



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0096746
 (43) 공개일자 2013년08월30일

- | | |
|--|---|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7011008
(22) 출원일자(국제) 2011년09월29일
심사청구일자 2013년04월29일
(85) 번역문제출일자 2013년04월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/054090
(87) 국제공개번호 WO 2012/044866
국제공개일자 2012년04월05일
(30) 우선권주장
13/247,086 2011년09월28일 미국(US)
(뒷면에 계속) | (71) 출원인
퀄컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
아브라함, 산토쉬, 폴
미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
델린, 시몬
미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤드남 |
|--|---|

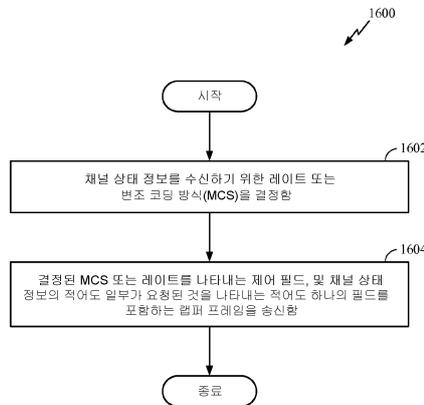
전체 청구항 수 : 총 29 항

(54) 발명의 명칭 **채널 상태 정보의 통신을 위한 시스템들 및 방법들**

(57) 요약

본 개시의 특정한 양상들은 채널 상태 정보(CSI) 피드백을 통신하기 위한 기술과 관련된다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백은 VHT(very high throughput) 무선 통신 시스템에서 통신된다.

대표도 - 도16



(72) 발명자

베르마니, 사미어

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드
라이브 5775

샘패쓰, 히맨쓰

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드
라이브 5775

(30) 우선권주장

61/387,542	2010년09월29일	미국(US)
61/389,495	2010년10월04일	미국(US)
61/405,194	2010년10월20일	미국(US)
61/405,283	2010년10월21일	미국(US)
61/409,645	2010년11월03일	미국(US)
61/422,098	2010년12월10일	미국(US)
61/432,115	2011년01월12일	미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

무선 통신을 위한 장치로서,

채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 변조 코딩 방식(MCS)을 결정하도록 구성되는 프로세싱 시스템; 및 결정된 MCS 또는 결정된 레이트를 나타내는 제어 필드, 및 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 것을 나타내는 적어도 하나의 필드를 포함하는 프레임을 송신하도록 구성되는 송신기를 포함하는,

무선 통신을 위한 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 프로세싱 시스템은, 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 통신 채널의 상태의 변화에 기초하여, 상기 채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 MCS를 결정하도록 구성되는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 레이트는 물리 계층(PHY) 레이트를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 필드는 널 데이터 패킷 어나운스먼트(null data packet announcement)의 하나 또는 그 초과 필드들을 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 필드는 폴링(polling) 메시지의 하나 또는 그 초과 필드들을 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 프레임은, 상기 제어 필드와는 상이한 프레임 제어 필드, 지속기간 필드, 수신지 어드레스 필드, 반송된 프레임 제어, 소스 어드레스 필드, 또는 사이클릭 리던던시 체크 필드 중 적어도 하나를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 필드는, 시퀀스 번호 필드, 또는 수신될 나머지 채널 상태 정보의 세그먼트들의 수를 나타내는 제 1 필드 중 적어도 하나를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 프레임은, 상기 채널 상태 정보가 요청된 다른 장치에 대한 연관 식별자를 표현하는 제 1 서브필드, 요청되는 채널 상태 정보의 다수의 공간 스트림들을 표현하는 제 2 서브필드, 상기 채널 상태 정보가 요청된 톤들의 그룹을 표현하는 제 3 서브필드, 상기 채널 상태 정보를 표현하는 행렬의 엔트리들에 이용되는 양자화에 대응하

는 계수 사이즈를 표현하는 제 4 서브필드, 상기 채널 상태 정보에 이용되는 앵글(angle)들에 대한 양자화를 표현하는 제 5 서브필드, 또는 예비되는 비트들을 포함하는 제 6 서브필드 중 적어도 하나를 포함하는 제 1 필드를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 프레임은 기본 서비스 세트 식별자 필드를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 10

무선 통신 방법으로서,

채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 변조 코딩 방식(MCS)을 결정하는 단계; 및

결정된 MCS 또는 결정된 레이트를 나타내는 제어 필드, 및 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 것을 나타내는 적어도 하나의 필드를 포함하는 프레임을 송신하는 단계를 포함하는,

무선 통신 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 통신 채널의 상태의 변화에 기초하여, 상기 채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 MCS를 결정하는 단계를 더 포함하는, 무선 통신 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 레이트는 물리 계층(PHY) 레이트를 포함하는, 무선 통신 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 필드는 널 데이터 패킷 어나운스먼트의 하나 또는 그 초과 필드들을 포함하는, 무선 통신 방법.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 필드는 폴링 메시지의 하나 또는 그 초과 필드들을 포함하는, 무선 통신 방법.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 프레임은, 상기 제어 필드와는 상이한 프레임 제어 필드, 지속기간 필드, 수신지 어드레스 필드, 반송된 프레임 제어, 소스 어드레스 필드, 또는 사이클릭 리턴던서 체크 필드 중 적어도 하나를 더 포함하는, 무선 통신 방법.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 필드는, 시퀀스 번호 필드, 또는 수신될 나머지 채널 상태 정보의 세그먼트들의 수를 나타내는 제 1 필드 중 적어도 하나를 포함하는, 무선 통신 방법.

청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 프레임은, 상기 채널 상태 정보가 요청된 장치에 대한 연관 식별자를 표현하는 제 1 서브필드, 요청되는 채널 상태 정보의 다수의 공간 스트림들을 표현하는 제 2 서브필드, 상기 채널 상태 정보가 요청된 톤들의 그룹을 표현하는 제 3 서브필드, 상기 채널 상태 정보를 표현하는 행렬의 엔트리들에 이용되는 양자화에 대응하는 계수 사이즈를 표현하는 제 4 서브필드, 상기 채널 상태 정보에 이용되는 앵글들에 대한 양자화를 표현하는 제 5 서브필드, 또는 예비되는 비트들을 포함하는 제 6 서브필드 중 적어도 하나를 포함하는 제 1 필드를 더 포함하는, 무선 통신 방법.

청구항 18

제 10 항에 있어서,

상기 프레임은 기본 서비스 세트 식별자 필드를 더 포함하는, 무선 통신 방법.

청구항 19

무선 통신을 위한 장치로서,

채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 변조 코딩 방식(MCS)을 결정하기 위한 수단; 및

결정된 MCS 또는 결정된 레이트를 나타내는 제어 필드, 및 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 것을 나타내는 적어도 하나의 필드를 포함하는 프레임을 송신하기 위한 수단을 포함하는,

무선 통신을 위한 장치.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 통신 채널의 상태의 변화에 기초하여, 상기 채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 MCS를 결정하기 위한 수단을 더 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 레이트는 물리 계층(PHY) 레이트를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 22

제 19 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 필드는 널 데이터 패킷 어나운스먼트의 하나 또는 그 초과 필드들을 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 23

제 19 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 필드는 폴링 메시지의 하나 또는 그 초과 필드들을 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 24

제 19 항에 있어서,

상기 프레임은, 상기 제어 필드와는 상이한 프레임 제어 필드, 지속기간 필드, 수신지 어드레스 필드, 반송된 프레임 제어, 소스 어드레스 필드, 또는 사이클릭 리던던시 체크 필드 중 적어도 하나를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 25

제 19 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 필드는, 시퀀스 번호 필드, 또는 수신될 나머지 채널 상태 정보의 세그먼트들의 수를 나타내는 제 1 필드 중 적어도 하나를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 26

제 19 항에 있어서,

상기 프레임은, 상기 채널 상태 정보가 요청된 장치에 대한 연관 식별자를 표현하는 제 1 서브필드, 요청되는 채널 상태 정보의 다수의 공간 스트림들을 표현하는 제 2 서브필드, 상기 채널 상태 정보가 요청된 톤들의 그룹을 표현하는 제 3 서브필드, 상기 채널 상태 정보를 표현하는 행렬의 엔트리들에 이용되는 양자화에 대응하는 계수 사이즈를 표현하는 제 4 서브필드, 상기 채널 상태 정보에 이용되는 앵글들에 대한 양자화를 표현하는 제 5 서브필드, 또는 예비되는 비트들을 포함하는 제 6 서브필드 중 적어도 하나를 포함하는 제 1 필드를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 27

제 19 항에 있어서,

상기 프레임은 기본 서비스 세트 식별자 필드를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 28

명령들을 포함하는 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하는, 무선으로 통신하기 위한 컴퓨터 프로그램 물건으로서,

상기 명령들은 실행되는 경우 장치로 하여금,

채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 변조 코딩 방식(MCS)을 결정하게 하고; 그리고

결정된 MCS 또는 결정된 레이트를 나타내는 제어 필드, 및 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 것을 나타내는 적어도 하나의 필드를 포함하는 프레임을 송신하게 하는,

컴퓨터 프로그램 물건.

청구항 29

무선 통신을 위한 액세스 포인트로서,

안테나;

채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 변조 코딩 방식(MCS)을 결정하도록 구성되는 프로세싱 시스템; 및

결정된 MCS 또는 결정된 레이트를 나타내는 제어 필드, 및 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 것을 나타내는 적어도 하나의 필드를 포함하는 프레임을 상기 안테나를 통해 송신하도록 구성되는 송신기를 포함하는,

액세스 포인트.

명세서

기술분야

[0001] 본 출원은, 2010년 9월 29일자로 출원된 미국 가출원 제 61/387,542호; 2010년 10월 4일자로 출원된 미국 가출원 제 61/389,495호; 2010년 10월 21일자로 출원된 미국 가출원 제 61/405,283호; 2010년 12월 10일자로 출원된 미국 가출원 제 61/422,098호; 2011년 1월 12일자로 출원된 미국 가출원 제 61/432,115호; 2010년 10월 20일자로 출원된 미국 가출원 제 61/405,194호; 및 2010년 11월 3일자로 출원된 미국 가출원 제 61/409,645호를 우선권으로 주장하며; 상기 가출원 각각의 전체 내용은 인용에 의해 본 명세서에 포함된다.

[0002] 본 개시의 특정한 양상들은 일반적으로 무선 통신들과 관련되고, 더 상세하게는, 채널 상태 정보(CSI)를 통신하기 위한 방법들과 관련된다.

배경 기술

[0003] 무선 통신 시스템들에 대해 요구되는 증가하는 대역폭 요건들의 문제를 처리하기 위해, 높은 데이터 스트림들을

달성하면서 다수의 사용자 단말들이 채널 자원들을 공유함으로써 단일 액세스 포인트와 통신할 수 있게 하기 위한 여러 방식들이 개발되고 있다. 다중입력 다중출력(MIMO) 기술은, 차세대 통신 시스템들을 위한 대중적 기술로서 최근 등장한 이러한 하나의 접근법을 나타낸다. MIMO 기술은 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 표준과 같은 몇몇 신흥 무선 통신 표준들에서 채택되어 왔다. IEEE 802.11은, 단거리 통신들(예를 들어, 수십 미터 내지 수백 미터)을 위해 IEEE 802.11 협회에 의해 개발된 일 세트의 무선 로컬 영역 네트워크(WLAN) 에어 인터페이스 표준들을 나타낸다.

- [0004] MIMO 시스템은 데이터 송신을 위해 다수(N_T 개)의 송신 안테나들 및 다수(N_R 개)의 수신 안테나들을 이용한다. N_T 개의 송신 및 N_R 개의 수신 안테나들에 의해 형성된 MIMO 채널은 N_S 개의 독립 채널들로 분해될 수 있고, 독립 채널들은 또한 공간 채널들로 지칭되며, 여기서 $N_S \leq \min\{N_T, N_R\}$ 이다. N_S 개의 독립 채널들 각각은 차원에 대응한다. 다수의 송신 및 수신 안테나들에 의해 생성된 추가적 차원들이 활용되면, MIMO 시스템은 개선된 성능(예를 들어, 더 높은 스루풋 및/또는 더 큰 신뢰도)을 제공할 수 있다.
- [0005] 단일 액세스 포인트(AP) 및 다수의 사용자 스테이션들(STA들)을 갖는 무선 네트워크들에서는, 업링크 및 다운링크 방향 모두에서, 상이한 스테이션들로 향하는 다수의 채널들을 통해 동시적 송신들이 발생할 수 있다. 이러한 시스템들에는 다수의 난제들이 존재한다.

발명의 내용

- [0006] 본 개시의 특정한 양상들은 무선 통신들을 위한 장치를 제공한다. 장치는, 채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 변조 코딩 방식(MCS)을 결정하도록 구성되는 프로세싱 시스템을 포함한다. 장치는, 결정된 MCS 또는 결정된 레이트를 나타내는 제어 필드, 및 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 것을 나타내는 적어도 하나의 필드를 포함하는 프레임을 송신하도록 구성되는 송신기를 포함한다.
- [0007] 본 개시의 특정한 양상들은 무선 통신 방법을 제공한다. 방법은, 채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 변조 코딩 방식(MCS)을 결정하는 단계를 포함한다. 방법은, 결정된 MCS 또는 결정된 레이트를 나타내는 제어 필드, 및 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 것을 나타내는 적어도 하나의 필드를 포함하는 프레임을 송신하는 단계를 포함한다.
- [0008] 본 개시의 특정한 양상들은 무선 통신들을 위한 장치를 제공한다. 장치는, 채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 변조 코딩 방식(MCS)을 결정하기 위한 수단을 포함한다. 장치는, 결정된 MCS 또는 결정된 레이트를 나타내는 제어 필드, 및 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 것을 나타내는 적어도 하나의 필드를 포함하는 프레임을 송신하기 위한 수단을 포함한다.
- [0009] 본 개시의 특정한 양상들은, 명령들을 포함하는 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하는, 무선으로 통신하기 위한 컴퓨터 프로그램 물건을 제공한다. 명령들은 실행되는 경우 장치로 하여금, 채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 변조 코딩 방식(MCS)을 결정하게 한다. 명령들은 실행되는 경우 장치로 하여금, 결정된 MCS 또는 결정된 레이트를 나타내는 제어 필드, 및 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 것을 나타내는 적어도 하나의 필드를 포함하는 프레임을 송신하게 한다.
- [0010] 본 개시의 특정한 양상들은 무선 통신들을 위한 액세스 포인트를 제공한다. 장치는 안테나를 포함한다. 액세스 포인트는, 채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 변조 코딩 방식(MCS)을 결정하도록 구성되는 프로세싱 시스템을 포함한다. 액세스 포인트는, 결정된 MCS 또는 결정된 레이트를 나타내는 제어 필드, 및 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 것을 나타내는 적어도 하나의 필드를 포함하는 프레임을 안테나를 통해 송신하도록 구성되는 송신기를 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 본 개시의 기술된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 상기에 간략하게 요약된 더 상세한 설명이 양상들을 참조하여 행해질 수 있는데, 이러한 양상들 중 일부는 첨부된 도면들에서 도시된다. 그러나, 이 설명은 다른 동등하게 효과적인 양상들에 대해 허용될 수 있기 때문에, 첨부된 도면들은 본 개시의 오직 특정한 통상적인 양상들만을 도시하고, 따라서, 본 개시의 범주에 대한 한정으로 고려되어서는 안됨을 주목해야 한다.

도 1은 본 개시의 특정한 양상들에 따른 무선 통신 네트워크의 도면을 도시한다.

도 2는 본 개시의 특정한 양상들에 따른 예시적인 액세스 포인트 및 사용자 단말들의 블록도를 도시한다.

- 도 3은 본 개시의 특정한 양상들에 따른 예시적인 무선 디바이스의 블록도를 도시한다.
- 도 4는 채널 상태 정보(CSI) 피드백 프로토콜의 양상을 도시한다.
- 도 5는 NDPA 프레임의 양상을 도시한다.
- 도 6a 내지 도 6c는 STA 정보 필드의 양상들을 도시한다.
- 도 7a 내지 도 7c는, 도 6a 내지 도 6c에 도시된 STA 정보 필드에 포함된 STA 정보의 양상들을 도시한다.
- 도 8은 NDPA 프레임의 양상을 도시한다.
- 도 9a 및 도 9b는 제어 래퍼(wrapper)의 양상을 도시한다.
- 도 10은 제어 래퍼의 양상을 도시한다.
- 도 11은 CSI 피드백을 통신하기 위한 CSI 리포트 메시지의 양상을 도시한다.
- 도 12a 내지 도 12e는 사운딩(sounding) 피드백을 위한 제어 필드의 양상들을 도시한다.
- 도 13은 액세스 포인트의 양상을 도시한다.
- 도 14는 통신 방법의 양상을 도시한다.
- 도 15는 통신 방법의 양상을 도시한다.
- 도 16은 통신 방법의 양상을 도시한다.
- 도 17은 액세스 단말의 양상을 도시한다.
- 도 18은 통신 방법의 양상을 도시한다.
- 도 19는 통신 방법의 양상을 도시한다.
- 도 20은 통신 방법의 양상을 도시한다.
- 도 21은 통신 방법의 양상을 도시한다.
- 도 22는 통신 방법의 양상을 도시한다.
- 도 23은 통신 방법의 양상을 도시한다.
- 도 24는 통신 방법의 양상을 도시한다.
- 도 25는 본 개시의 특정한 양상들에 따른 예시적인 사용자 단말의 블록도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하, 본 개시의 다양한 양상들을 첨부한 도면들을 참조하여 더 상세히 설명한다. 그러나, 본 개시는 다수의 다른 형태로 구현될 수 있고, 본 개시 전체에 제시되는 임의의 특정한 구조 또는 기능에 제한되는 것으로 해석되어서는 안된다. 오히려, 이 양상들은, 본 개시가 철저하고 완전해지도록 제공되고, 본 개시의 범주를 당업자들에게 완전하게 전달할 것이다. 본 명세서의 교시들에 기초하여, 당업자는, 본 개시의 범주가 본 개시의 임의의 다른 양상과 결합되어 구현되든 독립적으로 구현되든, 본 명세서의 개시의 임의의 양상을 커버하도록 의도됨을 인식해야 한다. 예를 들어, 본 명세서에 기술된 양상들 중 임의의 수의 양상들을 이용하여 장치가 구현될 수 있고, 또는 방법이 실시될 수 있다. 또한, 본 개시의 범주는, 본 명세서에 기술된 본 개시의 다양한 양상들에 부가하여 또는 그 이외의 다른 구조, 기능, 또는 구조 및 기능을 이용하여 실시되는 이러한 장치 또는 방법을 커버하도록 의도된다. 본 명세서에 개시된 본 개시의 임의의 양상은 청구항의 하나 또는 그 초과에 엘리먼트들에 의해 구현될 수 있음을 이해해야 한다.
- [0013] 본 명세서에 특정한 양상들이 개시되지만, 이 양상들의 다수의 변형들 및 치환들은 본 개시의 범주에 속한다. 설명된 양상들의 몇몇 이점들 및 장점들이 언급되지만, 본 개시의 범주는 특정한 이점들, 이용들 또는 목적들에 한정되는 것으로 의도되지 않는다. 오히려, 본 개시의 양상들은 여러 무선 기술들, 시스템 구성들, 네트워크들 및 송신 프로토콜들에 널리 적용될 수 있는 것으로 의도되고, 이들 중 일부는 설명된 양상들의 하기 설명 및 도면들에 예시로 설명되어 있다. 상세한 설명 및 도면들은 본 개시에 대한 한정이 아닌 단순한 예시이다.

- [0014] 예시적인 무선 통신 시스템
- [0015] 본 명세서에서 설명되는 기술들은, 직교 멀티플렉싱 방식에 기초하는 통신 시스템들을 포함하는 다양한 브로드 밴드 무선 통신 시스템들에 이용될 수 있다. 이러한 통신 시스템들의 예들은 공간 분할 다중 액세스(SDMA), 시분할 다중 액세스(TDMA), 직교 주파수 분할 다중 액세스(OFDMA) 시스템들, 싱글 캐리어 주파수 분할 다중 액세스(SC-FDMA) 시스템들 등을 포함한다. SDMA 시스템은 다수의 사용자 단말들에 속하는 데이터를 동시에 송신하기 위해 충분히 상이한 방향들을 활용할 수 있다. TDMA 시스템은 송신 신호를 상이한 시간 슬롯들로 분할함으로써 다수의 사용자 단말들이 동일한 주파수 채널을 공유하게 할 수 있고, 각각의 시간 슬롯은 상이한 사용자 단말에 할당된다. TDMA 시스템은 GSM 또는 당업계에 공지된 몇몇 다른 표준들을 구현할 수 있다. OFDMA 시스템은, 전체 시스템 대역폭을 다수의 직교 서브캐리어들로 파티셔닝하는 변조 기술인 직교 주파수 분할 멀티플렉싱(OFDM)을 활용한다. 이 서브캐리어들은 또한 톤들, 빈들 등으로 지칭될 수 있다. OFDM에서, 각각의 서브캐리어는 독립적으로 데이터와 변조될 수 있다. OFDM 시스템은 IEEE 802.11 또는 당업계에 공지된 몇몇 다른 표준들을 구현할 수 있다. SC-FDMA 시스템은, 시스템 대역폭에 걸쳐 분산되는 서브캐리어들 상에서 송신하기 위한 인터리빙된 FDMA(IFDMA), 인접한 서브캐리어들의 블록 상에서 송신하기 위한 로컬화된 FDMA(LFDMA) 또는 인접한 서브캐리어들의 다수의 블록들 상에서 송신하기 위한 강화된 FDMA(EFDMA)를 활용할 수 있다. 일반적으로, 변조 심볼들은 OFDM에 의해 주파수 도메인에서 그리고 SC-FDMA에 의해 시간 도메인에서 전송된다. SC-FDMA 시스템은 3GPP-LTE(3세대 파트너십 프로젝트 롱텀 에볼루션) 또는 다른 표준들을 구현할 수 있다.
- [0016] 본 명세서의 교시들은 다양한 유선 또는 무선 장치들(예를 들어, 노드들)에 통합될 수 있다(예를 들어, 그 내부에 구현되거나 그에 의해 수행될 수 있다). 몇몇 양상들에서, 본 명세서의 교시들에 따라 구현되는 무선 노드는 액세스 포인트 또는 액세스 단말을 포함할 수 있다.
- [0017] 액세스 포인트("AP")는 NodeB, 라디오 네트워크 제어기("RNC"), eNodeB, 기지국 제어기("BSC"), 베이스 트랜시버 스테이션("BTS"), 기지국("BS"), 트랜시버 기능부("TF"), 라디오 라우터, 라디오 트랜시버, 기본 서비스 세트("BSS"), 확장 서비스 세트("ESS"), 라디오 기지국("RBS") 또는 몇몇 다른 용어를 포함하거나, 이들로 구현되거나 또는 이들로 공지될 수 있다.
- [0018] 액세스 단말("AT")은 액세스 단말, 가입자국, 가입자 유닛, 모바일 스테이션, 원격국, 원격 단말, 사용자 단말, 사용자 에이전트, 사용자 디바이스, 사용자 장비, 사용자 스테이션 또는 몇몇 다른 용어를 포함하거나, 이들로 구현되거나 또는 이들로 공지될 수 있다. 몇몇 구현들에서, 액세스 단말은 셀룰러 전화, 코드리스 전화, 세션 개시 프로토콜("SIP") 폰, 무선 로컬 루프("WLL")국, 개인 휴대 정보 단말("PDA"), 무선 접속 성능을 갖는 핸드헬드 디바이스, 스테이션("STA") 또는 무선 모뎀에 접속되는 몇몇 다른 적절한 프로세싱 디바이스를 포함할 수 있다. 따라서, 본 명세서에 교시된 하나 또는 그 초과 양상들은 폰(예를 들어, 셀룰러 폰 또는 스마트 폰), 컴퓨터(예를 들어, 랩탑), 휴대용 통신 디바이스, 휴대용 컴퓨팅 디바이스(예를 들어, 개인 휴대 정보 단말), 오락 디바이스(예를 들어, 음악 또는 비디오 디바이스 또는 위성 라디오), 글로벌 측위 시스템 디바이스, 또는 무선 또는 유선 매체를 통해 통신하도록 구성되는 임의의 다른 적절한 디바이스에 통합될 수 있다. 몇몇 양상들에서 노드는 무선 노드이다. 이러한 무선 노드는, 예를 들어, 유선 또는 무선 통신 링크를 통해 네트워크(예를 들어, 인터넷 또는 셀룰러 네트워크와 같은 광역 네트워크)에 대한 또는 네트워크로의 접속을 제공할 수 있다.
- [0019] 도 1은 액세스 포인트들 및 사용자 단말들을 갖는 다중 액세스 다중입력 다중출력(MIMO) 시스템(100)을 도시한다. 단순화를 위해, 오직 하나의 액세스 포인트(110)가 도 1에 도시되어 있다. 액세스 포인트는 일반적으로, 사용자 단말들과 통신하는 고정국이고, 또한 기지국으로서 또는 몇몇 다른 용어를 사용하여 지칭될 수 있다. 사용자 단말은 고정식이거나 이동식일 수 있고, 또한 모바일 스테이션 또는 무선 디바이스로서 또는 몇몇 다른 용어를 사용하여 지칭될 수 있다. 액세스 포인트(110)는 임의의 주어진 순간에 다운링크 및 업링크를 통해 하나 또는 그 초과 사용자 단말들(120)과 통신할 수 있다. 다운링크(즉, 순방향 링크)는 액세스 포인트로부터 사용자 단말들로의 통신 링크이고, 업링크(즉, 역방향 링크)는 사용자 단말들로부터 액세스 포인트로의 통신 링크이다. 사용자 단말은 또한 다른 사용자 단말과 피어-투-피어로 통신할 수 있다. 시스템 제어기(130)는 액세스 포인트들에 커플링되고, 액세스 포인트들에 대한 조정 및 제어를 제공한다.
- [0020] 하기 개시의 부분들은 공간 분할 다중 액세스(SDMA)를 통해 통신할 수 있는 사용자 단말들(120)을 설명할 것이지만, 특정한 양상들의 경우, 사용자 단말들(120)은 또한 SDMA를 지원하지 않는 몇몇 사용자 단말들을 포함할 수 있다. 따라서, 이러한 양상들의 경우, AP(110)는 SDMA 및 난-SDMA 사용자 단말들 모두와 통신하도록 구성될 수 있다. 이 접근법은, SDMA를 지원하지 않는 더 오래된 버전들의 사용자 단말들("레거시" 스테이션들)이 산업

계에 배치되어 남을 수 있게 하여 이들의 유용한 수명을 연장시키면서, 더 새로운 SDMA 사용자 단말들이 적절한 것으로 간주되어 도입되게 할 수 있다.

[0021] 시스템(100)은 다운링크 및 업링크를 통한 데이터 송신을 위해 다수의 송신 및 다수의 수신 안테나들을 이용한다. 액세스 포인트(110)는 N_{ap} 개의 안테나들을 구비하고, 다운링크 송신들에 대한 다중입력(MI) 및 업링크 송신들에 대한 다중출력(MO)을 표현한다. K 개의 선택된 사용자 단말들(120)의 세트는 다운링크 송신들에 대한 다중출력 및 업링크 송신들에 대한 다중입력을 포괄적으로 표현한다. 순수한 SDMA의 경우, K 개의 사용자 단말들에 대한 데이터 심볼 스트림들이 코드, 주파수 또는 시간에서 몇몇 수단에 의해 멀티플렉싱되지 않으면, $N_{ap} \geq K \geq 1$ 을 갖는 것이 바람직하다. TDMA 기술, CDMA에 따라 상이한 코드 채널들, OFDM에 따라 부대역들의 분리된 세트들 등을 이용하여 데이터 심볼 스트림들이 멀티플렉싱될 수 있으면, K 는 N_{ap} 보다 클 수 있다. 각각의 선택된 사용자 단말은 액세스 포인트에 사용자-특정 데이터를 송신하고 그리고/또는 액세스 포인트로부터 사용자-특정 데이터를 수신할 수 있다. 일반적으로, 각각의 선택된 사용자 단말은 하나 또는 다수의 안테나들(즉, $N_{ut} \geq 1$)을 구비할 수 있다. K 개의 선택된 사용자 단말들은 동일한 수의 안테나들을 가질 수 있거나, 하나 또는 그 초과 사용자 단말들은 상이한 수의 안테나들을 가질 수 있다.

