



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월20일  
(11) 등록번호 10-1759699  
(24) 등록일자 2017년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04L 5/00 (2006.01) H04B 7/06 (2017.01)  
(52) CPC특허분류  
H04L 5/0023 (2013.01)  
H04B 7/0619 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-7012414  
(22) 출원일자(국제) 2013년10월10일  
심사청구일자 2016년11월02일  
(85) 번역문제출일자 2015년05월12일  
(65) 공개번호 10-2015-0059808  
(43) 공개일자 2015년06월02일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/064217  
(87) 국제공개번호 WO 2014/062460  
국제공개일자 2014년04월24일  
(30) 우선권주장  
13/653,274 2012년10월16일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
US20110002406 A1\*  
US20110122794 A1  
US20110170623 A1  
US20080013610 A1  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
헬캅 인코포레이티드  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775  
(72) 발명자  
호세, 주빈  
미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775  
우, 신저우  
미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775  
(74) 대리인  
(뒷면에 계속)  
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 40 항

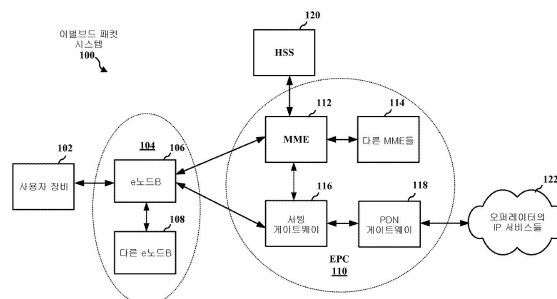
심사관 : 노상민

(54) 발명의 명칭 사용자 장비 선택을 위한 방법들 및 장치

(57) 요약

무선 통신을 위한 방법, 장치, 및 컴퓨터 프로그램 물건이 제공된다. 장치는 서버 기지국일 수도 있다. 서버 기지국은 복수의 UE들로부터 채널 피드백을 수신한다. 채널 피드백은, 서버 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초한다. 서버 기지국은, 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택한다. 서버 기지국은, 적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑한다. 서버 기지국은, 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 갖는 리소스 블록들의 세트를 적어도 하나의 UE에 송신한다.

대표도





(52) CPC특허분류

*H04L 5/0007* (2013.01)

*H04W 72/042* (2013.01)

*H04W 72/1263* (2013.01)

(72) 발명자

**서브라마니안, 천다르**

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드  
라이브 5775

**리, 유니**

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드  
라이브 5775

---

**리차드슨, 토마스 조셉**

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드  
라이브 5775



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

서빙 기지국의 무선 통신 방법으로서,

복수의 사용자 장비(UE)들로부터 채널 피드백을 수신하는 단계 - 상기 채널 피드백은, 상기 서빙 기지국에 의해 그리고 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초함 -;

상기 서빙 기지국에 의해 그리고 상기 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초하는 상기 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 상기 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택하는 단계;

적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑하는 단계;

상기 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 제 1 미리 결정된 위상 회전을 적용하고, 그리고 상기 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 제 2 미리 결정된 위상 회전을 적용하는 단계; 및

상기 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 이용하여 상기 리소스 블록들의 세트를 상기 적어도 하나의 UE에 송신하는 단계를 포함하는, 서빙 기지국의 무선 통신 방법.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 리소스 블록들의 세트의 복수의 서브세트들 각각에 상이한 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 적용하는 단계를 더 포함하는, 서빙 기지국의 무선 통신 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 미리 결정된 위상 회전들은 서브프레임들의 세트에 걸쳐 변하는, 서빙 기지국의 무선 통신 방법.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 UE들 각각으로부터의 채널 피드백을 임계치와 비교하는 단계를 더 포함하고,

상기 적어도 하나의 UE의 각각은, 상기 채널 피드백이 상기 임계치보다 크다는 것에 기초하여 선택되는, 서빙 기지국의 무선 통신 방법.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

송신 안테나로부터의 상기 리소스 블록들의 세트의 각각의 동시적인 송신에 상이한 위상 회전을 적용하는 단계를 더 포함하는, 서빙 기지국의 무선 통신 방법.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 UE들에 파일럿 신호를 송신하는 단계를 더 포함하고,



상기 채널 피드백은 상기 송신되는 파일럿 신호에 추가로 기초하는, 서빙 기지국의 무선 통신 방법.

#### 청구항 8

서빙 기지국의 무선 통신 방법으로서,

복수의 사용자 장비(UE)들로부터 채널 피드백을 수신하는 단계 - 상기 채널 피드백은, 상기 서빙 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초함 -;

상기 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 상기 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택하는 단계;

적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑하는 단계; 및

상기 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 이용하여 상기 리소스 블록들의 세트를 상기 적어도 하나의 UE에 송신하는 단계를 포함하고,

상기 채널 피드백은, 상기 리소스 블록들의 세트에 상기 적어도 하나의 데이터 스트림을 매핑하기 위하여 상기 서빙 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 매핑에 추가로 기초하고, 상기 적어도 하나의 데이터 스트림은  $n$ 개의 리소스 블록들에 대응하고 그리고 상기 미리 결정된 매핑에 기초하여  $m$ 개의 리소스 블록들에 매핑되고,  $m$ 은  $n$ 보다 크고, 그리고 상기 리소스 블록들의 세트는 상기  $m$ 개의 리소스 블록들을 포함하며,

상기 매핑된 리소스 블록들의 세트는, 동일한 심볼들 상에서  $n$ 개의 리소스 블록들의 제 1 세트 및  $n$ 개의 리소스 블록들의 제 2 세트를 포함하고,

상기 리소스 블록들의 제 2 세트는 상기 리소스 블록들의 제 1 세트와는 상이한 의사-랜덤 위상 회전을 갖는, 서빙 기지국의 무선 통신 방법.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 미리 결정된 매핑은 서브프레임들의 세트에 걸쳐 변하는, 서빙 기지국의 무선 통신 방법.

#### 청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기  $m$ 은  $2n$ 과 동일한, 서빙 기지국의 무선 통신 방법.

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

제 8 항에 있어서,

미리 결정된 홉핑(hopping) 방식에 기초하여 상기  $m$ 개의 리소스 블록들을 선택하는 단계를 더 포함하는, 서빙 기지국의 무선 통신 방법.

#### 청구항 13

서빙 기지국의 무선 통신 방법으로서,

복수의 사용자 장비(UE)들로부터 채널 피드백을 수신하는 단계 - 상기 채널 피드백은, 상기 서빙 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초함 -;

상기 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 상기 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택하는 단계;

적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑하는 단계;

미리 결정된 매핑에 기초하여 송신 안테나들의 세트를 선택하는 단계; 및

상기 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 이용하여 상기 리소스 블록들의 세트를 상기 적



어도 하나의 UE에 송신하는 단계를 포함하고,

상기 리소스 블록들의 세트는, 상기 미리 결정된 위상 회전들에 기초한 위상 회전을 이용하여 상기 송신 안테나들의 세트 내의 각각의 송신 안테나로부터 송신되며,

상기 리소스 블록들의 세트는, 제 1 송신 안테나로부터 제 1 미리 결정된 위상 회전을 이용하여 그리고 제 2 송신 안테나로부터 제 2 미리 결정된 위상 회전을 이용하여 송신되는, 서빙 기지국의 무선 통신 방법.

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 리소스 블록들의 세트는, 상이한 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 이용하여 상기 송신 안테나들의 세트의 각각의 송신 안테나로부터 송신되는, 서빙 기지국의 무선 통신 방법.

#### 청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 채널 피드백은, 상기 송신 안테나들을 선택하기 위하여 상기 서빙 기지국에 의해 사용되는 상기 미리 결정된 매핑에 추가로 기초하는, 서빙 기지국의 무선 통신 방법.

#### 청구항 17

무선 통신을 위한 서빙 기지국으로서,

복수의 사용자 장비(UE)들로부터 채널 피드백을 수신하기 위한 수단 - 상기 채널 피드백은, 상기 서빙 기지국에 의해 그리고 적어도 하나의 간섭 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초함 -;

상기 서빙 기지국에 의해 그리고 상기 적어도 하나의 간섭 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초하는 상기 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 상기 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택하기 위한 수단;

적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑하기 위한 수단;

상기 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 제 1 미리 결정된 위상 회전을 적용하고, 그리고 상기 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 제 2 미리 결정된 위상 회전을 적용하기 위한 수단; 및

상기 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 이용하여 상기 리소스 블록들의 세트를 상기 적어도 하나의 UE에 송신하기 위한 수단을 포함하는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 리소스 블록들의 세트의 복수의 서브세트들 각각에 상이한 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 적용하기 위한 수단을 더 포함하는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 20

제 17 항에 있어서,

상기 미리 결정된 위상 회전들은 서브프레임들의 세트에 걸쳐 변하는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.



## 청구항 21

제 17 항에 있어서,

상기 UE들 각각으로부터의 채널 피드백을 임계치와 비교하기 위한 수단을 더 포함하고,

상기 적어도 하나의 UE의 각각은, 상기 채널 피드백이 상기 임계치보다 크다는 것에 기초하여 선택되는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

## 청구항 22

제 17 항에 있어서,

송신 안테나로부터의 상기 리소스 블록들의 세트의 각각의 동시적인 송신에 상이한 위상 회전을 적용하기 위한 수단을 더 포함하는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

## 청구항 23

제 17 항에 있어서,

상기 UE들에 파일럿 신호를 송신하기 위한 수단을 더 포함하고,

상기 채널 피드백은 상기 송신되는 파일럿 신호에 추가로 기초하는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

## 청구항 24

무선 통신을 위한 서빙 기지국으로서,

복수의 사용자 장비(UE)들로부터 채널 피드백을 수신하기 위한 수단 - 상기 채널 피드백은, 상기 서빙 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초함 -;

상기 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 상기 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택하기 위한 수단;

적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑하기 위한 수단; 및

상기 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 이용하여 상기 리소스 블록들의 세트를 상기 적어도 하나의 UE에 송신하기 위한 수단을 포함하고,

상기 채널 피드백은, 상기 리소스 블록들의 세트에 상기 적어도 하나의 데이터 스트림을 매핑하기 위하여 상기 서빙 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 매핑에 추가로 기초하고, 상기 적어도 하나의 데이터 스트림은  $n$ 개의 리소스 블록들에 대응하고 그리고 상기 미리 결정된 매핑에 기초하여  $m$ 개의 리소스 블록들에 매핑되고,  $m$ 은  $n$ 보다 크고, 그리고 상기 리소스 블록들의 세트는 상기  $m$ 개의 리소스 블록들을 포함하며,

상기 매핑된 리소스 블록들의 세트는, 동일한 심볼들 상에서  $n$ 개의 리소스 블록들의 제 1 세트 및  $n$ 개의 리소스 블록들의 제 2 세트를 포함하고,

상기 리소스 블록들의 제 2 세트는 상기 리소스 블록들의 제 1 세트와는 상이한 의사-랜덤 위상 회전을 갖는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

## 청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 미리 결정된 매핑은 서브프레임들의 세트에 걸쳐 변하는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

## 청구항 26

제 24 항에 있어서,

상기  $m$ 은  $2n$ 과 동일한, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

## 청구항 27



삭제

#### 청구항 28

제 24 항에 있어서,

미리 결정된 hopping 방식에 기초하여 상기  $m$ 개의 리소스 블록들을 선택하기 위한 수단을 더 포함하는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 29

무선 통신을 위한 서빙 기지국으로서,

복수의 사용자 장비(UE)들로부터 채널 피드백을 수신하기 위한 수단 - 상기 채널 피드백은, 상기 서빙 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초함 -;

상기 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 상기 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택하기 위한 수단;

적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑하기 위한 수단;

미리 결정된 매핑에 기초하여 송신 안테나들의 세트를 선택하기 위한 수단; 및

상기 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 이용하여 상기 리소스 블록들의 세트를 상기 적어도 하나의 UE에 송신하기 위한 수단을 포함하고,

상기 리소스 블록들의 세트는, 상기 미리 결정된 위상 회전들에 기초한 위상 회전을 이용하여 상기 송신 안테나들의 세트 내의 각각의 송신 안테나로부터 송신되며,

상기 리소스 블록들의 세트는, 제 1 송신 안테나로부터 제 1 미리 결정된 위상 회전을 이용하여 그리고 제 2 송신 안테나로부터 제 2 미리 결정된 위상 회전을 이용하여 송신되는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 30

삭제

#### 청구항 31

제 29 항에 있어서,

상기 리소스 블록들의 세트는, 상이한 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 이용하여 상기 송신 안테나들의 세트의 각각의 송신 안테나로부터 송신되는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 32

제 29 항에 있어서,

상기 채널 피드백은, 상기 송신 안테나들을 선택하기 위하여 상기 서빙 기지국에 의해 사용되는 상기 미리 결정된 매핑에 추가로 기초하는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 33

무선 통신을 위한 서빙 기지국으로서,

메모리; 및

상기 메모리에 커플링된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

복수의 사용자 장비(UE)들로부터 채널 피드백을 수신하고 - 상기 채널 피드백은, 상기 서빙 기지국에 의해 그리고 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초함 -;

상기 서빙 기지국에 의해 그리고 상기 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초하는 상기 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 상기 UE들 중 적어도 하나의 UE를



선택하고;

적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑하고;

상기 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 제 1 미리 결정된 위상 회전을 적용하고, 그리고 상기 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 제 2 미리 결정된 위상 회전을 적용하고; 그리고

상기 미리 결정된 위상 회전에 기초하여 결정된 위상 회전을 이용하여 상기 리소스 블록들의 세트를 상기 적어도 하나의 UE에 송신하도록

구성되는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 34

삭제

#### 청구항 35

제 33 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 리소스 블록들의 세트의 복수의 서브세트들 각각에 상이한 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 적용하도록 추가로 구성되는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 36

제 33 항에 있어서,

상기 미리 결정된 위상 회전들은 서브프레임들의 세트에 걸쳐 변하는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 37

제 33 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 UE들 각각으로부터의 채널 피드백을 임계치와 비교하도록 추가로 구성되고,

상기 적어도 하나의 UE의 각각은, 상기 채널 피드백이 상기 임계치보다 크다는 것에 기초하여 선택되는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 38

제 33 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는, 송신 안테나로부터의 상기 리소스 블록들의 세트의 각각의 동시적인 송신에 상이한 위상 회전을 적용하도록 추가로 구성되는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 39

제 33 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 UE들에 파일럿 신호를 송신하도록 추가로 구성되고,

상기 채널 피드백은 상기 송신되는 파일럿 신호에 추가로 기초하는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 40

무선 통신을 위한 서빙 기지국으로서,

메모리; 및

상기 메모리에 커플링된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

복수의 사용자 장비(UE)들로부터 채널 피드백을 수신하고 - 상기 채널 피드백은, 상기 서빙 기지국에



의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초함 -;

상기 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 상기 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택하고;

적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑하고; 그리고

상기 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 이용하여 상기 리소스 블록들의 세트를 상기 적어도 하나의 UE에 송신하도록

구성되고,

상기 채널 피드백은, 상기 리소스 블록들의 세트에 상기 적어도 하나의 데이터 스트림을 매핑하기 위하여 상기 서빙 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 매핑에 추가로 기초하고, 상기 적어도 하나의 데이터 스트림은  $n$ 개의 리소스 블록들에 대응하고 그리고 상기 미리 결정된 매핑에 기초하여  $m$ 개의 리소스 블록들에 매핑되고,  $m$ 은  $n$ 보다 크고, 그리고 상기 리소스 블록들의 세트는 상기  $m$ 개의 리소스 블록들을 포함하며,

상기 매핑된 리소스 블록들의 세트는, 동일한 심볼들 상에서  $n$ 개의 리소스 블록들의 제 1 세트 및  $n$ 개의 리소스 블록들의 제 2 세트를 포함하고,

상기 리소스 블록들의 제 2 세트는 상기 리소스 블록들의 제 1 세트와는 상이한 의사-랜덤 위상 회전을 갖는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 41

제 40 항에 있어서,

상기 미리 결정된 매핑은 서브프레임들의 세트에 걸쳐 변하는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 42

제 40 항에 있어서,

상기  $m$ 은  $2n$ 과 동일한, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 43

삭제

#### 청구항 44

제 40 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는, 미리 결정된 홉핑 방식에 기초하여 상기  $m$ 개의 리소스 블록들을 선택하도록 추가로 구성되는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 45

무선 통신을 위한 서빙 기지국으로서,

메모리; 및

상기 메모리에 커플링된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

복수의 사용자 장비(UE)들로부터 채널 피드백을 수신하고 - 상기 채널 피드백은, 상기 서빙 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초함 -;

상기 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 상기 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택하고;

적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑하고;

미리 결정된 매핑에 기초하여 송신 안테나들의 세트를 선택하고; 그리고

상기 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 이용하여 상기 리소스 블록들의 세트를



상기 적어도 하나의 UE에 송신하도록

구성되고,

상기 리소스 블록들의 세트는, 상기 미리 결정된 위상 회전들에 기초한 위상 회전을 이용하여 상기 송신 안테나들의 세트 내의 각각의 송신 안테나로부터 송신되며,

상기 리소스 블록들의 세트는, 제 1 송신 안테나로부터 제 1 미리 결정된 위상 회전을 이용하여 그리고 제 2 송신 안테나로부터 제 2 미리 결정된 위상 회전을 이용하여 송신되는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 46

삭제

#### 청구항 47

제 45 항에 있어서,

상기 리소스 블록들의 세트는, 상이한 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 이용하여 상기 송신 안테나들의 세트의 각각의 송신 안테나로부터 송신되는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 48

제 45 항에 있어서,

상기 채널 피드백은, 상기 송신 안테나들을 선택하기 위하여 상기 서빙 기지국에 의해 사용되는 상기 미리 결정된 매핑에 추가로 기초하는, 무선 통신을 위한 서빙 기지국.

