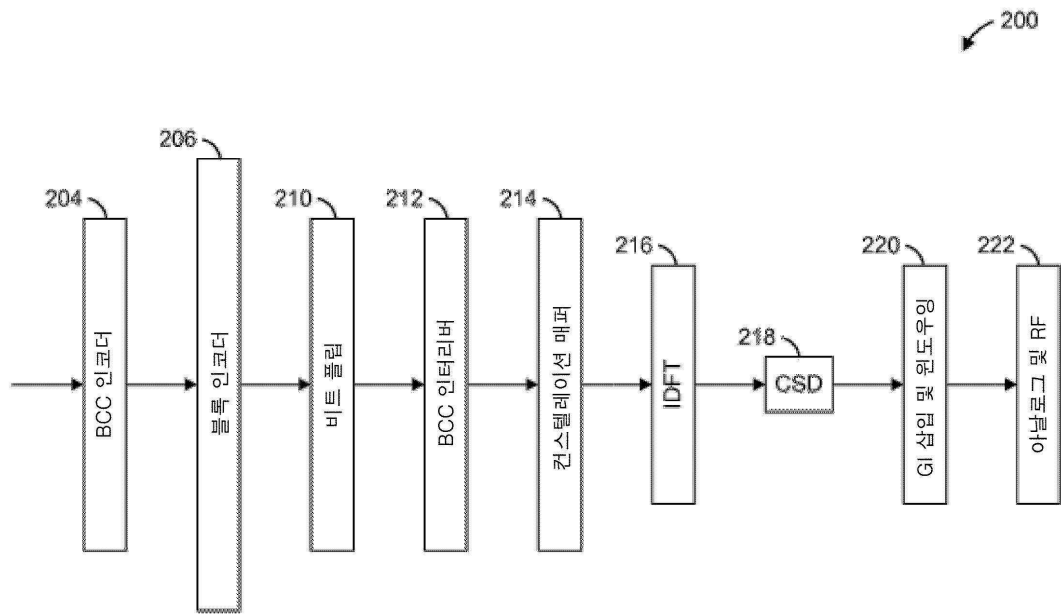
도면2



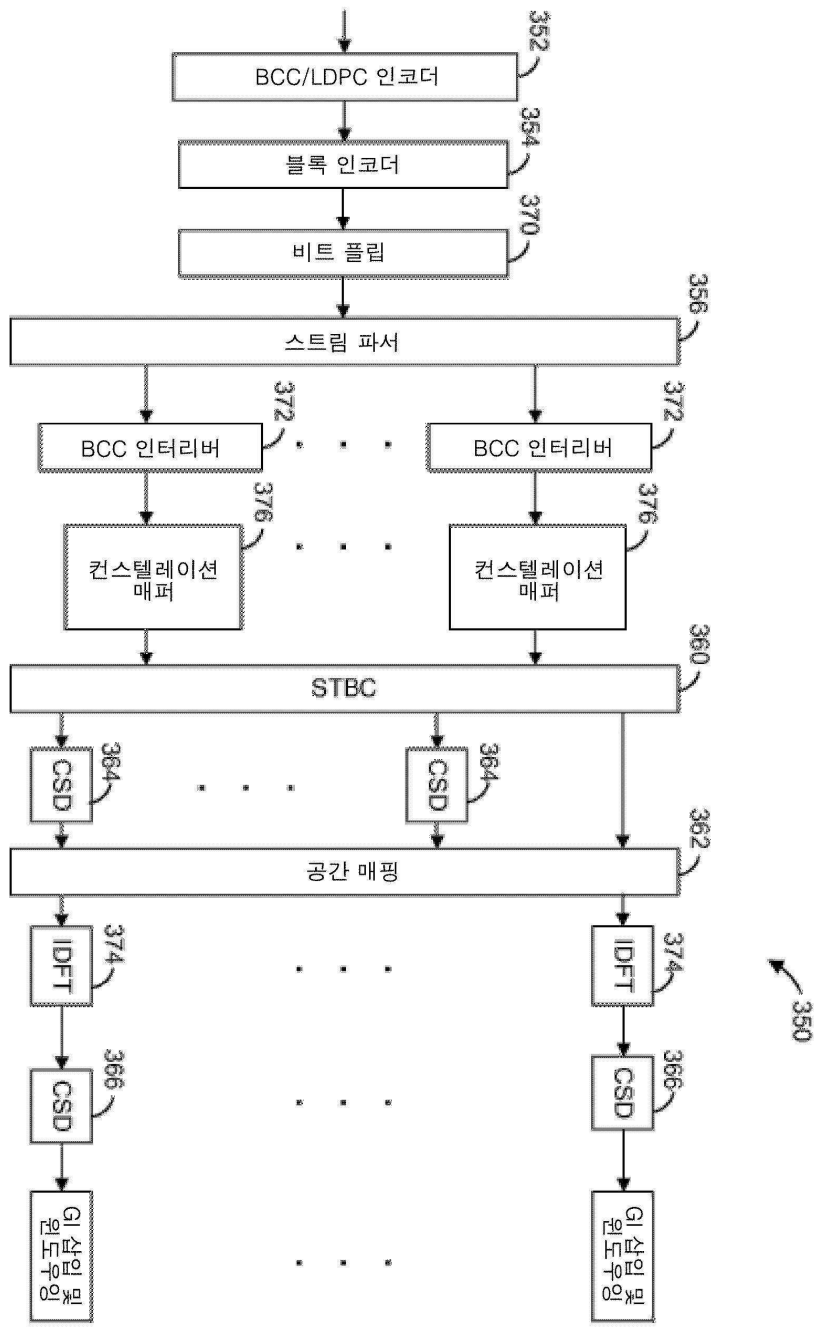
도면3



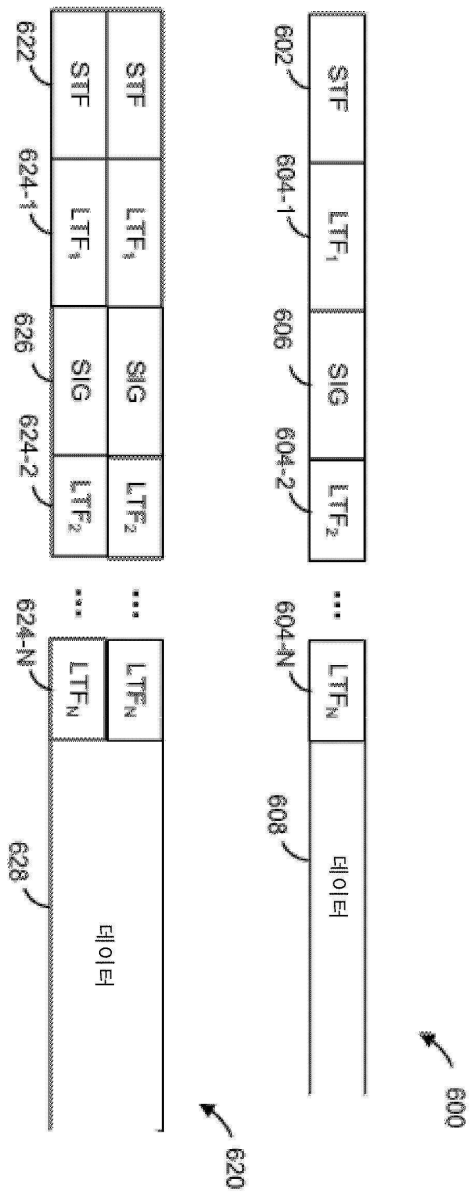