[0022] SDMA 시스템(100)은 시분할 듀플렉스(TDD) 시스템 또는 주파수 분할 듀플렉스(FDD) 시스템일 수 있다. TDD 시스템의 경우, 다운링크 및 업링크는 동일한 주파수 대역을 공유한다. FDD 시스템의 경우, 다운링크 및 업링크는 상이한 주파수 대역들을 이용한다. MIMO 시스템(100)은 또한 송신을 위해 단일 캐리어 또는 다수의 캐리어들을 활용할 수 있다. 각각의 사용자 단말은 (예를 들어, 비용을 절감하기 위해) 단일 안테나 또는 (예를 들어, 추가적 비용이 지원될 수 있는 경우) 다수의 안테나들을 구비할 수 있다. 시스템(100)은 또한, 사용자 단말들(120)이 송신/수신을 상이한 시간 슬롯들로 분할함으로써(각각의 시간 슬롯은 상이한 사용자 단말(120)에 할당될 수 있음) 동일한 주파수 채널을 공유하면 TDMA 시스템일 수 있다.

[0023] 도 2는 MIMO 시스템(100)에서 액세스 포인트(110) 및 2개의 사용자 단말들(120m 및 120x)의 블록도를 도시한다. 액세스 포인트(110)는 N_t 개의 안테나들(224a 내지 224ap)을 구비한다. 사용자 단말(120m)은 $N_{ut,m}$ 개의 안테나들(252ma 내지 252mu)을 구비하고, 사용자 단말(120x)은 $N_{ut,x}$ 개의 안테나들(252xa 내지 252xu)을 구비한다. 액세스 포인트(110)는 다운링크에 대해서는 송신 엔티티이고 업링크에 대해서는 수신 엔티티이다. 사용자 단말(120)은 업링크에 대해서는 송신 엔티티이고 다운링크에 대해서는 수신 엔티티이다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "송신 엔티티"는 무선 채널을 통해 데이터를 송신할 수 있는 독립적으로 동작되는 장치 또는 디바이스이고, "수신 엔티티"는 무선 채널을 통해 데이터를 수신할 수 있는 독립적으로 동작되는 장치 또는 디바이스이다. 하기 설명에서, 아래첨자 "dn"은 다운링크를 나타내고, 아래첨자 "up"은 업링크를 나타내고, N_{up} 개의 사용자 단말들은 업링크를 통한 동시 송신을 위해 선택되고, N_{dn} 개의 사용자 단말들은 다운링크를 통한 동시 송신을 위해 선택되고, N_{up} 는 N_{dn} 과 동일하거나 동일하지 않을 수 있고, N_{up} 및 N_{dn} 은 정적 값들이거나, 또는 각각의 스케줄링 인터벌에 대해 변할 수 있다. 액세스 포인트(110) 및/또는 사용자 단말(120)에서 빔-스티어링(steering) 또는 몇몇 다른 공간 프로세싱 기술이 이용될 수 있다.

[0024] 업링크 상에서, 업링크 송신을 위해 선택된 각각의 사용자 단말(120)에서, TX 데이터 프로세서(288)는 데이터 소스(286)로부터 트래픽 데이터 및 제어기(280)로부터 제어 데이터를 수신한다. TX 데이터 프로세서(288)는 사용자 단말에 대해 선택된 레이트와 연관되는 코딩 및 변조 방식들에 기초하여 사용자 단말에 대한 트래픽 데이터를 프로세싱(예를 들어, 인코딩, 인터리빙 및 변조)하고, 데이터 심볼 스트림을 제공한다. TX 공간 프로세서(290)는 데이터 심볼 스트림에 대해 공간 프로세싱을 수행하고, $N_{ut,m}$ 개의 안테나들에 $N_{ut,m}$ 개의 송신 심볼 스트림들을 제공한다. 각각의 송신기 유닛(TMTR)(254)은 각각의 송신 심볼 스트림을 수신 및 프로세싱(예를 들어, 아날로그로 변환, 증폭, 필터링 및 주파수 상향변환)하여, 업링크 신호를 생성한다. $N_{ut,m}$ 개의 송신기 유닛들(254)은 예를 들어, 액세스 포인트(110)에 송신하기 위해 $N_{ut,m}$ 개의 안테나들(252)로부터 송신을 위한 $N_{ut,m}$ 개의 업링크 신호들을 제공한다.

[0025] N_{up} 개의 사용자 단말들이 업링크를 통한 동시 송신을 위해 스케줄링될 수 있다. 이 사용자 단말들 각각은 자신의 각각의 데이터 심볼 스트림에 대해 공간 프로세싱을 수행하고, 자신의 각각의 송신 심볼 스트림들의 세트를 업링크를 통해 액세스 포인트(110)에 송신할 수 있다.

- [0026] 액세스 포인트(110)에서, N_{ap} 개의 안테나들(224a 내지 224ap)은 업링크를 통해 송신하는 모든 N_{ap} 개의 사용자 단말들로부터 업링크 신호들을 수신한다. 각각의 안테나(224)는 수신된 신호를 각각의 수신기 유닛(RCVR)(222)에 제공한다. 각각의 수신기 유닛(222)은 송신기 유닛(254)에 의해 수행되는 프로세싱과는 상보적인 프로세싱을 수행하고, 수신된 심볼 스트림을 제공한다. RX 공간 프로세서(240)는 N_{ap} 개의 수신기 유닛들(222)로부터의 N_{ap} 개의 수신된 심볼 스트림들에 대해 수신기 공간 프로세싱을 수행하고, N_{ap} 개의 복원된 업링크 데이터 심볼 스트림들을 제공한다. 수신기 공간 프로세싱은, 채널 상관 행렬 반전(CCMI), 최소 평균 제곱 에러(MMSE), 소프트 간섭 제거(SIC) 또는 몇몇 다른 기술에 따라 수행될 수 있다. 각각의 복원된 업링크 데이터 심볼 스트림은 각각의 사용자 단말에 의해 송신된 데이터 심볼 스트림의 추정치이다. RX 데이터 프로세서(242)는 각각의 복원된 업링크 데이터 심볼 스트림을 그 스트림에 대해 이용된 레이트에 따라 프로세싱(예를 들어, 복조, 디인터리빙 및 디코딩)하여, 디코딩된 데이터를 획득한다. 각각의 사용자 단말에 대해 디코딩된 데이터는 저장을 위해 데이터 싱크(244)에 제공될 수 있고, 그리고/또는 추가적 프로세싱을 위해 제어기(230)에 제공될 수 있다.
- [0027] 다운링크 상에서, 액세스 포인트(110)에서, TX 데이터 프로세서(210)는, 다운링크 송신을 위해 스케줄링된 N_{dm} 개의 사용자 단말들에 대한 데이터 소스(208)로부터 트래픽 데이터, 제어기(230)로부터 제어 데이터 및 스케줄러(234)로부터 가능한 다른 데이터를 수신한다. 다양한 타입들의 데이터가 상이한 전송 채널들을 통해 전송될 수 있다. TX 데이터 프로세서(210)는 각각의 사용자 단말에 대해 선택된 레이트에 기초하여 각각의 사용자 단말에 대한 트래픽 데이터를 프로세싱(예를 들어, 인코딩, 인터리빙 및 변조)한다. TX 데이터 프로세서(210)는 N_{dm} 개의 사용자 단말들에 N_{dm} 개의 다운링크 데이터 심볼 스트림들을 제공한다. TX 공간 프로세서(220)는 N_{dm} 개의 다운링크 데이터 심볼 스트림들에 대해 (프리코딩 또는 빔형성과 같은) 공간 프로세싱을 수행하고, N_{ap} 개의 안테나들에 N_{ap} 개의 송신 심볼 스트림들을 제공한다. 각각의 송신기 유닛(222)은 각각의 송신 심볼 스트림을 수신 및 프로세싱하여, 다운링크 신호를 생성한다. N_{ap} 개의 송신기 유닛들(222)은 예를 들어, 사용자 단말들(120)에 송신하기 위해 N_{ap} 개의 안테나들(224)로부터 송신을 위한 N_{ap} 개의 다운링크 신호들을 제공할 수 있다.
- [0028] 각각의 사용자 단말(120)에서, $N_{ut,m}$ 개의 안테나들(252)은 액세스 포인트(110)로부터 N_{ap} 개의 다운링크 신호들을 수신한다. 각각의 수신기 유닛(254)은 연관된 안테나(252)로부터 수신된 신호를 프로세싱하고, 수신된 심볼 스트림을 제공한다. RX 공간 프로세서(260)는 $N_{ut,m}$ 개의 수신기 유닛들(254)로부터의 $N_{ut,m}$ 개의 수신된 심볼 스트림들에 대해 수신기 공간 프로세싱을 수행하고, 사용자 단말(120)에 대한 복원된 다운링크 데이터 심볼 스트림을 제공한다. 수신기 공간 프로세싱은 CCMI, MMSE 또는 몇몇 다른 기술에 따라 수행될 수 있다. RX 데이터 프로세서(270)는 복원된 다운링크 데이터 심볼 스트림을 프로세싱(예를 들어, 복조, 디인터리빙 및 디코딩)하여, 사용자 단말에 대한 디코딩된 데이터를 획득한다.
- [0029] 각각의 사용자 단말(120)에서, 채널 추정기(278)는 다운링크 채널 응답을 추정하고, 채널 이득 추정치들, SNR 추정치들, 잡음 분산 등을 포함할 수 있는 다운링크 채널 추정치들을 제공한다. 유사하게, 채널 추정기(228)는 업링크 채널 응답을 추정하고, 업링크 채널 추정치들을 제공한다. 각각의 사용자 단말에 대한 제어기(280)는 통상적으로 사용자 단말에 대한 다운링크 채널 응답 행렬 $H_{dm,m}$ 에 기초하여 그 사용자 단말에 대한 공간 필터 행렬을 유도한다. 제어기(230)는 유효 업링크 채널 응답 행렬 $H_{up,eff}$ 에 기초하여 액세스 포인트에 대한 공간 필터 행렬을 유도한다. 각각의 사용자 단말에 대한 제어기(280)는 액세스 포인트(110)에 피드백 정보(예를 들어, 다운링크 및/또는 업링크 고유벡터(eigenvector)들, 고유값(eigenvalue)들, SNR 추정치들 등)를 전송할 수 있다. 제어기들(230 및 280)은 또한 액세스 포인트(110) 및 사용자 단말(120) 각각에서의 다양한 프로세싱 유닛들의 동작을 제어할 수 있다.
- [0030] 도 3은 무선 통신 시스템(100) 내에서 이용될 수 있는 무선 디바이스(302)에서 활용될 수 있는 다양한 컴포넌트들을 도시한다. 무선 디바이스(302)는 본 명세서에서 설명되는 다양한 방법들을 구현하도록 구성될 수 있는 디바이스의 일례이다. 무선 디바이스(302)는 액세스 포인트(110) 또는 사용자 단말(120)을 구현할 수 있다.
- [0031] 무선 디바이스(302)는, 무선 디바이스(302)의 동작을 제어하는 프로세서(304)를 포함할 수 있다. 프로세서(304)는 또한 중앙 처리 장치(CPU)로 지칭될 수 있다. 관독-전용 메모리(ROM) 및 랜덤 액세스 메모리(RAM) 모두를 포함할 수 있는 메모리(306)는 프로세서(304)에 명령들 및 데이터를 제공한다. 메모리(306)의 일부는 또한 비휘발성 랜덤 액세스 메모리(NVRAM)를 포함할 수 있다. 프로세서(304)는 메모리(306) 내에 저장된 프로그램 명령들에 기초하여 논리적 및 산술적 연산들을 수행할 수 있다. 메모리(306) 내의 명령들은 본 명세서에서

설명되는 방법들을 구현하도록 실행가능할 수 있다.

- [0032] 프로세서(304)는 하나 또는 그 초과 프로세서들로 구현되는 프로세싱 시스템의 컴포넌트이거나 컴포넌트를 포함할 수 있다. 하나 또는 그 초과 프로세서들은 범용 마이크로프로세서들, 마이크로제어기들, 디지털 신호 프로세서들(DSP들), 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA들), 프로그래머블 로직 디바이스들(PLD들), 제어기들, 상태 머신들, 게이트된 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 전용 하드웨어 유한 상태 머신들, 또는 정보의 계산들 또는 다른 조작들을 수행할 수 있는 임의의 다른 적절한 엔티티들의 임의의 조합으로 구현될 수 있다.
- [0033] 프로세싱 시스템은 또한 소프트웨어를 저장하기 위한 머신 판독가능 매체를 포함할 수 있다. 소프트웨어는, 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어, 마이크로코드, 하드웨어 디스크립션 언어 또는 다른 것들로 지칭되든지 간에, 임의의 타입의 명령들을 의미하는 것으로 넓게 해석되어야 한다. 명령들은 (예를 들어, 소스 코드 포맷, 이진 코드 포맷, 실행가능한 코드 포맷 또는 임의의 다른 적절한 코드의 포맷으로) 코드를 포함할 수 있다. 명령들은 하나 또는 그 초과 프로세서들에 의해 실행되는 경우, 프로세싱 시스템으로 하여금, 본 명세서에서 설명되는 다양한 기능들을 수행하게 한다.
- [0034] 무선 디바이스(302)는 또한, 무선 디바이스(302)와 원격 위치 사이에서의 데이터의 송신 및 수신을 허용하기 위한 송신기(310) 및 수신기(312)를 포함할 수 있는 하우징(308)을 포함할 수 있다. 송신기(310) 및 수신기(312)는 트랜시버(314)로 결합될 수 있다. 단일의 또는 복수의 송신 안테나들(316)은 하우징(308)에 부착되고 트랜시버(314)에 전기적으로 커플링될 수 있다. 무선 디바이스(302)는 또한 다수의 송신기들, 다수의 수신기들 및 다수의 트랜시버들을 포함할 수 있다(미도시).
- [0035] 무선 디바이스(302)는 또한, 트랜시버(314)에 의해 수신되는 신호들의 레벨을 검출 및 정량화하기 위한 노력으로 이용될 수 있는 신호 검출기(318)를 포함할 수 있다. 신호 검출기(318)는 이러한 신호들을 총 에너지, 심볼당 서브캐리어 당 에너지, 전력 스펙트럼 밀도 및 다른 신호들로서 검출할 수 있다. 무선 디바이스(302)는 또한 프로세싱 신호들에 이용하기 위한 디지털 신호 프로세서(DSP)(320)를 포함할 수 있다.
- [0036] 무선 디바이스(302)의 다양한 컴포넌트들은 버스 시스템(322)에 의해 함께 커플링될 수 있고, 버스 시스템은 데이터 버스에 부가하여, 전력 버스, 제어 신호 버스 및 상태 신호 버스를 포함할 수 있다.
- [0037] 몇몇 양상들에서, 도 1에 도시된 무선 시스템(100)은 IEEE 802.11ac 무선 통신 표준에 따라 동작한다. IEEE 802.11ac는, IEEE 802.11 무선 네트워크들에서 더 높은 스투풋을 허용하는 IEEE 802.11 개정을 표현한다. 더 높은 스투풋은, 예를 들어, 동시에 다수의 스테이션들(STA들)로의 병렬 송신들과 같은 몇몇 방안들을 통해 실현될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 더 넓은 채널 대역폭(예를 들어, 80 MHz 또는 160 MHz)이 이용된다. IEEE 802.11ac는 또한 때때로 VHT(Very High Throughput) 무선 통신 표준으로 지칭될 수 있다.
- [0038] 본 개시의 특정한 양상들은 채널 상태 정보(CSI) 또는 그에 따른 피드백을 통신하기 위해 낮은 오버헤드 방법을 지원한다. 예를 들어, 이러한 정보는 무선 시스템(100)에서 사용자 단말들(120)과 액세스 포인트(110) 사이에서 통신될 수 있다. 본 개시의 특정한 양상들은 널 데이터 패킷 어나운스먼트(NDPA), CSI 폴 및 CSI 피드백에 대한 패킷 포맷들을 추가로 지원한다. 몇몇 양상들은, CSI가 예를 들어, AP에 의해 또는 AP에서 수신되었는지 그리고/또는 저장되었는지 여부를 나타내는 통신을 지원한다. 이 정보는, 예를 들어, 추가적인 CSI를 전송할지 여부 및/또는 CSI를 송신하기 위한 파라미터들을 조정할지 여부를 결정하기 위해 STA에 의해 이용될 수 있다. 몇몇 양상들은 예를 들어, STA에 의해 CSI가 송신되고 있는지 여부를 나타내는 통신을 지원한다. 이 정보는, 예를 들어, CSI에 대한 요청들을 송신하는 방법 및/또는 CSI 요청들을 송신하기 위한 파라미터들을 조정할지 여부를 결정하기 위해, AP에 의해 이용될 수 있다. 몇몇 경우들에서, CSI 피드백은, 단일 매체 액세스 제어(MAC) 프로토콜 데이터 유닛(MPDU) 또는 물리 계층(PHY) 프로토콜 데이터 유닛(PPDU)에서 반송(carry)되기에는 너무 클 수 있다. 본 개시의 특정한 양상들은 CSI 피드백 세그먼트화를 위한 프로토콜을 추가로 지원한다. 다음 설명에서, 사용자 스테이션(STA)이 참조된다. 앞서 설명된 바와 같이, STA는 예를 들어, 사용자 단말(120) 또는 무선 디바이스(302)와 같은 사용자 단말을 포함할 수 있다.
- [0039] 채널 상태 정보
- [0040] 도 4는 채널 상태 정보(CSI) 피드백 프로토콜(400)의 양상을 도시한다. 액세스 포인트(AP)는, 널 데이터 패킷 어나운스먼트(NDPA) 프레임(402)에 후속하여, 짧은 프레임간 심볼(SIFS) 기간(406) 이후 널 데이터 패킷(NDP) 프레임(404)을 하나 또는 그 초과 사용자 스테이션들(STA들)에 송신할 수 있다. NDPA 프레임(402)은, 아래에서 추가로 상세히 설명되는 바와 같이, 컴퓨팅된 CSI 피드백 메시지를 AP로 송신해야 하는 STA들의 연관 식별자들(AID들)을 포함할 수 있다.

- [0041] NDPA에서 식별되지 않은 이러한 STA들은 다음의 NDP 프레임(404)을 무시할 수 있다. NDP 프레임(404)은 대응하는 CSI 피드백을 컴퓨팅하기 위해, STA들 각각에 의해 활용되는 사운드 프레임(402)을 포함할 수 있다. NDPA 프레임(402) 내의 제 1 리스트된 STA는, 도 4에 도시된 바와 같이, NDP 프레임(404)의 송신 이후 SIFS 기간에 후속하는 CSI 피드백(408)을 송신할 수 있다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백(408)은 제 1 리스트된 STA에 대한 완전한 CSI 피드백의 오직 일부를 포함한다. 예를 들어, 완전한 CSI 피드백이 MPDU 또는 PPDU와 같은 데이터 유닛에서 송신되기에 너무 큰 경우, CSI 피드백(408)에 포함된 부분은 그 데이터 유닛에서의 송신을 위해 충분히 작을 수 있다. 이 양상들에서, AP는 제 1 리스트된 STA로부터 완전한 CSI 피드백의 추가적 부분을 요청하기 위해 CSI 폴(412)을 송신할 수 있다. 그 다음, 제 1 리스트된 STA는 CSI 폴(412)에 응답하여 CSI 피드백(414)과 같은 다른 부분을 송신할 수 있다. STA를 폴링하는 이러한 프로세스는, 완전한 CSI 피드백의 모든 부분들이 수신될 때까지 계속될 수 있다.
- [0042] 몇몇 양상들에서, CSI 폴은, 다른 STA에게 CSI 피드백을 전송하도록 요청하기 위해 NDPA 프레임에 리스트된 다른 STA로 AP에 의해 전송될 수 있다. 예를 들어, NDPA 프레임(402)의 제 1 리스트된 STA가 자신의 완전한 CSI 피드백을 CSI 피드백의 2개의 부분들(408, 414)로 분할하면, AP는 CSI 폴(416)로 CSI 피드백의 송신을 시작하기 위해 NDPA 프레임(402)에 리스트된 다른 STA를 요청할 수 있다. 응답으로, 다른 STA는 CSI 피드백(418)을 송신할 수 있고, CSI 피드백(418)은 그 다른 STA에 대한 완전한 CSI 피드백 또는 완전한 CSI 피드백의 일부일 수 있다. 임의의 수의 STA들이, 아래에서 추가로 상세히 논의되는 바와 같이, NDPA 프레임(402)에서 식별될 수 있고, AP는 임의의 수의 CSI 폴들을 송신할 수 있고 그리고/또는 임의의 수의 CSI 피드백들 또는 이들의 일부를 수신할 수 있다.
- [0043] NDPA 프레임(402)이 송신된 후, AP는 CSI 피드백을 다시 요청하기 위해 제 2 NDPA 프레임(422)을 송신할 수 있다. NDPA 프레임(422)에 의해 CSI 피드백이 요청되는 STA들은, NDPA 프레임(402)에 의해 CSI 피드백이 요청되는 STA들과 상이하거나 동일할 수 있다. NDPA 프레임들(402, 422)에서 CSI 피드백이 요청되는 STA들의 수는 동일할 수 있거나 상이할 수 있다.
- [0044] 몇몇 양상들에서, NDPA 프레임(422)은, NDPA 프레임(402)에서 식별된 STA들 모두로부터 CSI 피드백이 수신된 후 송신된다. 몇몇 양상들에서, NDPA 프레임(422)은, NDPA 프레임(402)에서 식별된 STA들 모두로부터 CSI 피드백이 수신되었는지 여부와 무관하게, NDPA 프레임(402) 이후 특정 시간 기간에 송신된다. 몇몇 양상들에서, NDPA 프레임(422)은, CSI 폴과 같은 폴링 메시지가 NDPA 프레임(402)에서 식별된 STA들 모두에 전송된 이후 송신된다. 몇몇 양상들에서, NDPA 프레임(422)은, NDPA 프레임(402)에서 식별되지 않은 하나 또는 그 초과 STA들을 식별할 수 있거나, NDPA 프레임(402)에서 식별된 STA들의 서브세트를 식별할 수 있다. 따라서, AP는 NDPA 프레임(402)에서 식별된 하나 또는 그 초과 STA들로부터 CSI 피드백을 여전히 수신하면서, NDPA 프레임(422)을 이용하여 STA로부터 CSI 피드백을 요청할 수 있다. 몇몇 양상들에서, NDPA 프레임(422)은 특정한 이벤트에 응답하여 AP에 의해 송신될 수 있거나, NDPA 프레임(422)의 송신은 AP 또는 다른 디바이스의 동작에 의해 트리거링될 수 있다.
- [0045] 도 5는 예를 들어, NDPA 프레임(422)과 같은 NDPA 프레임의 양상을 도시한다. 몇몇 양상들에서, NDPA 프레임(422)은, 제어 프레임 타입일 수 있는 CSI 요청 메시지로 지칭될 수 있다. NDPA 프레임(422)은 프레임 제어 필드(502), 지속기간 필드(504), RA 브로드캐스트 필드(506), TA 필드(508), CSI 시퀀스 필드(512), STA 정보 필드(514) 및 CRC 필드(516) 중 하나 또는 그 초과를 포함할 수 있다. NDPA 프레임(422)은 앞서 설명된 바와 같이, AP에 의해 송신 또는 브로드캐스트될 수 있다. NDPA 프레임(402)은 NDPA 프레임(422)과 유사하게 포매팅 또는 구성될 수 있다.
- [0046] 도시된 양상에서, 프레임 제어 필드(502)는 16 비트를 포함한다. 또한, 도시된 양상에서, 지속기간 필드(504)는 16 비트를 포함하고, NDPA 프레임(422)의 길이를 포함할 수 있다. 도시된 양상에서 CRC 필드(516)는 32 비트를 포함하고, 사이클릭 리턴던시 체크(CRC)를 결정하기 위한 데이터를 포함할 수 있다.
- [0047] 도시된 양상에서, RA 브로드캐스트 필드(506)는 48 비트들을 포함한다. RA 브로드캐스트 필드(506)는 다수의 STA들에 대한 브로드캐스트/멀티캐스트 어드레스를 포함할 수 있다. 예를 들어, RA 브로드캐스트 필드(506)는 그룹 어드레스를 포함할 수 있고, 여기서 복수의 STA들이 그 그룹에 속한다. 이러한 양상에서, 각각의 STA는, 그룹 어드레스에 기초하여 자신이 어드레스되고 있는지 여부를 식별할 수 있다. 다른 양상들에서, RA 브로드캐스트 필드(506)는, 그 대신, 예를 들어, 의도된 STA의 MAC 어드레스를 나타냄으로써 단일 STA를 식별할 수 있다. 몇몇 양상들에서, RA 브로드캐스트 필드(506)는 그 대신, DA(수신지 어드레스) 필드를 포함하거나 DA 필드로 지칭될 수 있다.