#### 청구항 49

서빙 기지국과 연관되고 그리고 무선 통신을 위한 컴퓨터 실행가능한 코드를 저장하는 비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체로서,

상기 컴퓨터 실행가능한 코드는,

복수의 사용자 장비(UE)들로부터 채널 피드백을 수신하고 - 상기 채널 피드백은, 상기 서빙 기지국에 의해 그리고 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초함 -;

상기 서빙 기지국에 의해 그리고 상기 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초하는 상기 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 상기 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택하고;

적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑하고;

상기 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 제 1 미리 결정된 위상 회전을 적용하고, 그리고 상기 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 제 2 미리 결정된 위상 회전을 적용하고; 그리고

상기 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 이용하여 상기 리소스 블록들의 세트를 상기 적어도 하나의 UE에 송신하기 위한

코드를 포함하는, 비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로, 통신 시스템들에 관한 것으로, 더 상세하게는, 직교 주파수 분할 다중 액세스(OFDMA) 시스템들에서의 동기식으로 코딩된 서브캐리어들에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 무선 통신 시스템들은 텔레포니(telephony), 비디오, 데이터, 메시징, 및 브로드캐스트들과 같은 다양한

[0001]

[0002]



원격통신 서비스들을 제공하도록 광범위하게 배치되어 있다. 통상적인 무선 통신 시스템들은 이용가능한 시스템 리소스들(예를 들어, 대역폭, 송신 전력)을 공유함으로써 다수의 사용자들과의 통신을 지원할 수 있는 다중-액세스 기술들을 이용할 수도 있다. 그러한 다중-액세스 기술들의 예들은 코드 분할 다중 액세스(CDMA) 시스템들, 시분할 다중 액세스(TDMA) 시스템들, 주파수 분할 다중 액세스(FDMA) 시스템들, OFDMA 시스템들, 단일-캐리어 주파수 분할 다중 액세스(SC-FDMA) 시스템들, 및 시분할 동기식 코드 분할 다중 액세스(TD-SCDMA) 시스템들을 포함한다.

[0003] 이들 다중 액세스 기술들은 상이한 무선 디바이스들이, 도시 레벨, 국가 레벨, 지역 레벨, 및 심지어 글로벌 레벨 상에서 통신할 수 있게 하는 공통 프로토콜을 제공하기 위해 다양한 원격통신 표준들에서 채택되어 왔다. 신생(emerging) 원격통신 표준의 일 예는 롱텀 에볼루션(LTE)이다. LTE는 3세대 파트너십 프로젝트(3GPP)에 의해 발표된 유니버설 모바일 원격통신 시스템(UMTS) 모바일 표준에 대한 향상들의 세트이다. 그것은, 스펙트럼 효율도를 개선시키고, 비용들을 낮추고, 서비스들을 개선시키고, 새로운 스펙트럼을 이용하며, 다운링크(DL) 상에서는 OFDMA, 업링크(UL) 상에서는 SC-FDMA, 그리고 다중-입력 다중-출력(MIMO) 안테나 기술을 사용하여 다른 개방형(open) 표준들과 더 양호하게 통합함으로써, 모바일 브로드밴드 인터넷 액세스를 더 양호하게 지원하도록 설계된다. 그러나, 모바일 브로드밴드 액세스에 대한 요구가 계속 증가함에 따라, LTE 기술에서의 추가적인 개선들에 대한 필요성이 존재한다. 바람직하게, 이들 개선들은 다른 다중-액세스 기술들 및 이들 기술들을 이용하는 원격통신 표준들에 적용가능해야 한다.

### 발명의 내용

[0004] 본 발명의 일 양상에서, 방법, 컴퓨터 프로그램 물건, 및 장치가 제공된다. 장치는 서빙 기지국일 수도 있다. 서빙 기지국은 복수의 사용자 장비(UE)들로부터 채널 피드백을 수신한다. 채널 피드백은, 서빙 기지국에 의해 사용된 미리 결정된 위상 회전들에 기초한다. 서빙 기지국은, 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택한다. 서빙 기지국은 적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑한다. 서빙 기지국은, 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 갖는 리소스 블록들의 세트를 적어도 하나의 UE에 송신한다.

### 도면의 간단한 설명

[0005] 도 1은 네트워크 아키텍처의 일 예를 도시한 다이어그램이다.

[0006] 도 2는 액세스 네트워크의 일 예를 도시한 다이어그램이다.

[0007] 도 3은 LTE에서의 DL 프레임 구조의 일 예를 도시한 다이어그램이다.

[0008] 도 4는 LTE에서의 UL 프레임 구조의 일 예를 도시한 다이어그램이다.

[0009] 도 5는 사용자 및 제어 평면들에 대한 라디오 프로토콜 아키텍처의 일 예를 도시한 다이어그램이다.

[0010] 도 6은 액세스 네트워크에서의 이벌브드 노드 B 및 사용자 장비의 일 예를 도시한 다이어그램이다.

[0011] 도 7은 예시적인 방법들을 도시하기 위한 제 1 다이어그램이다.

[0012] 도 8은 예시적인 방법들을 도시하기 위한 제 2 다이어그램이다.

[0013] 도 9는 예시적인 방법들을 도시하기 위한 제 3 다이어그램이다.

[0014] 도 10은 예시적인 방법들을 도시하기 위한 블록도이다.

[0015] 도 11a는 제 1 예시적인 방법을 도시하기 위한 다이어그램이다.

[0016] 도 11b는 제 2 예시적인 방법을 도시하기 위한 다이어그램이다.

[0017] 도 12는 서빙 기지국의 무선 통신 방법의 흐름도이다.

[0018] 도 13은 UE의 무선 통신 방법의 흐름도이다.

[0019] 도 14는 예시적인 기지국 장치 내의 상이한 모듈들/수단/컴포넌트들 사이의 데이터 흐름을 도시하는 개념적인 데이터 흐름도이다.

[0020] 도 15는 프로세싱 시스템을 이용하는 기지국 장치에 대한 하드웨어 구현의 일 예를 도시한 다이어그램이



다.

[0021] 도 16은 예시적인 UE 장치 내의 상이한 모듈들/수단/컴포넌트들 사이의 데이터 흐름을 도시하는 개념적인 데이터 흐름도이다.

[0022] 도 17은 프로세싱 시스템을 이용하는 UE 장치에 대한 하드웨어 구현의 일 예를 도시한 다이어그램이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0006] [0023] 첨부된 도면들과 관련하여 아래에 기재된 상세한 설명은 다양한 구성들의 설명으로서 의도되며, 본 명세서에 설명된 개념들이 실시될 수도 있는 구성들만을 표현하도록 의도되지 않는다. 상세한 설명은 다양한 개념들의 완전한 이해를 제공하려는 목적을 위한 특정한 세부사항들을 포함한다. 그러나, 이들 개념들이 이들 특정한 세부사항들 없이도 실시될 수도 있다는 것은 당업자들에게는 명백할 것이다. 몇몇 예시들에서, 잘 알려진 구조들 및 컴포넌트들은 그러한 개념들을 불명료하게 하는 것을 회피하기 위해 블록도 형태로 도시된다.
- [0007] [0024] 원격통신 시스템들의 수 개의 양상들은 이제 다양한 장치 및 방법들을 참조하여 제시될 것이다. 이들 장치 및 방법들은, 다양한 블록들, 모듈들, 컴포넌트들, 회로들, 단계들, 프로세스들, 알고리즘들 등(집합적으로, "엘리먼트들"로 지칭됨)에 의해 다음의 상세한 설명에서 설명되고 첨부한 도면들에서 도시될 것이다. 이들 엘리먼트들은 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이들의 임의의 결합을 사용하여 구현될 수도 있다. 그러한 엘리먼트들이 하드웨어로서 구현될지 또는 소프트웨어로서 구현될지는 특정한 애플리케이션 및 전체 시스템에 부과된 설계 제약들에 의존한다.
- [0008] [0025] 예로서, 엘리먼트, 또는 엘리먼트의 임의의 일부, 또는 엘리먼트들의 임의의 결합은, 하나 또는 그 초과 의 프로세서들을 포함하는 "프로세싱 시스템" 을 이용하여 구현될 수도 있다. 프로세서들의 예들은 마이크로프로세서들, 마이크로제어기들, 디지털 신호 프로세서(DSP)들, 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이(FPGA)들, 프로그래밍가능 로직 디바이스(PLD)들, 상태 머신들, 게이팅된 로직, 이산 하드웨어 회로들, 및 본 발명 전반에 걸쳐 설명된 다양한 기능을 수행하도록 구성된 다른 적절한 하드웨어를 포함한다. 프로세싱 시스템의 하나 또는 그 초과 의 프로세서들은 소프트웨어를 실행할 수도 있다. 소프트웨어는, 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어, 마이크로코드, 하드웨어 디스크립션 언어, 또는 다른 용어로서 지칭되는지에 관계없이, 명령들, 명령 세트들, 코드, 코드 세그먼트들, 프로그램 코드, 프로그램들, 서브프로그램들, 소프트웨어 모듈들, 애플리케이션들, 소프트웨어 애플리케이션들, 소프트웨어 패키지들, 루틴들, 서브루틴들, 오브젝트들, 실행가능물들, 실행 스크립트들, 절차들, 함수들 등을 의미하도록 광범위하게 해석되어야 한다.
- [0009] [0026] 따라서, 하나 또는 그 초과 의 예시적인 실시예들에서, 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 결합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어로 구현되면, 기능들은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 하나 또는 그 초과 의 명령들 또는 코드로서 저장되거나 이들로 인코딩될 수도 있다. 컴퓨터 판독가능 매체들은 컴퓨터 저장 매체들을 포함한다. 저장 매체들은 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체들일 수도 있다. 제한이 아닌 예로서, 그러한 컴퓨터-판독가능 매체들은 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장부, 자기 디스크 저장부 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드를 저장하는데 사용될 수 있고, 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 디스크(disk) 및 디스크(disc)는 콤팩트 디스크(disc)(CD), 레이저 디스크(disc), 광학 디스크(disc), 디지털 다기능 디스크(digital versatile disc)(DVD), 및 플로피 디스크(disk)를 포함하며, 여기서 디스크(disk)들은 일반적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만, 디스크(disc)들은 레이저를 이용하여 광학적으로 데이터를 재생한다. 상기한 것들의 결합들이 또한 컴퓨터-판독가능 매체들의 범위 내에 포함되어야 한다.
- [0010] [0027] 도 1은 LTE 네트워크 아키텍처(100)를 도시한 다이어그램이다. LTE 네트워크 아키텍처(100)는 이벌브드 패킷 시스템(EPS)(100)으로 지칭될 수도 있다. EPS(100)는 하나 또는 그 초과 의 사용자 장비(UE)(102), E-UTRAN(Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network)(104), EPC(Evolved Packet Core)(110), HSS(Home Subscriber Server)(120), 및 오퍼레이터의 IP 서비스들(122)을 포함할 수도 있다. EPS는 다른 액세스 네트워크들과 상호접속할 수 있지만, 간략화를 위해, 그들 엔티티들/인터페이스들은 도시되지 않는다. 도시된 바와 같이, EPS는 패킷-교환 서비스들을 제공하지만, 당업자들이 용이하게 인식할 바와 같이, 본 발명 전반에 걸쳐 제시된 다양한 개념들은 회선-교환 서비스들을 제공하는 네트워크들로 확장될 수도 있다.
- [0011] [0028] E-UTRAN은 이벌브드 노드 B(eNB)(106) 및 다른 eNB들(108)을 포함한다. eNB(106)는 UE(102)를 향한 사용자 및 제어 평면 프로토콜 종단(termination)들을 제공한다. eNB(106)는 백홀(예를 들어, X2 인터페이스)을



통해 다른 eNB들(108)에 접속될 수도 있다. eNB(106)는 또한, 기지국, 베이스 트랜시버 스테이션, 라디오 기지국, 라디오 트랜시버, 트랜시버 기능, 기본 서비스 세트(BSS), 확장된 서비스 세트(ESS), 또는 몇몇 다른 적절한 용어로 지칭될 수도 있다. eNB(106)는 UE(102)에 대해 EPC(110)로의 액세스 포인트를 제공한다. UE들(102)들의 예들은 셀룰러 전화기, 스마트폰, 세션 개시 프로토콜(SIP) 전화기, 랩탑, 개인 휴대 정보 단말(PDA), 위성 라디오, 글로벌 포지셔닝 시스템, 멀티미디어 디바이스, 비디오 디바이스, 디지털 오디오 플레이어(예를 들어, MP3 플레이어), 카메라, 게임 콘솔, 테블릿, 또는 임의의 다른 유사한 기능 디바이스를 포함한다. UE(102)는 또한, 모바일 스테이션, 가입자 스테이션, 모바일 유닛, 가입자 유닛, 무선 유닛, 원격 유닛, 모바일 디바이스, 무선 디바이스, 무선 통신 디바이스, 원격 디바이스, 모바일 가입자 스테이션, 액세스 단말, 모바일 단말, 무선 단말, 원격 단말, 핸드셋, 사용자 에이전트, 모바일 클라이언트, 클라이언트, 또는 몇몇 다른 적절한 용어로 당업자들에 의해 지칭될 수도 있다.

[0012] [0029] eNB(106)는 S1 인터페이스에 의해 EPC(110)에 접속된다. EPC(110)는 MME(Mobility Management Entity)(112), 다른 MME들(114), 서빙 게이트웨이(116), 및 패킷 데이터 네트워크(PDN) 게이트웨이(118)를 포함한다. MME(112)는 UE(102)와 EPC(110) 사이의 시그널링을 프로세싱하는 제어 노드이다. 일반적으로, MME(112)는 베어러(bearer) 및 접속 관리를 제공한다. 모든 사용자 IP 패킷들은 서빙 게이트웨이(116)를 통해 전달되며, 서빙 게이트웨이(116) 그 자체는 PDN 게이트웨이(118)에 접속된다. PDN 게이트웨이(118)는 UE IP 어드레스 할당 뿐만 아니라 다른 기능들을 제공한다. PDN 게이트웨이(118)는 오퍼레이터의 IP 서비스들(122)에 접속된다. 오퍼레이터의 IP 서비스들(122)은 인터넷, 인트라넷, IP 멀티미디어 서브시스템(IMS), 및 PS 스트리밍 서비스(PSS)를 포함할 수도 있다.