도면4



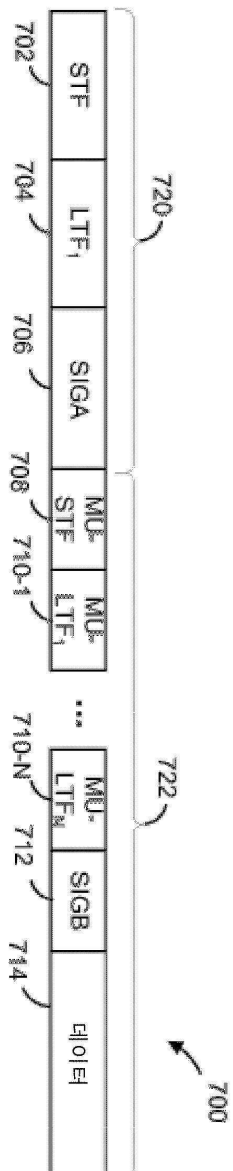
도면5



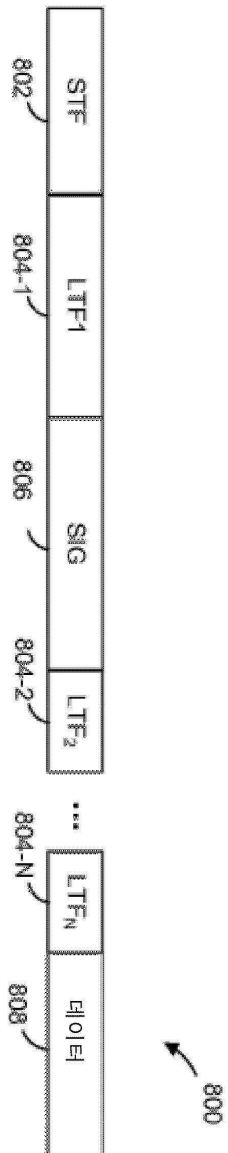
도면6



도면7



도면8



도면9