- [0048] 도시된 양상에서, TA 필드(508)는 48 비트를 포함한다. TA 필드(508)는 예를 들어 송신 AP의 어드레스와 같이, NDPA 프레임(422)을 송신하는 디바이스의 어드레스 또는 식별자를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, TA 필드(508)는 그 대신, SA(소스 어드레스) 필드를 포함하거나 SA 필드로 지칭될 수 있다.
- [0049] 도시된 양상에서, CSI 시퀀스 필드(512)는 8 비트를 포함한다. CSI 시퀀스 필드(512)는 NDPA 프레임(422)에 대한 시퀀스 번호 또는 NDPA 프레임(422)을 고유하게 식별하는 다른 디스크립터를 포함할 수 있다.
- [0050] 도시된 양상에서, STA 정보 필드(514)의 길이는 변할 수 있다. STA 정보 필드(514)는, CSI 또는 다른 이러한 피드백 정보가 요청되는 각각의 STA에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0051] 도 6a 내지 도 6c는 예를 들어, STA 정보 필드(514)와 같은 STA 정보 필드의 양상들을 도시한다. 도 6a에 도시된 양상에서, NDPA 프레임(422)의 RA 브로드캐스트 필드(506)가 단일 STA를 식별하는 경우, STA 정보 필드(514a)는 오직 그 식별된 STA에 대한 정보(602)를 포함할 것이다. NDPA 프레임(422)의 RA 브로드캐스트 필드(506)가 다수의 STA들에 대한 브로드캐스트/멀티캐스트 어드레스를 포함하는 도 6b 및 도 6c에 도시된 다른 양상에서, 예를 들어, AP가 피드백을 요청하고 있는 각각의 STA에 대한 정보는 STA 정보 필드(514)에 포함될 것이다. 도 6b에서, AP는 STA들 1-4로부터 CSI를 요청하고 있고, 각각의 STA에 대한 정보(612-618)는 STA 정보 필드(514b)에 포함된다. 대조적으로, 도 6c에서, AP는 오직 STA들 5 및 6으로부터 CSI를 요청하고 있고, 정보(622 및 624)는 STA 정보 필드(514c)에 포함된다. 몇몇 양상들에서, 브로드캐스트/멀티캐스트 또는 그룹 어드레스가 RA 브로드캐스트 필드(506)에 포함될 수 있지만, 오직 단일 STA에 대한 정보가 STA 정보 필드(514)에 포함된다. 이 방식으로, 브로드캐스트/멀티캐스트 어드레스는 균일성 및/또는 프로세싱의 용이성을 위해 NDPA 프레임(422)에 포함될 수 있지만, 단일 STA가 어드레스된다.
- [0052] 도 7a 내지 도 7c는 STA 정보 필드(514)에 포함된 STA 정보의 양상들을 도시한다. 도 6a 내지 도 6c에 도시된 STA 정보(602-624) 중 임의의 정보는 도 7a 내지 도 7c 중 임의의 도면에 도시된 바와 같이 포맷팅될 수 있다. 일례로서, STA 정보(612)는 도 7에 도시된다.
- [0053] STA 정보(612)는, STA가 CSI를 리포트하기 위해 이용할 수 있는 파라미터들을 STA에 통신할 수 있다. 몇몇 양상들에서, STA에 의해 리턴되는 CSI는 사운딩 피드백(SF)으로서 지칭된다. 이 양상들에서, STA 정보(612)는, 예를 들어, 도 4에 도시된 NDP 프레임(404)에 포함된 사운딩 프레임에 기초하여 STA가 SF를 결정 및/또는 계산하기 위한 정보 또는 데이터를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, STA 정보(612)는 SF를 전송하지 않는 것으로 결정하도록 이용될 수 있거나, 더 적은 데이터를 요구하는 형태의 SF를 전송하는 것으로 결정하도록 이용될 수 있다.
- [0054] 도 7a에 도시된 양상에서, STA 정보(612a)는 AID 필드(702), Nss 필드(704), Ng 필드(706), 계수 필드(712) 및 코드북 필드(714) 중 하나 또는 그 초과, 마지막 SF 수신 필드(722), 및 마지막 SF 저장 필드(724)를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, STA 정보(612a)는, 임의의 다양한 목적들에 이용될 수 있는 필드들(702-724)에 할당된 비트들에 부가하여, 비트들을 포함하는 예비된 필드(732)를 더 포함한다. 몇몇 양상들에서, 필드들(702-732)은, 도 7a에 도시된 순서와는 다른 순서로 배열된다.
- [0055] 도시된 양상에서, AID 필드(702)는 11 비트를 포함하고, AID를 포함할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, AID는 STA의 연관 식별자를 포함할 수 있다. AID는 STA를 고유하게 식별하는 임의의 데이터 또는 디스크립터를 포함할 수 있다. 예를 들어, MAC 어드레스와 같은 물리 어드레스가 AID에 포함될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 필드들(704-724) 각각은, CSI 또는 SF를 계산, 결정 또는 생성하는데 이용하기 위해 AID 필드(702)에 의해 식별되는 STA에 대한 파라미터들을 나타내는 정보 또는 데이터를 포함할 수 있다.
- [0056] 도시된 양상에서, Nss 필드(704)는 적어도 3 비트를 포함한다. Nss 필드(704)는, AID 필드(702)에 의해 식별된 STA에서 컴퓨팅되는 CSI 피드백의 다수의 공간 채널들 또는 스트림들(예를 들어, 고유 모드(Eigen mode)들)을 나타낼 수 있다.
- [0057] 도시된 양상에서, Ng 필드(706)는 적어도 3 비트를 포함한다. 몇몇 양상에서, Ng 필드(706)는 적어도 2 비트를 포함한다. Ng 필드(706)는, AID 필드(702)에 의해 식별된 STA가 CSI 피드백을 생성하는 톤들의 그룹을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 톤들은 OFDM 시스템에서 서브-캐리어들에 대응할 수 있다.
- [0058] 도시된 양상에서, 계수 필드(712)는 적어도 3 비트를 포함한다. 몇몇 양상들에서, 계수 필드(712)는 하나 또는 그 초과 비트를 포함한다. 계수 필드(712)는 계수 크기를 나타낼 수 있고, 계수 크기는, 아래에서 추가로 상세히 설명되는 바와 같이, CSI의 행렬 엔트리들에 대해 AID 필드(702)에 의해 식별된 STA에 의해 이용되는

양자화에 대응할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 계수 필드(712)는 생략된다. 예를 들어, NDPA(402)는, CSI가 압축된 피드백의 형태로서 포매팅되는 것을 나타낼 수 있고, 이 경우 계수 사이즈는 포함되지 않을 수 있다.

[0059] 도시된 양상에서, 코드북 필드(714)는 적어도 3 비트를 포함한다. 몇몇 양상들에서, 코드북 필드(714)는 하나 또는 그 초과 비트를 포함한다. 코드북 필드(714)는, AID 필드(702)에 의해 식별된 STA가 SF에 대해 이용해야 하는 앵글(angle)들에 대한 양자화를 나타낼 수 있다.

[0060] 도시된 양상에서, 마지막 SF 수신 필드(722)는 적어도 1 비트를 포함한다. 마지막 SF 수신 필드는, 이전 NDPA 프레임을 전송하는 것에 후속하여, AP가 AID 필드(702)에 의해 식별된 STA로부터 SF를 수신했는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 도 4에 대해 논의된 양상에서, NDPA 프레임(402)은 채널 상태 정보를 요청하기 위해 몇몇 STA들에 송신되었다. NDPA 프레임(422)에서 식별된 제 2 STA가 CSI 피드백(418)을 송신하였다. NDPA 프레임(422)에서, STA 정보(612a)의 AID 필드(702)가 제 2 STA를 식별하면, 마지막 SF 수신 필드(722)는, AP가 CSI 피드백(418)을 수신했는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 마지막 SF 수신 필드는, CSI 피드백(418)이 수신되지 않았으면 0의 값으로 설정될 수 있고, CSI 피드백(418)이 수신되었으면 1의 값으로 설정될 수 있다. 다른 양상들에서, 이 값들은 반전될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 마지막 SF 수신 필드(722)는, AP가 폴링한 마지막 사운딩 피드백의 수신에 대한 확인응답으로서 이용된다.

[0061] 몇몇 양상들에서, 마지막 SF 수신 필드는 적어도 8 비트를 포함하고, 시퀀스 번호를 포함할 수 있다. 이 양상에서, 마지막 SF 수신 필드는, 송신된 마지막 CSI 피드백에 대응하는 시퀀스 번호를 나타낸다. 예를 들어, 도 5에 도시된 NDPA 프레임(422)은, NDPA 프레임(422)에 대한 시퀀스 번호 또는 CSI 시퀀스 필드(512)의 NDPA 프레임(422)을 고유하게 식별하는 다른 디스크립터를 포함한다. STA로부터 NDPA 프레임(422)에 응답하여 SF가 수신되면 -몇몇 양상들에서, SF는 시퀀스 번호 또는 다른 식별자를 포함함-, 다음 NDPA 프레임은, 시퀀스 번호, 또는 SF를 송신한 STA를 식별하는 STA 정보의 마지막 SF 수신 필드의 다른 식별자를 포함할 수 있다.

[0062] STA에 의해 송신되는 채널 상태 정보는 임의의 다양한 원인들 때문에 AP에 의해 수신되지 않았을 수 있다. 예를 들어, 데이터 충돌들, 채널 간섭 또는 물리적 방해물들이 모두 CSI 피드백과 같은 통신이 수신되는 것을 방해하거나, CSI 피드백이 정확하게 수신될 가능성을 감소시킬 수 있다. 몇몇 양상들에서, AP가 STA로부터 CSI를 수신하는 상황들에서도, CSI 피드백이 정확히 디코딩 또는 프로세싱될 수 없으면, 마지막 SF 필드는 CSI 피드백이 수신되지 않은 것으로 나타내도록 설정될 것이다.

[0063] 마지막 SF 수신 필드(722)는 임의의 다양한 목적들로 AID 필드(702)에 의해 식별된 STA에 의해 이용될 수 있다. 예를 들어, NDPA 프레임(402)에 응답하여 STA가 SF를 송신했지만, SF가 AP에 의해 수신되지 않은 것으로 마지막 SF 수신 필드(722)가 나타내면, STA는 송신에 에러가 존재했던 것으로 결정할 수 있다. 응답으로, STA는 이전 SF를 송신할 수 있다. 다른 예로, STA가 NDPA 프레임(402)에 응답하여 SF를 송신하지 않았지만, 마지막 SF 수신 필드(722)는 SF가 수신된 것으로 나타내면, STA는 그 수신된 SF가 잘못된 것으로 결정할 수 있고, 수신된 SF를 폐기하도록 AP에 지시하는 통신을 AP에 전송할 수 있다.

[0064] 몇몇 양상들에서, 마지막 SF 수신 필드(722)는 SF를 전송하는데 이용되는 레이트를 조정하기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, STA가 SF를 송신했지만 SF가 수신되지 않은 것으로 마지막 SF 수신 필드(722)가 나타내는 경우, STA는 후속 SF를 전송하기 위한 PHY 레이트를 감소시킬 수 있다. 유사하게, 이전에 송신된 SF가 성공적으로 수신된 것으로 마지막 SF 수신 필드(722)가 나타내는 경우, STA는 후속 SF를 전송하기 위한 PHY 레이트를 증가시킬 수 있다. 이 방식으로, SF를 전송하는데 이용되는 레이트는 증가된 성능을 위해 계속하여 조정 또는 튜닝될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 이전 SF가 적절히 수신되었는지 여부에 기초하여 레이트 이외의 다른 파라미터 또는 특징이 조정될 수 있다. 예를 들어, SF를 전송하기 위해 이용되는 변조는, 이전 SF가 적절히 수신되지 않으면 변경될 수 있다.

[0065] 몇몇 양상들에서, STA는, 일련의 SF들이 적절히 수신된 이후에만 또는 일련의 SF들이 부적절하게 수신된 이후에만 레이트를 조정한다. 예를 들어, STA는, SF가 적절히 수신된 것을 나타내는 마지막 SF 수신 필드를 갖는 특정한 개수의 NDPA 프레임들을 수신한 이후 레이트를 증가시킬 수 있다. 몇몇 양상들에서, 예를 들어, 일련의 NDPA 프레임들에서 마지막 CSI 수신 필드들에 의해 표시되는 바와 같이, 일련의 SF들이 적절히 수신되지 않았다면, STA는 AP가 CSI에 대한 임의의 추가적인 요청들을 전송하는 것을 억제해야 함을 나타내는 통신을 AP에 송신할 수 있다. 이 방식으로, NDPA를 STA에 송신함으로써 소모되는 네트워크 자원들은, AP가 STA로부터 임의의 CSI를 적절히 수신하는 것으로 간주되지 않는 경우 보존될 수 있다.

[0066] 몇몇 양상들에서, 사운딩 피드백을 전송하기 위해 STA에 의해 이용되는 레이트는 폴링 메시지의 레이트로부터

결정된다. 예를 들어, 도 4에 도시된 양상에서 CSI 폴(416)을 전송하는데 이용되는 레이트는 CSI 피드백(418)을 전송하는데 이용될 수 있다. 다른 예로서, CSI 폴(416)을 전송하는데 이용되는 레이트는, 예를 들어, 마지막 SF 수신 필드에 의해 표시되는 바와 같이, 이전 SF가 수신되었는지 여부에 기초하여 증가 또는 감소로 조정될 수 있다.

[0067] 도 7a에 도시된 STA 정보(612a)의 설명으로 되돌아가면, 마지막 SF 저장 필드(724)는 적어도 1 비트를 포함한다. 마지막 SF 저장 필드(724)는, AID 필드(702)에 의해 식별된 STA로부터 수신되는 마지막 SF를 AP가 저장했는지 여부를 나타낼 수 있다. 따라서, 몇몇 양상들에서, 마지막 SF 저장 필드(724)는, 이전 NDPA 프레임을 전송하는데 후속하여 AP가 STA로부터 수신된 SF를 저장했는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 도 4에 대해 논의된 양상에서, NDPA 프레임(402)은 채널 상태 정보를 요청하기 위해 몇몇 STA들에 송신되었다. NDPA 프레임(422)에서 식별된 제 2 STA가 CSI 피드백(418)을 송신하였다. NDPA 프레임(422)에서, STA 정보(612a)의 AID 필드(702)가 제 2 STA를 식별하면, 마지막 SF 저장 필드(724)는 AP가 CSI 피드백(418)을 저장했는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 마지막 SF 저장 필드는, CSI 피드백(418)이 저장되지 않았다면 0의 값으로 설정될 수 있고, CSI 피드백(418)이 저장되었다면 1의 값으로 설정될 수 있다. 다른 양상들에서, 이 값들은 반전될 수 있다.

[0068] 몇몇 양상들에서, 마지막 SF 저장 필드는 적어도 8 비트를 포함하고, 시퀀스 번호를 포함할 수 있다. 이 양상에서, 마지막 SF 저장 필드는 송신된 마지막 CSI 피드백에 대응하는 시퀀스 번호를 나타낸다. 예를 들어, 도 5에 도시된 NDPA 프레임(422)은, NDPA 프레임(422)에 대한 시퀀스 번호 또는 CSI 시퀀스 필드(512)의 NDPA 프레임(422)을 고유하게 식별하는 다른 디스크립터를 포함한다. STA로부터 수신된 SF가 NDPA 프레임(422)에 후속하여 저장되었다면 -몇몇 양상들에서, SF는 시퀀스 번호 또는 다른 식별자를 포함함-, 다음 NDPA는 시퀀스 번호, 또는 SF를 송신한 STA를 식별하는 STA 정보의 마지막 SF 저장 필드의 다른 식별자를 포함할 수 있다.

[0069] STA에 의해 송신된 채널 상태 정보는 임의의 다양한 원인들 때문에 AP에 의해 저장되지 않았을 수 있다. 예를 들어, CSI가 수신되지 않았거나 부적절하게 수신된 경우, CSI는 AP에 의해 저장되지 못할 수 있다. 그러나, 몇몇 양상들에서, 적절히 수신된 CSI조차도 저장되지 않을 수 있다. 예를 들어, AP는 CSI를 저장할 충분한 메모리를 갖지 않을 수 있다. 다른 예로, AP는, CSI를 요청한 이후 특정 시간 기간이 경과한 경우, 또는 STA에 의해 CSI가 결정된 이후 주어진 시간 기간이 경과한 경우, CSI를 저장하지 않는 것으로 결정할 수 있다. 이 방식으로, CSI는 "타임아웃"될 수 있거나, 저장되지 않을 수 있다. 몇몇 양상들에서, AP는, "타임아웃"된 저장된 CSI를 삭제할 수 있다. 다음 NDPA를 송신하는 경우, AP는, 그 삭제된 CSI를 송신한 STA에 대한 마지막 SF 저장 필드에, CSI가 저장되지 않았음을 나타낼 수 있다.

[0070] 마지막 SF 저장 필드(724)는 임의의 다수의 목적들로 AID 필드(702)에 의해 식별되는 STA에 의해 이용될 수 있다. 예를 들어, NDPA 프레임(402)에 응답하여 STA가 SF를 송신했지만, SF가 AP에 의해 저장되지 않은 것으로 마지막 SF 저장 필드(724)가 나타내면, STA는 이전 SF를 재송신할 수 있다.

[0071] 다른 예로, 이전 SF가 저장된 것으로 마지막 SF 저장 필드(724)가 나타내고, STA가, CSI가 요청된 채널이 임계량보다 덜 변한 것으로 결정하거나 또는 CSI가 임계량보다 덜 변한 것으로 결정하면, STA는, 그 저장된 CSI 및 현재의 CSI가 실질적으로 동일한 것으로 결정할 수 있고, NDPA 프레임(422)에 응답하여 어떠한 CSI도 전송하지 않을 수 있다. 이 상황에서, STA는 그 대신, 예를 들어 아래에서 설명되는 바와 같이, 어떠한 CSI도 송신되지 않을 것을 나타내는 통신을 AP에 전송할 수 있다. CSI를 생략하는 것은 네트워크 자원들을 보존할 수 있고, 네트워크 내의 통신들의 속도 및/또는 신뢰도를 증가시킬 수 있다.

[0072] 이전 SF가 저장된 것으로 마지막 SF 저장 필드(724)가 나타내는 몇몇 양상들에서, STA는 저장된 SF와 현재 SF 사이의 차를 표현하는 정보를 송신할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 완전한 CSI 피드백은 이를 나타내는 행렬 또는 데이터를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 행렬은 복수의 고유 모드들, 단일 벡터들 또는 단일 값들을 포함한다. 앞서 설명된 바와 같이, STA는 그 STA에 대한 다운로드 채널 응답 행렬 $H_{dm,m}$ 에 기초하여 공간 필터 행렬을 결정할 수 있다. 그에 따라, 피드백 정보(예를 들어, 다운로드 고유벡터들, 고유값들, SNR 추정치들 등)가 예를 들어, AP에 송신될 수 있다. 따라서, 채널 상태 정보 및/또는 SF는 행렬로서 표현될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 이전 SF와 현재 SF 사이의 차가 또한 행렬로 표현될 수 있다. 그러나, 차 행렬은 표현하기 위해 더 적은 바이트를 요구할 수 있다. 따라서, 완전한 CSI 대신에 차 CSI를 전송하는 것은 또한 네트워크 자원들을 보존할 수 있다.

[0073] 몇몇 양상들에서, AP가 폴링한 마지막 SF가 수신되지 않은 것으로 마지막 SF 수신 필드(722)가 나타내는 경우, 마지막 SF 저장 필드(724)는 항상, 폴링된 마지막 SF를 AP가 저장하지 않은 것으로 나타낼 것이다. 예를 들어,

마지막 SF 수신 필드(722) 및 마지막 SF 저장 필드(724)가 앞서 설명된 바와 같은 비트로 구현되는 경우, 마지막 SF 저장 필드(724)는, 마지막 SF 수신 필드(722)가 0의 값을 가질 때 항상 0의 값을 가질 것이다. 다른 양상들에서, AP가 폴링한 마지막 SF가 수신되지 않은 것으로 SF 수신 필드(722)가 나타내는 경우, 마지막 SF 저장 필드(724)는, 이전에 저장된 SF가 AP에 의해 여전히 저장되어 있음을 나타내기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, 마지막 SF 수신 필드(722) 및 마지막 SF 저장 필드(724)가 앞서 설명된 바와 같은 비트로 구현되고, 마지막 SF 수신 필드(722)가 0의 값을 가지는 경우, 마지막 SF 저장 필드(724)는 1로 설정되어 이전에 저장된 SF가 여전히 저장되어 있음을 나타낼 수 있고, 0으로 스위칭되어, 이전에 저장된 SF가 삭제되었거나 새로운 완전한 SF가 요청됨을 나타낼 수 있다.

[0074] 몇몇 양상들은, STA가 CSI를 리포트하기 위해 이용할 수 있는 파라미터들을 STA에 나타내기 위해 필드들(704-724) 이외의 표시자들을 이용한다. 일 양상에서, STA 정보(612a)의 비트 또는 일련의 비트들은 관련 파라미터들을 검색하기 위해 STA에 의해 이용될 수 있다. STA는 저장된 파라미터들을 가질 수 있거나, 또는 STA 정보(612a)의 이러한 비트들에 기초하여 Nss 필드(704), Ng 필드(706), 계수 필드(712) 및 코드북 필드(714) 중 하나 또는 그 초과에 대응하는 파라미터들을 리트리브할 수 있다.

[0075] 도 7b는 STA 정보(612)의 다른 양상(612b)을 도시한다. STA 정보(612b)는, STA 정보(612a)에 포함된 필드들(702-724 및 732) 뿐만 아니라 MU/SU 필드(726)를 포함하는 것으로 도시된다. 도시된 양상에서, MU/SU 필드(726)는 적어도 1 비트를 포함한다. 이 필드는, AID 필드(702)에 의해 식별된 STA가 단일 사용자(SU) 또는 다중 사용자(MU) 피드백을 제공하도록 요청받는지 여부를 나타낼 수 있다. 이 방식으로, AP는, 각각의 STA로부터 SU 또는 MU 피드백이 요청되는지 여부를 NDPA 프레임(422)에서 식별된 그 각각의 STA에 개별적으로 통지할 수 있다.

[0076] 몇몇 양상들에서, 필드들(702-732) 중 하나 또는 그 초과는 STA 정보(612)로부터 생략된다. 추가로, 추가적 필드들이 STA 정보(612)에 포함될 수 있다. 몇몇 양상들에서, STA 정보(612)의 비트 중 일부는 다른 이용 또는 장래의 이용을 위해 예비된다. 예를 들어, 도 7c에 도시된 STA 정보(612c)는, AID 필드(702), 장래의 이용을 위해 예비된 하나 또는 그 초과 비트를 갖는 필드(752), 및 이전 SF 저장 필드(754)를 포함하는 양상을 도시한다. 이전 SF 저장 필드는, AP가 AID 필드(702)에서 식별된 STA로부터 자신이 폴링한 마지막 SF를 저장한 때를 나타낼 수 있다. 몇몇 양상들에서, 이전 SF 저장 필드(754)는 마지막 SF 저장 필드(724)와 유사하게 구성되고 그리고/또는 유사하게 이용될 수 있다.

[0077] 도 7b에 도시된 양상과 비교하여, MU 또는 SU 피드백이 요청되는지 여부를 STA들에 통지하기 위한 다른 양상도 도 8에 도시된다. 도 8에 도시된 양상에서, MU/SU 필드(522)는 NDPA 프레임(422a)에 포함된다. NDPA 프레임(422a)은, MU/SU 필드(522)가 STA 정보 필드(514)와 별개가 되도록 MU/SU 필드(522)가 NDPA 프레임(422a)에 추가되는 것을 제외하고는, NDPA 프레임(422)과 유사하게 포매팅 또는 구성될 수 있다. MU/SU 필드(522)는, STA 정보 필드(514)에서 식별된 STA들 모두로부터 SU 또는 MU 피드백이 요청되는지 여부를 나타내기 위해 "글로벌" 표시자로서 이용될 수 있다.

[0078] 몇몇 양상들에서, AP는 특정한 변조 코딩 방식(MCS)을 이용하여 CSI가 송신될 것을 요구 또는 요청할 수 있다. 도 9a 및 도 9b는 MCS를 결정하기 위한 정보를 포함하는 프레임의 양상들을 도시한다. 도 9a에 도시된 양상에서, 프레임(900a)은, 제어 랩퍼에서 "랩핑"된 NDPA 프레임을 포함한다. 따라서, 프레임(900a)은 예를 들어, NDPA 프레임(422)에 부가하여 또는 그 대신에 STA로부터 CSI를 요청하기 위해 이용될 수 있다.

[0079] 도시된 양상에서, 프레임(900a)은, NDPA(422)에 포함되는 프레임 제어 필드(502), 지속기간 필드(504), RA 브로드캐스트 필드(506), SA 필드(508), CSI 시퀀스 필드(512), STA 정보 필드(514) 및 CRC 필드(516)를 포함한다. 또한, 프레임(900a)은 반송된 프레임 제어 필드(902) 및 HT 제어 필드(904)를 포함한다. 도시된 양상에서, 반송된 프레임 제어 필드(902)는 적어도 2 비트를 포함하고, HT 제어 필드(904)는 적어도 4 비트를 포함한다.

[0080] HT 제어 필드(904)는, SF를 송신할 때 이용하기 위해 STA 정보 필드(514)에서 식별된 STA들에 대한 MCS를 나타내는 정보를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, HT-제어 필드(604)는, STA들이 MCS를 결정하기 위해 이용할 수 있는 정보를 포함하는 링크 적응 제어 필드를 포함한다. 몇몇 양상들에서, 링크 적응 제어 필드는, TRQ(Training Request) 필드, MAI(MCS Request or Antenna Selection Indication) 필드, MFSI(MCS Feedback(MFB) Sequence Identifier) 및 MFB/ASELC(MCS Feedback and Antenna Selection Command/Data) 필드를 포함한다. 몇몇 양상들에서, 프레임(900a)은 HT(high throughput) 제어 필드(904) 대신에 VHT(very high throughput) 제어 필드를 포함한다. VHT 제어 필드는 HT 제어 필드(904)에 대해 앞서 논의된 바와 같은 정보를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, HT 제어 필드(904) 또는 프레임(900a)의 다른 부분은 STA가 CSI를 송신할

레이트를 결정하기 위한 정보를 포함한다.

- [0081] 도 9b에 도시된 양상에서, 프레임(900b)은, 프레임(900a)에 대해 도시된 필드들(502-516, 902 및 904) 뿐만 아니라 추가적 필드를 포함하는 것으로 도시되어 있다. 추가적 필드는 예를 들어, WLAN과 같은 네트워크를 식별하는 서비스 세트 식별자를 포함할 수 있다. 도시된 양상에서, 예를 들어, BSSID 필드(912)는 기본 서비스 세트(BSS) 식별자를 포함하고 BSS를 식별한다. 몇몇 양상들에서, BSSID 필드(912)는, 프레임(900b)을 송신한 AP의 MAC 어드레스로 설정될 수 있다.
- [0082] 도 9b에 도시된 필드들(502-516, 902 및 904)은 도 9a에 대해 앞서 설명된 바와 같이 구성될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 이 필드들 중 하나 또는 그 초과는, 앞서 설명된 것보다 추가적인 비트들 또는 더 적은 비트들을 포함한다. 몇몇 양상들에서, BSSID 필드(912)는 1내지 32 옥테트(octet)들 중 어디든 포함한다. 일 양상에서, BSSID 필드(912)는 6 옥테트들을 포함한다. 몇몇 양상들에서, 필드들(502-516 및 902-912)은 도 9a 및/또는 도 9b에 도시된 순서와 상이한 순서로 배열된다.
- [0083] 도 10은 MCS를 결정하기 위한 정보를 포함하는 프레임(1000)의 다른 양상을 도시한다. 도 10에 도시된 양상에서, 프레임(1000)은, 제어 랩퍼에서 "랩핑"된 CSI 폴을 포함한다. 따라서, 프레임(1000)은, 예를 들어, CSI 폴(412)에 부가하여 또는 그 대신에, STA로부터 CSI의 적어도 일부를 요청하기 위해 이용될 수 있다.
- [0084] 도시된 양상에서, 프레임(1000)은, 프레임 제어 필드(1002), 지속기간 필드(1004), 수신지 어드레스(DA) 필드(1006), 소스 어드레스(SA) 필드(1008), 시퀀스 필드(1012), 나머지 세그먼트들 필드(1014) 및 사이클릭 리던던시 체크(CRC) 필드(1016) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0085] 도시된 양상에서, 프레임 제어 필드(1002)는 16 비트를 포함한다. 또한 도시된 양상에서, 지속기간 필드(1004)는 16 비트를 포함하고, 프레임(1000)의 길이를 포함할 수 있다. 도시된 양상에서 CRC 필드(1006)는 32 비트를 포함한다.
- [0086] 도시된 양상에서, DA 필드(1006)는 48 비트를 포함한다. DA 필드(1006)는, 예를 들어 앞서 논의된 바와 같이, 프레임(1000)이 송신되고 있는 STA의 어드레스를 나타낼 수 있다.
- [0087] 도시된 양상에서, SA 필드(1008)는 48 비트를 포함한다. SA 필드(1008)는 예를 들어, 앞서 논의된 바와 같이 프레임(1000)을 송신하고 있는 AP의 어드레스를 나타낼 수 있다.
- [0088] 도시된 양상에서, 시퀀스 필드(1012)는 8 비트를 포함한다. 시퀀스 필드(1012)는, AP가 추가적인 세그먼트를 요청하고 있는 CSI 피드백에 공통되는 시퀀스 번호를 나타내는 정보를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 시퀀스 필드(1012)에 의해 표시되는 시퀀스 번호는, 바로 선행하는 NDPA 프레임에 대한 시퀀스 번호와 동일하거나 그로부터 카피된다. 따라서, 도 4의 CSI 폴 대신에 프레임(1000)이 이용되는 경우, 시퀀스 필드(1012)는 예를 들어, NDPA(402)의 CSI 시퀀스 필드와 동일한 값을 가질 수 있다.
- [0089] 도시된 양상에서, 나머지 세그먼트들 필드(1014)는 8 비트를 포함한다. 나머지 세그먼트들 필드(1014)는, DA 필드(1006)에 의해 어드레스되는 STA로부터 AP가 수신할 것으로 예상하는 CSI 피드백의 세그먼트들의 수를 나타낸다. 몇몇 양상들에서, STA에 의해 전송된 CSI 피드백에 의해 포함되는 정보는 아래에서 논의되는 바와 같이, 송신될 나머지 세그먼트들의 수를 포함한다. 이 양상들에서, 나머지 세그먼트들 필드(1014)의 정보는 바로 선행하는 CSI 정보의 나머지 세그먼트들 필드로부터 카피될 수 있다. 예를 들어, AP가 도 4의 CSI 피드백(408)의 일부를 수신하는 경우, 프레임(1000)은, CSI 피드백(408)의 일부를 송신한 STA에 전송될 수 있고, 나머지 세그먼트들 필드(1014)는 1의 값을 갖는다. 응답으로, STA는 CSI 피드백(414)의 하나의 나머지 부분을 송신할 수 있다.
- [0090] 프레임(1000)은, 도 9a에 대해 앞서 설명되는 반송된 프레임 제어 필드(902) 및 HT 제어 필드(904)를 더 포함할 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이, HT 제어 필드(904)는 물리 계층 레이트와 같은 레이트 또는 MCS를 나타내는 정보를 포함할 수 있다. DA 필드(1006)에서 식별된 STA는 MCS 또는 레이트를 결정하기 위해 HT 제어 필드(904)의 정보를 이용할 수 있다.
- [0091] 도 11은 CSI 피드백을 통신하기 위한 CSI 리포트 메시지의 양상을 도시한다. 예를 들어, CSI 리포트 메시지는 도 4에 도시된 CSI 피드백(408)을 구현하기 위해 이용될 수 있다. CSI 피드백(408)은, 수신된 NDPA 프레임, 예를 들어, 앞서 설명된 NDPA 프레임(402) 또는 NDPA 프레임(422)과 같은 NDPA 프레임에 응답하여 STA에 의해 결정될 수 있다. 아래에서 추가적으로 상세히 설명되는 바와 같이, CSI 피드백(408)의 엘리먼트들은 NDPA 프레임의 정보에 기초하여 생성될 수 있다. CSI 리포트 메시지는 CSI 피드백을 통신하기 위한 프레임을 포함할 수 있

다.