[0013] [0030] 도 2는 LTE 네트워크 아키텍처 내의 액세스 네트워크(200)의 일 예를 도시한 다이어그램이다. 이러한 예에서, 액세스 네트워크(200)는 다수의 셀룰러 영역들(셀들)(202)로 분할된다. 하나 또는 그 초과와 더 낮은 전력 클래스 eNB들(208)은, 셀들(202) 중 하나 또는 그 초과와 중첩하는 셀룰러 영역들(210)을 가질 수도 있다. 더 낮은 전력 클래스 eNB(208)은 펌토 셀(예를 들어, 홈 eNB(HeNB)), 피코 셀, 마이크로 셀, 또는 원격 라디오 헤드(RRH)일 수도 있다. 매크로 eNB들(204)은 각각, 각각의 셀(202)에 할당되고, 셀들(202) 내의 모든 UE들(206)에 대해 EPC(110)로의 액세스 포인트를 제공하도록 구성된다. 이러한 예의 액세스 네트워크(200)에는 중앙화된 제어기가 존재하지 않지만, 중앙화된 제어기가 대안적인 구성들에서 사용될 수도 있다. eNB들(204)은, 라디오 베어러 제어, 승인 제어, 모바일리티 제어, 스케줄링, 보안, 및 서빙 게이트웨이(116)로의 접속을 포함하는 모든 라디오 관련 기능들을 담당한다.

[0014] [0031] 액세스 네트워크(200)에 의해 이용되는 변조 및 다중 액세스 방식은, 이용되고 있는 특정한 원격통신 표준에 의존하여 변할 수도 있다. LTE 애플리케이션들에서, 주파수 분할 듀플렉싱(FDD) 및 시분할 듀플렉싱(TDD) 둘 모두를 지원하기 위해, OFDM이 DL 상에서 사용되고, SC-FDMA가 UL 상에서 사용된다. 당업자들이 후속할 상세한 설명으로부터 용이하게 인식할 바와 같이, 본 명세서에 제시된 다양한 개념들은 LTE 애플리케이션들에 매우 적합하다. 그러나, 이들 개념들은 다른 변조 및 다중 액세스 기술들을 이용하는 다른 원격통신 표준들에 용이하게 확장될 수도 있다. 예로서, 이들 개념들은 EV-DO(Evolution-Data Optimized) 또는 UMB(Ultra Mobile Broadband)로 확장될 수도 있다. EV-DO 및 UMB는, CDMA2000 표준군의 일부로서 3세대 파트너십 프로젝트 2(3GPP2)에 의해 발표된 에어 인터페이스 표준들이며, 모바일 스테이션들에 브로드밴드 인터넷 액세스를 제공하도록 CDMA를 이용한다. 이들 개념들은 또한, 광대역-CDMA(W-CDMA) 및 CDMA의 다른 변형들, 예컨대 TD-SCDMA를 이용하는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access); TDMA를 이용하는 모바일 통신들을 위한 글로벌 시스템(GSM); 및 이벌브드 UTRA(E-UTRA), IEEE 802.11(Wi-Fi), IEEE 802.16(WiMAX), IEEE 802.20, 및 OFDMA를 이용하는 Flash-OFDM으로 확장될 수도 있다. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE 및 GSM은 3GPP 조직으로부터의 문헌들에 설명되어 있다. CDMA2000 및 UMB는 3GPP2 조직으로부터의 문헌들에 설명되어 있다. 이용되는 실제 무선 통신 표준 및 다중 액세스 기술은 특정한 애플리케이션 및 시스템에 부과된 전체 설계 제약들에 의존할 것이다.

[0015] [0032] eNB들(204)은 MIMO 기술을 지원하는 다수의 안테나들을 가질 수도 있다. MIMO 기술의 사용은 eNB들(204)이 공간 멀티플렉싱, 빔포밍, 및 송신 다이버시티를 지원하도록 공간 도메인을 활용할 수 있게 한다. 공간 멀티플렉싱은, 동일한 주파수 상에서 동시에 데이터의 상이한 스트림들을 송신하는데 사용될 수도 있다. 데이터 스트림들은, 데이터 레이트를 증가시키도록 단일 UE(206)에 또는 전체 시스템 용량을 증가시키도록 다수의 UE들(206)에 송신될 수도 있다. 이것은, 각각의 데이터 스트림을 공간적으로 프리코딩(precode)(즉, 진폭 및 위상의 스케일링을 적용)하고, 그 후, DL 상에서 다수의 송신 안테나들을 통해 각각의 공간적으로 프리코딩된 스트림을 송신함으로써 달성된다. 공간적으로 프리코딩된 데이터 스트림들은, 상이한 공간 서명들을 이용하여 UE(들)(206)에 도달하며, 이는 UE(들)(206) 각각이 그 UE(206)에 대해 예정된 하나 또는 그 초과와 데이터 스트



템들을 복원할 수 있게 한다. UL 상에서, 각각의 UE(206)는 공간적으로 프리코딩된 데이터 스트림을 송신하며, 이는 eNB(204)가 각각의 공간적으로 프리코딩된 데이터 스트림의 소스를 식별할 수 있게 한다.

- [0016] [0033] 채널 조건들이 양호할 경우, 공간 멀티플렉싱이 일반적으로 사용된다. 채널 조건들이 덜 바람직할 경우, 하나 또는 그 초과 방향들로 송신 에너지를 포커싱하기 위해 빔포밍이 사용될 수도 있다. 이것은, 다수의 안테나들을 통한 송신을 위해 데이터를 공간적으로 프리코딩함으로써 달성될 수도 있다. 셀의 에지들에서 양호한 커버리지를 달성하기 위해, 단일 스트림 빔포밍 송신이 송신 다이버시티와 결합하여 사용될 수도 있다.
- [0017] [0034] 후속하는 상세한 설명에서, 액세스 네트워크의 다양한 양상들이, DL 상에서 OFDM을 지원하는 MIMO 시스템을 참조하여 설명될 것이다. OFDM은, OFDM 심볼 내의 다수의 서브캐리어들을 통해 데이터를 변조하는 확산-스펙트럼 기술이다. 서브캐리어들은 정확한 주파수들로 이격된다. 간격은, 수신기가 서브캐리어들로부터 데이터를 복원할 수 있게 하는 "직교성(orthogonality)"을 제공한다. 시간 도메인에서, 가드 인터벌(예를 들어, 사이클릭 프리픽스)은 인터-OFDM-심볼 간섭에 대항하기 위해 각각의 OFDMA 심볼에 추가될 수도 있다. UL은, 높은 피크-투-평균 전력 비(PAPR)를 보상하기 위해 DFT-확산 OFDM 신호의 형태로 SC-FDMA를 사용할 수도 있다.
- [0018] [0035] 도 3은 LTE에서의 DL 프레임 구조의 일 예를 도시한 다이어그램(300)이다. 프레임(10ms)은 10개의 동등하게 사이징(size)된 서브-프레임들로 분할될 수도 있다. 각각의 서브-프레임은 2개의 연속하는 시간 슬롯들을 포함할 수도 있다. 리소스 그리드는 2개의 시간 슬롯들을 표현하는데 사용될 수도 있으며, 각각의 시간 슬롯은 리소스 블록을 포함한다. 리소스 그리드는 다수의 리소스 엘리먼트들로 분할된다. LTE에서, 리소스 블록은 주파수 도메인에서 12개의 연속하는 서브캐리어들, 그리고 각각의 OFDM 심볼 내의 정규 사이클릭 프리픽스에 대해, 시간 도메인에서 7개의 연속하는 OFDM 심볼들, 또는 84개의 리소스 엘리먼트들을 포함한다. 확장된 사이클릭 프리픽스에 대해, 리소스 블록은 시간 도메인에서 6개의 연속하는 OFDM 심볼들을 포함하고, 72개의 리소스 엘리먼트들을 갖는다. R(302, 304)로서 표시되는 리소스 엘리먼트들 중 몇몇은 DL 기준 신호들(DL-RS)을 포함한다. DL-RS는 셀-특정 RS(CRS)(또는 종종 공통 RS로 지칭됨)(302) 및 UE-특정 RS(UE-RS)(304)를 포함한다. UE-RS(304)는, 대응하는 물리 DL 공유 채널(PDSCH)이 매핑되는 리소스 블록들 상에서만 송신된다. 각각의 리소스 엘리먼트에 의해 반송된 비트들의 수는 변조 방식에 의존한다. 따라서, UE가 수신하는 리소스 블록들이 많아지고 변조 방식이 고차가 될수록, UE에 대한 데이터 레이트가 더 높아진다.
- [0019] [0036] 도 4는, LTE에서의 UL 프레임 구조의 일 예를 도시한 다이어그램(400)이다. UL에 대한 이용가능한 리소스 블록들은 데이터 섹션 및 제어 섹션으로 분할될 수도 있다. 제어 섹션은 시스템 대역폭의 2개의 에지들에서 형성될 수도 있으며, 구성가능한 사이즈를 가질 수도 있다. 제어 섹션 내의 리소스 블록들은 제어 정보의 송신을 위해 UE들에 할당될 수도 있다. 데이터 섹션은 제어 섹션에 포함되지 않는 모든 리소스 블록들을 포함할 수도 있다. UL 프레임 구조는, 데이터 섹션이 인접한 서브캐리어들을 포함하는 것을 초래하며, 이는 단일 UE가 데이터 섹션에서 인접한 서브캐리어들 모두를 할당받게 할 수도 있다.
- [0020] [0037] UE는 eNB로 제어 정보를 송신하기 위해 제어 섹션에서 리소스 블록들(410a, 410b)을 할당받을 수도 있다. UE는 또한, eNB로 데이터를 송신하기 위해 데이터 섹션에서 리소스 블록들(420a, 420b)을 할당받을 수도 있다. UE는, 제어 섹션 내의 할당된 리소스 블록들 상의 물리 UL 제어 채널(PUCCH)에서 제어 정보를 송신할 수도 있다. UE는 데이터 섹션 내의 할당된 리소스 블록들 상의 물리 UL 공유 채널(PUSCH)에서 데이터만을 또는 데이터 및 제어 정보 둘 모두를 송신할 수도 있다. UL 송신은 서브프레임의 둘 모두의 슬롯들에 걸쳐 있을 수도 있으며, 주파수에 걸쳐 흩날릴 수도 있다.
- [0021] [0038] 리소스 블록들의 세트는, 초기 시스템 액세스를 수행하고, 물리 랜덤 액세스 채널(PRACH)(430)에서 UL 동기화를 달성하는데 사용될 수도 있다. PRACH(430)는 랜덤 시퀀스를 반송하고, 어떠한 UL 데이터/시그널링도 반송할 수 없다. 각각의 랜덤 액세스 프리앰블은 6개의 연속하는 리소스 블록들에 대응하는 대역폭을 점유한다. 시작 주파수는 네트워크에 의해 특정된다. 즉, 랜덤 액세스 프리앰블의 송신은 특정한 시간 및 주파수 리소스들로 제약된다. PRACH에 대한 어떠한 주파수 홉핑도 존재하지 않는다. PRACH 시도는 단일 서브프레임(1ms) 또는 몇몇 인접한 서브프레임들의 시퀀스에서 반송되고, UE는 프레임(10ms) 당 단일 PRACH 시도만을 행할 수 있다.
- [0022] [0039] 도 5는, LTE에서의 사용자 및 제어 평면들에 대한 라디오 프로토콜 아키텍처의 일 예를 도시한 다이어그램(500)이다. UE 및 eNB에 대한 라디오 프로토콜 아키텍처는 3개의 계층들: 계층 1, 계층 2, 및 계층 3을 갖는 것으로 도시되어 있다. 계층 1(L1 계층)은 가장 낮은 계층이며, 다양한 물리 계층 신호 프로세싱 기능들을 구현한다. L1 계층은 물리 계층(506)으로 본 명세서에서 지칭될 것이다. 계층 2(L2 계층)(508)은 물리 계층(506) 위에 있으며, 물리 계층(506)을 통한 UE와 eNB 사이의 링크를 담당한다.



- [0023] [0040] 사용자 평면에서, L2 계층(508)은 매체 액세스 제어(MAC) 서브계층(510), 라디오 링크 제어(RLC) 서브계층(512), 및 패킷 데이터 수렴 프로토콜(PDCP)(514) 서브계층을 포함하며, 이들은 네트워크 측 상의 eNB에서 중단된다. 도시되지는 않았지만, UE는, 네트워크 측 상의 PDN 게이트웨이(118)에서 중단되는 네트워크 계층(예를 들어, IP 계층), 및 접속의 다른 단부(예를 들어, 원단(far end) UE, 서버 등)에서 중단되는 애플리케이션 계층을 포함하는 수 개의 상부 계층들을 L2 계층(508) 위에 가질 수도 있다.
- [0024] [0041] PDCP 서브계층(514)은 상이한 라디오 베어러들과 로직 채널들 사이에 멀티플렉싱을 제공한다. PDCP 서브계층(514)은 또한, 라디오 송신 오버헤드를 감소시키기 위해 상부 계층 데이터 패킷들에 대한 헤더 압축, 데이터 패킷들을 암호화함으로써 보안, 및 eNB들 사이의 UE들에 대한 핸드오버 지원을 제공한다. RLC 서브계층(512)은 상부 계층 데이터 패킷들의 세그먼트화 및 리어셈블리, 손실된 데이터 패킷들의 재송신, 및 데이터 패킷들의 재순서화를 제공하여, 하이브리드 자동 재송 요청(HARQ)으로 인한 비순차적(out-of-order) 수신을 보상한다. MAC 서브계층(510)은 로직 채널과 전송 채널 사이에 멀티플렉싱을 제공한다. MAC 서브계층(510)은 또한, 하나의 셀의 다양한 라디오 리소스들(예를 들어, 리소스 블록들)을 UE들 사이에 할당하는 것을 담당한다. MAC 서브계층(510)은 또한, HARQ 동작들을 담당한다.
- [0025] [0042] 제어 평면에서, UE 및 eNB에 대한 라디오 프로토콜 아키텍처는, 제어 평면에 대한 헤더 압축 기능이 존재하지 않는다는 것을 제외하고, 물리 계층(506) 및 L2 계층(508)에 대해 실질적으로 동일하다. 제어 평면은 또한, 계층 3(L3 계층)에 라디오 리소스 제어(RRC) 서브계층(516)을 포함한다. RRC 서브계층(516)은 라디오 리소스들(즉, 라디오 베어러들)을 획득하는 것, 및 eNB와 UE 사이에서 RRC 시그널링을 사용하여 하부 계층들을 구성하는 것을 담당한다.
- [0026] [0043] 도 6은 액세스 네트워크에서 UE(650)와 통신하는 eNB(610)의 블록도이다. DL에서, 코어 네트워크로부터의 상부 계층 패킷들은 제어기/프로세서(675)에 제공된다. 제어기/프로세서(675)는 L2 계층의 기능을 구현한다. DL에서, 제어기/프로세서(675)는 헤더 압축, 암호화, 패킷 세그먼트화 및 재순서화, 로직 채널과 전송 채널 사이의 멀티플렉싱, 및 다양한 우선순위 메트릭들에 기초한 UE(650)로의 라디오 리소스 할당들을 제공한다. 제어기/프로세서(675)는 또한, HARQ 동작들, 손실된 패킷들의 재송신, 및 UE(650)로의 시그널링을 담당한다.
- [0027] [0044] 송신(TX) 프로세서(616)는 L1 계층(즉, 물리 계층)에 대한 다양한 신호 프로세싱 기능들을 구현한다. 신호 프로세싱 기능들은, UE(650)에서의 순방향 에러 정정(FEC)을 용이하게 하기 위한 코딩 및 인터리빙, 및 다양한 변조 방식들(예를 들어, 바이너리 위상-시프트 키잉(BPSK), 직교 위상-시프트 키잉(QPSK), M-위상-시프트 키잉(M-PSK), M-직교 진폭 변조(M-QAM))에 기초한 신호 성상도(constellation)들로의 매핑을 포함한다. 그 후, 코딩되고 변조된 심볼들은 병렬 스트림들로 분할된다. 그 후, 각각의 스트림은, OFDM 서브캐리어로 매핑되고, 시간 및/또는 주파수 도메인에서 기준 신호(예를 들어, 파일럿)와 멀티플렉싱되며, 그 후, 고속 푸리에 역변환(IFFT)을 사용하여 함께 결합되어, 시간 도메인 OFDM 심볼 스트림을 반송하는 물리 채널을 생성한다. OFDM 스트림은 다수의 공간 스트림들을 생성하기 위해 공간적으로 프리코딩된다. 채널 추정기(674)로부터의 채널 추정치들은 코딩 및 변조 방식을 결정하기 위해 뿐만 아니라 공간 프로세싱을 위해 사용될 수도 있다. 채널 추정치는, 기준 신호 및/또는 UE(650)에 의해 송신된 채널 조건 피드백으로부터 도출될 수도 있다. 그 후, 각각의 공간 스트림은 별개의 송신기(618TX)를 통해 상이한 안테나(620)로 제공될 수도 있다. 각각의 송신기(618TX)는 송신을 위해 각각의 공간 스트림으로 RF 캐리어를 변조한다.
- [0028] [0045] UE(650)에서, 각각의 수신기(654RX)는 자신의 각각의 안테나(652)를 통해 신호를 수신한다. 각각의 수신기(654RX)는 RF 캐리어 상으로 변조된 정보를 복원하고, 그 정보를 수신(RX) 프로세서(656)에 제공한다. RX 프로세서(656)는 L1 계층의 다양한 신호 프로세싱 기능들을 구현한다. RX 프로세서(656)는 UE(650)에 대해 예정된 임의의 공간 스트림들을 복원하도록 정보에 대해 공간 프로세싱을 수행한다. 다수의 공간 스트림들이 UE(650)에 대해 예정되면, 그들은 RX 프로세서(656)에 의해 단일 OFDM 심볼 스트림으로 결합될 수도 있다. 그 후, RX 프로세서(656)는 고속 푸리에 변환(FFT)을 사용하여 시간-도메인으로부터 주파수 도메인으로 OFDM 심볼 스트림을 변환한다. 주파수 도메인 신호는, OFDM 신호의 각각의 서브캐리어에 대한 별개의 OFDM 심볼 스트림을 포함한다. 각각의 서브캐리어 상의 심볼들, 및 기준 신호는 eNB(610)에 의해 송신된 가장 가능성있는 신호 성상도 포인트들을 결정함으로써 복원 및 복조된다. 이들 연관정들은, 채널 추정기(658)에 의해 컴퓨팅된 채널 추정치들에 기초할 수도 있다. 그 후, 연관정들은, 물리 채널 상에서 eNB(610)에 의해 본래 송신되었던 데이터 및 제어 신호들을 복원하기 위해 디코딩 및 디인터리빙된다. 그 후, 데이터 및 제어 신호들은 제어기/프로세서(659)에 제공된다.