- [0092] 일 양상에서, CSI 피드백(408)은 NDPA 프레임(402)에서 식별된 STA들 중 하나에 의해 생성될 수 있고, NDP 프레임(404)으로부터 SIFS 기간 이후 자율적으로 송신될 수 있다. 예를 들어, STA 정보 필드에서 식별된 제 1 STA는 CSI 피드백(408)을 생성할 수 있고, NDP 프레임(404)을 수신한 것으로부터 SIFS 기간 이후 CSI 피드백(408)을 AP에 자율적으로 송신할 수 있다. STA 정보 필드에서 식별된 다른 STA들은 앞서 논의된 바와 같이 각각의 CSI 피드백을 송신하기 전에 폴링 메시지를 대기할 수 있다.
- [0093] CSI 피드백(408)은, 프레임 제어 필드(1102), 지속기간 필드(1104), 수신지 어드레스(DA) 필드(1106), 소스 어드레스(SA) 필드(1108), CSI 피드백 제어 필드(1110), 컴퓨팅된 CSI를 갖는 CSI 피드백 필드(1112) 또는 사이클릭 리턴던서 체크(CRC) 필드(1114) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. CSI 피드백(408)은, ACK 응답을 요구하지 않을 수 있는 Action No Acknowledgement(ACK) 메시지 타입일 수 있다. 도시된 양상에서, CSI 피드백(408)은 제어 프레임을 포함할 수 있다.
- [0094] 몇몇 양상들에서, 앞서 설명된 필드 대신에, CSI 피드백(408)은 카테고리 필드, 동작 필드, 사운딩 시퀀스 필드, CSI 피드백 제어 필드(1110) 및/또는 사운딩 리포트를 그 대신 포함할 수 있다. 이러한 양상들에서, CSI 피드백(408)은 동작 프레임을 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백 필드(1112) 및 사운딩 리포트는 유사한 정보를 포함한다.
- [0095] 몇몇 양상들에서, 채널 상태 정보 및/또는 SF는 앞서 논의된 바와 같이, 행렬로서 표현될 수 있고, 사운딩 리포트 및/또는 CSI 피드백 필드(1112)는 이를 나타내는 행렬 또는 데이터를 포함할 수 있다. 또한 앞서 논의된 바와 같이, 행렬은 몇몇 양상들에서 복수의 고유 모드들, 단일 벡터들 또는 단일 값들을 포함한다.
- [0096] STA가 피드백을 전송하지 않는 것으로 결정할 수 있는 특정한 상황들이 존재한다. 예를 들어, 이전의 대응하는 NDPA/NDP 프레임이 수신되지 않았다면, 또는 현재의 SF가 이전에 송신된 SF와 실질적으로 유사하다면, SF는 송신되지 않을 수 있다. 다른 예로서, 송신이 PPDU 또는 송신 기회(TXOP) 제한을 초과할 것이면, SF는 송신되지 않을 수 있다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백 필드(1112)는 이러한 상황들에서 생략된다. 따라서, CSI 피드백 필드(1112)의 부재는, 몇몇 양상들에서 어떠한 SF도 송신되고 있지 않음을 나타낼 수 있다. 예를 들어, AP와 같은 디바이스가 CSI 피드백(408)을 수신하면, 디바이스는 CSI 피드백(408)의 길이를 결정할 수 있다. 길이는 CSI 피드백 필드(1112)가 포함되는지 여부를 결정하는데 이용될 수 있고, CSI 피드백이 생략되지 않으면 어떠한 SF도 송신되지 않을 것으로 결정될 수 있다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백 제어 필드(1110)의 표시자는, SF가 송신되고 있지 않은 이유를 나타낼 수 있다.
- [0097] 도 12a 내지 도 12e는, 사운딩 피드백, 예를 들어, CSI 피드백 제어 필드(1110)에 대한 제어 필드의 양상을 도시한다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백 제어 필드(1110)는 VHT(very high throughput) MIMO 제어 필드를 포함한다.
- [0098] 도 12a에 도시된 양상에서, CSI 피드백 제어 필드(1110a)는 Nc 서브-필드(1202), Nr 서브-필드(1204), 대역폭 서브-필드(1206), Ng 서브-필드(1212), 코드북 서브-필드(1214), 계수 서브-필드(1216), 나머지 세그먼트들 서브-필드(1222), 시퀀스 서브-필드(1224), MU/SU 서브-필드(1232), CSI 널 서브-필드(1234), NDPA/NDP 미수신 서브-필드(1236) 및 차 CSI 서브-필드(1238) 중 하나 또는 그 초과를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백 제어 필드(1110a)는, 임의의 다양한 목적들로 이용될 수 있는 서브-필드들(1202-1238)에 할당되는 비트들에 부가하여, 비트들을 포함하는 예비된 서브-필드(1242)를 더 포함한다. 몇몇 양상들에서, 서브-필드들(1202-1242)은 도 12에 도시된 순서와는 상이한 순서로 배열된다.
- [0099] 도시된 양상에서, Nc 서브-필드(1202)는 적어도 3 비트를 포함한다. Nc 서브-필드(1202)는 앞서 논의된 행렬의 다수의 열(column)들을 나타낼 수 있고, 이는 STA에 대한 CSI를 표현한다. 3 비트를 이용하는 것은 적어도 5개의 안테나들에 대한 정보를 제공한다. 몇몇 양상들에서, 3 비트는 8개의 안테나들에 대한 정보를 제공한다.
- [0100] 도시된 양상에서, Nr 서브-필드(1204)는 적어도 3 비트를 포함한다. Nr 서브-필드(1204)는 앞서 논의된 행렬의 다수의 행(row)들을 나타낼 수 있다. 3 비트를 이용하는 것은 적어도 5개의 안테나들에 대한 정보를 제공한다. 몇몇 양상들에서, 3 비트는 8개의 안테나들에 대한 정보를 제공한다.
- [0101] 몇몇 양상들에서, STA 정보(612)의 Nss 서브-필드(704)로부터의 정보는 Nc 및 Nr을 결정하는데 이용된다. 일 양상에서, STA는 Nss 필드(704)에 의해 표시된 것과 정확하게 동일한 수의 공간 스트림들(예를 들어, 고유 모드들)을 이용하여, 예를 들어, 사운딩 리포트 또는 CSI 피드백 필드(1112)에서 SF를 전송한다. 이것은 Nc 및 Nr에 반영될 수 있다. 정확하게 동일한 수의 공간 스트림들을 이용하는 것은 SF 오버헤드를 감소시킬 수 있는데,

이것은 SF 사이즈가, 요구되는 것으로 AP가 결정한 것보다 더 크지 않을 것이기 때문이다. 이 방식으로, AP에 의해 요청된 것보다 더 많은 피드백을 전송함으로써 자원들은 낭비되지 않을 것이다. 다른 양상들에서, AP에 의해 요청되는 것보다 더 많거나 더 적은 수의 공간 스트림들이 STA에 의해 이용될 수 있다.

- [0102] 도 12a에 도시된 양상에서, 대역폭 서브-필드(1206)는 적어도 2 비트를 포함한다. 대역폭 서브-필드(1206)는 CSI 피드백의 대역폭을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 4개의 상이한 값들(예를 들어, 0, 1, 2 및 3)을 표현하기 위해 2 비트가 이용될 수 있고, 이들 각각은 하기 주파수들: 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz 및 160 MHz 중 하나에 대응할 수 있다.
- [0103] 도 12a에 도시된 양상에서, Ng 서브-필드(1212)는 적어도 3 비트를 포함한다. Ng 서브-필드(1212)는, STA가 CSI 피드백을 생성한 톤들의 그룹을 나타낼 수 있다. 이 3개의 비트를 이용하면, 8개의 상이한 톤 그룹 옵션들이 식별될 수 있다. 예를 들어, 대역 엣지/DC 톤들을 포함하는 옵션들이 식별될 수 있다. 몇몇 양상들에서, Ng 서브-필드(1212)는 적어도 2 비트를 포함한다.
- [0104] 몇몇 양상들에서, CSI 피드백은 STA에 의해 이용되고 있는 각각의 톤에 대해 생성된다. 일례로서, CSI 피드백의 대역폭이 160 MHz인 경우, 최대 468개의 톤들이 존재할 수 있다. 그러나, 톤들 중 일부는, 그룹 내의 톤들 모두에 대해 동시에 정보가 리포트되도록 함께 그룹화될 수 있다. Ng 서브-필드(1212)는 톤들이 어떻게 그룹화되어 있는지 및 얼마나 많은 톤들이 그룹에 있는지를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 3-4개의 톤들이 함께 그룹화될 수 있고, 이 톤들에 대한 정보는 CSI 피드백을 생성하도록 평균화된다.
- [0105] 일 양상에서, STA는, STA 정보(612)의 Ng 필드(706)에 의해 표시되는 톤 그룹들보다 크지 않은 톤 그룹들로 CSI 피드백을 전송한다. 그러나, 몇몇 양상들에서, STA는 Ng 필드(706)에 의해 표시되는 것보다 더 작은 값의 Ng를 이용할 수 있다. Ng 필드(706)에 의해 표시되는 것보다 크지 않은 그룹들을 이용하는 것은, MU 이득들이 축소될 가능성을 감소시킬 것이다. 이 감소는, 이용되는 MU/SU 송신에 기초하여 AP가 Ng 필드(706)에서 표시된 Ng를 판정하는 것에 기인할 수 있다. 다른 양상들에서, STA는, Ng 필드(706)에 의해 표시되는 톤 그룹들보다 큰 톤 그룹들을 이용할 수 있다.
- [0106] 도 12a에 도시된 양상에서, 코드북 서브-필드(1214)는 적어도 3 비트를 포함한다. 코드북 서브-필드(1214)는, CSI 값들이 어떻게 양자화되는지 나타내는 테이블에 AP가 인덱싱하는데 이용할 수 있는 정보를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, STA는 적어도, STA 정보(612)의 코드북 필드(714)에 의해 표시되는 것만큼 많은 비트들을 이용하여 값들을 양자화한다. 적어도, 코드북 필드(714)에 의해 표시되는 것만큼 많은 비트들을 이용하는 것은, MU 이득들이 축소될 가능성을 감소시킬 것이다. 이 감소는, AP가 MU 또는 SU 프로토콜에서 SF를 이용하려 시도하는지 여부에 기초하여, 요청된 양자화를 판정하는 것에 기인할 수 있다. 다른 양상들에서, STA는 코드북 필드(714)에 의해 표시된 것보다 더 적은 비트를 이용할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 코드북 서브-필드(1214)는 하나 또는 그 초과 비트를 포함한다.
- [0107] 도시된 양상에서, 계수 서브-필드(1216)는 적어도 3 비트를 포함한다. 계수 서브-필드(914 1216)는 계수 사이즈를 나타낼 수 있고, 이것은, 앞서 설명된 행렬의 엔트리들에 대해 STA에 의해 이용된 양자화에 대응할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 계수 서브-필드(1216)는 하나 또는 그 초과 비트를 포함한다. 몇몇 양상들에서, 계수 서브-필드(1216)는 생략된다. 예를 들어, SF는 압축된 피드백으로서 포맷팅될 수 있고, 이 경우 계수 사이즈는 포함되지 않을 수 있다.
- [0108] 몇몇 양상들에서, STA는 적어도, STA 정보(612)의 계수 필드(712)에 의해 표시되는 것만큼 많은 비트를 이용하여 행렬의 엔트리들을 양자화한다. 적어도 계수 필드(712)에 의해 표시되는 것만큼 많은 비트를 이용하는 것은 MU 이득들이 축소될 가능성을 감소시킬 것이다. 이 감소는, AP가 MU 또는 SU에 대해 SF를 이용하려 시도하는지 여부에 기초하여, 요청된 양자화를 판정하는 것에 기인할 수 있다. 다른 양상들에서, STA는 계수 필드(712)에 의해 표시된 것보다 더 적은 비트를 이용할 수 있다.
- [0109] 도시된 양상에서, 나머지 세그먼트들 서브-필드(1222)는 적어도 5 비트를 포함할 수 있다. 나머지 세그먼트 서브-필드(1222)는, 앞서 논의된 바와 같이, STA에 대한 CSI 피드백에 관해 이제 송신될 다수의 세그먼트들을 표시할 수 있다.
- [0110] 예를 들어, CSI 피드백에 대한 바이트들의 수는 클 수 있다. 예를 들어, 8x3 80MHz 미압축 대역폭의 경우, CSI 피드백에 대한 바이트들의 수는 12K와 대략 동일할 수 있다. 큰 CSI 피드백은 MAC 프로토콜 데이터 유닛(MPDU) 사이즈 제한들에 기인하여 하나의 MPDU에 적합하지 않을 수 있다. 대략 8K인 MPDU의 최대 사이즈가 애그리게이션된 MPDU(A-MPDU) 디리미터(delimiter) 표시로부터 획득될 수 있다. 게다가, MPDU 사이즈 능력은 협상된 이후

훨씬 더 작을 수 있다.

- [0111] CSI 피드백은 다수의 MPDU들로 세그먼트화될 수 있다. 예를 들어, CSI 피드백의 세그먼트들은 A-MPDU의 다수의 MPDU들 내에서 송신될 수 있다. 따라서, 나머지 세그먼트들 서브-필드(1222)는, 현재의 MPDU 이후 송신될 나머지 SF 또는 CSI 피드백의 나머지 세그먼트들의 수를 나타낼 수 있다.
- [0112] 도 12a에 도시된 양상에서, 시퀀스 서브-필드(1224)는 최대 8 비트를 포함할 수 있다. 시퀀스 서브-필드(924)는, STA에 의해 송신되는 CSI 피드백의 모든 세그먼트들 사이에서 공통되는 시퀀스 번호를 나타내는 정보를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 시퀀스 필드(1224)에 의해 표시되는 시퀀스 번호는, 선행하는 NDPA 프레임의 시퀀스 번호로부터, 예를 들어, CSI 시퀀스 필드로부터 카피되거나 그와 동일하다.
- [0113] 도시된 양상에서, CSI 피드백 제어 필드(1110a)는, MU 또는 SU에 대해 연관된 CSI 피드백이 컴퓨팅되었는지 여부를 나타내기 위한 MU/SU 서브-필드(1232)를 포함한다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백은 예를 들어, 도 7b 또는 도 8에 도시된 바와 같이, NDPA 프레임의 MU/SU 필드에 따라 결정된다. 다른 양상들에서, STA는 SU 또는 MU에 대한 CSI를 컴퓨팅할지 여부를 결정한다. 몇몇 양상들에서, SU에 대해 계산된 피드백은 더 적은 분해능(resolution)으로 결정될 수 있다. 따라서, MU 피드백 대신에 SU 피드백을 결정하는 것은 STA에서의 프로세싱 복잡도를 감소시킬 수 있거나, 피드백을 전송하는데 이용되는 네트워크 자원들의 양을 감소시킬 수 있다. 도시된 양상에서, MU/SU 필드는 적어도 1 비트를 포함한다.
- [0114] 도시된 양상에서, CSI 널 서브-필드(1234)는 적어도 1 비트를 포함한다. CSI 널 서브-필드(1234)는 STA에 의해 CSI가 송신될지 여부를 나타내기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, CSI 널 서브-필드(1234)는, 어떠한 CSI도 송신되지 않을 것이면 0의 값으로 설정될 수 있고, CSI가 송신될 것이면 1의 값으로 설정될 수 있다. 다른 양상들에서, 이 값들은 반전될 수 있다. 몇몇 양상들에서, CSI 널 서브-필드(1234)는 생략될 수 있고, CSI가 송신되고 있는지 여부를 결정하기 위해 CSI 피드백(408)의 길이가 이용된다. 이러한 양상들에서, CSI가 송신되고 있지 않은 것으로 결정되면, CSI 피드백 제어 필드(1110a)는, 송신 제한이 초과될 것이기 때문에 CSI가 송신되고 있지 않은지 여부를 나타내는 표시자를 포함할 수 있다. 예를 들어, CSI 피드백 제어 필드(1110a)는, CSI의 송신이 PPDU 또는 TXOP 제한을 초과할지 여부를 나타내는 1 비트 필드를 포함할 수 있다. PPDU 또는 TXOP 제한을 초과하는 것은, 예를 들어, CSI를 포함하는 프레임이 송신하기에 너무 클 경우 발생할 수 있다.
- [0115] 도시된 양상에서, NDPA/NDP 미수신 서브-필드(1236)는 적어도 1 비트를 포함한다. CSI 널 서브-필드(1236)가, CSI가 송신되지 않을 것을 나타내는 경우, CSI가 송신되지 않게 하는 조건을 나타내기 위해 NDPA/NDP 미수신 서브-필드(1236)가 이용될 수 있다. 일 양상에서, NDPA/NDP 미수신 서브-필드(1236)의 0의 값은 대응하는 NDPA 프레임이 수신되지 않은 것을 나타내는 한편, NDPA/NDP 미수신 서브-필드(1236)의 1의 값은 대응하는 NDP 프레임이 수신되지 않은 것을 나타낸다.
- [0116] 다른 양상에서, 시퀀스 필드(1224)의 식별자에 대응하는 NDPA 또는 NDP가 수신되지 않은 것을 표시하기 위해 NDPA/NDP 미수신 서브-필드(1236)의 단일 값이 이용된다. 예를 들어, 0의 값은 이 조건을 나타내기 위해 이용될 수 있다. 이 예에서는 1인 다른 값은, 현재의 CSI가 이전에 송신된 CSI의 임계치 내에 있기 때문에 어떠한 CSI도 송신되고 있지 않은 것을 나타내기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, NDPA의 마지막 SF 저장 필드가, STA에 의해 송신된 마지막 SF가 저장된 것을 나타내는 경우, 현재의 SF가 저장된 SF와 실질적으로 유사하면, STA는 현재의 SF를 전송하는 것을 억제할 수 있다. 이 상황에서, NDPA/NDP 미수신 서브-필드(1236)는, 채널이 추가적 SF의 송신을 보장하기에 충분할만큼 변하지 않은 것을 나타내기 위한 값으로 설정될 수 있다.
- [0117] 도시된 양상에서, 차 CSI 서브-필드(1238)는 적어도 1 비트를 포함한다. CSI 널 서브-필드(1234)가, CSI가 송신되고 있는 것을 나타내는 경우, 완전한 CSI가 송신되고 있는지 여부 또는 차를 표현하는 정보가 송신되고 있는지 여부를 나타내기 위해, 차 CSI 서브-필드가 이용될 수 있다. 예를 들어, 차 CSI 서브-필드(1238)의 0의 값은, 완전한 CSI 정보가 송신되고 있는 것을 나타낼 수 있다. 그러나, CSI 서브-필드(1238)에서 1의 값은, 이전에 송신된 CSI와 현재 CSI의 차를 표현하는 정보가 송신되고 있는 것을 나타낼 수 있다. 예를 들어, NDPA의 마지막 SF 저장 필드가, STA의 마지막 SF가 AP에 저장된 것을 나타내는 경우, STA는 현재 SF와 저장된 SF 사이의 차를 계산 및 송신할 수 있고, 차 CSI 서브-필드(1238)를 이용하여 이 동작들을 AP에 나타낼 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이, 몇몇 양상들에서 차는 더 적은 비트들을 이용하여 표현될 수 있고, 따라서 오버헤드를 감소시킬 수 있다.
- [0118] CSI 피드백 제어 필드(1110a)를 수신하는 AP는 여기서의 정보를 이용하여 CSI를 결정할 수 있다. CSI 널 서브-필드(1234)에 의해 표시되는, STA에 의해 CSI가 송신되지 않는 양상들과 같은 몇몇 양상들에서, AP는 이전에 수

신된 또는 저장된 CSI를 이용할 수 있다. 다른 양상들에서, CSI는 AP로부터 완전한 CSI를 수신할 수 있거나, 또는 차를 표현하는 데이터를 수신할 수 있고, 그 후, 예를 들어, 차 CSI 서브-필드(1238)에 의해 표시되는 바와 같이, 차 또는 이전에 저장된 CSI로부터 현재 CSI를 계산할 수 있다.

[0119] 몇몇 양상들에서, AP는 CSI 피드백 제어 필드(1110a)의 정보에 기초하여 STA에 정보를 전송하기 위한 파라미터들을 조정할 수 있다. 예를 들어, NDPA/NDP 미수신 서브-필드(1236)가, 이전에 송신된 NDPA 또는 NDP가 수신되지 않은 것을 나타내면, AP는 NDPA 또는 NP를 다시 송신할 수 있거나, 또는 장래의 NDPA들 및/또는 NDP들을 전송하는데 이용되는 PHY 레이트와 같은 레이트를 감소시킬 수 있다. NDPA/NDP 미수신 서브-필드(1236)가, 이전에 송신된 NDPA 및 NDP가 수신된 것을 나타내면, AP는 레이트를 증가시킬 수 있거나 또는 변조 방식과 같은 다른 파라미터를 조정할 수 있다. 추가로, CSI 피드백 제어 필드(1110a)가, 채널이 변하지 않았거나 아주 조금 변한 것을 나타내면, 예를 들어, NDPA/NDP 미수신 서브-필드(1236) 및/또는 차 CSI 서브-필드(1238)를 이용하여, AP는 자신이 STA로부터 CSI를 요청하는 빈도를 감소시킬 수 있다. 유사하게, AP가 완전한 CSI를 항상 수신하거나 채널이 빠르게 변하고 있는 것으로 간주되면, AP는 자신이 STA로부터 CSI를 요청하는 빈도를 증가시킬 수 있다.

[0120] 몇몇 양상들에서, CSI 피드백 제어 필드(1110)로부터 필드들(1202-1242) 중 하나 또는 그 초과가 생략된다. 추가로, 추가적인 필드들이 CSI 피드백 제어 필드(1110)에 포함될 수 있다. 몇몇 양상들에서, STA 정보(612)의 비트들 중 일부는 다른 이용 또는 장래의 이용을 위해 예비된다. 예를 들어, 도 12b에 도시된 CSI 피드백 제어 필드(1110b)는, Nc 서브-필드(1202), Nr 서브-필드(1204), 대역폭 서브-필드(206), 나머지 세그먼트들 서브-필드(1222), 시퀀스 번호 서브-필드(1224) 및 선택적으로 MU/SU 서브-필드(1232)를 포함하는 양상을 도시한다. 또한, CSI 피드백 제어 필드(1110b)는 SF 널 서브-필드(1252) 및 이전 SF 이용 서브-필드(1254)를 포함한다.

[0121] 도시된 양상에서, SF 널 서브-필드(1252)는 적어도 1 비트를 포함한다. SF 널 서브-필드(1252)는 STA에 의해 SF가 송신되고 있는지 여부를 나타낼 수 있다. 몇몇 양상들에서, SF 널 서브-필드는 CSI 널 서브-필드(1234)와 유사하게 구성되고 그리고/또는 유사하게 이용된다.

[0122] 도시된 양상에서, 이전 SF 이용 서브-필드(1254)는 적어도 1 비트를 포함한다. 이전 SF 이용 서브-필드(1254)는 AP에서 이전에 저장된 SF가 이용되어야 하는지 여부를 나타낼 수 있다. 예를 들어, NDPA의 이전 SF 저장 필드가, 이전에 송신된 SF가 AP에 저장된 것을 나타내는 경우, 이전 SF 이용 서브-필드(1254)는, 저장된 SF가 현재의 SF로서 이용되어야 하는 것을 나타내기 위해, 또는 STA에 의해 송신되고 있는 차 데이터와 저장된 SF가 결합되어야 하는 것을 나타내기 위해 이용될 수 있다. 몇몇 양상들에서, SF 널 서브-필드(1252) 및 이전 SF 이용 서브-필드(1254)가, 어떠한 SF도 송신되고 있지 않은 것을 나타내면, AP는, 이전 NDPA 프레임 및/또는 NDP 프레임이 수신되지 않은 것으로 추론할 수 있다. 따라서, SF 널 서브-필드(1252)는, 어떠한 CSI도 송신되고 있지 않은 것을 나타낼 수 있는 한편, 이전 SF 이용 서브-필드(1254)는, 채널 정보가 누락된 것 또는 현재의 SF와 이전 SF 사이의 차가 무시가능한 것과 같은, CSI가 송신되지 않게 하는 조건을 나타낸다. SF 널 서브-필드(1252) 및 이전 SF 이용 서브-필드(1254)의 가능한 값들 중 일 양상을 요약한 표가 아래에 포함된다. 이 표는 값들이 CSI의 잠재적 송신에 어떻게 대응하는지를 나타낸다.

표 1

SF 널	이전 SF 이용	동작
0	0	정규의 SF가 송신됨
1	0	SF 널 (이용가능한 SF 없음)
0	1	차 SF가 송신됨
1	1	이전 SF 이용 (이 프레임에 SF 없음)

[0124] 도 12c에 도시된 CSI 피드백 제어 필드(1110c)는 Nc 서브-필드(1202), Nr 서브-필드(1204), 대역폭 서브-필드(1206), 나머지 세그먼트들 서브-필드(1222), Ng 서브-필드(1212), 코드북 서브-필드(1214), 계수 서브-필드(1216), 나머지 세그먼트들 서브-필드(1222), 시퀀스 번호 서브-필드(1224), 및 선택적으로 MU/SU 서브-필드(1232) 및/또는 예비된 서브-필드(1242)를 포함하는 양상을 도시한다. 이들 서브-필드들 각각은 도 12a에 대해 설명되는 것과 같이 구성될 수 있다.

[0125] 그러나, 도 12a에 도시된 CSI 피드백 제어 필드(1110a)와 대조적으로, CSI 피드백 제어 필드(1110c)는 CSI 널 서브-필드(1234)를 생략하고, 대신에 제 1 세그먼트 서브-필드(1262)를 포함한다. 도시된 양상에서, 제 1 세그먼트 서브-필드(1262)는 적어도 1 비트를 포함한다. 제 1 세그먼트 서브-필드(1262)는, 송신되고 있는 CSI 피

드백이 그 CSI의 제 1 세그먼트인지 여부를 나타내기 위해 이용될 수 있다. AP가 새로운 CSI의 CSI 세그먼트를 수신하지만, 제 1 세그먼트 서브-필드(1262)가, 그 수신된 세그먼트가 새로운 CSI의 제 1 세그먼트인 것을 나타내지 않으면, AP는, 수신된 세그먼트가 새로운 CSI의 적어도 하나의 이전에 송신된 세그먼트를 누락했다고 결정할 수 있다. CSI는 시퀀스 번호 서브-필드(1224)를 이용하여 그리고/또는 나머지 세그먼트들 서브-필드(1222)를 이용하여 새로운 것으로 식별될 수 있다. 예를 들어, 이전의 CSI 세그먼트와 연관된 나머지 세그먼트들 서브-필드(1222)가 그 세그먼트가 마지막 세그먼트인 것을 나타내면, 장래에 수신되는 임의의 CSI 세그먼트들은 새로운 CSI와 연관되는 것으로 결정될 수 있다.

[0126] 추가로, 도 12a에 도시된 NDPA/NDP 미수신 서브-필드(1236) 및 차 CSI 서브-필드(1238)는, CSI 피드백 제어 필드(1110c)의 단일의 CSI 널 및 차 서브-필드(1264)로 대체되었다. 도시된 양상에서, CSI 널 및 차 서브-필드(1264)는 적어도 2 비트를 포함한다. 이 방식으로 CSI 널 및 차 서브-필드(1264)를 구현하는 것은, CSI 피드백 제어 필드(1110a)와 동일한 수의 비트들을 이용하여 CSI 피드백 제어 필드(1110c)가 구현되도록 허용한다. CSI 널 및 차 서브-필드(1264)는, 정규의 SF가 송신되고 있는지 여부, 현재의 SF와 이전의 SF의 차가 무시가능한지 여부, 및/또는 SF가 이용가능하지 않은지 여부를 나타낼 수 있다. 일 양상에서, 대응하는 NDP 또는 NDPA 프레임이 수신되지 않았다면, SF는 이용가능하지 않을 수 있다. CSI 널 서브-필드(1234), NDPA/NDP 미수신 서브-필드(1236), 차 CSI 서브-필드(1238), SF 널 서브-필드(1252) 및 이전 SF 이용 서브-필드(1254) 중 하나 또는 그 초과에 의해 표시되는 것과 동일하거나 유사한 정보를 나타내기 위해, CSI 널 및 차 서브-필드(1264)가 이용될 수 있음을 당업자들은 인식할 것이다. CSI 널 및 차 서브-필드(1264)의 가능한 값들의 일 양상이 아래의 표에 요약된다. 이 표는 값들이 CSI의 잠재적 송신에 어떻게 대응하는지를 나타낸다.

표 2

CSI 널 및 차 서브-필드		동작
0	0	정규의 피드백
0	1	SF가 이용가능하지 않음: NDPA 또는 NDP 프레임이 수신되지 않았다면 설정될 수 있음
1	0	제로 차: NDPA 또는 NDP 프레임이 수신되었지만 어떠한 CSI도 전송될 필요가 없음을 나타냄
1	1	예비됨, 또는 CSI 피드백이 차 CSI인 것을 나타냄

[0128] 다른 값들 또는 값들의 조합들이 리스트된 동작들에 대응할 수 있음을 당업자는 인식할 것이다. 예를 들어, "0 1" 및 "1 1"과 연관된 동작들은 상기 표에서 바뀔 수 있다.

[0129] 상기 표에서, "1 1"의 값들은, 송신되고 있는 CSI 피드백이 차 CSI인 것을 나타내기 위해 이용될 수 있다. 다른 양상들에서, "1 1"의 값들은 예비될 수 있다. 몇몇 양상들에서, "1 1"의 값들은, CSI 피드백의 송신이 PPDU 또는 TXOP 제한과 같은 송신 제한을 초과할 것이기 때문에, CSI가 포함되지 않음을 나타내기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, CSI 피드백(408)과 같은 CSI 피드백의 길이가, 어떠한 SF도 송신되고 있지 않음을 나타내면, "1 1"의 값들은, 그 비송신을 초래한 조건이 PPDU 또는 TXOP 제한임을 나타낼 수 있다.

[0130] 몇몇 양상들에서, CSI 피드백(408)의 길이가, 어떠한 SF도 송신되고 있지 않음을 나타내면, 상기 논의된 표시자들 또는 서브-필드들 중 하나 또는 그 초과는, SF가 송신되지 않게 하는 조건을 나타내기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, NDPA/NDP 미수신 서브-필드(1236), 차 CSI 서브-필드(1238), 이전 SF 이용 서브-필드(1254), 및/또는 CSI 널 및 차 서브-필드(1264)는 그 조건이 무엇인지를 나타낼 수 있다. 다른 양상들에서, 조건을 나타내기 위해 새로운 필드가 정의될 수 있다. 또 다른 양상들에서, CSI가 송신되고 있는 경우 다른 목적을 위해 이용될 하나 또는 그 초과 비트들이 이 표시를 제공하기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, CSI 피드백(408)의 길이가, SF가 송신되고 있지 않은 것을 나타내면, 나머지 세그먼트들 필드(1222)의 비트들 중 하나 또는 그 초과는 그 조건을 나타내기 위해 이용될 수 있다.

[0131] 도 12d에 도시된 CSI 피드백 제어 필드(1110d)는, Nc 서브-필드(1202), Nr 서브-필드(1204), 대역폭 서브-필드(1206), Ng 서브-필드(1212), 코드북 서브-필드(1214), 시퀀스 번호 서브-필드(1224) 및 MU/SU 서브-필드(1232)를 포함하는 양상을 도시한다. 그러나, 도시된 양상에서, 대역폭 서브-필드(1206)는 채널 폭 서브-필드로서 도시된다. 추가로, Ng 서브-필드(1212)는 그룹화 서브-필드로서 도시된다. 추가적으로, MU/SU 서브-필드(1232)는 피드백 타입 서브-필드로서 도시되고, 시퀀스 번호 서브-필드(1224)는 사운딩 시퀀스 서브-필드로서 도시된다. 이 서브-필드들 각각은 도 12a에 대해 설명된 것과 같이 구성될 수 있다.

- [0132] CSI 피드백 제어 필드(1110d)는 예비된 서브-필드(1242)를 더 포함한다. 도 12d에 도시된 양상에서, 예비된 서브-필드(1242)는 CSI가 송신될지 여부를 나타내기 위해 이용될 수 있다. 따라서, 예비된 서브-필드(1242)는, CSI 피드백(408)의 프레임이 널 피드백 프레임인 것, 예를 들어, CSI 피드백 필드(1112)로부터 정보를 생략하는 것 또는 CSI 피드백 필드(1112)를 완전히 생략하는 것을 나타낼 수 있다. 따라서, 예비된 서브-필드(1242)는 앞서 논의된 CSI 널 서브-필드(1234)와 유사한 정보를 나타내기 위해 몇몇 양상들에서 이용될 수 있다.
- [0133] 도 12d에 도시된 양상에서, 예비된 서브-필드(1242)는 그 대신에 또는 추가적으로, 송신되고 있는 CSI 피드백이 그 CSI의 제 1 세그먼트인지 여부를 나타내기 위해 이용될 수 있다. 따라서, 예비된 서브-필드(1242)는 앞서 논의된 제 1 세그먼트 서브-필드(1262)와 유사한 정보를 나타내기 위해 몇몇 양상들에서 이용될 수 있다.
- [0134] 도 12d에 도시된 양상에서, 예비된 서브-필드(1242)는 그 대신에 또는 추가적으로, 현재의 MPDU 이후 송신될 나머지 SF 또는 CSI 피드백의 나머지 세그먼트들의 수를 표시하기 위해 이용될 수 있다. 따라서, 예비된 서브-필드(1242)는 앞서 논의된 나머지 세그먼트들 서브-필드(1222)와 유사한 정보를 나타내기 위해 몇몇 양상들에서 이용될 수 있다. 따라서, 예비된 서브-필드(1242)는, 복수의 피드백 세그먼트들 중 어느 피드백 세그먼트가 제 1 세그먼트인지 및 피드백의 얼마나 많은 세그먼트들이 누락되었는지를 나타낼 수 있다. 제 1 세그먼트 및 나머지 세그먼트들을 나타내는 것은 얼마나 많은 세그먼트들이 예상되는지 및 세그먼트들이 모두 수신되었는지 여부를 AP와 같은 수신기에 통보할 수 있다.
- [0135] 도 12d에 도시된 양상에서, 예비된 서브-필드(1242)는 4 비트를 포함하는 것으로 도시된다. 일 양상에서, 4 비트 중 하나는 송신되고 있는 피드백의 세그먼트가 제 1 세그먼트인지 여부를 나타내기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, "1"의 비트 값은 세그먼트가 제 1 세그먼트임을 나타내기 위해 이용될 수 있고, "0"의 비트 값은 세그먼트가 제 1 세그먼트가 아님을 나타낼 수 있다. 몇몇 양상들에서, B15는 1 비트로서 이용된다.
- [0136] 이러한 양상들에서, 예비된 서브-필드(1242)의 나머지 비트들 중 하나 또는 그 초과, 송신될 나머지 세그먼트들의 수를 나타내기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, 송신되고 있는 세그먼트가 제 1 세그먼트인지 여부를 나타내기 위해 비트 B15가 이용되면, 비트들 B12-B14는 나머지 세그먼트들의 수를 나타내기 위해 이용될 수 있다. "111"의 값은 7개의 세그먼트들이 남은 것을 나타낼 수 있고, "110"의 값은 6개의 세그먼트들이 남은 것을 나타낼 수 있는 식이다. 단일 세그먼트가 송신되고 있으면, 제 1 세그먼트 비트는 "1"로 설정될 수 있고, 나머지 세그먼트들 비트 모두는 "0"으로 설정된다. B12-B14가 나머지 세그먼트들의 수를 나타내고, B15가, 세그먼트가 제 1 세그먼트인지 여부를 나타내면, 그에 따라, 예비된 서브-필드(1242)는, 피드백의 단일 세그먼트가 송신되고 있음을 나타내기 위해 "0001"의 값을 가질 수 있다.
- [0137] 몇몇 양상들에서, 피드백은 8개 이하의 세그먼트들로 분할될 수 있다. 이 양상들에서, 최대 7개의 세그먼트들이 남을 수 있다. 그러나, 송신되고 있는 세그먼트가 제 1 세그먼트인 경우에만 7개의 세그먼트들이 남을 수 있다. 따라서, 제 1 세그먼트가 아닌 세그먼트가, 7개의 세그먼트들이 남은 것을 표시하는 어떠한 경우도 존재하지 않을 것이다. 이러한 양상들에서, 제 1 세그먼트 비트는 "0"으로 설정될 수 있고, 나머지 세그먼트들의 비트들 모두는 CSI가 송신되고 있지 않음을 나타내기 위해 "1"로 설정된다. B12-B14가 나머지 세그먼트들의 수를 나타내고, B15가, 그 세그먼트가 제 1 세그먼트인지 여부를 나타내면, 그에 따라, 예비된 서브-필드(1242)는 널 피드백 프레임이 송신되고 있음을 나타내기 위해 "1110"의 값을 가질 수 있다. 따라서, 최대 수의 나머지 세그먼트들이 이제 송신되어야 한다는 표시와 결합하여, 제 1 세그먼트가 송신되고 있지 않다는 표시는, 어떠한 CSI도 송신되고 있지 않음을 AP와 같은 수신기에 통보할 수 있다.
- [0138] 몇몇 양상들에서, 예비된 서브-필드(1242)가, 어떠한 CSI도 송신되고 있지 않음을 나타내면, 예비된 서브-필드(1242)에 선행하는 비트들 모두는 예비된 비트들로서 이용될 수 있다. 따라서, 널 피드백 프레임이 송신되면, 비트들 B0-B11이 예비될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 이 비트들 중 하나 또는 그 초과, CSI가 송신되지 않게 하는 조건을 나타내기 위해 이용될 수 있다.
- [0139] 예를 들어, 비트들 B10-B11은 피드백이 누락되는 원인에 대해 이용될 수 있다. 이 원인은, 다른 원인들 중, 사운딩 정보의 수신, 송신 제한 또는 계산된 CSI와 관련될 수 있다. 몇몇 양상들에서, B10-B11은, 사운딩 정보가 누락되면, 예를 들어, NDPA 또는 NDP 프레임이 수신되지 않거나 부정확하게 수신되면, "00"의 값으로 설정된다. 몇몇 양상들에서, B10-B11은, TXOP 제한에 기인하여 피드백이 전송될 수 없으면 "01"의 값으로 설정된다. 몇몇 양상들에서, B10-B11은, PPDU 제한에 기인하여 피드백이 전송될 수 없으면 "10"의 값으로 설정된다. 몇몇 양상들에서, B10-B11은, 이전에 송신된 채널 상태 정보가 현재의 채널 상태 정보와 실질적으로 유사하면 "11"의 값으로 설정된다. 몇몇 양상들에서, "11"의 값은 B10-B11에 대해 예비된다.

[0140] 도 12d에 도시된 양상에서, 계수 사이즈 서브-필드는 생략된다. 추가로, MU/SU 서브-필드(1232)는 임의의 나머지 세그먼트들, 제 1 세그먼트 및 널 피드백 정보 또는 표시자들 전에 배치된다. 추가적으로, 시퀀스 번호 서브-필드(1224)는 이러한 정보 또는 표시자들 후에 배치되고, 따라서, 예비된 필드(1242) 후에 배치된다.

[0141] 도 12e는, 예비된 서브-필드(1242)가 나머지 세그먼트들 서브-필드(1272) 및 제 1 세그먼트 서브-필드(1274)로 분할되는 것을 나타내는 CSI 피드백 제어 필드(1110e)의 양상을 도시한다. 도시된 양상에서, 나머지 세그먼트들 서브-필드(1272)는 필드(1110e)의 비트들 B12-B14를 포함하고, 제 1 세그먼트 서브-필드(1274)는 필드(1110e)의 비트 B15를 포함한다. 나머지 세그먼트들 서브-필드(1272)는, 앞서 논의된 나머지 세그먼트들 서브-필드(1222)와 유사한 정보를 전달하기 위해 이용되거나 유사하게 구성될 수 있다. 제 1 세그먼트 서브-필드(1274)는, 앞서 논의된 제 1 세그먼트 서브-필드(1262)와 유사한 정보를 전달하기 위해 이용되거나 유사하게 구성될 수 있다. 함께 고려되는 경우, 나머지 세그먼트들 서브-필드(1272) 및 제 1 세그먼트 서브-필드(1274)는, 앞서 논의된 CSI 널 서브-필드(1234) 및/또는 SF 널 서브-필드(1252)와 유사한 정보를 전달하도록 이용될 수 있다.

[0142] 나머지 세그먼트들 서브-필드(1272) 및 제 1 세그먼트 서브-필드(1274)는, CSI 피드백에 대한 정보를 나타내기 위해, 각각 B12-B14 및 B15에 대해 앞서 설명된 것과 같은 다양한 값들로 설정될 수 있다. 이 서브-필드들 뿐만 아니라 필드(1110e)의 나머지 서브-필드들(1202-1232)의 예시적인 값들이 아래의 표에 나열된다. 아래의 값들은 오직 예시적이며, 제한적인 것으로 의도되지 않는다. 다른 값들이 이용될 수 있거나 또는 예시된 값들에 의해 다른 정보가 표시될 수 있음을 당업자는 인식할 것이다.

표 3

서브-필드	표시된 정보의 값들 및 설명
Nc 인덱스	행렬의 열들의 수 - 1을 나타냄 Nc=1의 경우 0으로 설정함 Nc=2의 경우 1로 설정함 ... Nc=8의 경우 7로 설정함
Nr 인덱스	행렬의 행들의 수 - 1을 나타냄 Nr=1의 경우 0으로 설정함 Nr=2의 경우 1로 설정함 ... Nr=8의 경우 7로 설정함
채널 폭	측정이 행해진 채널의 폭을 나타냄: 20 MHz의 경우 0으로 설정함 40 MHz의 경우 1로 설정함 80 MHz의 경우 2로 설정함 160 MHz 또는 80+80 MHz의 경우 3으로 설정함
그룹화	하나로 그룹화된 캐리어들의 수: Ng=1(그룹화 없음)의 경우 0으로 설정함 Ng=2의 경우 1로 설정함 Ng=3의 경우 2로 설정함 값 3은 예비됨
피드백 타입	피드백 리포트가 SU-BF에 대한 것이면 0으로 설정함. 0으로 설정되면, 피드백 리포트 프레임은 MU 배제 빔형성 리포트 필드를 포함하지 않을 것이다. 피드백 리포트가 MU-BF에 대한 것이면 1로 설정함. 1로 설정되면, 피드백 리포트 프레임은 MU 배제 빔형성 리포트 필드를 포함할 것이다.
코드북 정보	코드북 엔트리들의 사이즈를 나타냄: 피드백 타입이 0으로 설정되면 (SU-BF) ψ에 대한 2비트의 경우, φ에 대한 4비트의 경우 0으로 설정함 ψ에 대한 4비트의 경우, φ에 대한 6비트의 경우 1로 설정함 피드백 타입이 1로 설정되면 (MU-BF) ψ에 대한 5비트의 경우, φ에 대한 7비트의 경우 0으로 설정함 ψ에 대한 7비트의 경우, φ에 대한 9비트의 경우 1로 설정함

나머지 세그먼트들	연관된 측정 리포트에 대한 나머지 세그먼트 번호를 포함함. 유효 범위: 0 내지 7. 세그먼트화된 리포트의 마지막 세그먼트 또는 세그먼트화되지 않은 리포트의 유일한 세그먼트에 대해 0으로 설정함. 제 1 세그먼트가 0으로 설정된 경우, 7과 동일한 나머지 세그먼트들은 프레임이 널 피드백 프레임인 것으로 나타냄, 예를 들어, BHT 압축 빔형성 리포트 및 MU 배제 빔형성 리포트 필드들이 존재하지 않음.
제 1 세그먼트	세그먼트가 제 1 세그먼트이면 1로 설정함. 세그먼트가 유일한 세그먼트이면 0으로 설정함.
사운딩 시퀀스	피드백을 요청하는 NDPA로부터의 시퀀스 번호

- [0144] 도 13은 시스템(1000) 내에서의 이용을 위한 액세스 포인트(AP)(1300)의 양상을 도시한다. AP(1300)는 도 1 또는 도 2에 도시된 AP(110)를 포함할 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이, AP(1300)는 무선 디바이스, 예를 들어, 도 3에 도시된 무선 디바이스(302)로서 구현될 수 있다. AP(1300)는 도 4 내지 도 12에 대해 앞서 설명된 것과 같은 사용자 단말 또는 STA와 통신하기 위해 이용될 수 있다.
- [0145] AP(1300)는, NDPA 프레임, 예를 들어, NDPA 프레임(402 또는 422)과 같은 NDPA 프레임을 생성하기 위한 NDPA 모듈(1302)을 포함할 수 있다. NDPA 프레임을 생성할 때, NDPA 모듈(1202)은, 이전의 NDPA 프레임에 응답하여 또는 폴링 메시지에 응답하여 SF가 STA로부터 수신되었는지 여부를 결정할 수 있다. SF는 예를 들어, 수신 모듈(1204)에 의해 수신될 수 있고, NDPA 프레임은 송신 모듈(1206)에 의해 송신되었을 수 있다. 폴링 메시지는 폴링 모듈(1208)에 의해 생성될 수 있다. 이 결정의 결과는, NDPA 프레임에, 예를 들어, 앞서 논의된 바와 같은 마지막 SF 수신 필드에 포함될 수 있다.
- [0146] NDPA 모듈(1302)은, 폴링 모듈(1308)에 의해 폴링된 마지막 SF가 저장되었는지 여부, 예를 들어, 메모리(1312)에 저장되었는지 여부를 추가로 결정할 수 있다. 이 결정의 결과는 NDPA 프레임에, 예를 들어, 앞서 논의된 바와 같은 마지막 SF 저장 필드 또는 이전 SF 저장 필드에 포함될 수 있다.
- [0147] 몇몇 양상들에서, NDPA 모듈(1302)은 예를 들어, 도 9a 또는 도 9b에 도시된 바와 같이, NDPA 프레임을 제어 랩퍼에 랩핑하도록 구성된다. 이 양상들에서, NDPA 모듈(1302)은, STA가 요청된 CSI를 전송하기 위한 MCS 및/또는 HT-제어 필드를 결정하도록 구성될 수 있다. NDPA 모듈(1302)은 또한, STA가 그 요청된 CSI를 전송하기 위해 이용해야 하는 레이트를 결정할 수 있다. 이 결정의 결과는 랩핑된 NDPA 프레임에 포함될 수 있다.
- [0148] NDPA 모듈(1202)은, CSI 피드백 정보가 요청되고 있는 하나 또는 그 초과와 STA들을 결정하도록 구성될 수 있다. 이 STA들을 식별하는 정보는 도 6a 내지 도 6c에 대해 앞서 설명된 것과 같이 STA 정보 필드에 포함될 수 있다.
- [0149] NDPA 모듈(1302)은 CSI 피드백을 리포팅하기 위해 STA들 각각이 이용할 파라미터들을 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, NDPA 모듈(1202)은, 각각의 STA 또는 STA들 모두가 SU 또는 MU에 대한 CSI를 집합적으로 컴퓨팅해야 하는지 여부를 결정할 수 있다. NDPA 모듈(1302)은, 도 7과 관련하여 앞서 설명된 바와 같이, STA들에서 컴퓨팅될 CSI 피드백의 다수의 공간 채널들 또는 스트림들(예를 들어, 고유 모드들), STA들이 CSI 피드백을 생성할 톤들의 그룹, CSI 피드백의 행렬 엔트리들에 대해 STA들에 의해 이용되는 양자화에 대응하는 계수 사이즈, 및/또는 STA들이 CSI 피드백을 위해 이용해야 하는 앵글들에 대한 양자화를 나타내는 코드북 정보를 결정하도록 추가로 구성될 수 있다. 몇몇 양상들에서, NDPA 모듈(1302)은, CSI 피드백이 MU 또는 SU에 대해 이용될지 여부에 기초하여 상기 파라미터들 중 하나 또는 그 초과를 결정하도록 구성된다.
- [0150] 몇몇 양상들에서, NDPA 모듈(1302)은, 앞서 논의된 바와 같이, 예를 들어 CSI 피드백에서 표시된 변하는 채널 조건들 또는 CSI에 적어도 부분적으로 기초하여, NDPA 프레임들을 전송하기 위한 빈도를 결정하도록 구성된다. NDPA 모듈(1302)은 NDPA 프레임(422)에 대해 앞서 설명된 임의의 다른 정보를 생성 또는 결정하도록 추가로 구성될 수 있다. 몇몇 양상들에서, NDPA 모듈(1302)의 기능은 적어도 도 2에 도시된 제어기(230)를 이용하여 구현된다.
- [0151] 수신 모듈(1304)은, 제어 정보, CSI 피드백, 및/또는 어떠한 CSI 피드백도 STA로부터 송신되지 않을 것을 나타내는 통신들과 같은 STA로부터의 다른 통신들을 수신하기 위해 이용될 수 있다. 수신된 데이터는 수신 모듈(1304) 또는 다른 모듈에 의해 복조되거나, 하향변환되거나 그렇지 않으면 프로세싱될 수 있다. 수신 모듈(1304)은 예를 들어, 도 3에 도시된 수신기(312)와 같은 수신기를 이용하여, 또는 예를 들어, 도 2에 도시된 수신기들(222a-222ap)과 같은 수신기들의 조합을 이용하여 구현될 수 있다. 수신 모듈(1304)은 트랜시버에서 구

현될 수 있고, 복조기 및/또는 예를 들어, RX 데이터 프로세서(242)와 같은 수신 데이터 프로세서를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 수신 모듈(1304)은 예를 들어, 안테나(224) 및 트랜시버(222)와 같은 안테나 및 트랜시버를 포함한다. 트랜시버는 인바운드(inbound) 무선 메시지들을 복조하도록 구성될 수 있다. 메시지들은 안테나를 통해 수신될 수 있다.

[0152] 송신 모듈(1306)은 NDPA 프레임들 및/또는 폴링 메시지들을 송신하기 위해 이용될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 송신 모듈(1306)은 예를 들어, 사용자 단말(120)에 NDPA 프레임을 무선으로 송신하도록 구성된다. 송신 모듈(1306)은 예를 들어, 도 3에 도시된 송신기(310)와 같은 송신기를 이용하여 구현될 수 있거나, 또는 예를 들어, 도 2에 도시된 송신기들(222a-222ap)과 같은 송신기들의 조합을 이용하여 구현될 수 있다. 송신 모듈(1306)은 트랜시버에서 구현될 수 있고, 변조기 및/또는 TX 데이터 프로세서(210)와 같은 송신 데이터 프로세서를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 송신 모듈(1306)은 예를 들어, 안테나(224) 및 트랜시버(222)와 같은 안테나 및 트랜시버를 포함한다. 트랜시버는 사용자 단말 또는 STA로 이동하는 아웃바운드(outbound) 무선 메시지들을 변조하도록 구성될 수 있다. 메시지들은 안테나를 통해 송신될 수 있다.

[0153] 폴링 모듈(1308)은 예를 들어, 임의의 CSI 폴들(412, 416)을 STA들에 송신하기 위해 폴링 메시지들을 생성하도록 이용될 수 있다. 폴링 모듈은, 수신 모듈(1304)을 통해 수신된 정보에 기초하여 어느 STA가 폴링 메시지를 송신할지를 결정할 수 있다. 예를 들어, 폴링 메시지를 생성하기 위해, 수신 모듈(1304)을 통해 제어 메시지 또는 필드에서 수신된 나머지 세그먼트 정보가 폴링 모듈(1308)에 의해 이용될 수 있다.

[0154] 몇몇 양상들에서, 폴링 모듈(1308)은 예를 들어, 도 10에 도시된 바와 같이 제어 랩퍼에서 폴링 메시지를 랩핑하도록 구성된다. 이 양상들에서, 폴링 모듈(1308)은, STA가 요청된 CSI를 전송하기 위한 HT-제어 필드 및/또는 MCS를 결정하도록 구성될 수 있다. 이 결정의 결과는 랩핑된 폴링 메시지에 포함될 수 있다.

[0155] 폴링 모듈(1308)은, 예를 들어, NDPA 프레임의 시퀀스 번호를 포함하기 위해, CSI 폴(412) 또는 CSI 폴(416)과 같은 폴링 메시지들, 또는 프레임(1000)에 대해 앞서 설명된 임의의 다른 정보를 생성 또는 결정하도록 추가로 구성될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 폴링 모듈(1308)의 기능은 적어도 도 2에 도시된 제어기(230) 및/또는 스케줄러(234)를 이용하여 구현된다.

[0156] 메모리(1312)는 예를 들어, 수신 모듈(1304)을 통해 하나 또는 그 초과 STA들로부터 수신된 CSI 정보를 저장하도록 구성될 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, CSI는 메모리(1312)에 저장될 수 있는 행렬로서 표현될 수 있다. CSI를 표현하기 위한 다른 포맷들이 메모리(1312)에 추가적으로 저장될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 타임아웃되거나 만료된 CSI는 메모리(1312)로부터 주기적으로 삭제될 수 있다. 메모리(1312)는 휘발성이거나 비휘발성일 수 있거나, 또는 둘 모두의 조합일 수 있다. 몇몇 양상들에서, 메모리(1312)의 기능은 적어도 도 2에 도시된 메모리(232) 또는 도 3에 도시된 메모리(306)를 이용하여 구현된다.

[0157] AP(1300)는, 예를 들어 수신 모듈(1304)을 이용하여 수신되는 수신 CSI 피드백을 프로세싱하기 위한 CSI 프로세싱 모듈(1314)을 더 포함할 수 있다. CSI 프로세싱 모듈(1314)은 예를 들어, SU 또는 MU에 따라, 수신된 메시지에서 표시된 파라미터들 중 하나 또는 그 초과를 이용하여 CSI 피드백을 프로세싱하도록 구성될 수 있다. CSI 프로세싱 모듈(1314)은 또한, 예를 들어, 랩핑된 프레임에서 송신된 MCS를 이용하여, 이전에 송신된 프레임에 표시된 파라미터들 중 하나 또는 그 초과를 이용하여 CSI 피드백을 프로세싱하도록 구성될 수 있다.