- [0029] [0046] 제어기/프로세서(659)는 L2 계층을 구현한다. 제어기/프로세서는 프로그램 코드들 및 데이터를 저장하는 메모리(660)와 연관될 수 있다. 메모리(660)는 컴퓨터-판독가능 매체로 지칭될 수도 있다. UL에서, 제어기/프로세서(659)는, 전송 채널과 로직 채널 사이의 디멀티플렉싱, 패킷 리어셈블리, 암호해독, 헤더 압축해제, 제어 신호 프로세싱을 제공하여, 코어 네트워크로부터의 상부 계층 패킷들을 복원한다. 그 후, 상부 계층 패킷들은, L2 계층 위의 모든 프로토콜 계층들을 표현하는 데이터 싱크(662)에 제공된다. 다양한 제어 신호들은 또한, L3 프로세싱을 위해 데이터 싱크(662)에 제공될 수도 있다. 제어기/프로세서(659)는 또한, HARQ 동작들을 지원하기 위해 확인응답(ACK) 및/또는 부정 확인응답(NACK) 프로토콜을 사용하여 에러 검출을 담당한다.
- [0030] [0047] UL에서, 데이터 소스(667)는 상부 계층 패킷들을 제어기/프로세서(659)에 제공하는데 사용된다. 데이터 소스(667)는, L2 계층 위의 모든 프로토콜 계층들을 나타낸다. eNB(610)에 의한 DL 송신과 관련하여 설명된 기능과 유사하게, 제어기/프로세서(659)는, 헤더 압축, 암호화, 패킷 세그먼트화 및 재순서화, 및 eNB(610)에 의한 라디오 리소스 할당들에 기초한 로직 채널과 전송 채널 사이의 멀티플렉싱을 제공함으로써 사용자 평면 및 제어 평면에 대해 L2 계층을 구현한다. 제어기/프로세서(659)는 또한, HARQ 동작들, 손실된 패킷들의 재송신, 및 eNB(610)로의 시그널링을 담당한다.
- [0031] [0048] 기준 신호 또는 eNB(610)에 의해 송신된 피드백으로부터 채널 추정기(658)에 의해 도출된 채널 추정치들은, 적절한 코딩 및 변조 방식들을 선택하고, 공간 프로세싱을 용이하게 하도록 TX 프로세서(668)에 의해 사용될 수도 있다. TX 프로세서(668)에 의해 생성된 공간 스트림들은 별개의 송신기들(654TX)을 통해 상이한 안테나(652)에 제공된다. 각각의 송신기(654TX)는 송신을 위해 각각의 공간 스트림으로 RF 캐리어를 변조한다.
- [0032] [0049] UL 송신은, UE(650)의 수신기 기능과 관련하여 설명된 것과 유사한 방식으로 eNB(610)에서 프로세싱된다. 각각의 수신기(618RX)는 자신의 각각의 안테나(620)를 통해 신호를 수신한다. 각각의 수신기(618RX)는 RF 캐리어 상으로 변조된 정보를 복원하고, 그 정보를 RX 프로세서(670)에 제공한다. RX 프로세서(670)는 L1 계층을 구현할 수도 있다.
- [0033] [0050] 제어기/프로세서(675)는 L2 계층을 구현한다. 제어기/프로세서(675)는 프로그램 코드들 및 데이터를 저장하는 메모리(676)와 연관될 수 있다. 메모리(676)는 컴퓨터-판독가능 매체로 지칭될 수도 있다. UL에서, 제어기/프로세서(675)는 전송 채널과 로직 채널 사이의 디멀티플렉싱, 패킷 리어셈블리, 암호해독, 헤더 압축해제, 제어 신호 프로세싱을 제공하여, UE(650)로부터의 상부 계층 패킷들을 복원한다. 제어기/프로세서(675)로부터의 상부 계층 패킷들은 코어 네트워크에 제공될 수도 있다. 제어기/프로세서(675)는 또한, HARQ 동작들을 지원하기 위해 ACK 및/또는 NACK 프로토콜을 사용하여 에러 검출을 담당한다.
- [0034] [0051] 다운로드 셀룰러 시스템들과 같은 종래의 동기식 OFDMA 시스템들에서, 이웃한 eNB들로부터의 총(net) 간섭은 특히, 셀-에지 UE들에 대해 심각한 장애이다. 간섭을 감소시키기 위한 기술들은 통상적으로, (예를 들어, 하나 또는 다수의 eNB들에 의한) 특정한 동시 송신들을 방지하여 감소된 총 간섭을 유도함으로써, UE들에서 간섭의 감소를 수반한다. 대안적인 기술은, 동시 송신들이 존재하더라도, 선택된 UE에서 수신되는 총 간섭을 감소시키는 것이다. 그러한 기술은, 인접한 eNB들로부터의 간섭이 UE들 중 몇몇에서 "정렬"되도록 송신들을 제어하는 것, 및 수신된 신호 대 간섭 플러스 잡음비(SINR)를 개선시키기 위해 적절한 UE 결합 동작을 수행하는 것을 수반한다. 통상적으로, 그러한 기술은, 모든 송신 수신 쌍들 사이에서의 상세한 채널 상태 정보의 통신을 수반할 수도 있으며, 따라서, 높은 오버헤드를 가질 것이다. 현재, 상당한 채널 상태 정보 오버헤드를 갖지 않으면서 간섭을 정렬하는 상당한 이점들을 여전히 제공하는 방식에 대한 필요성이 존재한다.
- [0035] [0052] 도 7은 예시적인 방법들을 도시하기 위한 제 1 다이어그램(700)이다. UE(750)는, 데이터를 리소스 블록들에 매핑하기 위하여 및/또는 데이터를 송신하기 위해 송신 안테나들 또는 다수의 송신 안테나들을 선택하기 위하여 서빙 eNB(720) 및 간섭 eNB들(730, 740)에 의해 사용되는 미리 결정된 선형 매핑을 결정한다(718). UE(750)는 또한, 미리 결정된 매핑을 사용하여 후속 데이터 송신에 서빙 eNB(720) 및 간섭 eNB들(730, 740)에 의해 적용되는 하나 또는 그 초과와 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전들을 결정한다(718). 서빙 eNB(720)는 파일럿 신호들(702)을 UE들(750, 760, 770)에 송신한다. UE들(750, 760, 770)은, 서빙 eNB(720)로부터 파일럿 신호들(702)을 수신하고, 또한, 간섭 eNB(730)가 UE(780)에 송신하는 파일럿 신호들(714)을 간섭 eNB(730)로부터 수신하며, 간섭 eNB(740)가 UE(790)에 송신하는 파일럿 신호들(716)을 간섭 eNB(740)로부터 수신한다. 수신된 파일럿 신호들(702, 714, 716), 서빙 eNB(720) 및 간섭 eNB들(730, 740)에 의해 이용되는 결정된 매핑 및 위상 회전들, 및 필터(예를 들어, 최소 평균-제곱-에러(MMSE) 필터 또는 최대 비율-결합 매칭 필터)에 기초하여, UE(750)는 채널 피드백을 결정한다. 채널 피드백은, 채널 품질 표시자(CQI), SINR, 기준 신호 수신된 품질(RSRQ), 기준 신호 수신된 전력(RSRP), 수신된 신호 강도 표시자(RSSI) 등과 같은 신호 강도 또는 신호



품질일 수도 있다. UE(750)는 채널 피드백(710)을 서빙 eNB(720)에 송신한다. 부가적으로, UE(760)는 채널 피드백(712)을 서빙 eNB(720)에 송신하고, UE(770)는 채널 피드백(708)을 서빙 eNB(720)에 송신한다. 수신된 채널 피드백(708, 710, 712)에 기초하여, 서빙 eNB(720)는 데이터 송신(704)을 위해 UE들 중 하나를 선택한다. 수신된 채널 피드백(708, 710, 712)에 기초하여, 서빙 eNB(720)가 데이터 송신(704)을 위해 UE(750)를 선택한다고 가정한다.

[0036] [0053] 제 1 구성에서, 서빙 eNB(720)는,  $n$ 개의 리소스 블록들에 일반적으로 매핑할 적어도 하나의 데이터 스트림을  $m$ 개의 리소스 블록들에 매핑하며, 여기서,  $m > n$ 이다. 따라서, 데이터가 변조된 이후, 부가적인 리던던시가 추가된다. 데이터가 데이터 심볼들 상으로 변조되기 전에, 이러한 리던던시는 서빙 eNB(720)가 추가하는 임의의 리던던시에 추가된다. 매핑은, UE(750)에 의해 사전에 알려진 미리 결정된 매핑에 기초한다. 서빙 eNB(720)는, UE(750)에 의해 사전에 알려진 미리 결정된 위상 회전에 기초하여,  $m$ 개의 리소스 블록들에서 데이터를 반송하는 리소스 엘리먼트들에서 변조된 심볼들의 위상을 회전시킨다. 후속하여, 서빙 eNB(720)는 데이터 송신(704)에서 UE(750)에  $m$ 개의 리소스 블록들을 송신한다.

[0037] [0054] 예를 들어, 서빙 eNB(720)는, 2개의 리소스 블록들에 일반적으로 매핑할 적어도 하나의 데이터 스트림을 4개의 리소스 블록들에 매핑할 수도 있다(따라서, 데이터를 복제함). 서빙 eNB(720)는 제 1 위상 회전에 대응하는 리소스 블록들 중 2개에서 변조된 심볼들의 위상을 회전시킬 수도 있고, 제 2 위상 회전에 대응하는 나머지 2개의 리소스 블록들에서 변조된 심볼들의 위상을 회전시킬 수도 있다. 제 1 및 제 2 위상 회전들은 일반적으로 상이하며, 제 1 및 제 2 위상 회전들 중 하나는 제로일 수도 있다. 그 후, 서빙 eNB(720)는 데이터 송신(704)에서 4개의 리소스 블록들을 UE(750)에 송신할 수도 있다. 또한, 간섭 eNB(730, 740)는 또한, 동일한  $m$ 개의 리소스 블록들(즉, 동시적인 동일한 OFDM 심볼들 및 서브캐리어들) 상에서 각각, UE들(780, 790)에 데이터 송신들(734, 744)을 각각 전송할 수도 있다. 간섭 eNB(730, 740)는 동일한 리소스 블록들 상으로의 동일한 미리 결정된 매핑을 사용하여 데이터 송신들(734, 744)을 전송한다. 간섭 eNB들(730, 740)은, 그들 자신의 미리 결정된 위상 회전들을 데이터 송신들(734, 744)에 적용한다. 서빙 eNB(720), 간섭 eNB(730), 및 간섭 eNB(740) 각각의 적용된 위상 회전들은 일반적으로 상이하다. 간섭 eNB들에 의해 적용된 미리 결정된 위상 회전들은 또한, UE(750)에 의해 사전에 알려진다.

[0038] [0055] 제 2 구성에서, 서빙 eNB(720)는,  $n$ 개의 리소스 블록들에 적어도 하나의 데이터 스트림을 매핑한다. 그러므로, 서빙 eNB(720)는, 변조된 데이터 심볼들을 리소스 블록들에 매핑할 경우, 변조된 데이터에 임의의 부가적인 리던던시를 추가하지 않는다. 대신, UE(750)에 사전에 알려진 미리 결정된 매핑에 기초하여, 서빙 eNB(720)는 MIMO를 사용하여 데이터 송신(704)을 전송하기 위해 송신 안테나들의 세트 또는 다수의 송신 안테나들을 선택한다. 선택된 송신 안테나들 각각에서, 서빙 eNB(720)는, UE(750)에 사전에 알려진 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전에 대응하는  $n$ 개의 리소스 블록들에서 각각의 변조된 심볼의 위상을 회전시킨다. 간섭 eNB들(730, 740)은, 동일한 미리 결정된 매핑을 사용하여 동일한  $n$ 개의 리소스 블록들(즉, 동시적인 동일한 OFDM 심볼들 및 서브캐리어들) 상에서 데이터 송신들(734, 744)을 전송한다. 예를 들어, 서빙 eNB(720)가 4개의 안테나들  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ , 및  $A_4$ 를 갖고, UE(750)에 의해 사전에 알려진 미리 결정된 매핑에 의해 제공되는 바와 같이 서빙 eNB(720)가 데이터를 복제한다고 가정한다. 서빙 eNB(720)는,  $n$ 개의 리소스 블록들에서 변조된 데이터 심볼들에 제 1 위상 회전을 적용한 이후, 안테나들  $A_1$  및  $A_2$ 를 포함하는 송신 안테나를 통해  $n$ 개의 리소스 블록들을 송신할 수도 있으며,  $n$ 개의 리소스 블록들에서 변조된 데이터 심볼들에 제 2 위상 회전을 적용한 이후, 안테나들  $A_3$  및  $A_4$ 를 포함하는 송신 안테나를 통해 동일한  $n$ 개의 리소스 블록들을 송신할 수도 있다.