[0158] 몇몇 양상들에서, CSI 프로세싱 모듈(1314)은, STA가 송신할 어떠한 CSI도 갖지 않음을 나타내는 통신이 STA로부터 수신되는지 여부를 결정하도록 구성된다. 예를 들어, CSI 널 필드는, 어떠한 CSI도 수신되지 않을 것을 나타내는 CSI 피드백에서 수신될 수 있거나, 또는, 제 1 세그먼트 필드 및 나머지 세그먼트들 필드와 같은, 예비된 필드의 하나 또는 그 초과 값들이, 어떠한 CSI도 수신되지 않을 것임을 나타낼 수 있다. CSI 프로세싱 모듈은, 예를 들어, SF 널 필드 및 이전 SF 이용 필드를 평가함으로써, 이전에 저장된 CSI가 이용되어야 하는지 여부를 결정하도록 구성될 수 있다. 몇몇 양상들에서, CSI 프로세싱 필드는, 앞서 설명된 바와 같이 CSI 피드백에서 수신된 정보에 기초하여 CSI 요청들을 송신하기 위해 레이트 또는 변조를 변경하도록 구성된다. 몇몇 양상들에서, CSI 프로세싱 모듈(1314)은, 통신의 길이에 기초하여, 어떠한 CSI도 수신되지 않을 것으로 결정할 수 있다. CSI 프로세싱 모듈(1314)은 또한, CSI가 수신되지 않게 하는 조건을 결정하도록 구성될 수 있다.

[0159] 몇몇 양상들에서, CSI 프로세싱 모듈(1314)은 CSI 피드백에서 수신된 차로부터 CSI를 생성하도록 구성된다. 예를 들어, 차 CSI 필드 또는 이전 SF 이용 필드가, 현재의 CSI와 이전에 저장된 CSI 사이의 차를 표현하는 데이터가 송신되고 있는 것을 나타내는 경우, CSI 프로세싱 모듈(1314)은 차 데이터 및 메모리(1312)에 저장된 CSI를 이용하여 현재의 CSI를 결정할 수 있다.

- [0160] 몇몇 양상들에서, CSI 프로세싱 모듈(1314)은, 예를 들어, CSI 피드백에서 표시되는 변하는 채널 조건들 또는 CSI에 적어도 부분적으로 기초하여, NDPA 프레임들을 전송하기 위한 빈도를 결정하기 위해 수신된 CSI 피드백을 분석하도록 구성된다. 이 정보는 NDPA 모듈(1302)에 통신될 수 있다. 몇몇 양상들에서, CSI 프로세싱 모듈(1210)의 기능은, 적어도 도 2에 도시된 제어기(230) 및/또는 RX 데이터 프로세서(242)를 이용하여 구현된다.
- [0161] 당업자들은, AP(1300)에 대해 앞서 설명된 모듈들을 구현하기 위해 이용될 수 있는, 소프트웨어 또는 하드웨어 또는 둘 모두를 포함할 수 있는 다양한 회로들, 칩들, 모듈들 및/또는 컴포넌트들을 인식할 것이다. AP(1300)의 모듈들 중 하나 또는 그 초과는 부분적으로 또는 전체적으로 도 3에 도시된 프로세서(304)에 구현될 수 있다.
- [0162] 도 14는 통신을 위한 방법의 양상(1400)을 도시한다. 방법은, 예를 들어, STA로부터 채널 상태 정보를 요청하고, 선택적으로, 과거의 SF가 STA로부터 수신되었는지 그리고/또는 AP에 저장되어 있는지 여부를 STA에 통지하기 위해, AP(1200)에 의해 구현될 수 있다. 아래의 방법은 AP(1200)의 엘리먼트들에 대해 설명될 것이지만, 당업자들은, 본 명세서에 설명된 단계들 중 하나 또는 그 초과를 구현하기 위해 다른 컴포넌트들이 이용될 수 있음을 인식할 것이다.
- [0163] 단계(1402)에서, 예를 들어, 송신 모듈(1204)을 이용하여 채널 상태 정보에 대한 제 1 요청이 송신된다. 제 1 요청은 예를 들어, 널 데이터 패킷 아나운스먼트 또는 폴링 메시지를 포함할 수 있다. NDPA 모듈(1302) 또는 폴링 모듈(1308)이 이 요청을 생성하기 위해 이용될 수 있다.
- [0164] 단계(1404)로 진행하여, 제 1 요청에 응답하여 채널 상태 정보가 수신되었는지 여부 또는 채널 상태 정보가 송신에 후속하여 저장되었는지 여부가 결정된다. 이 결정은 예를 들어, CSI 프로세싱 모듈(1314)에 의해 수행될 수 있다. 채널 상태 정보는 수신 모듈(1304)에서 수신될 수 있거나 메모리(1312)에 저장될 수 있다.
- [0165] 단계(1406)로 이동하여, 결정의 결과를 나타내는 표시자를 포함하는 제 2 요청이, 예를 들어, 송신 모듈(1306)을 이용하여 송신된다. 제 2 요청은 예를 들어, NDPA 프레임을 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 결정의 결과는, 도 7에 대해 앞서 논의된 바와 같이, 마지막 SF 수신 필드, 마지막 SF 저장 필드 또는 이전 SF 저장 필드에 표시된다. NDPA 모듈(1302) 및/또는 CSI 프로세싱 모듈(1314)이 제 2 요청을 생성하는데 이용될 수 있다.
- [0166] 도 15는 통신을 위한 방법의 양상(1500)을 도시한다. 방법은, 예를 들어, 채널 상태 정보의 일부를 표현하는 데이터를 수신하기 위해, 또는 채널 상태 정보가 송신되지 않을 것이라는 통지를 수신하기 위해, AP(1200)에 의해 구현될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 방법(1500)은 STA로부터 채널 상태 정보가 송신되고 있지 않은 이유를 결정하기 위해 이용될 수 있다. 아래의 방법은 AP(1200)의 엘리먼트들에 대해 설명될 것이지만, 당업자들은, 본 명세서에 설명된 단계들 중 하나 또는 그 초과를 구현하기 위해 다른 컴포넌트들이 이용될 수 있음을 인식할 것이다.
- [0167] 단계(1502)에서, 예를 들어, 송신 모듈(1306)에 의해 채널 상태 정보에 대한 요청이 송신된다. 그 후, 단계(1504)에서, 통신이 수신된다. 통신은, 채널 상태 정보가 통신에 포함되는지 여부를 나타내는 제 1 표시자 및 제 2 표시자를 포함할 수 있다. 제 1 표시자 및/또는 제 2 표시자가, 채널 상태 정보가 포함된 것을 나타내면, 제 1 표시자 및/또는 제 2 표시자는 추가로, 채널 상태 정보가 현재의 채널 상태 정보와 이전에 수신된 채널 상태 정보 사이의 차를 표현하는 정보를 포함하는지 여부를 나타낸다. 제 1 및 제 2 표시자들은 도 12에 대해 앞서 설명된 바와 같이, CSI 널 필드, NDPA/NDP 미수신 필드, SF 널 필드, 이전 SF 이용 필드 및/또는 CSI 널 및 차 필드 중 둘 또는 그 초과를 포함할 수 있다. 통신은 예를 들어, 수신 모듈(1304)을 이용하여 수신될 수 있다. 통신은 예를 들어, CSI 정보가 포함되는지 여부를 결정하기 위해, 그리고/또는 AP에 저장된 CSI가 이용될지 여부를 결정하기 위해, CSI 프로세싱 모듈(1314)에 의해 프로세싱될 수 있다.
- [0168] 도 16은 통신을 위한 방법의 양상(1600)을 도시한다. 방법은, 예를 들어, CSI를 송신하기 위한 MCS를 STA에 통지하기 위해 AP(1200)에 의해 구현될 수 있다. 아래의 방법은 AP(1200)의 엘리먼트들에 대해 설명될 것이지만, 당업자들은, 본 명세서에 설명된 단계들 중 하나 또는 그 초과를 구현하기 위해 다른 컴포넌트들이 이용될 수 있음을 인식할 것이다.
- [0169] 단계(1602)에서, 채널 상태 정보를 수신하기 위한 레이트 또는 변조 코딩 방식(MCS)이 결정된다. 몇몇 양상들에서, NDPA 모듈(1302)이 결정을 수행할 수 있다. 다른 양상들에서, 폴링 모듈(1308)이 결정을 수행할 수 있다. 몇몇 양상들에서, CSI 프로세싱 모듈(1312)은, 예를 들어, 채널의 상태가 변했는지 여부와 같은, STA로부터 수신된 통신들에 기초하여, 결정의 일부 또는 전부를 수행하도록 구성될 수 있다. 통신들은 예를 들어, 수신 모듈(1304)을 이용하여 수신될 수 있다.

- [0170] 다음으로, 단계(1604)에서, 랩퍼 프레임이 송신된다. 랩퍼 프레임은, 결정된 MCS 또는 레이트를 나타내는 제어 필드, 및 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 것을 나타내는 적어도 하나의 필드를 포함할 수 있다. 랩퍼 프레임은, 도 9a에 대해 앞서 논의된 랩핑된 NDPA 프레임 또는 도 10에 대해 앞서 설명된 랩핑된 폴링 메시지를 포함할 수 있다. 랩퍼 프레임은 예를 들어, 송신 모듈(1306)에 의해 송신될 수 있다.
- [0171] 도 17은 시스템(100) 내에서 이용하기 위한 스테이션(STA)(1700)의 양상을 도시한다. STA(1700)는 도 1 또는 도 2에 도시된 임의의 사용자 단말들(120)을 포함할 수 있다. 앞서 논의된 바와 같이, STA(1700)는 예를 들어, 도 3에 도시된 무선 디바이스(302)와 같은 무선 디바이스로서 구현될 수 있다. STA(1700)는 도 4-12에 대해 앞서 설명된 바와 같이 AP와 통신하도록 이용될 수 있다.
- [0172] STA(1700)는 NDPA 프레임 및/또는 CSI 폴을 수신하기 위한 수신 모듈(1702)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 수신 모듈(1702)은 NDPA 프레임(402 또는 422) 및/또는 CSI 폴들(412, 416) 중 어느 것을 수신하도록 구성될 수 있다. 추가로, 수신 모듈(1702)은, NDP 프레임, 및 랩핑된 NDPA 프레임들 또는 랩핑된 폴링 메시지들을 포함하는 프레임들을 수신하도록 구성될 수 있다. 수신된 데이터는 수신 모듈(1702) 또는 다른 모듈에 의해 복조되거나, 하향변환되거나 또는 그렇지 않으면 프로세싱될 수 있다. 수신 모듈(1702)은 예를 들어, 도 3에 도시된 수신기(312)와 같은 수신기, 또는 예를 들어, 도 2에 도시된 수신기들(254m-254mu 또는 254xa-254xu)과 같은 수신기들의 조합을 이용하여 구현될 수 있다. 수신 모듈(1702)은 트랜시버에서 구현될 수 있고, 복조기 및/또는 예를 들어, RX 데이터 프로세서(270)와 같은 수신 데이터 프로세서를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 수신 모듈(1702)은 예를 들어, 안테나(252) 및 트랜시버(254)와 같은 안테나 및 트랜시버를 포함한다. 트랜시버는 인바운드 무선 메시지들을 복조하도록 구성될 수 있다. 메시지들은 안테나를 통해 수신될 수 있다.
- [0173] STA(1700)는 CSI 피드백을 결정하기 위해 CSI 피드백 모듈(1704)을 더 포함할 수 있다. CSI 피드백 모듈(1704)은 수신된 NDPA 프레임과 연관된 수신된 NDP 프레임에 기초하여 CSI 피드백을 결정하도록 구성될 수 있다. CSI는 앞서 논의된 바와 같이 행렬로서 표현될 수 있다. CSI 피드백의 파라미터들은 몇몇 양상들에서 CSI 피드백 모듈(1704)에 의해 결정될 수 있다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백 모듈은 수신 모듈(1702)을 통해 수신된 제어 랩퍼와 같은 통신으로부터 MCS를 결정하도록 구성된다. 예를 들어, CSI 피드백 모듈은 도 9a에 대해 앞서 설명된 바와 같이, 랩핑된 NDPA 프레임에 포함된 HT-제어 필드로부터 CSI에 대한 MCS를 결정할 수 있다.
- [0174] CSI 피드백 모듈(1704)은 정규의/완전한 CSI를 컴퓨팅할지 여부 또는 이전의 CSI와 현재 CSI 사이의 차를 컴퓨팅할지 여부를 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, CSI 피드백 모듈(1704)은 앞서 논의된 바와 같이, NDPA의 마지막 SF 저장 필드 또는 이전 SF 저장 필드 뿐만 아니라 채널의 조건들을 평가할 수 있다. 채널의 조건이 이전 SF가 저장된 때의 조건과 실질적으로 유사하면, CSI 피드백 모듈(1704)은 임의의 CSI를 전송하지 않는 것으로 결정할 수 있다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백 모듈(1704)은 SF가 AP에 저장된 것으로 결정할 수 있고, 현재의 SF를 계산하기 위해 AP에 전송할 차 데이터를 컴퓨팅할 수 있다. CSI 피드백 모듈(1704)의 결정들은 CSI 피드백에, 예를 들어, 도 11 및 도 12에 도시된 CSI 피드백(408)에 포함될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 결정들은, CSI 널 필드, 차 CSI 필드, SF 널 필드, 이전 SF 이용 필드, CSI 널 및 차 필드, 및/또는 제 1 세그먼트 필드 및 나머지 세그먼트들 필드와 같은 예비된 필드의 하나 또는 그 초과값들에 의해 표시될 수 있다. CSI 피드백 모듈(1704)이 CSI를 전송하지 않게 하는 원인은, NDPA/NDP 미수신 필드, 차 CSI 필드, SF 널 필드, 이전 SF 이용 필드, CSI 널 및 차 필드에 의해 표시될 수 있고, 그리고/또는 어떠한 CSI도 송신되지 않을 것으로 결정되면 예비되는 필드들에서, 예를 들어, AP에 송신되는 CSI 피드백 통신에서 표시될 수 있다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백 모듈(1704)은, CSI가 송신되지 않을 것을 나타내는 길이를 갖는 CSI 피드백 통신을 생성하도록 구성된다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백 모듈(1704)은, PPDU 또는 TXOP 제한과 같은 송신 제한에 기인하여 CSI 피드백이 송신되지 않을 것으로 결정할 수 있다.
- [0175] CSI 피드백 모듈(1704)은 CSI 피드백(408)에 대해 앞서 설명된 임의의 다른 정보를 생성 또는 결정하도록 추가로 구성될 수 있다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백 모듈(1704)의 기능은 적어도 제어기(280) 및/또는 채널 추정기(278)를 이용하여 구현된다. 몇몇 양상들에서, CSI 피드백 모듈(1704)은 CSI를 표현하는 행렬에서 엔트리들 및/또는 엔트리들을 양자화하기 위한 양자화기를 포함한다.
- [0176] STA(1700)는 CSI 피드백 모듈(1704)에 의해 결정된 CSI 피드백을 전송하는데 이용되는 레이트의 조정을 결정하기 위한 레이트 조정 모듈(1706)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 레이트 조정 모듈(1706)은, 하나 또는 그 초과값의 수신된 NDPA 프레임들이, STA(1700)가 송신한 CSI 피드백이 성공적으로 수신되었음을 나타내는 경우, CSI 피드백을 전송하기 위한 PHY 레이트를 증가시킬 수 있다. 유사하게, 레이트 조정 모듈(1706)은, 마지막 SF

수신 필드, 마지막 SF 저장 필드 또는 이전 SF 저장 필드가, 이전에 송신된 SF가 수신되지 않았거나 저장될 수 없음을 나타내면, PHY 레이트와 같은 레이트를 감소시킬 수 있다. 몇몇 양상들에서, 레이트 조정 모듈(1706)은 예를 들어, CSI 피드백의 변조와 같은 CSI 피드백의 다른 파라미터들을 조정할 수 있다. 레이트 조정 모듈(1706)은 앞서 논의된 바와 같이, 랩퍼의 제어 필드에 기초하여 레이트를 결정 또는 조정할 수 있다. 레이트 조정 모듈(1706)은 또한, 예를 들어, 폴링 메시지와 같은 메시지가 예를 들어, 수신 모듈(1702)에서 수신되는 레이트를 결정하도록 구성될 수 있다.

- [0177] 레이트 조정 모듈(1706)은 도 7에 대해 앞서 설명된 임의의 레이트 조정 절차들을 수행하도록 구성될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 레이트 조정 모듈(1706)의 기능은 적어도 제어기(280)를 이용하여 구현된다. 몇몇 양상들에서, 레이트 조정 모듈(1706)은, 예를 들어, 적절한 레이트 또는 조정을 결정하기 위해, 메모리(282)와 같은 메모리에서 값들 또는 파라미터들을 검색한다.
- [0178] STA(1700)는 CSI 피드백을 송신하기 위한 송신 모듈(1708)을 더 포함한다. 예를 들어, 송신 모듈(1708)은 CSI 피드백 모듈(1704)에 의해 결정된 CSI 피드백을 송신하도록 구성될 수 있다. 송신 모듈은 레이트 조정 모듈(1706)에 의해 결정되는 레이트에서, 또는 레이트 조정 모듈(1706)에 의해 결정되는 다른 파라미터를 이용하여 송신하도록 구성될 수 있다. 몇몇 양상들에서, 송신 모듈(1708)은 예를 들어, AP(110)에 CSI 피드백을 무선으로 송신하도록 구성된다. 송신 모듈(1708)은, 예를 들어, 도 3에 도시된 송신기(310)와 같은 송신기, 또는 예를 들어, 도 2에 도시된 송신기들(254m-254mu 또는 254xa-254xu)과 같은 송신기들의 조합을 이용하여 구현될 수 있다. 송신 모듈(1708)은 트랜시버에서 구현될 수 있고, 변조기, 및/또는 예를 들어 TX 데이터 프로세서(288)와 같은 송신 데이터 프로세서를 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 송신 모듈(1708)은 예를 들어, 안테나(252) 및 트랜시버(254)와 같은 안테나 및 트랜시버를 포함한다. 트랜시버는 AP로 이동하는 아웃바운드 무선 메시지들을 변조하도록 구성될 수 있다. 메시지들은 안테나를 통해 송신될 수 있다.
- [0179] 당업자들은, STA(1700)와 관련하여 앞서 설명된 모듈들을 구현하기 위해 이용될 수 있는, 소프트웨어 또는 하드웨어 또는 둘 모두를 포함할 수 있는 다양한 회로들, 칩들, 모듈들 및/또는 컴포넌트들을 인식할 것이다. STA(1700)의 모듈들 중 하나 또는 그 초과는 부분적으로 또는 전체적으로 도 3에 도시된 프로세서(304)에 구현될 수 있다.
- [0180] 별개로 설명되지만, AP(1300) 및 STA(1700)에 대해 설명된 기능 블록들은 별개의 구조적 엘리먼트들일 필요가 없음을 인식해야 한다. 유사하게, 기능 블록들 중 하나 또는 그 초과 또는 다양한 블록들의 기능의 부분들은 단일 칩에 구현될 수 있다. 대안적으로, 특정한 블록의 기능은 둘 또는 그 초과 칩들에 구현될 수 있다. 또한, 추가적인 모듈들 또는 기능이 AP(1300) 및 STA(1700)에 구현될 수 있다. 유사하게, 더 적은 모듈들 또는 기능들이 AP(1300) 및 STA(1700)에 구현될 수 있고, AP(1300) 및/또는 STA(1700)의 컴포넌트들은 임의의 복수의 구성들로 배열될 수 있다. 도 2, 3, 13 및 17에 도시된 다양한 모듈들 사이 또는 추가적인 모듈들 사이에서 추가적인 또는 더 적은 커플링들이 구현될 수 있다.
- [0181] 도 18은 통신을 위한 방법의 양상(1800)을 도시한다. 방법은, 예를 들어, 송신된 SF가 AP에서 수신 및/또는 저장되었는지 여부를 결정하기 위해, STA(1700)에 의해 구현될 수 있다. 아래의 방법은 STA(1700)의 엘리먼트들에 대해 설명될 것이지만, 당업자들은, 본 명세서에 설명된 단계들 중 하나 또는 그 초과를 구현하기 위해 다른 컴포넌트들이 이용될 수 있음을 인식할 것이다.
- [0182] 단계(1802)에서, 예를 들어, 수신 모듈(1702)을 이용하여 채널 상태 정보에 대한 제 1 요청이 수신된다. 제 1 요청은 예를 들어, 널 데이터 패킷 어나운스먼트 또는 폴링 메시지를 포함할 수 있다.
- [0183] 단계(1804)에서, 채널 상태 정보를 포함하는 프레임이 송신된다. 채널 상태 정보는 예를 들어, CSI 피드백 모듈(1704)을 이용하여 결정될 수 있고, 예를 들어, 송신 모듈(1708)을 이용하여 송신될 수 있다. CSI 피드백은 단계(1802)에서 수신된 제 1 요청을 이용하여 결정될 수 있다.
- [0184] 단계(1806)로 진행하여, 제 2 요청이 수신된다. 제 2 요청은, 제 1 요청에 응답하여 채널 상태 정보가 수신되었는지 여부 또는 송신에 후속하여 채널 상태 정보가 저장되었는지 여부를 나타내는 제 1 표시자를 포함한다. 제 2 요청은 예를 들어, 수신 모듈(1702)을 이용하여 수신될 수 있다. 제 2 요청은 NDPA 프레임을 포함할 수 있다. 몇몇 양상들에서, 제 2 요청은, CSI 피드백을 전송할지 여부를 결정하기 위해 또는 CSI를 전송하는데 이용되는 레이트와 같은 파라미터를 조정하기 위해, CSI 피드백 모듈(1704) 및/또는 레이트 조정 모듈(1706)에 의해 프로세싱된다.
- [0185] 도 19는 통신을 위한 방법의 양상(1900)을 도시한다. 방법은, 예를 들어, CSI를 송신할지 여부를 결정하기 위

해, 그리고 몇몇 양상들에서 송신된 CSI가 차 CSI를 포함하는지 여부를 AP에 나타내기 위해 STA(1700)에 의해 구현될 수 있다. 아래의 방법은 STA(1700)의 엘리먼트들에 대해 설명될 것이지만, 당업자들은, 본 명세서에 설명된 단계들 중 하나 또는 그 초과를 구현하기 위해 다른 컴포넌트들이 이용될 수 있음을 인식할 것이다.

- [0186] 단계(1902)에서, 채널 상태 정보가 요청된 것을 나타내는 메시지가 예를 들어, 수신 모듈(1702)을 이용하여 수신된다. 몇몇 양상들에서, 메시지는 NDPA 프레임 또는 폴링 메시지를 포함한다. 메시지는 이전에 송신된 SF가 AP에 저장되는지 여부를 나타낼 수 있다.
- [0187] 그 후, 단계(1904)에서 채널 상태 정보를 송신할지 여부가 결정된다. 결정은 예를 들어 CSI 피드백 모듈(1704)에 의해 수행될 수 있다. CSI 피드백 모듈(1704)은, 예를 들어, 앞서 설명된 바와 같이, 채널 조건이 변경되었는지 여부 및 CSI가 AP에서 저장되는지 여부를 평가할 수 있다.
- [0188] 단계(1906)로 이동하여, 통신이 송신된다. 통신은, 결정의 결과를 나타내는 제 1 표시자 및 제 2 표시자를 포함할 수 있다. 제 1 표시자 및/또는 제 2 표시자가, 채널 상태 정보가 송신될 것을 나타내면, 제 1 표시자 및/또는 제 2 표시자는, 채널 상태 정보가 현재의 채널 상태 정보와 이전에 송신된 채널 상태 정보 사이의 차를 표현하는 정보를 포함하는지 여부를 나타낼 수 있다. 제 1 표시자는, 예를 들어, CSI 널 필드, SF 널 필드 및/또는 CSI 널 및 차 필드의 일부를 포함할 수 있다. 제 2 표시자는 예를 들어, 차 CSI 필드, 이전 SF 이용 필드 및/또는 CSI 널 및 차 필드의 일부를 포함할 수 있다. 표시자들은 예를 들어, CSI 피드백 모듈(1704)에 의해 결정될 수 있다. 통신은 예를 들어 CSI 피드백(408)과 같은 CSI 피드백, 또는 CSI가 송신될지를 나타내는 다른 통신을 포함할 수 있다. 통신은 예를 들어, 송신 모듈(1708)을 이용하여 송신될 수 있다.
- [0189] 도 20은 통신을 위한 방법의 양상(2000)을 도시한다. 방법은 예를 들어, CSI를 송신하기 위한 MCS를 결정하기 위해 SRA(1700)에 의해 구현될 수 있다. 아래의 방법은 STA(1700)의 엘리먼트들에 대해 설명될 것이지만, 당업자들은 본 명세서에 설명된 단계들 중 하나 또는 그 초과를 구현하기 위해 다른 컴포넌트들이 이용될 수 있음을 인식할 것이다.
- [0190] 단계(2002)에서, 예를 들어, 수신 모듈(1702)을 이용하여 랩퍼 프레임이 수신된다. 랩퍼 프레임은, 채널 상태 정보를 송신하기 위한 변조 코딩 방식(MCS)을 나타내는 제어 필드, 및 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 것을 나타내는 적어도 하나의 필드를 포함할 수 있다. 랩퍼 프레임은, 도 9a에 대해 앞서 논의된 바와 같은 랩핑된 NDPA 프레임, 또는 도 10에 대해 앞서 설명된 바와 같은 랩핑된 폴링 메시지를 포함할 수 있다.
- [0191] 후속적으로, 단계(2004)에서, 프레임에 의해 요청된 채널 상태 정보의 적어도 일부는 예를 들어, 송신 모듈(1708)을 이용하여 송신된다. CSI 피드백 모듈(1704) 및/또는 레이트 조정 모듈은, CSI를 어떻게 전송할지를 결정하기 위해, 수신된 랩퍼 프레임의 제어 필드로부터 MCS를 추출할 수 있다. 채널 상태 정보는 CSI 피드백(408)과 같은 CSI 피드백으로서 송신될 수 있다. 채널 상태 정보는 예를 들어, 앞서 설명된 바와 같이 CSI 피드백 모듈(1704)에 의해 결정될 수 있다.
- [0192] 도 21은 통신을 위한 방법의 양상(2100)을 도시한다. 방법은, 예를 들어, 채널 상태 정보가 수신되지 않을 것을 결정하기 위해, 그리고, 채널 상태 정보가 STA로부터 송신되고 있지 않은 이유를 결정하기 위해, AP(1200)에 의해 구현될 수 있다. 아래의 방법은 AP(1200)의 엘리먼트들에 대해 설명될 것이지만, 당업자들은 본 명세서에서 설명된 단계들 중 하나 또는 그 초과를 구현하기 위해 다른 컴포넌트들이 이용될 수 있음을 인식할 것이다.
- [0193] 단계(2102)에서, 채널 상태 정보에 대한 요청은 예를 들어, 송신 모듈(1306)에 의해 송신된다. 그 후, 단계(2104)에서, 통신이 수신된다. 통신은 표시자를 포함할 수 있다. 통신은 예를 들어, 수신 모듈(1304)을 이용하여 수신될 수 있다.
- [0194] 통신의 수신 이후, 단계(2106)에서 통신의 길이에 기초하여 통신이 채널 상태 정보를 포함하지 않은 것이 결정된다. 추가로, 단계(2108)에서, 채널 상태 정보가 수신되지 않게 하는 조건이 표시자의 값에 기초하여 결정된다. 표시자는, 도 12에 대해 앞서 설명된 바와 같이, NDPA/NDP 미수신 필드, 이전 SF 이용 필드 및/또는 CSI 널 및 차 필드를 포함할 수 있다. 표시자는, 채널 상태 정보를 송신함으로써 송신 제한이 초과될지 여부를 나타내는 비트, 필드 또는 다른 표시자를 더 포함할 수 있다. 단계(2106) 및/또는 단계(2108)에서의 결정은 예를 들어, CSI 프로세싱 모듈(1314)에 의해 수행될 수 있다.
- [0195] 도 22는 통신을 위한 방법의 양상(2200)을 도시한다. 방법은 예를 들어, CSI를 송신할지 여부를 결정하기 위해, 그리고 CSI가 송신되고 있지 않은 원인을 AP에 나타내기 위해, STA(1700)에 의해 구현될 수 있다. 아래의 방법은 STA(1700)의 엘리먼트들에 대해 설명될 것이지만, 당업자들은 본 명세서에서 설명된 단계들 중 하나

또는 그 초과를 구현하기 위해 다른 컴포넌트들이 이용될 수 있음을 인식할 것이다.

- [0196] 단계(2202)에서, 채널 상태 정보가 요청된 것을 나타내는 메시지가 예를 들어, 수신 모듈(1702)을 이용하여 수신된다. 몇몇 양상들에서, 메시지는 NDPA 프레임 또는 폴링 메시지를 포함한다. 메시지는, 이전에 송신된 SF가 AP에 저장되는지 여부를 나타낼 수 있다.
- [0197] 그 후, 단계(2204)에서, 채널 상태 정보를 송신하지 않는 것으로 결정된다. 결정은 예를 들어, CSI 피드백 모듈(1704)에 의해 수행될 수 있다. 예를 들어, 앞서 설명된 바와 같이, CSI 피드백 모듈은, 채널 조건이 변경되었는지 여부, CSI가 AP에 저장되는지 여부, 및/또는 CSI를 포함하는 프레임이 송신하기에 너무 긴지 여부를 평가할 수 있다.
- [0198] 단계(2206)로 이동하여, 표시자를 포함한 통신이 생성된다. 통신의 길이는 단계(2204)에서의 결정에 기초한다. 예를 들어, 통신을 특정한 길이로 만들기 위해 CSI 피드백 필드가 생략될 수 있다. 추가로, 표시자의 값은, 채널 상태 정보가 송신되지 않게 하는 조건에 기초한다. 표시자는, 예를 들어, 차 CSI 필드, 이전 SF 이용 필드 및/또는 CSI 널 및 차 필드의 일부를 포함할 수 있다. 표시자는, 채널 상태 정보를 송신함으로써 송신 제한이 초과될 것인지 여부를 나타내는 비트, 필드 또는 다른 표시자를 더 포함할 수 있다. 표시자의 값 또는 길이의 결정 및/또는 그의 생성은 예를 들어, CSI 피드백 모듈(1704)에 의해 결정될 수 있다. 통신은, 예를 들어 CSI 피드백(408)과 같은 CSI 피드백, 또는 CSI가 송신되지 않을 것임을 나타내는 다른 통신을 포함할 수 있다. 표시자는 CSI 피드백의 제어 필드에 포함될 수 있다.
- [0199] 단계(2208)에서, 통신이 송신된다. 통신은 예를 들어, 송신 모듈(1708)을 이용하여 송신될 수 있다.
- [0200] 도 23은 통신을 위한 방법의 양상(2300)을 도시한다. 방법은, 예를 들어, 채널 상태 정보가 송신되지 않을 것을 결정하기 위해, 및 채널 상태 정보가 SRA로부터 송신되고 있지 않은 이유를 결정하기 위해, AP(1200)에 의해 구현될 수 있다. 아래의 방법은 AP(1200)의 엘리먼트들에 대해 설명될 것이지만, 당업자들은 본 명세서에서 설명된 단계들 중 하나 또는 그 초과를 구현하기 위해 다른 컴포넌트들이 이용될 수 있음을 인식할 것이다.
- [0201] 단계(2302)에서, 예를 들어, 송신 모듈(1306)에 의해 채널 상태 정보에 대한 요청이 송신된다. 그 후, 단계(2304)에서, 통신이 수신된다. 통신은, 그 통신에서 채널 상태 정보의 제 1 세그먼트가 수신되고 있는지 여부를 나타내기 위한 제 1 필드, 및 수신될 나머지 채널 상태 정보의 세그먼트들의 수를 나타내기 위한 제 2 필드를 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 필드는 제 1 세그먼트 필드 및 나머지 세그먼트 필드들과 같은 예비된 필드의 부분들일 수 있다. 통신은 예를 들어, 수신 모듈(1304)을 이용하여 수신될 수 있다.
- [0202] 통신의 수신 이후, 단계(2306)에서 제 1 필드 및 제 2 필드에 기초하여 통신이 채널 상태 정보를 포함하는지 여부가 결정된다. 예를 들어, 제 1 필드가, 채널 상태 정보의 제 1 세그먼트가 통신에 포함되지 않은 것을 나타내고, 제 2 필드의 값이 적어도 나머지 세그먼트들의 최대수만큼 크면, 어떠한 채널 상태 정보 통신에 포함되지 않은 것으로 결정될 수 있다.
- [0203] 추가로, 단계(2308)에서, 제 1 필드 및 제 2 필드가, 통신이 채널 상태 정보를 포함하지 않은 것으로 나타내면, 채널 상태 정보가 수신되지 않게 하는 조건이 결정된다. 조건은, 제 1 필드 또는 제 2 필드에 인접한 둘 또는 그 초과 비트들에 적어도 부분적으로 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 도 12에 대해 앞서 설명된 바와 같이, 제 1 필드 및 제 2 필드가, 통신이 채널 상태 정보를 포함하지 않은 것을 나타내면, 상이한 목적을 위해 이용될 수 있는 비트들이 예비될 수 있다. 단계(2306) 및/또는 단계(2308)에서의 결정은 예를 들어, CSI 프로세싱 모듈(1314)에 의해 수행될 수 있다.
- [0204] 도 24는 통신을 위한 방법의 양상(2400)을 도시한다. 방법은, 예를 들어, CSI를 송신할지 여부를 결정하기 위해, 그리고 CSI가 송신되고 있지 않은 원인을 AP에 나타내기 위해, STA(1700)에 의해 구현될 수 있다. 아래의 방법은 STA(1700)의 엘리먼트들에 대해 설명될 것이지만, 당업자들은 본 명세서에서 설명된 단계들 중 하나 또는 그 초과를 구현하기 위해 다른 컴포넌트들이 이용될 수 있음을 인식할 것이다.
- [0205] 단계(2402)에서, 예를 들어, 수신 모듈(1702)을 이용하여, 채널 상태 정보가 요청된 것을 나타내는 메시지가 수신된다. 몇몇 양상들에서, 메시지는 NDPA 프레임 또는 폴링 메시지를 포함한다. 메시지는, 이전에 송신된 SF가 AP에 저장되어 있는지 여부를 나타낼 수 있다.
- [0206] 그 후, 단계(2404)에서, 통신이 생성된다. 통신은, 채널 상태 정보의 제 1 세그먼트가 송신되고 있는지 여부를 나타내기 위한 제 1 필드, 및 송신될 나머지 채널 상태 정보의 세그먼트들의 수를 나타내기 위한 제 2 필드를 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 필드는 제 1 세그먼트 필드 및 나머지 세그먼트들 필드와 같은 예비된 필드의

부분들일 수 있다. 생성은 예를 들어, CSI 피드백 모듈(1704)에 의해 수행될 수 있다. CSI 피드백 모듈(1704)은, 예를 들어, 앞서 설명된 바와 같이, 채널 조건이 변했는지 여부, CSI가 AP에 저장되어 있는지 여부, 및/또는 CSI를 포함하는 프레임이 송신하기에 너무 긴지 여부를 평가할 수 있다. 통신은 예를 들어, CSI 피드백(408)과 같은 CSI 피드백을 포함할 수 있다.

- [0207] 단계(2406)로 이동하여, 제 1 필드 및 제 2 필드가, 통신이 채널 상태 정보를 포함하고 있지 않음을 나타내면, 채널 상태 정보가 포함되지 않게 하는 조건을 나타내기 위해, 통신의 복수의 비트들이 설정된다. 복수의 비트들은, 예를 들어, 채널 상태 정보에 대한 이전의 요청이 수신되지 않은 것, 현재 채널 상태 정보가 이전에 송신된 채널 상태 정보와 실질적으로 유사한 것, 또는 채널 상태 정보를 송신함으로써 송신 제한이 초과될 것을 나타낼 수 있다. 복수의 비트들의 세팅은 예를 들어, CSI 피드백 모듈(1704)에 의해 수행될 수 있다. 복수의 비트들은 CSI 피드백의 제어 필드에 포함될 수 있다.
- [0208] 단계(2408)에서, 통신이 송신된다. 통신은 예를 들어, 송신 모듈(1708)을 이용하여 송신될 수 있다.
- [0209] 당업자들은, CSI 피드백 통신들을 위한 단순하고 명료한 프레임 포맷이 본 명세서에서 설명되었음을 인식할 것이다. 몇몇 양상들에서, STA AID들이 NDPA에서 표시될 수 있다. 몇몇 양상들에서, NDPA의 다수의 STA들에 대한 어떠한 표시도 존재하지 않을 수 있지만, 이 정보는 NDPA의 길이로부터 추론될 수 있다. 몇몇 양상들에서, SF가 AP에서 수신 또는 저장되었는지 여부에 관한 정보가 NDPA에 포함될 수 있다. 몇몇 양상들에서, STA가 CSI를 송신하고 있는지 여부에 관한 정보가, AP에 송신된 CSI 피드백에 포함된다. 몇몇 양상들에서, SF를 송신할 때 STA가 이용할 파라미터들을 나타내기 위해 램퍼가 이용된다.
- [0210] 몇몇 양상들에서, "제 1 응답기" STA에 대해 어떠한 필드도 특정되지 않는다. 일 양상에서, 제 1 리스트된 STA-AID가 묵시적으로 제 1 응답기를 표현할 수 있다. STA들이 CSI 폴을 대응하는 NDPA에 매칭할 수 있도록, NDPA 및 CSI 폴이 매칭 시퀀스 번호를 반송할 수 있다. 유사하게, 시퀀스 번호는 STA에 의해 송신되는 제어 필드에 카피될 수 있다.
- [0211] 앞서 설명된 방법들의 다양한 동작들은 대응하는 기능들을 수행할 수 있는 임의의 적절한 수단에 의해 수행될 수 있다. 이 수단은, 회로, 주문형 집적 회로(ASIC) 또는 프로세서를 포함하는(그러나, 이에 한정되지는 않는) 다양한 하드웨어 및/또는 소프트웨어 컴포넌트(들) 및/또는 모듈(들)을 포함할 수 있다. 일반적으로, 도면들에 도시된 동작들, 모듈 또는 단계들이 존재하는 경우, 이 동작들은 상응하는 대응 수단-및-기능(means-plus-function) 컴포넌트들을 가질 수 있다. 예를 들어, 사용자 단말은, 채널 상태 정보를 수신하기 위한 변조 코딩 방식(MCS) 또는 레이트를 결정하기 위한 수단, 및 결정된 MCS를 나타내는 제어 필드, 및 채널 상태 정보의 적어도 일부가 요청된 것을 나타내는 적어도 하나의 필드를 포함하는 램퍼 프레임을 송신하기 위한 수단을 포함할 수 있다.
- [0212] 도 25는 본 개시의 특정한 양상들에 따른 예시적인 사용자 단말(2500)의 블록도를 도시한다. 사용자 단말(2500)은, 앞서 설명된 결정하기 위한 수단의 기능들을 수행하도록 구성될 수 있는 결정 모듈(2510)을 포함한다. 몇몇 양상들에서, 결정 모듈은 도 2의 제어기(280)에 대응할 수 있다. 사용자 단말(2500)은, 앞서 설명된 송신하기 위한 수단의 기능들을 수행하도록 구성될 수 있는 송신 모듈(2515)을 더 포함한다. 몇몇 양상들에서, 송신 모듈은 도 2의 송신기들(254) 중 하나 또는 그 초과에 대응할 수 있다.
- [0213] 본 명세서에서 사용되는 용어 "결정"은 광범위한 동작들을 포함한다. 예를 들어, "결정"은 계산, 컴퓨팅, 프로세싱, 유도, 검사, 검색(예를 들어, 표, 데이터베이스 또는 다른 데이터 구조에서의 검색), 확인 등을 포함할 수 있다. 또한, "결정"은 수신(예를 들어, 정보 수신), 액세스(예를 들어, 메모리 내의 데이터에 액세스) 등을 포함할 수 있다. 또한, "결정"은 해결, 선택, 선정, 설정 등을 포함할 수 있다.
- [0214] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 아이템들의 리스트 "중 적어도 하나"로 지칭되는 구문은 단일 멤버들을 포함하여 그 아이тем들의 임의의 조합을 지칭한다. 예를 들어, "a, b 또는 c 중 적어도 하나"는 a, b, c, a-b, a-c, b-c, 및 a-b-c를 커버하는 것으로 의도된다.
- [0215] 전술한 방법들의 다양한 동작들은, 다양한 하드웨어 및/또는 소프트웨어 컴포넌트(들), 회로들 및/또는 모듈(들)과 같은, 동작들을 수행할 수 있는 임의의 적절한 수단에 의해 수행될 수 있다. 일반적으로, 도면들에 도시된 임의의 동작들은 그 동작들을 수행할 수 있는 대응하는 기능 수단에 의해 수행될 수 있다.
- [0216] 본 개시와 관련하여 설명되는 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 및 회로들은 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), 주문형 집적회로(ASIC), 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA) 또는 다른 프로그래머블 로직 디바이스(PLD), 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들 또는 본 명세서에 설명된 기능들

을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합으로 구현 또는 수행될 수 있다. 범용 프로세서는 마이크로 프로세서일 수 있지만, 대안적으로, 프로세서는 상용 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수 있다. 또한 프로세서는 컴퓨팅 디바이스들의 조합, 예를 들어 DSP 및 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 또는 그 초과 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 이러한 구성으로서 구현될 수 있다.

[0217] 하나 또는 그 초과 양상들에서, 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어로 구현되는 경우, 상기 기능들은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 하나 또는 그 초과 명령들 또는 코드로서 저장되거나 이를 통해 송신될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는, 일 장소로부터 다른 장소로 컴퓨터 프로그램의 전송을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체 및 컴퓨터 저장 매체 모두를 포함한다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용한 매체일 수 있다. 예를 들어, 이러한 컴퓨터 판독가능 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장소, 자기 디스크 저장소 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 요구되는 프로그램 코드를 저장 또는 반송하는데 사용될 수 있고, 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함하지만, 이들로 제한되는 것은 아니다. 또한, 임의의 연결 수단(connection)이 컴퓨터 판독가능 매체로 적절히 지칭된다. 예를 들어, 소프트웨어가 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선(twisted pair), 디지털 가입자 라인(DSL), 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로웨이브와 같은 무선 기술들을 이용하여 송신되는 경우, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, DSL, 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로웨이브와 같은 무선 기술들이 이러한 매체의 정의에 포함된다. 여기서 사용되는 디스크(disk) 및 디스크(disc)는 콤팩트 디스크(disc(CD)), 레이저 디스크(disc), 광 디스크(disc), 디지털 다기능 디스크(disc)(DVD), 플로피 디스크(disk), 및 블루-레이 디스크(disc)를 포함하며, 여기서 디스크(disk)들은 데이터를 보통 자기적으로 재생하지만, 디스크(disc)들은 레이저를 이용하여 광학적으로 데이터를 재생한다. 따라서, 몇몇 양상들에서, 컴퓨터 판독가능 매체는 비일시적(non-transitory) 컴퓨터 판독가능 매체(예를 들어, 유형의(tangible) 매체)를 포함할 수 있다. 또한, 다른 양상들의 경우, 컴퓨터 판독가능 매체는 일시적 컴퓨터 판독가능 매체(예를 들어, 신호)를 포함할 수 있다. 상기한 것들의 조합들 또한 컴퓨터 판독가능 매체의 범주 내에 포함되어야 한다.

[0218] 본 명세서에서 개시된 방법들은 설명된 방법을 달성하기 위한 하나 또는 그 초과 단계들 또는 동작들을 포함한다. 방법 단계들 및/또는 동작들은 청구항들의 범위를 벗어나지 않고 서로 상호교환될 수 있다. 즉, 단계들 또는 동작들의 특정한 순서가 특정되지 않으면, 특정한 단계들 및/또는 동작들의 순서 및/또는 이용은 청구항들의 범위를 벗어나지 않고 변형될 수 있다.

[0219] 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어로 구현되는 경우, 상기 기능들은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 하나 또는 그 초과 명령들로서 저장될 수 있다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용한 매체일 수 있다. 예를 들어, 이러한 컴퓨터 판독가능 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장소, 자기 디스크 저장소 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드를 저장 또는 반송하는데 사용될 수 있고, 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함하지만, 이들로 제한되는 것은 아니다. 여기서 사용되는 디스크(disk) 및 디스크(disc)는 콤팩트 디스크(disc(CD)), 레이저 디스크(disc), 광 디스크(disc), 디지털 다기능 디스크(disc)(DVD), 플로피 디스크(disk), 및 블루-레이[®] 디스크(disc)를 포함하며, 여기서 디스크(disk)들은 데이터를 보통 자기적으로 재생하지만, 디스크(disc)들은 레이저를 이용하여 광학적으로 데이터를 재생한다.

[0220] 따라서, 특정한 양상들은 본 명세서에 제시된 동작들을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램 물건을 포함할 수 있다. 예를 들어, 이러한 컴퓨터 프로그램 물건은 명령들이 저장(및/또는 인코딩)된 컴퓨터 판독가능 매체를 포함할 수 있고, 명령들은, 본 명세서에 설명된 동작들을 수행하도록 하나 또는 그 초과 프로세서들에 의해 실행될 수 있다. 특정한 양상들의 경우, 컴퓨터 프로그램 물건은 패키징 재료를 포함할 수 있다.

[0221] 소프트웨어 또는 명령들이 또한 송신 매체를 통해 송신될 수 있다. 예를 들어, 소프트웨어가 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, 디지털 가입자 라인(DSL), 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로웨이브와 같은 무선 기술들을 이용하여 송신되는 경우, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, DSL, 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로웨이브와 같은 무선 기술들이 송신 매체의 정의에 포함된다.

[0222] 추가로, 본 명세서에 설명된 방법들 및 기술들을 수행하기 위한 모듈들 및/또는 다른 적절한 수단들은 적용가능한 경우 사용자 단말 및/또는 기지국에 의해 획득 및/또는 그렇지 않으면 다운로드될 수 있음을 인식해야 한다.

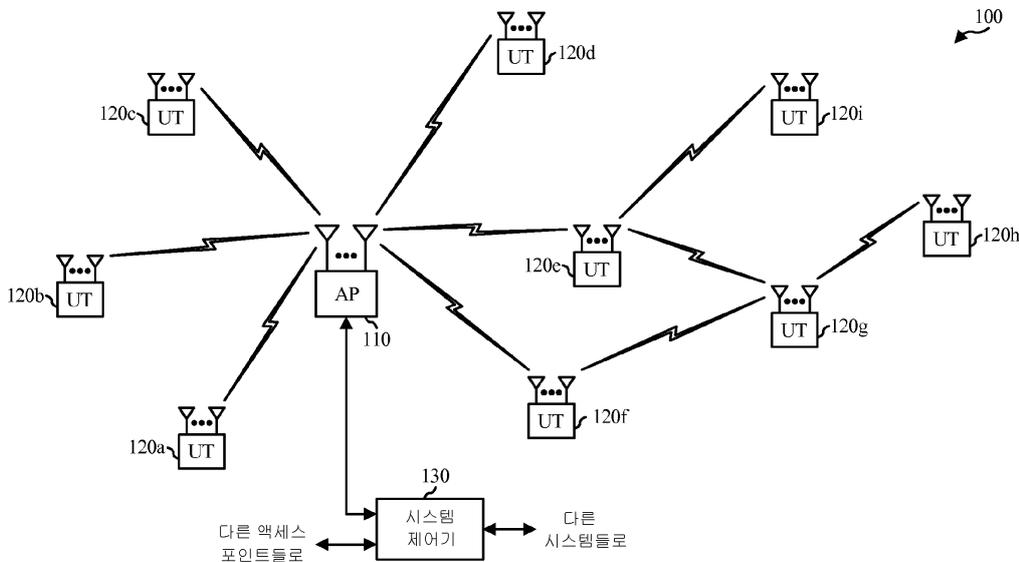
예를 들어, 이러한 디바이스는 본 명세서에 설명된 방법들을 수행하기 위한 수단의 전송을 용이하게 하기 위해 서버에 커플링될 수 있다. 대안적으로, 본 명세서에 설명된 다양한 방법들은 저장 수단들(예를 들어, RAM, ROM, 콤팩트 디스크(CD) 또는 플로피 디스크와 같은 물리적 저장 매체 등)을 통해 제공될 수 있어서, 사용자 단말 및/또는 기지국은 저장 수단들을 디바이스에 커플링 또는 제공할 때 다양한 방법들을 획득할 수 있다. 또한, 본 명세서에 설명된 방법들 및 기술들을 디바이스에 제공하기 위한 임의의 다른 적절한 기술이 활용될 수 있다.

[0223] 청구항들은 전술한 것과 정확히 같은 구성 및 컴포넌트들에 한정되지 않음을 이해해야 한다. 청구항들의 범주를 벗어나지 않으면서 전술한 방법들 및 장치의 배열, 동작 및 세부사항들에서 다양한 변형들, 변경들 및 변화들이 행해질 수 있다.

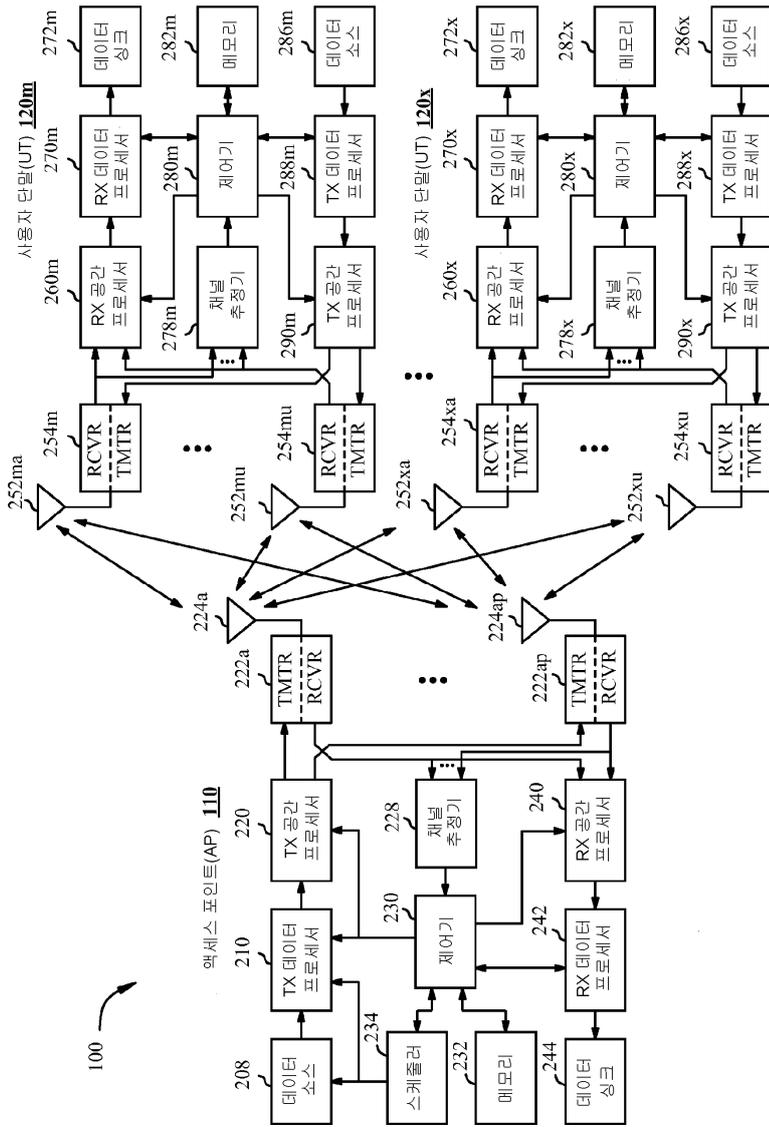
[0224] 상기 내용은 본 개시의 양상들에 관한 것이지만, 본 개시의 기본적 범주를 벗어나지 않으면서 본 개시의 다른 양상들 및 추가적 양상들이 고안될 수 있고, 이들의 범주는 후속하는 청구항들에 의해 결정된다.