[0039] [0056] UE(750)는, 간섭 eNB(730)로부터의 데이터 송신(734) 및 간섭 eNB(740)로부터의 데이터 송신(744)과 함께 데이터 송신(704)을 수신한다. 수신된 데이터 송신(704)은 데이터의 반복으로 인한 전력 이득을 갖는다. UE(750)는, 필터, 수신된 파일럿 신호들(702, 714, 716), 및 채널 피드백을 결정하는데 사용되는 서빙 eNB 및 간섭 eNB들의 미리 결정된 매핑 및 위상 회전들에 기초하여 데이터를 디코딩한다. UE(750)는, 각각의 스트림을 개별적으로 디코딩할 수도 있거나, 수신된 스트림들 모두를 함께 디코딩하기 위해 조인트 디코딩(joint decoding)을 사용할 수도 있다. 조인트 디코딩을 사용할 경우, UE(750)는 선형 맵 정보를 사용한다. 직접적인 및 간접적인 채널 추정들 둘 모두가 UE(750)에 이용가능하면, UE(750)는, 채널 피드백을 컴퓨팅하고 데이터를 디코딩하기 위해 MMSE 필터를 사용할 수도 있다. 직접적인 채널 추정들만이 UE(750)에 이용가능하면, UE(750)는, 채널 피드백을 컴퓨팅하고 데이터를 디코딩하기 위해 최대 비율-결합 매칭 필터를 사용할 수도 있다.

[0040] [0057] 도 8은 예시적인 방법들을 도시하기 위한 제 2 다이어그램이다. 도 8은 변조된 심볼의 위상 회전을 상세하게 도시한다. 서빙 eNB(720)가 QPSK를 사용하여 데이터를 변조한다고 가정한다. 다이어그램(800)은 가능



한 QPSK 값들을 도시한다. 다이어그램(850)에 도시된 바와 같이, 서빙 eNB(720)가 위상 회전을 QPSK 값(11)에 적용하면, 서빙 eNB(720)는 변조된 심볼의 위상을  $\theta$ 만큼 회전시킬 수도 있다. 값  $\theta$ 는 UE(750)에 의해 사전에 알려진 미리 결정된 위상 회전이다. 따라서, 제 1 구성(비-MIMO)에서, 서빙 eNB(720)는,  $m$ 개의 리소스 블록들의 제 1 서브세트에서 변조된 데이터 심볼들에 제 1 위상 회전  $\theta_1$ 을 적용할 수도 있고,  $m$ 개의 리소스 블록들의 제 2 서브세트에서 변조된 데이터 심볼들에 제 2 위상 회전  $\theta_2$ 를 적용할 수도 있다. 더 일반적으로, 서빙 eNB(720)는,  $m$ 개의 리소스 블록들 내의 리소스 엘리먼트들의 제 1 서브세트에서 변조된 데이터 심볼들에 제 1 위상 회전  $\theta_1$ 을 적용할 수도 있고,  $m$ 개의 리소스 블록들 내의 리소스 엘리먼트들의 (제 1 서브세트와는 상이한) 제 2 서브세트에서 변조된 데이터 심볼들에 제 2 위상 회전  $\theta_2$ 를 적용할 수도 있다. 그러므로, 임의의 특정한 리소스 블록에서, 리소스 엘리먼트들의 제 1 서브세트 및 리소스 엘리먼트들의 제 2 서브세트 둘 모두가 동일한 리소스 블록 내의 리소스 엘리먼트들을 포함할 수도 있기 때문에, 위상 회전들  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  둘 모두가 적용될 수도 있다.

[0041] [0058] 각각의 eNB는, 위상 회전들을 적용할 경우 상이한 의사-랜덤 시퀀스들 또는 시드들을 사용할 수도 있다. 그러므로, 각각의 eNB에 대한 적용된 위상 회전들은 상이한 값들 주변에서 홉핑(hop)할 수도 있다. 적용된 위상 회전은, eNB의 식별자, 이용된 리소스 블록들의 서브캐리어들, 또는 매핑 또는 위상 회전들이 적용되는 서브프레임 및/또는 시스템 프레임 번호에 의존할 수도 있다. 적용된 위상 회전이, 매핑 및 위상 회전들이 적용되는 서브프레임 및/또는 시스템 프레임 번호에 의존할 경우, 적용된 위상 회전은 시변한다고 지칭될 수도 있다.

[0042] [0059] 도 9는 예시적인 방법들을 도시하기 위한 제 3 다이어그램(900)이다. 도 9에 도시된 바와 같이, eNB들(902, 904, 906) 각각은 방향 벡터(direction vector)  $v$ 를 변조된 데이터 심볼  $x$ 에 적용하며, 동일한 변조된 데이터 심볼  $x$ 는 2개의 리소스 엘리먼트들 상으로 매핑된다. 서빙 eNB(902)는 방향 벡터  $v_1$ 을 변조된 데이터 심볼  $x_1$ 에 적용할 수도 있어서, 변조된 데이터 심볼의  $v_{11}$ 만큼의 위상 회전 및 복제된 변조된 데이터 심볼의  $v_{12}$ 만큼의 위상 회전 둘 모두를 초래한다. 적용된 위상 회전들에서의 차이는 방향 화살표(910)에 의해 도시된 바와 같다. 간섭 eNB(904)는 방향 벡터  $v_2$ 를 변조된 데이터 심볼  $x_2$ 에 적용할 수도 있어서, 변조된 데이터 심볼의  $v_{21}$ 만큼의 위상 회전 및 복제된 변조된 데이터 심볼의  $v_{22}$ 만큼의 위상 회전 둘 모두를 초래한다. 적용된 위상 회전들에서의 차이는 방향 화살표(920)에 의해 도시된 바와 같다. 간섭 eNB(906)는 방향 벡터  $v_3$ 을 변조된 데이터 심볼  $x_3$ 에 적용할 수도 있어서, 변조된 데이터 심볼의  $v_{31}$ 만큼의 위상 회전 및 복제된 변조된 데이터 심볼의  $v_{32}$ 만큼의 위상 회전 둘 모두를 초래한다. 적용된 위상 회전들에서의 차이는 방향 화살표(930)에 의해 도시된 바와 같다. UE들(908, 910, 912)은 eNB들(902, 904, 906)로부터 데이터 송신들(942, 944, 946)을 각각 수신한다. 데이터 송신들(944, 946)은 eNB들(904, 906)에 의해 서빙되는 UE들로 eNB들(904, 906)에 의해 각각 전송되지만, UE들(908, 910, 912)에 의한 간섭으로서 수신된다. 수신된 데이터 송신들 각각의 화살표 방향들은, (1) 적용된 위상 회전들에서의 차이 및 (2) eNB들과 UE들 사이의 채널로 인한 부가적인 위상 회전의 합산을 나타낸다.

[0043] [0060] UE들 중 몇몇은, 간섭 eNB들(904, 906)로부터 정렬된 위상 또는 거의 정렬된 위상 및 서빙 eNB(902)로부터 수신된 데이터 송신(942)으로부터 오정렬된 위상을 갖는 데이터 송신들(944, 946)을 수신한다. 예를 들어, UE(908)는 거의 위상 정렬된 데이터 송신(944) 및 데이터 송신(946)을 수신하며, 데이터 송신들(944, 946)의 위상들은 데이터 송신(942)의 위상으로부터 오정렬된다. eNB들(904, 906)로부터의 간섭의 기회적(opportunistic) 정렬, 데이터 송신(942)의 위상과의 간섭 오정렬, 및 수신된 신호의 전력 이득으로 인해, eNB(902)가 데이터 송신(942)을 위해 UE(908)를 선택할 것이었다면, UE(908)는, (MMSE 필터, 최대 비율-결합 매칭 필터, 또는 다른 타입의 필터와 같은) 필터를 사용하여 그리고 서빙 eNB(902) 및 간섭 eNB들(904, 906)에 의한 결정된 매핑; 서빙 eNB(902), 간섭 eNB(904), 및 간섭 eNB(906) 각각에 의해 적용된 의사-랜덤 위상 회전들; 및 수신된 파일럿 신호들 및/또는 부가적으로 수신된 파일럿 신호들에 기초하여, 데이터 송신(942)으로부터 간섭 데이터 송신들(944, 946)을 소거시킬 수 있을 것이다.

[0044] [0061] 상술된 바와 같이, 하나의 변조된 데이터 심볼은, 2개의 상이한 리소스 엘리먼트들 내의 2개의 데이터 심볼들에 매핑될 수도 있다. 일반적으로, 서빙 eNB(920)는  $x$ 개의 변조된 심볼들의 선형 매핑을  $y$ 개의 변조된 심볼들에 적용할 수도 있으며, 여기서,  $y > x$ 이다. 각각의 심볼은 동일한 횟수들로 반복될 필요는 없다. 일 구성에서,  $y=2x$ 이며, 따라서, 변조된 데이터 심볼들이 복제된다. MIMO 구성에 대해, 서빙 eNB(902)는, 리소스 엘리먼트들 상으로의 변조된 데이터 심볼들의 매핑이 아니라, 수신 UE에 이전에 알려진 미리 결정된 의사-랜덤 위



상 회전을 각각 갖는 복수의 송신 안테나들을 통한 동일한 변조된 데이터 심볼들의 송신을 통해, 변조된 데이터 심볼들을 복제한다. 도 9에 도시된 바와 같이, UE(908)는, eNB들(904, 906)로부터의 간섭의 기회적 정렬, 및 데이터 송신(942)의 위상과의 간섭 오정렬을 갖는다. 그러나, 다수의 UE들은 그러한 기회적 간섭 정렬을 가질 수도 있다. 서빙 eNB(902)는, 데이터 송신들(944, 946)로부터의 간섭의 가장 최상의 기회적 정렬 및 데이터 송신(942)의 위상과의 간섭 오정렬을 달성하는 UE들의 세트를 선택할 수도 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 서빙 eNB(902)는, 기회적 정렬 방식의 사용 없이는 낮은 SINR을 일반적으로 갖는 셀-에지 UE들과 같이, 그 기회적 정렬 방식으로부터 가장 많이 이득을 얻을 UE들의 세트를 선택할 수도 있다. 그러므로, 서빙 eNB(902)는 상술된 방법들을 사용하여 복수의 UE들에 대한 데이터 스트림들을 매핑할 수도 있다.

[0045] [0062] 도 10은 예시적인 방법들을 도시하기 위한 블록도(1000)이다. eNB는, UE<sub>1</sub>에 스케줄링된 스트림-a(1002) 및 UE<sub>2</sub>에 스케줄링된 스트림-b(1004)를 리소스 블록들의 세트에 매핑한다(1006). 제 1 구성에서, eNB는, 스트림들을 리소스 블록들의 세트에 매핑하기 위해 UE들에 사전에 알려진 미리 결정된 매핑을 사용할 수도 있다. 제 2 구성에서, eNB는, 데이터 스트림들을 송신하기 위하여 송신 안테나들(또는 다수의 송신 안테나들)을 선택하기 위해 UE들에 사전에 알려진 미리 결정된 매핑을 사용할 수도 있다. 임의의 특정한 서브프레임에 대해, 미리 결정된 매핑은, 어떤 리소스 블록들(예를 들어, 서브캐리어 범위)이 데이터 스트림을 반송하는지를 표시할 수도 있다. 미리 결정된 매핑은 또한, 어떤 리소스 엘리먼트들이 UE들에 의해 사전에 알려진 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전들 각각에 의해 조정되는지를 표시할 수도 있다. eNB는, 리소스 블록들의 세트 내의 변조되고 위상 회전된 데이터 심볼들을 UE<sub>1</sub>에 송신한다. 채널은 추가적인 위상 회전을 송신에 적용한다(1008). UE는 데이터 송신을 수신하고, 스트림-a에 대한 수신 필터를 통해 데이터 송신을 전달한다(1010). 수신 필터는, MMSE 필터, 최대 비율-결합 매칭 필터, 또는 다른 타입의 필터일 수도 있다. 필터는, 서빙 eNB 및 간섭 eNB들 각각에 의해 사용되는 미리 결정된 매핑, 서빙 eNB 및 간섭 eNB들 각각에 의해 적용되는 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전들, 및 서빙 eNB 및 간섭 eNB들 각각으로부터의 수신된 파일럿 신호들 및/또는 부가적으로 수신된 파일럿 신호들을 포함하는 입력들을 가질 수도 있다. 그 후, UE는 필터링된 데이터 스트림을 디코딩한다(1012).

[0046] [0063] 도 11a는 제 1 예시적인 방법을 도시하기 위한 다이어그램(1100)이다. 간섭의 기회적 정렬 및 데이터 송신과의 간섭 오정렬을 수신할 서빙 eNB로부터의 데이터 송신에 대해 UE들의 세트를 선택한 이후, 서빙 eNB는 UE들의 세트에 대한 데이터 스트림을 리소스 블록들(1102, 1104)의 세트에 매핑할 수도 있다. UE들의 세트가 하나의 UE를 포함한다고 가정한다. 일반적으로, 서빙 eNB는 리소스 블록(1102)에만 데이터 스트림을 매핑할 수도 있다. 그러나, 예시적인 방법들을 사용하면, 서빙 eNB는, 하나의 리소스 블록(1102)이 아니라 리소스 블록들(1102, 1104) 둘 모두에 데이터 스트림을 매핑하기 위해, 미리 결정된 매핑을 적용한다. 데이터 스트림을 리소스 블록(1102)에 매핑하는 경우, 서빙 eNB는 제 1 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전(1112)을 변조된 데이터 심볼들에 적용한다. 데이터 스트림을 리소스 블록(1104)에 매핑하는 경우, 서빙 eNB는 제 2 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전(1114)을 변조된 데이터 심볼들에 적용한다. 그 후, 서빙 eNB는 리소스 블록들(1102, 1104) 내의 변조된 데이터 심볼들을 UE에 송신한다. 이러한 구성에서, 서빙 eNB는, 상이한 적용된 위상 회전들을 이용하는 것이 아니라 송신 안테나들 각각 상에서 동일한 선형 맵을 반복함으로써, 빔포밍/프리코딩(beamforming/precoding)을 수행할 수도 있다. UE들은, 그들의 채널 피드백에서 다수의 안테나들을 갖는 효과를 포함한다.

[0047] [0064] 이러한 예에서, 미리 결정된 매핑은, 리소스 블록(1102)으로부터 리소스 블록(1104)으로 변조된 데이터 심볼들을 복제할 것이다. 간섭 eNB들은, 동일한 리소스 블록들(1102, 1104)에서 동일한 선형 맵을 적용한다. 간섭 eNB들 각각은, 리소스 블록들(1102, 1104)에서 변조된 데이터 심볼들에 상이한 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 적용할 수도 있다. 위상 회전들이 서빙 eNB 및 간섭 eNB들 각각에 의해 적용될 것을 UE가 사전에 알기 때문에, 적용된 위상 회전들이 미리 결정된다. 적용된 위상 회전들은 서브프레임 및/또는 시스템 프레임 넘버에 기초할 수도 있다. 간섭 eNB들로부터의 간섭의 기회적 정렬을 허용하면서 서빙 eNB에 의해 서빙되는 UE들 중 임의의 UE에 대한 서빙 eNB로부터의 데이터 송신과 간섭이 오정렬되기 위해, 적용된 위상 회전들이 주변에서 흩뿌려지도록, 적용된 위상 회전들은 의사-랜덤하다. 간섭의 기회적 정렬 및 데이터 송신과의 간섭 오정렬은 채널 피드백에 기초하여 결정된다. 선형 맵은 또한, 시변할 수도 있으며, 위상 회전들과는 상이한 시간 스케일로 변경될 수도 있다. 선형 맵은 미리 결정된 시퀀스에 의존할 수도 있다.