도면

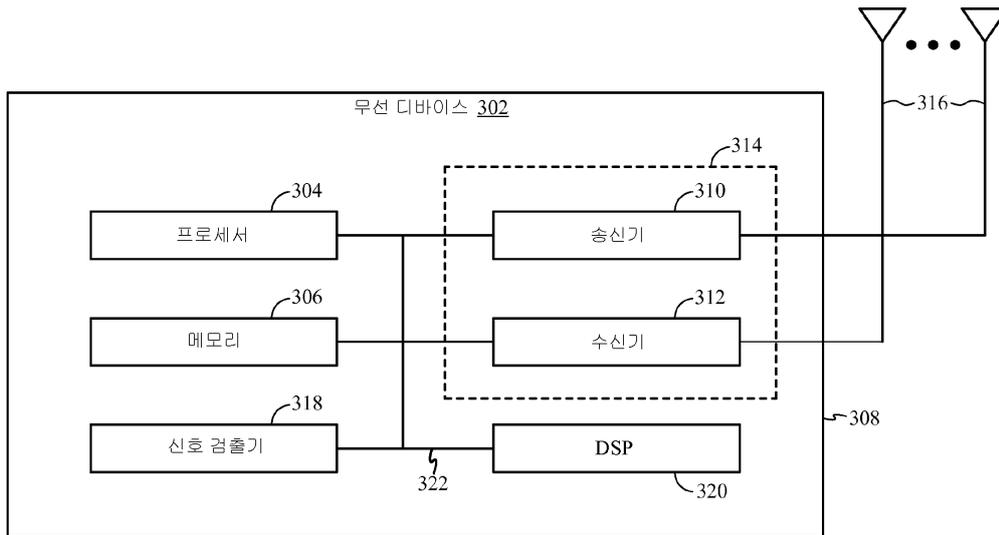
도면1



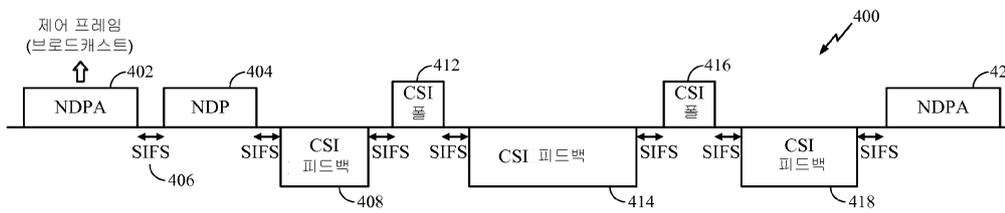
도면2



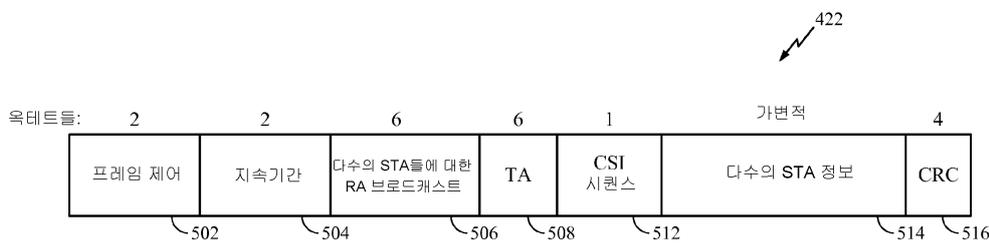
도면3



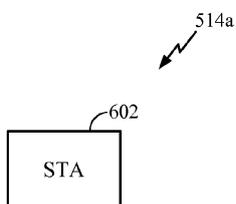
도면4



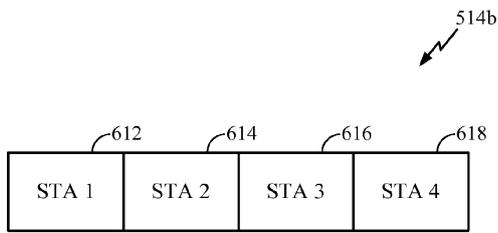
도면5



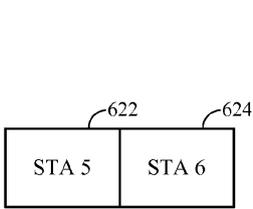
도면6a



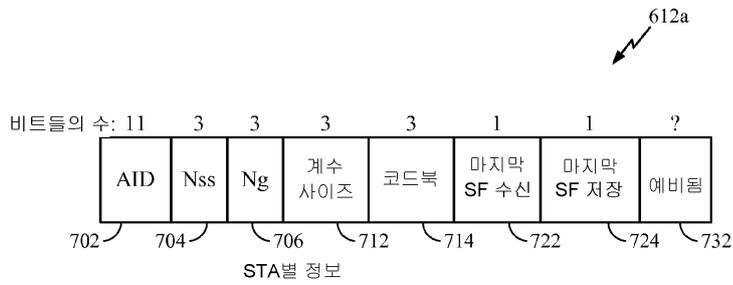
도면6b



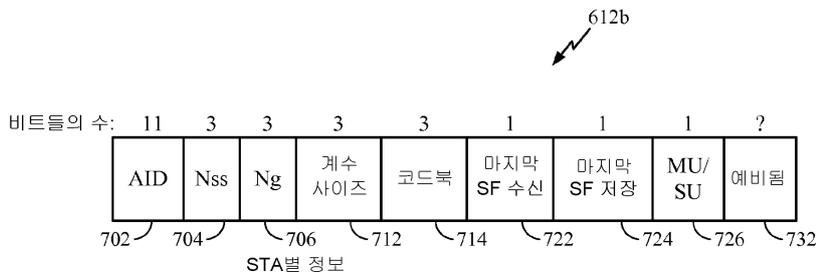
도면6c



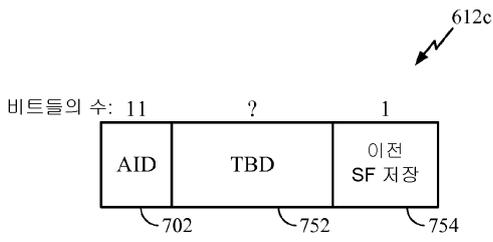
도면7a



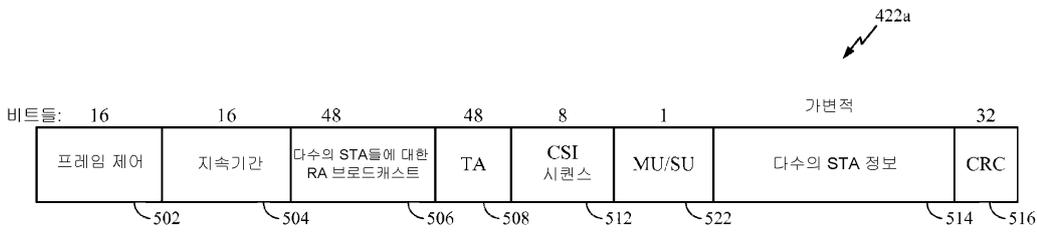
도면7b



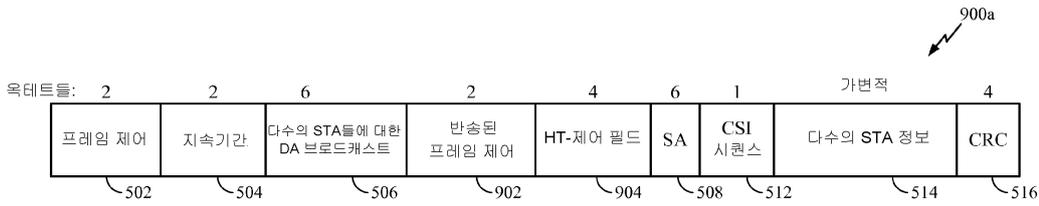
도면7c



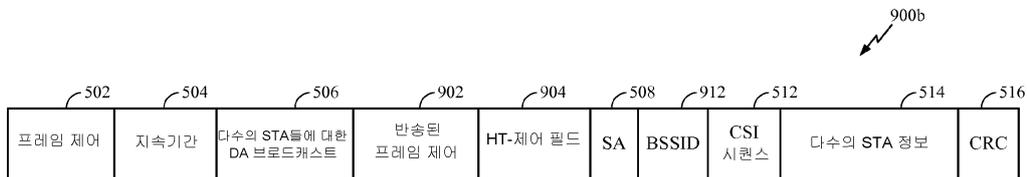
도면8



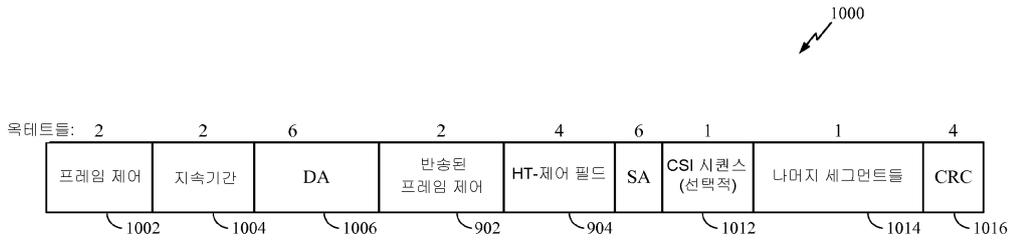
도면9a



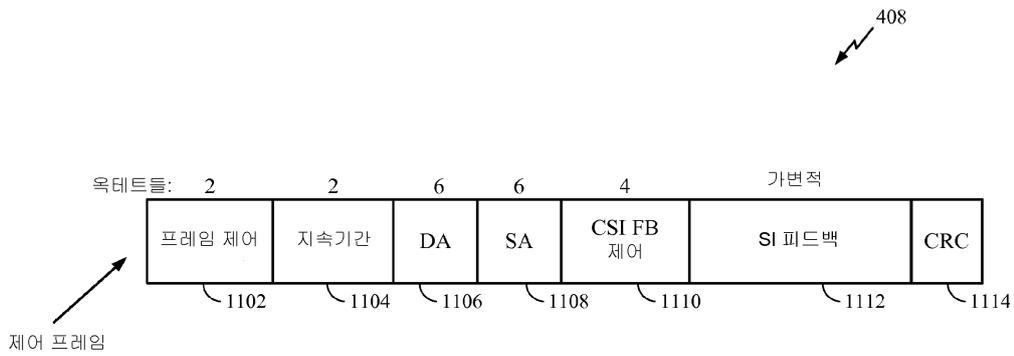
도면9b



도면10



도면11



도면12a



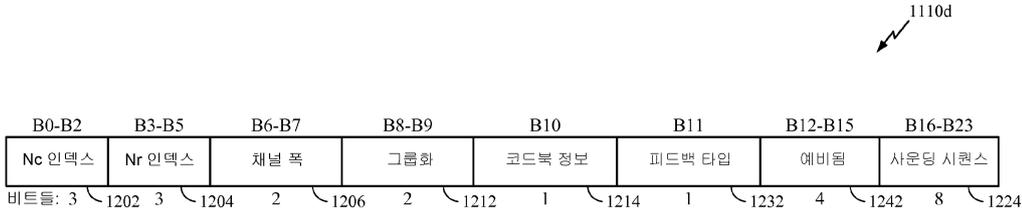
도면12b



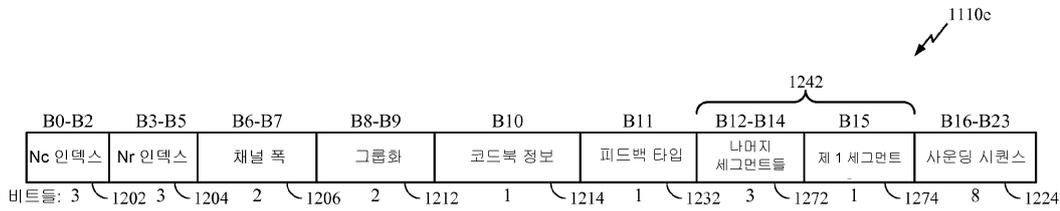
도면12c



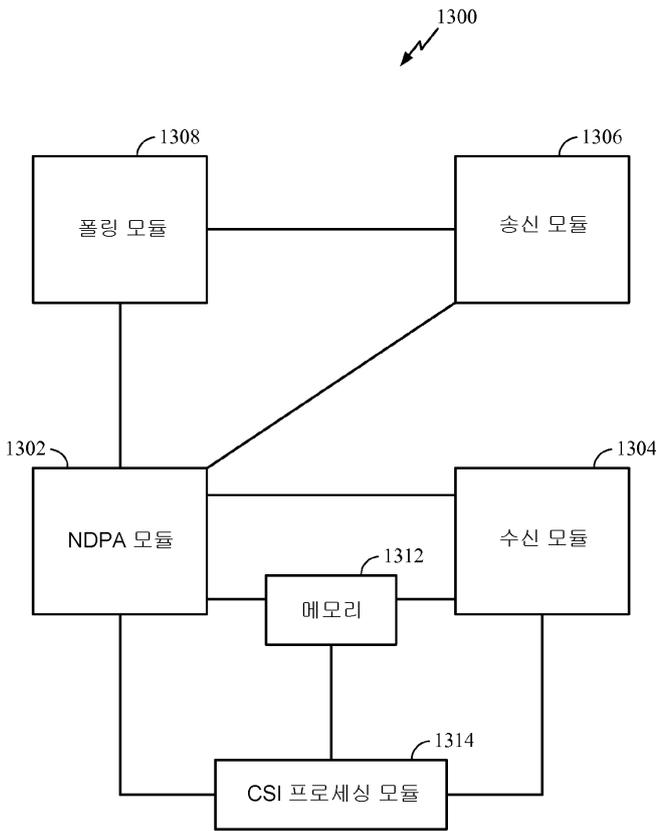
도면12d



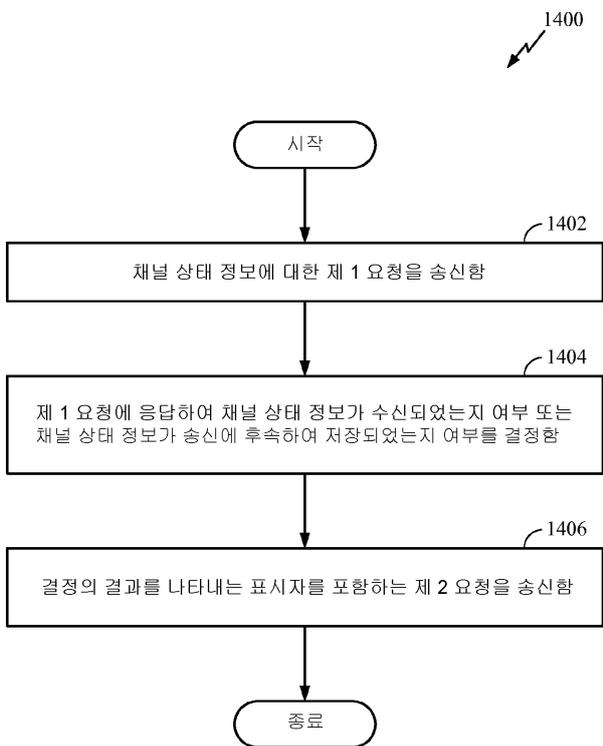
도면12e



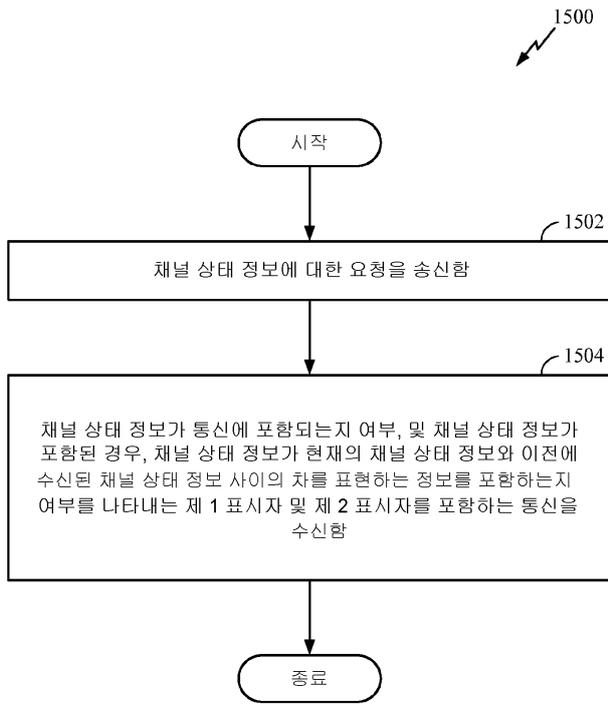
도면13



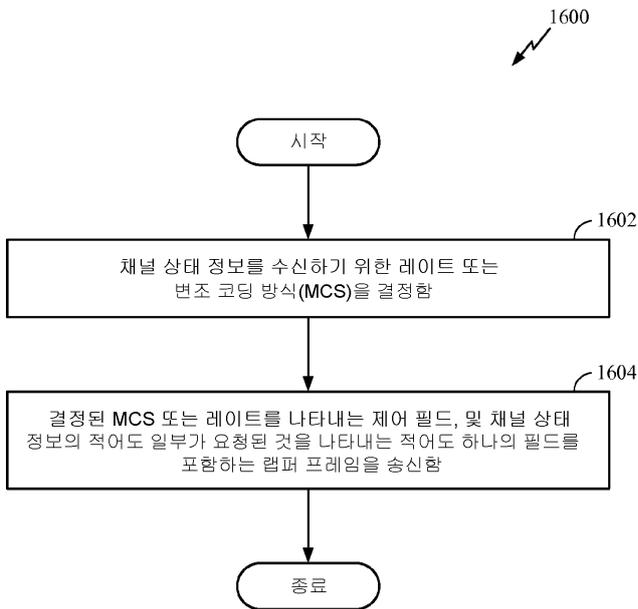
도면14



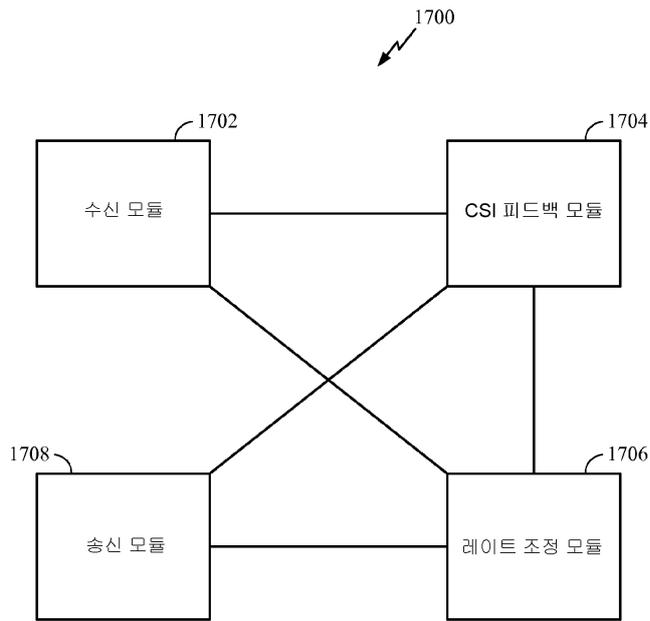
도면15



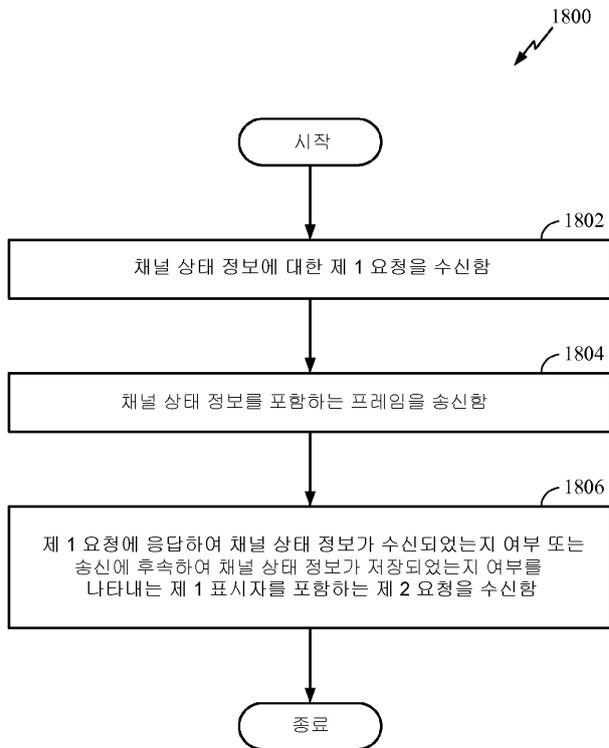
도면16



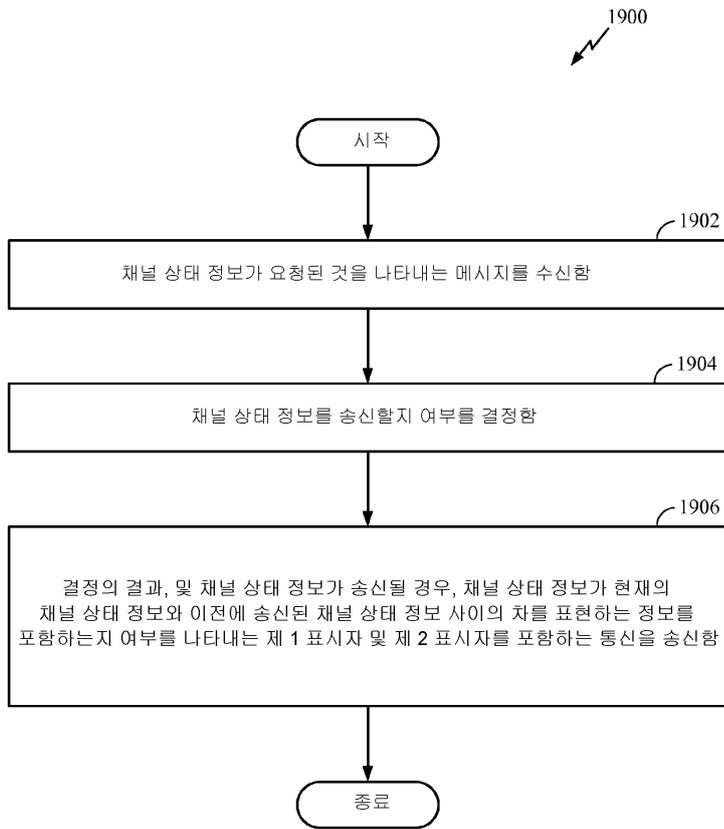
도면17



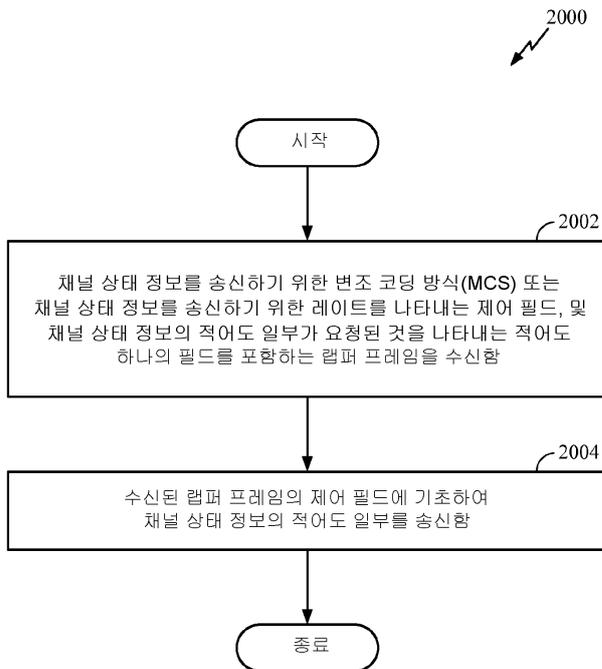
도면18



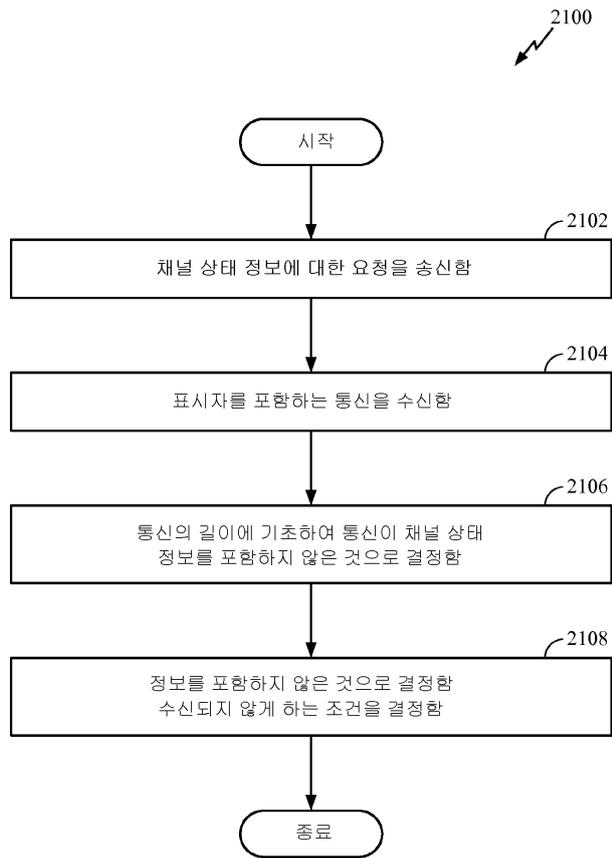
도면19



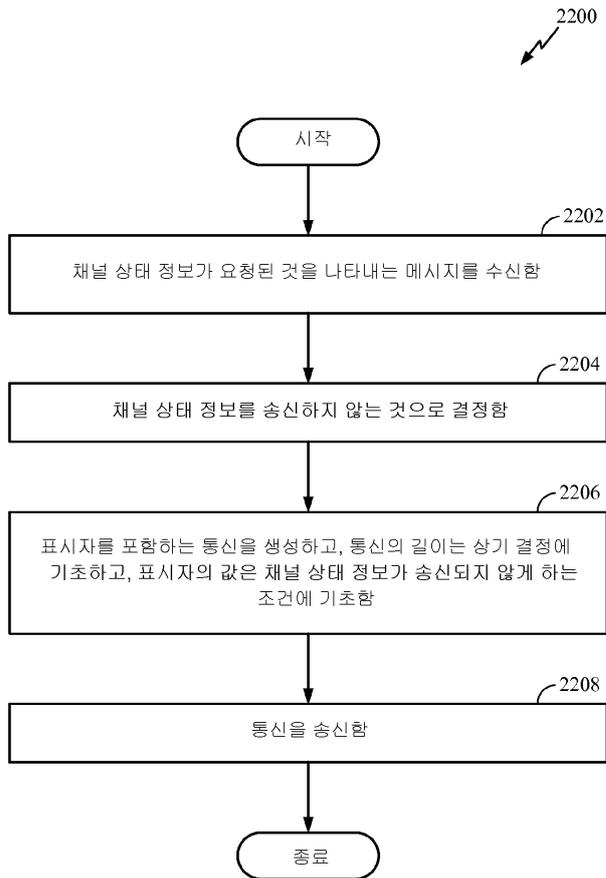
도면20



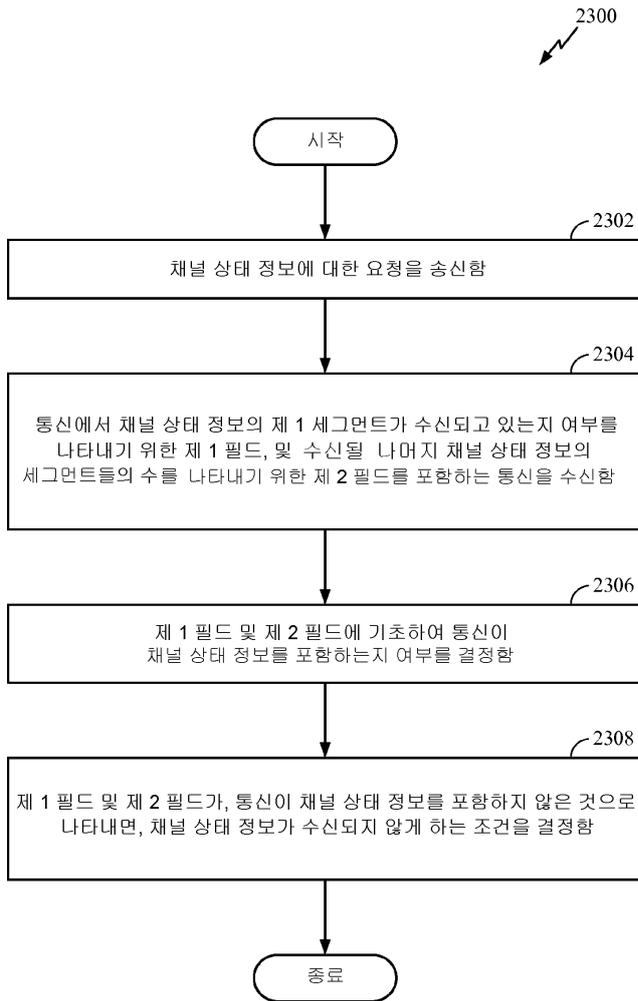
도면21



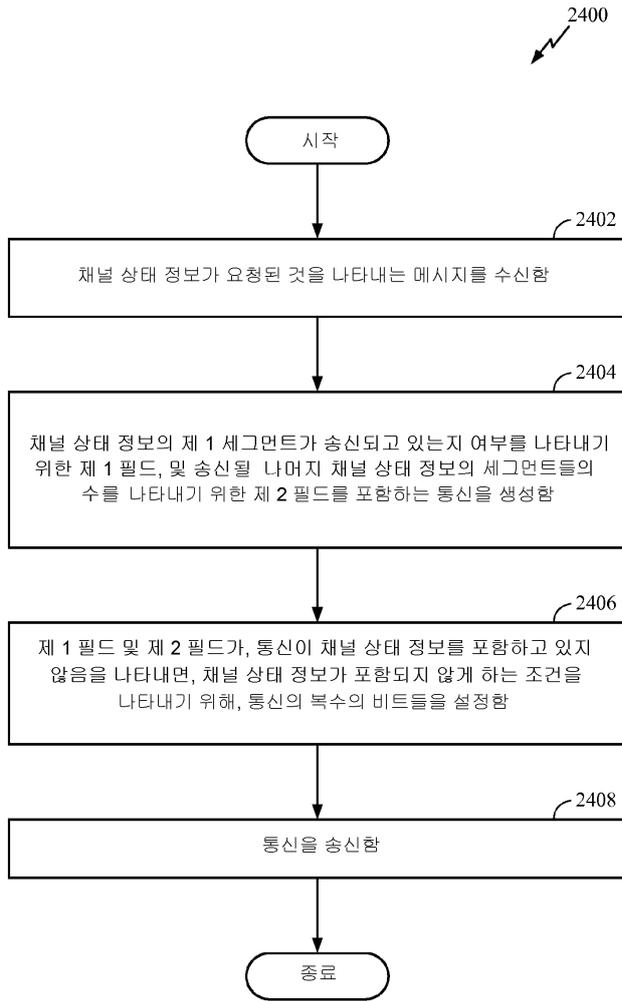
도면22



도면23



도면24



도면25