[0048] [0065] 도 11b는 제 2 예시적인 방법을 도시하기 위한 다이어그램(1150)이다. 간섭의 기회적 정렬 및 데이터 송신과의 간섭 오정렬을 수신할 서빙 eNB로부터의 데이터 송신에 대해 UE들의 세트를 선택한 이후, 서빙 eNB는 UE들의 세트에 대한 데이터 스트림을 리소스 블록들(1152)의 세트에 매핑할 수도 있다. UE들의 세트가 하나의 UE를 포함한다고 가정한다. 일반적으로 행해지는 바와 같이, 서빙 eNB는 리소스 블록(1152)에만 데이터 스트림



을 매핑할 수도 있다. 그러나, 예시적인 방법들을 사용하면, 서빙 eNB는, 리소스 블록(1152)에서 변조된 데이터 심볼들을 송신하기 위하여 다수의 송신 안테나들(또는 송신 안테나들의 세트)를 선택하기 위해, 미리 결정된 매핑을 적용한다. 미리 결정된 매핑이 데이터 스트림을 복제할 것이라면, 서빙 eNB는 MIMO 송신에서 2개의 송신 안테나들(각각의 송신 안테나는 다수의 안테나들을 포함할 수도 있음)로부터 변조된 데이터 심볼들을 송신하도록 결정할 수도 있다. 제 1 송신 안테나로부터 리소스 블록(1152)에 대한 변조된 데이터 심볼들을 송신할 경우, 서빙 eNB는 제 1 위상 회전(1162)을 적용할 수도 있다. 제 2 송신 안테나로부터 리소스 블록(1152)에 대한 동일한 변조된 데이터 심볼들을 송신할 경우, 서빙 eNB는 제 2 위상 회전(1172)을 적용할 수도 있다.

[0049] [0066] 이러한 예에서, 미리 결정된 매핑은 변조된 데이터 심볼들을 복제할 것이다. 간섭 eNB들은 동일한 선형 매핑을 적용하며, 따라서, 동일한 수의 송신 안테나들을 사용하여 리소스 블록(1152) 상에서 데이터 송신들을 또한 전송한다. 위상 회전들이 적용될 것을 UE가 사전에 알기 때문에, 적용된 위상 회전들이 미리 결정된다. 적용된 위상 회전은 서브프레임 및/또는 시스템 프레임 번호에 기초할 수도 있다. 간섭 eNB들로부터의 간섭의 기회적 정렬을 허용하면서 서빙 eNB에 의해 서빙되는 UE들 중 임의의 UE에 대한 서빙 eNB로부터의 데이터 송신과 간섭이 조정될기 위해, 적용된 위상 회전들이 주변에서 hopping하도록, 적용된 위상 회전들은 의사-랜덤하다. 간섭의 기회적 정렬 및 데이터 송신과의 간섭 조정은 채널 피드백에 기초하여 결정된다.

[0050] [0067] 기회적 간섭 정렬 방식은 CDMA와 함께 적용될 수 있으며, 여기서, 다수의 UE들은 직교 또는 거의 직교 코드들을 통해 동일한 OFDM 톤을 공유한다. CDMA는 물리적 서브캐리어들 대신 변조된 스트림들의 도메인에 적용될 수 있다. 수신기 피드백은 이를 위해 변경될 필요는 없다. UE들을 선택하는 동안, 비-균일한 전력 할당(고정된 총 전력을 가정함)이 eNB에 의해 고려될 수 있다. 하나의 UE가 각각의 변조 방식에 대응하는 각각의 CDMA 리소스에 대해 선택될 수도 있다.

## [0051] I. 수학적 설명

[0052] [0068] 간섭 네트워크들에 대한 기회적 간섭 할당 방식의 수학적 설명이 후속한다. 이러한 방식의 특징적인 특성은, 송신기들에서의 명시적인 채널 상태 정보에 대한 요구가 없다는 것이다. 대신, 방식은 수신기들로부터 연관된 송신기들로의 채널 피드백(예를 들어, CQI, SINR, RSRP, RSRQ, RSSI)을 사용한다. 이러한 피드백은, 다수의 간섭 송신기들에 대응하는 정렬된 간섭 방향들을 이용하여 수신기들을 기회적으로 스케줄링하는데 사용된다. 임의의 간섭 스트림으로부터의 임의의 수신기에서의 간섭 방향은, 송신기와 수신기 사이의 채널 매트릭스와 그 스트림에 대하여 송신기에 의해 사용된 방향 벡터와의 곱이다. 채널 매트릭스가 느리게 변하면, 간섭 방향은, 송신기에서 사용된 방향 벡터에 기초하여 예측될 수 있다. 그러나, 송신 빔포밍과 같은 종래의 방식들에서, 방향 벡터는 피드백에 기초하여 시간에서 변경되며, 따라서, 간섭 방향을 예측하기 어렵다. 간섭 방향을 예측하는데의 어려움은, 모든 수신기들에게 사전에 알려진 송신기들에서의 방향 벡터들의 미리 결정된 시퀀스들을 사용함으로써 극복된다. 송신기들에서의 미리 결정된 방향 벡터들을 이용하면, 수신기는, 적절한 수신기 결합 기술을 통해 간섭을 완화시키도록 예상된다. 간섭 완화를 수행하기 위해, 각각의 수신기는 적어도 2개의 치수(dimension)들에서 신호 및 간섭을 수신할 필요가 있다. 수신기는, 2개의 주파수 선택적인 리소스 블록들 또는 MIMO를 사용함으로써 적어도 2개의 방향들에서 신호를 수신할 수 있다. 신호 및 간섭 방향들이 알려지기 때문에, 각각의 수신기는, 그 수신기가 MMSE 또는 최소 간섭과 같은 표준 수신기 결합 기술들을 사용하여 획득할 수 있는 총 SINR을 컴퓨팅할 수 있다. 이러한 SINR은, 채널의 코히런스 시간에 의존하여 다수의 장래의 서브프레임들/슬롯들에 대해 결정될 수 있다. 연관된 수신기들로부터의 SINR 피드백은, 스케줄링을 위하여 각각의 송신기에 의해 사용된다. 스케줄링 결정들은 각각의 송신기에 의해 독립적으로 수행될 수 있다. 송신기들은, 비례적으로-공평한(proportionally-fair) 스케줄링과 같은 기존의 기술들을 사용함으로써 스케줄링할 시에 공평도(fairness)를 도입할 수 있다.

## [0053] II. 시스템 모델

[0054] [0069] K-셀 무선 네트워크를 고려한다. 모든 각각의 셀은 L개의 연관된 수신기들을 갖는 단일 송신기를 갖는다. 각각의 송신기에 의해 사용된 치수들의 수를 M이라고 하고, 각각의 수신기에 의해 사용된 치수들의 수를 N이라고 한다. 송신기들과 수신기들 사이에 준-정적(quasi-static) 채널들을 고려한다. 이산-시간,  $t \in \mathbb{Z}_+$ , 입력-출력 관계는 모든  $i, j \in K, l \in L$ 에 대해 다음과 같이 주어진다.



## 수학식 1

$$y_{i,l}[t] = \sqrt{P} \mathbf{H}_{i,i,l} x_i[t] + \sqrt{P^\alpha} \sum_{j \neq i} \mathbf{H}_{i,j,l} x_j[t] + z_{i,l}[t]$$

여기서,  $x_j \in \mathbb{C}^{M \times 1}$  는 j번째 셀의 송신기에 의해 송신된 신호이고,  $\mathbf{H}_{i,j,l} \in \mathbb{C}^{N \times M}$  는 j번째 셀의 송신기로부터 i번째 셀의 l번째 수신기로의 복소 채널 매트릭스이고,  $z_{i,l} \in \mathbb{C}^{N \times 1}$  는 i번째 셀의 l번째 수신기에서의 가산 복소 가우시안  $CN(0, \sigma^2 \mathbf{I})$  잡음이며,  $y_{i,l} \in \mathbb{C}^{N \times 1}$  는 i번째 셀의 l번째 수신기에서 수신된 신호이다. 이러한 모델에서, 매트릭스 채널들은 OFDMA 시스템들에서 주파수 또는 공간(MIMO) 치수들을 표현할 수 있다. 주파수 치수들은 정방형(square) 대각 채널 매트릭스들에 의해 모델링된다. 이것은, 명시적으로 모델링되지 않는 사이클릭 프리픽스가 충분히 길다는 가정에 기초한다. 모든 각각의 송신기에서의 전력 제약은  $\mathbb{E}[\|x_j\|^2] \leq 1, \forall j$  이다.

## III. 기회적 간섭 할당

[0070] 이러한 섹션은 기회적 간섭 할당 방식을 설명한다. 임의의 간섭 스트림에 대응하는 임의의 수신기에서의 간섭 방향은, 송신기와 수신기 사이의 채널 매트릭스와 그 스트림에 대하여 송신기에 의해 사용되는 방향 벡터와의 곱이다. 따라서, 수신기가 채널 매트릭스를 추정할 수 있으면 그리고 수신기가 방향 벡터를 알면, 간섭 방향은 수신기에 의해 결정될 수 있다. 수신기들이 이러한 지식을 사전에 획득할 수 있도록, 방향 벡터들의 미리 결정된 시퀀스들이 송신기들에서 사용된다.

[0071] 각각의 송신기에 의해 사용된 스트림들의 수를  $S \leq \min\{M, N\}$  라고 한다. j번째 셀에서 송신기에 의해 사용된 S개의 방향 벡터들은  $v_{j,s}[t] \in \mathbb{C}^{M \times 1}, s \in S$  로 표시된다. 이들 방향 벡터들은,  $v_{j,s}^*[t] v_{j,s}[t] = 1$  이도록 정규화된다. 이들은 직교하도록 선택될 수 있다. j번째 셀에서 송신기에 의해 송신된 신호는,

## 수학식 2

$$x_j[t] = \sum_s v_{j,s}[t] q_{j,s}[t]$$

에 의해 주어지며, 여기서,  $q_{j,s}$  는 전력 제약  $\mathbb{E}[|q_{j,s}|^2] = 1/S$  을 갖는 (j, s) 스트림과 연관된 변조된 심볼이다. 이제 이로부터, 시간 인덱스가 간략화를 위해 은폐(suppress)된다.

[0072] i번째 셀에서 l번째 수신기를 고려한다. 수신기 벡터는 다음으로서 기입될 수 있다.

## 수학식 3

$$y_{i,l} = \sqrt{P} \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s} q_{i,s} + \sum_{s' \neq s} \sqrt{P} \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s'} q_{i,s'} + \sqrt{P^\alpha} \sum_{j \neq i, s'} \mathbf{H}_{i,j,l} v_{j,s'} q_{j,s'} + z_{i,l}$$

이들 수신된 심볼들은 결합되어야 한다. 결합 벡터를  $u_{i,l,s}$  로 표시하게 한다. 그 후, i번째 셀의 l번째 수신기에서 스트림(i, s)에 대응하는 SINR은 다음에 의해 주어진다.



#### 수학식 4

$$\frac{P|u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s}|^2}{P \sum_{s' \neq s} |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s'}|^2 + P^\alpha \sum_{j \neq i, s'} |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,j,l} v_{j,s'}|^2 + \sigma^2 |u_{i,l,s}^* u_{i,l,s}|}$$

수신기에서 각각의 스트림에 대응하는 결합 벡터를 획득하기 위한 2개의 방법들이 후술된다.

#### A. 최소 간섭

[0073] 주요 이슈가 간섭이라고 하면, 관심있는 방법은 총 간섭을 최소화시킨다. 따라서, 이러한 시나리오에서 관심있는 최적화 문제는 다음과 같다.

#### 수학식 5

$$\min_{u_{i,l,s}: |u_{i,l,s}^* u_{i,l,s}|=1} P \sum_{s' \neq s} |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s'}|^2 + P^\alpha \sum_{j \neq i, s'} |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,j,l} v_{j,s'}|^2$$

상기 최소화를 위한 최적의 솔루션은 다음의 명제(lemma)에서 특성화된다. 명제 1: (5)에서의 최적화를 고려한다. 이러한 문제에 대한 최적의 솔루션은,

#### 수학식 6

$$u_{i,l,s}^{\min-\text{int}} = f_N \left( \left[ [\sqrt{P} \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s'}]_{s' \neq s} [\sqrt{P^\alpha} \mathbf{H}_{i,j,l} v_{j,s'}]_{j \neq i, s'} \right] \right)$$

에 의해 주어지며, 여기서,  $\prod_{j \neq i}$ 는  $j \neq i$ 에 대응하는 모든 벡터들에 의해 형성된 매트릭스를 표시하고,  $f_N$ 은 (감소하는 단일값에 의해 순서화되는) N번째 좌측 단일 벡터를 표시한다. 단일 값 분해의 변분 특성화 (variational characterization)로부터 증명이 후속한다.

#### B. 최대 SINR

최적의 수신기는, 그 스트림에 대응하는 SINR을 최대화시키는 수신기이다. 따라서, 이러한 시나리오에서 관심있는 최적화 문제는 다음과 같다.

#### 수학식 7

$$\max_{u_{i,l,s}} \frac{P|u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s}|^2}{P \sum_{s' \neq s} |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s'}|^2 + P^\alpha \sum_{j \neq i, s'} |u_{i,l,s}^* \mathbf{H}_{i,j,l} v_{j,s'}|^2 + \sigma^2 |u_{i,l,s}^* u_{i,l,s}|}$$

(7)에서의 최대화를 위한 (스케일링까지 고유한) 최적 솔루션은 다음의 명제에 의해 특성화된다. 명제 2: (7)에서의 최적화를 고려한다. 임의의 실수값  $\beta$ 에 대해, 다음은 최적의 솔루션이다.

#### 수학식 8

$$u_{i,l,s}^{\max-\text{sinr}} = \beta (P \sum_s \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s} v_{i,s}^* \mathbf{H}_{i,i,l}^* + P^\alpha \sum_{j \neq i, s'} \mathbf{H}_{i,j,l} v_{j,s'} v_{j,s'}^* \mathbf{H}_{i,j,l}^* + \sigma^2 \mathbf{I})^{-1} \mathbf{H}_{i,i,l} v_{i,s}$$

MMSE 수신기의 최적화로부터 증명이 후속한다.



- [0079] [0075] 임의의 수신기 결합 기술이 주어지면, 각각의 수신기는, 수신기가 장래의 시간 슬롯들에 대해 달성할 수 있는 각각의 스트림에 대응하는 SINR을 컴퓨팅할 수 있다. 수신기는, 채널 추정들 및 장래의 방향 벡터들의 지식을 사용한다. 그 후, 수신기는 이러한 채널 피드백 정보를 자신의 연관된 송신기에 전송한다. 각각의 송신기는, 하나의 수신기를 각각의 스트림에 스케줄링하기 위해 채널 피드백 정보를 사용한다. 스케줄링은, 비례적인 공평도와 같은 임의의 공평도 기준을 사용하여 수행될 수 있다.
- [0080] [0076] 도 12는, 서빙 기지국의 무선 통신 방법의 흐름도(1200)이다. 도 12에 도시된 바와 같이, 단계(1202)에서, 서빙 기지국은 복수의 UE들에 파일럿 신호를 송신할 수도 있다. 단계(1204)에서, 서빙 기지국은 UE들로부터 채널 피드백을 수신한다. 채널 피드백은, 송신된 파일럿 신호들, 서빙 기지국에 의해 사용된 미리 결정된 매핑, 및 서빙 기지국에 의해 사용된 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전들에 기초할 수도 있다. 채널 피드백은 또한, 간섭 기지국들 각각에 의해 사용되는 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전들에 기초할 수도 있다. 단계(1206)에서, 서빙 기지국은, 수신된 채널 피드백에 기초하여, 데이터 송신을 위해 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택한다. 서빙 기지국은, UE들 각각으로부터의 채널 피드백을 임계치와 비교할 수도 있으며, 임계치보다 큰 채널 피드백에 기초하여 적어도 하나의 UE의 각각을 선택할 수도 있다. 서빙 기지국은, 방식으로부터 가장 많이 이득을 얻을 UE들을 선택할 수도 있다. 방식으로부터 가장 많이 이득을 얻을 UE들은, 그 방식을 이용하지 않으면 낮은 SINR을 갖지만 그 방식을 이용하면 충분히 높은 SINR을 갖는 UE들이다. 단계(1208)에서, 서빙 기지국은 적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑한다. 단계(1210)에서, 서빙 기지국은, 리소스 블록들의 세트에서 데이터를 반송하는 리소스 엘리먼트들 내의 변조된 데이터 심볼들에 하나 또는 그 초과 의 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 적용한다. 단계(1212)에서, 서빙 기지국은, 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 갖는 리소스 블록들의 세트를 적어도 하나의 UE에 송신한다.
- [0081] [0077] 서빙 기지국은, 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 제 1 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 적용할 수도 있고, 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 제 2 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 적용할 수도 있다. 예를 들어, 도 11a를 참조하면, 서빙 기지국은, 리소스 블록(1102) 내의 변조된 데이터 심볼들에 제 1 위상 회전  $\theta_1$ 을 적용할 수도 있고, 리소스 블록(1104) 내의 변조된 데이터 심볼들에 제 2 위상 회전  $\theta_2$ 를 적용할 수도 있다. 서빙 기지국은 상이한 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 리소스 블록들의 세트의 복수의 서브세트들 각각에 적용할 수도 있다. 예를 들어,  $\theta_1$ 은  $\theta_2$ 와 동일하지 않을 수도 있다. 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전들이 서브프레임들의 세트 주변에서 홉핑하고/그 세트에 걸쳐 상이한 값들로 변하기 때문에, 서브프레임들에서,  $\theta_1$ 은  $\theta_2$ 와 동일할 수도 있다.
- [0082] [0078] 미리 결정된 매핑은, 하나 또는 그 초과 의 데이터 스트림들을 리소스 블록들의 세트에 매핑하기 위하여 서빙 기지국에 의해 사용된다. 일 구성에서, 서빙 기지국은, 리소스 블록들의 세트에 매핑하는 경우, 하나 또는 그 초과 의 데이터 스트림들에 리던던시를 부가한다. 하나 또는 그 초과 의 데이터 스트림들은 일반적으로,  $n$  개의 리소스 블록에 매핑될 것이다. 그러나, 서빙 기지국은 하나 또는 그 초과 의 데이터 스트림들을  $m$ 개의 리소스 블록들에 매핑하며, 여기서,  $m > n$ 이다. 따라서, 제 1 구성에서, 리소스 블록들의 세트는  $m$ 개의 리소스 블록들을 포함한다. 미리 결정된 매핑은 서브프레임들의 세트에 걸쳐 변할 수도 있다. 따라서, 미리 결정된 매핑을 위해 사용된 서브캐리어들, 사용된 리소스 블록들의 수, 및/또는 리던던시의 양(예를 들어, 2개의 리소스 블록들을 3개의 리소스 블록들에 매핑하는 것, 하나의 리소스 블록을 2개의 리소스 블록들에 매핑하는 것(복제))은 매 서브프레임들 기간마다 변경될 수도 있다. 기간은 하나 또는 그 초과 의 서브프레임들/프레임들일 수도 있다.
- [0083] [0079] 제 1 구성에서, 하나의 리소스 블록은 2개의 리소스 블록들에 매핑되며, 따라서, 변조된 데이터 심볼들이 복제된다. 그러한 구성에서,  $m=2n$ 이다. 변조된 데이터 심볼들이 복제되는 경우, 그만큼의 데이터의 절반만이 리소스 블록들에서 송신될 수 있다. 그러나, 복제된 데이터는 UE가 전력 이득을 이용하여 그리고 2개의 방향으로 데이터 송신을 수신하게 하며, 이는 상술된 바와 같이, UE가 데이터 송신으로부터의 정렬된 또는 거의 정렬된 간섭을 소거하게 한다.  $m=2n$ 인 경우, 리소스 블록들의 매핑된 세트는, 동일한 OFDM 심볼들 상에서  $n$ 개의 리소스 블록들의 제 1 세트 및  $n$ 개의 리소스 블록들의 제 2 세트를 포함할 수도 있다. 리소스 블록들의 제 2 세트는, 리소스 블록들의 제 1 세트와는 상이한 의사-랜덤 위상 회전을 가질 수도 있다. 서빙 기지국은, 미리 결정된 홉핑 방식에 기초하여  $m$ 개의 리소스 블록들을 선택할 수도 있다. 서빙 기지국은, 데이터 송신을 전송하며, 송신 안테나로부터의 리소스 블록들의 세트의 각각의 동시적인 송신에 상이한 위상 회전을 적용하기 위해 빔포밍을 사용할 수도 있다.



- [0084] [0080] 제 2 구성에서, UE는 MIMO의 사용을 통해 적어도 2개의 방향들에서 데이터 송신을 수신한다. 서빙 기지국은 미리 결정된 매핑에 기초하여 송신 안테나들의 세트를 선택한다. 리소스 블록들의 세트는, 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 위상 회전으로 송신 안테나들의 세트 내의 각각의 송신 안테나로부터 송신된다. 예를 들어, 미리 결정된 매핑이 데이터의 복제를 요청하면, 서빙 기지국은 2개의 상이한 송신 안테나들(각각의 송신 안테나는 안테나들의 세트임)을 선택하며, 각각의 송신 안테나를 통해, 하지만 각각의 송신 안테나에서 상이한 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전으로, 데이터 송신을 동시에 전송할 수도 있다. 리소스 블록들의 세트는, 제 1 송신 안테나로부터 제 1 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전으로 및 제 2 송신 안테나로부터 제 2 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전으로 송신될 수도 있다. 리소스 블록들의 세트는, 상이한 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전으로 송신 안테나들의 세트의 각각의 송신 안테나로부터 송신될 수도 있다. 이러한 구성에서, 채널 피드백은, 송신 안테나들을 선택하기 위하여 서빙 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 매핑에 추가적으로 기초할 수도 있다.
- [0085] [0081] 도 13은 UE의 무선 통신 방법의 흐름도(1300)이다. 도 13에 도시된 바와 같이, 단계(1302)에서, UE는 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간접 기지국으로부터 파일럿 신호들을 수신한다. 단계(1304)에서, UE는, 리소스 블록들을 송신하기 위하여 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용된 위상 회전들을 결정한다. 단계(1306)에서, UE는 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용된 매핑을 결정한다. 매핑은, 리소스 블록들의 세트에 매핑하고 그리고/또는 송신 안테나들의 세트를 선택하기 위해 사용된다. 단계(1308)에서, UE는, 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간접 기지국 각각에 대한 수신된 파일럿 신호들, 결정된 매핑, 및 결정된 위상 회전들에 기초하여 채널 피드백을 결정한다. 단계(1310)에서, UE는 채널 피드백을 서빙 기지국에 전송한다. 단계(1312)에서, UE는 결정된 위상 회전들 및 결정된 매핑에 기초하여 데이터를 수신한다. 단계(1314)에서, UE는 결정된 매핑, 결정된 위상 회전들, 및 수신된 파일럿 신호들 또는 부가적으로 수신된 파일럿 신호들 중 적어도 하나에 기초하여 데이터를 디코딩한다.
- [0086] [0082] 제 1 구성에서, UE는, 리소스 블록들의 동일한 세트에 매핑하기 위하여 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용되는 매핑을 결정할 수도 있다. UE는, 리소스 블록들을 매핑하기 위하여 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용되는 매핑을 표시하는 매핑 정보를 서빙 기지국으로부터 수신할 수도 있다. 대안적으로, 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간접 기지국 각각에 대한 매핑 및/또는 위상 회전들은, 기지국의 식별자(즉, 송신기 식별자), 이용된 리소스 블록들의 서브캐리어들, 또는 매핑 또는 위상 회전들이 적용된 서브프레임 및/또는 시스템 프레임 넘버 중 적어도 하나에 기초하여 결정될 수도 있다.
- [0087] [0083] 제 2 구성에서, UE는, 리소스 블록들의 세트를 송신하기 위해 송신 안테나들의 세트를 선택하기 위하여 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용된 매핑을 결정할 수도 있다. 송신 안테나들의 세트 내의 송신 안테나들의 수는 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간접 기지국 둘 모두에 대해 동일할 수도 있다. UE는, 송신 안테나들의 세트를 선택하기 위하여 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용되는 매핑을 표시하는 매핑 정보를 서빙 기지국으로부터 수신할 수도 있다. 대안적으로, 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간접 기지국 각각에 대한 매핑 및/또는 위상 회전들은, 기지국의 식별자(즉, 송신기 식별자), 이용된 리소스 블록들의 서브캐리어들, 또는 매핑 또는 위상 회전들이 적용된 서브프레임 및/또는 시스템 프레임 넘버 중 적어도 하나에 기초하여 결정될 수도 있다.
- [0088] [0084] 상기 제공된 바와 같은 기회적 간접 할당 방식은, 스케줄링된 UE들에 전력 이득 및 간접 감소를 제공한다. 전력 이득은 데이터의 반복/복제로 인한 것이다. 간접 감소는, 간접 eNB들로부터의 간접이 정렬되거나 거의 정렬되는 동안, UE가 간접 eNB들로부터의 간접으로부터 오정렬되는 데이터 송신을 서빙 eNB로부터 수신할 수도 있도록, eNB들이 상이한 위상 회전들을 적용하는 것으로 인한 것이다. 의사-랜덤 위상 회전들은, 특히, 채널 변화들이 시변이지 않거나 느리게 시변하면, 기회적인 서빙 eNB가 활용할 변화들을 도입하며, UE들 사이에 공평도를 제공한다. UE들은, UE들에 의해 사전에 알려진 방식 정보에 기초하여 채널 피드백을 제공한다. eNB들은, 방식을 이용하지 않으면 낮은 SINR을 갖지만 방식을 이용하면 충분히 높은 SINR을 갖는 UE들과 같이 방식으로부터 가장 많이 이득을 얻을 UE들을 선택할 수도 있다.
- [0089] [0085] 도 14는, 예시적인 기지국 장치(1402) 내의 상이한 모듈들/수단/컴포넌트들 사이의 데이터 흐름을 도시한 개념적인 데이터 흐름도(1400)이다. 장치(1402)는, UE(1450)를 포함하는 복수의 UE들로부터 채널 피드백을 수신하도록 구성된 수신 모듈(1406)을 포함한다. 채널 피드백은, 서빙 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초한다. 채널 피드백은, 간접 기지국들 각각에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 추가적으로 기초할 수도 있다. 수신 모듈(1406)은, 채널 피드백 분석 모듈(1408)에 채널 피드백을 제공하도록 구성된다. 채널 피드백 분석 모듈(1408)은, 예컨대 채널 피드백을 임계치와 비교함으로써 채널 피드백을 비교하고



록 구성된다. 채널 피드백 분석 모듈(1408)은, 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택하도록 구성되는 UE 선택 모듈(1410)에 분석 결과들을 통신하도록 구성된다. UE 선택 모듈(1410)은, 선택을 매핑 및 위상 회전 적용 모듈(1412)에 통신하도록 구성된다. 매핑 및 위상 회전 적용 모듈(1412)은, 적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑하도록 구성된다. 장치는, 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 갖는 리소스 블록들의 세트를 적어도 하나의 UE에 송신하도록 구성된 송신 모듈(1404)을 더 포함한다. 송신 모듈(1404)은, UE(1450)에 파일럿 신호들을 송신하도록 추가적으로 구성될 수도 있으며, 매핑 및 위상 회전 정보를 UE(1450)에 송신하도록 또한 구성될 수도 있어서, UE(1450)가 채널 피드백을 결정하기 위해 이러한 정보를 사용할 수도 있게 한다.

[0090] [0086] 매핑 및 위상 회전 적용 모듈(1412)은, 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 1 세트에 제 1 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 적용하고, 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 2 세트에 제 2 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 적용하도록 구성될 수도 있다. 매핑 및 위상 회전 적용 모듈(1412)은, 리소스 블록들의 세트의 복수의 서브세트들 각각에 상이한 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 적용하도록 구성될 수도 있다. 미리 결정된 위상 회전들은 서브프레임들의 세트에 걸쳐 변할 수도 있다.

[0091] [0087] 제 1 구성에서, 채널 피드백은, 적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑하기 위하여 서빙 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 매핑에 추가적으로 기초할 수도 있다. 리소스 블록들의 동일한 세트 상에서의 동일한 미리 결정된 매핑은 간접 기지국들 각각에 의해 사용된다. 제 2 구성에서, 장치(1402)는, 미리 결정된 매핑에 기초하여 송신 안테나들의 세트를 선택하도록 구성된 송신 안테나 선택 모듈(1414)을 더 포함한다. 그러한 구성에서, 송신 모듈(1404)은, 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 위상 회전으로 송신 안테나들의 세트 내의 각각의 송신 안테나로부터 리소스 블록들의 세트를 송신한다.

[0092] [0088] 장치는, 도 12의 전술된 흐름도의 알고리즘의 단계들 각각을 수행하는 부가적인 모듈들을 포함할 수도 있다. 그러므로, 도 12의 전술된 흐름도 내의 각각의 단계는 모듈에 의해 수행될 수도 있으며, 장치는 이들 모듈들 중 하나 또는 그 조합을 포함할 수도 있다. 모듈들은, 나타난 프로세스들/알고리즘을 수행하도록 특수하게 구성된 하나 또는 그 조합의 하드웨어 컴포넌트들일 수도 있거나, 나타난 프로세스들/알고리즘을 수행하도록 구성된 프로세서에 의해 구현될 수도 있거나, 프로세서에 의한 구현을 위해 컴퓨터-판독가능 매체 내에 저장될 수도 있거나, 이들의 몇몇 결합일 수도 있다.

[0093] [0089] 도 15는, 프로세싱 시스템(1514)을 이용하는 장치(1402')에 대한 하드웨어 구현의 일 예를 도시한 다이어그램(1500)이다. 프로세싱 시스템(1514)은 버스(1524)에 의해 일반적으로 표현된 버스 아키텍처를 이용하여 구현될 수도 있다. 버스(1524)는, 프로세싱 시스템(1514)의 특정한 애플리케이션 및 전체 설계 제약들에 의존하여 임의의 수의 상호접속 버스들 및 브리지들을 포함할 수도 있다. 버스(1524)는, 프로세서(1504)에 의해 표현되는 하나 또는 그 조합의 프로세서들 및/또는 하드웨어 모듈들, 모듈들(1404, 1406, 1408, 1410, 1412, 1414), 및 컴퓨터-판독가능 매체(1506)를 포함하는 다양한 회로들을 함께 링크시킨다. 버스(1524)는 또한, 당 업계에 잘 알려져 있고, 따라서 더 추가적으로 설명되지 않을 타이밍 소스들, 주변기기들, 전압 조정기들, 및 전력 관리 회로들과 같은 다양한 다른 회로들을 링크시킬 수도 있다.

[0094] [0090] 프로세싱 시스템(1514)은 트랜시버(1510)에 커플링될 수도 있다. 트랜시버(1510)는 하나 또는 그 조합의 안테나들(1520)에 커플링된다. 트랜시버(1510)는, 송신 매체를 통해 다양한 다른 장치와 통신하기 위한 수단을 제공한다. 트랜시버(1510)는, 하나 또는 그 조합의 안테나들(1520)로부터 신호를 수신하고, 수신된 신호로부터 정보를 추출하며, 프로세싱 시스템(1514), 상세하게는 수신 모듈(1406)에 추출된 정보를 제공한다. 부가적으로, 트랜시버(1510)는, 프로세싱 시스템(1514), 상세하게는 송신 모듈(1404)로부터 정보를 수신하며, 수신된 정보에 기초하여, 하나 또는 그 조합의 안테나들(1520)에 적용될 신호를 생성한다. 프로세싱 시스템(1514)은 컴퓨터-판독가능 매체(1506)에 커플링된 프로세서(1504)를 포함한다. 프로세서(1504)는, 컴퓨터-판독가능 매체(1506) 상에 저장된 소프트웨어의 실행을 포함하는 일반적인 프로세싱을 담당한다. 소프트웨어는 프로세서(1504)에 의해 실행될 경우, 프로세싱 시스템(1514)으로 하여금 임의의 특정한 장치에 대해 상술된 다양한 기능들을 수행하게 한다. 컴퓨터-판독가능 매체(1506)는 또한, 소프트웨어를 실행할 경우 프로세서(1504)에 의해 조작되는 데이터를 저장하기 위해 사용될 수도 있다. 프로세싱 시스템은, 모듈들(1404, 1406, 1408, 1410, 1412, 1414) 중 적어도 하나를 더 포함한다. 모듈들은, 프로세서(1504)에서 구동하거나, 컴퓨터 판독가능 매체(1506)에 상주/저장된 소프트웨어 모듈들, 프로세서(1504)에 커플링된 하나 또는 그 조합의 하드웨어 모듈들, 또는 이들의 몇몇 결합일 수도 있다. 프로세싱 시스템(1514)은 eNB(610)의 컴포넌트일 수도 있으며, 메모리(676) 및/또는 TX 프로세서(616), RX 프로세서(670), 및 제어기/프로세서(675) 중 적어도 하나를 포함할 수



도 있다.

[0095]

[0091] 일 구성에서, 무선 통신을 위한 장치(1402/1402')는 복수의 UE들로부터 채널 피드백을 수신하기 위한 수단을 포함한다. 채널 피드백은, 수신 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 위상 회전들에 기초한다. 장치는, 수신된 채널 피드백에 기초하여 데이터 송신을 위해 UE들 중 적어도 하나의 UE를 선택하기 위한 수단을 더 포함한다. 장치는, 적어도 하나의 데이터 스트림을 리소스 블록들의 세트에 매핑하기 위한 수단을 더 포함한다. 장치는, 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 결정된 위상 회전을 갖는 리소스 블록들의 세트를 적어도 하나의 UE에 송신하기 위한 수단을 더 포함한다. 장치는, 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 1 서브 세트에 제 1 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 적용하고, 리소스 블록들의 세트 내의 리소스 엘리먼트들의 제 2 서브 세트에 제 2 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 적용하기 위한 수단을 더 포함할 수도 있다. 장치는, 리소스 블록들의 세트의 복수의 서브 세트들 각각에 상이한 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전을 적용하기 위한 수단을 더 포함할 수도 있다. 미리 결정된 위상 회전들은 서브프레임들의 세트에 걸쳐 변할 수도 있다. 채널 피드백은, 리소스 블록들의 세트에 적어도 하나의 데이터 스트림을 매핑하기 위하여 서빙 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 매핑에 추가적으로 기초할 수도 있다. 적어도 하나의 데이터 스트림은,  $n$ 개의 리소스 블록들에 대응할 수도 있으며, 미리 결정된 매핑에 기초하여  $m$ 개의 리소스 블록들에 매핑될 수도 있고,  $m$ 은  $n$ 보다 크다. 리소스 블록들의 세트는  $m$ 개의 리소스 블록들을 포함할 수도 있다. 미리 결정된 매핑은 서브프레임들의 세트에 걸쳐 변할 수도 있다. 값  $m$ 은  $2n$ 과 동일할 수도 있다. 리소스 블록들의 매핑된 세트는, 동일한 심볼들 상에  $n$ 개의 리소스 블록들의 제 1 세트 및  $n$ 개의 리소스 블록들의 제 2 세트를 포함할 수도 있다. 리소스 블록들의 제 2 세트는, 리소스 블록들의 제 1 세트와는 상이한 의사-랜덤 위상 회전을 가질 수도 있다. 장치는, 미리 결정된 홉핑 방식에 기초하여  $m$ 개의 리소스 블록들을 선택하기 위한 수단을 더 포함할 수도 있다. 장치는, UE들 각각으로부터의 채널 피드백을 집계치와 비교하기 위한 수단을 더 포함할 수도 있다. 적어도 하나의 UE 각각은, 집계치보다 큰 채널 피드백에 기초하여 선택될 수도 있다. 장치는, 송신 안테나로부터의 리소스 블록들의 세트의 각각의 동시적인 송신에 상이한 위상 회전을 적용하기 위한 수단을 더 포함할 수도 있다. 장치는, UE들에 파일럿 신호를 송신하기 위한 수단을 더 포함할 수도 있으며, 여기서, 채널 피드백은 송신된 파일럿 신호에 추가적으로 기초한다. 장치는, 미리 결정된 매핑에 기초하여 송신 안테나들의 세트를 선택하기 위한 수단을 더 포함할 수도 있다. 리소스 블록들의 세트는, 미리 결정된 위상 회전들에 기초하여 위상 회전으로 송신 안테나들의 세트 내의 각각의 송신 안테나로부터 송신될 수도 있다. 리소스 블록들의 세트는, 제 1 송신 안테나로부터의 제 1 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전으로 및 제 2 송신 안테나로부터의 제 2 미리 결정된 의사-랜덤 위상회전으로 송신될 수도 있다. 리소스 블록들의 세트는, 상이한 미리 결정된 의사-랜덤 위상 회전으로 송신 안테나들의 세트의 각각의 송신 안테나로부터 송신될 수도 있다. 채널 피드백은, 송신 안테나들을 선택하기 위하여 서빙 기지국에 의해 사용되는 미리 결정된 매핑에 추가적으로 기초할 수도 있다.

[0096]

[0092] 전술된 수단은, 전술된 수단에 의해 인용된 기능들을 수행하도록 구성된 장치(1402')의 프로세싱 시스템(1514) 및/또는 장치(1402)의 전술된 모듈들 중 하나 또는 그 초과일 수도 있다. 상술된 바와 같이, 프로세싱 시스템(1514)은 TX 프로세서(616), RX 프로세서(670), 및 제어기/프로세서(675)를 포함할 수도 있다. 그러므로, 일 구성에서, 전술된 수단은, 전술된 수단에 의해 인용된 기능들을 수행하도록 구성된 TX 프로세서(616), RX 프로세서(670), 및 제어기/프로세서(675)일 수도 있다.

[0097]

[0093] 도 16은, 예시적인 UE 장치(1602) 내의 상이한 모듈들/수단/컴포넌트들 사이의 데이터 흐름을 도시한 개념적인 데이터 흐름도(1600)이다. 장치(1602)는, 서빙 기지국(1650) 및 적어도 하나의 간접 기지국으로부터 파일럿 신호들을 수신하도록 구성된 수신 모듈(1604)을 포함한다. 수신 모듈(1604)은, 매핑 및 위상 회전 정보를 수신하도록 추가적으로 구성될 수도 있다. 매핑 및 위상 회전 정보는, 리소스 블록들의 세트에 매핑하기 위하여 서빙 기지국(1650) 및 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용되는 매핑을 포함하며, 서빙 eNB 및 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 리소스 블록들의 세트 내의 변조된 데이터 심볼들에 적용될 위상 회전들을 포함한다. 장치(1602)는, 리소스 블록들을 송신하기 위하여 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간접 기지국에 의해 사용되는 위상 회전들을 결정하도록 구성된 매핑 및 위상 회전 결정 모듈(1606)을 더 포함한다. 장치(1602)는, 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간접 기지국 각각에 대한 수신된 파일럿 신호들, 결정된 매핑, 및 결정된 위상 회전들에 기초하여 채널 피드백을 결정하도록 구성된 채널 피드백 결정 모듈(1608)을 더 포함한다. 장치(1602)는, 채널 피드백을 서빙 기지국(1650)에 전송하도록 구성된 송신 모듈을 더 포함한다. 수신 모듈(1604)은, 결정된 위상 회전들에 기초하여 데이터 송신을 수신하고, 데이터 프로세싱 모듈(1612)에 수신된 데이터 송신을 제공하도록 구성된다. 데이터 프로세싱 모듈(1612)은, 필터, 결정된 매핑 및 위상 회전 정보, 및 파일럿 신호들 및/또는 부가적으로 수신된 파일럿 신호들에 기초하여 데이터를 디코딩하도록 구성된다.



- [0098] [0094] 매핑 및 위상 회전 결정 모듈(1606)은, 리소스 블록들을 매핑하기 위하여 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국에 의해 사용된 매핑을 결정하도록 구성될 수도 있다. 서빙 기지국(1650) 및 적어도 하나의 간섭 기지국에 의한 매핑은 리소스 블록들의 동일한 세트에 대한 것이다. 일 구성에서, 장치(1602)는, 서빙 기지국(1650) 및 적어도 하나의 간섭 기지국에 의해 사용되는 매핑을 표시하는 명시적인 정보를 수신한다. 다른 구성에서, 장치(1602)는, 서빙 기지국(1650) 및 적어도 하나의 간섭 기지국에 의해 사용된 매핑을 결정한다. 장치(1602)는, 송신기 식별자, 서브캐리어, 또는 서브프레임에 기초하여 매핑을 결정할 수도 있다.
- [0099] [0095] 매핑 및 위상 회전 결정 모듈(1606)은, 리소스 블록들의 세트를 송신하기 위해 송신 안테나들의 세트를 선택하기 위하여 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국에 의해 사용되는 매핑을 결정할 수도 있다. 송신 안테나들의 세트 내의 송신 안테나들의 수는, 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국 둘 모두에 대해 동일할 수도 있다. 일 구성에서, 장치(1602)는, 서빙 기지국(1650) 및 적어도 하나의 간섭 기지국에 의해 사용되는 매핑을 표시하는 명시적인 정보를 수신한다. 다른 구성에서, 장치(1602)는, 서빙 기지국(1650) 및 적어도 하나의 간섭 기지국에 의해 사용된 매핑을 결정한다. 장치(1602)는, 송신기 식별자, 서브캐리어, 또는 서브프레임에 기초하여 매핑을 결정할 수도 있다.
- [0100] [0096] 장치는, 도 13의 전술된 흐름도 내의 알고리즘의 단계들 각각을 수행하는 부가적인 모듈들을 포함할 수도 있다. 그러므로, 도 13의 전술된 흐름도 내의 각각의 단계는 모듈에 의해 수행될 수도 있고, 장치는 그들 모듈들 중 하나 또는 그 초과를 포함할 수도 있다. 모듈들은, 나타낸 프로세스들/알고리즘을 수행하도록 특수하게 구성된 하나 또는 그 초과 하드웨어 컴포넌트들일 수도 있거나, 나타낸 프로세스들/알고리즘을 수행하도록 구성된 프로세서에 의해 구현될 수도 있거나, 프로세서에 의한 구현을 위해 컴퓨터-판독가능 매체 내에 저장될 수도 있거나, 이들의 몇몇 결합일 수도 있다.
- [0101] [0097] 도 17은, 프로세싱 시스템(1714)을 이용하는 UE 장치(1602')에 대한 하드웨어 구현의 일 예를 도시한 다이어그램(1700)이다. 프로세싱 시스템(1714)은 버스(1724)에 의해 일반적으로 표현된 버스 아키텍처를 이용하여 구현될 수도 있다. 버스(1724)는, 프로세싱 시스템(1714)의 특정한 애플리케이션 및 전체 설계 제약들에 의존하여 임의의 수의 상호접속 버스들 및 브리지들을 포함할 수도 있다. 버스(1724)는, 프로세서(1704)에 의해 표현되는 하나 또는 그 초과 프로세서들 및/또는 하드웨어 모듈들, 모듈들(1604, 1606, 1608, 1610, 1612), 및 컴퓨터-판독가능 매체(1706)를 포함하는 다양한 회로들을 함께 링크시킨다. 버스(1724)는 또한, 당업계에 잘 알려져 있고, 따라서 더 추가적으로 설명되지 않을 타이밍 소스들, 주변기기들, 전압 조정기들, 및 전력 관리 회로들과 같은 다양한 다른 회로들을 링크시킬 수도 있다.
- [0102] [0098] 프로세싱 시스템(1714)은 트랜시버(1710)에 커플링될 수도 있다. 트랜시버(1710)는 하나 또는 그 초과 안테나들(1720)에 커플링된다. 트랜시버(1710)는, 송신 매체를 통해 다양한 다른 장치와 통신하기 위한 수단을 제공한다. 트랜시버(1710)는, 하나 또는 그 초과 안테나들(1720)로부터 신호를 수신하고, 수신된 신호로부터 정보를 추출하며, 프로세싱 시스템(1714), 상세하게는 수신 모듈(1604)에 추출된 정보를 제공한다. 부가적으로, 트랜시버(1710)는, 프로세싱 시스템(1714), 상세하게는 송신 모듈(1610)로부터 정보를 수신하며, 수신된 정보에 기초하여, 하나 또는 그 초과 안테나들(1720)에 적용될 신호를 생성한다. 프로세싱 시스템(1714)은 컴퓨터-판독가능 매체(1706)에 커플링된 프로세서(1704)를 포함한다. 프로세서(1704)는, 컴퓨터-판독가능 매체(1706) 상에 저장된 소프트웨어의 실행을 포함하는 일반적인 프로세싱을 담당한다. 소프트웨어는 프로세서(1704)에 의해 실행될 경우, 프로세싱 시스템(1714)으로 하여금 임의의 특정한 장치에 대해 상술된 다양한 기능들을 수행하게 한다. 컴퓨터-판독가능 매체(1706)는 또한, 소프트웨어를 실행할 경우 프로세서(1704)에 의해 조작되는 데이터를 저장하기 위해 사용될 수도 있다. 프로세싱 시스템은, 모듈들(1604, 1606, 1608, 1610, 1612) 중 적어도 하나를 더 포함한다. 모듈들은, 프로세서(1704)에서 구동하거나, 컴퓨터 판독가능 매체(1706)에 상주/저장된 소프트웨어 모듈들, 프로세서(1704)에 커플링된 하나 또는 그 초과 하드웨어 모듈들, 또는 이들의 몇몇 결합일 수도 있다. 프로세싱 시스템(1714)은 UE(650)의 컴포넌트일 수도 있으며, 메모리(660) 및/또는 TX 프로세서(668), RX 프로세서(656), 및 제어기/프로세서(659) 중 적어도 하나를 포함할 수도 있다.
- [0103] [0099] 일 구성에서, 무선 통신을 위한 장치(1602/1602')는, 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국으로부터 파일럿 신호들을 수신하기 위한 수단, 리소스 블록들을 송신하기 위하여 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국에 의해 사용된 위상 회전들을 결정하기 위한 수단, 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국 각각에 대한 수신된 파일럿 신호들 및 결정된 위상 회전들에 기초하여 채널 피드백을 결정하기 위한 수단, 서빙 기지국에 채널 피드백을 전송하기 위한 수단, 및 결정된 위상 회전들에 기초하여 데이터를 수신하기 위한 수단을 포함한다. 장치는, 리소스 블록들을 매핑하기 위하여 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국에 의해 사용된 매



평을 결정하기 위한 수단을 더 포함할 수도 있다. 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국에 의한 매핑은 리소스 블록들의 동일한 세트에 대한 것일 수도 있다. 채널 피드백은 결정된 매핑에 추가적으로 기초할 수도 있으며, 데이터는 결정된 매핑에 기초하여 리소스 블록들의 세트 상에서 수신된다. 장치는, 결정된 매핑, 결정된 위상 회전들, 및 수신된 파일럿 신호들 또는 부가적으로 수신된 파일럿 신호들 중 적어도 하나에 기초하여 데이터를 디코딩하기 위한 수단을 더 포함할 수도 있다. 장치는, 리소스 블록들을 매핑하기 위하여 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국에 의해 사용된 매핑을 표시하는 매핑 정보를 서빙 기지국으로부터 수신하기 위한 수단을 더 포함할 수도 있다. 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국 각각에 대한 매핑 또는 위상 회전들 중 적어도 하나는, 송신기 식별자, 서브캐리어, 또는 서브프레임 중 적어도 하나에 기초하여 결정될 수도 있다. 장치는, 리소스 블록들의 세트를 송신하기 위해 송신 안테나들의 세트를 선택하기 위하여 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국에 의해 사용된 매핑을 결정하기 위한 수단을 더 포함할 수도 있다. 송신 안테나들의 세트 내의 송신 안테나들의 수는, 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국 둘 모두에 대해 동일할 수도 있다. 채널 피드백은 결정된 매핑에 추가적으로 기초할 수도 있으며, 데이터는 결정된 매핑에 기초하여 리소스 블록들의 세트 상에서 수신된다. 장치는, 결정된 매핑, 결정된 위상 회전들, 및 수신된 파일럿 신호들 또는 부가적으로 수신된 파일럿 신호들 중 적어도 하나에 기초하여 데이터를 디코딩하기 위한 수단을 더 포함할 수도 있다. 장치는, 송신 안테나들의 세트를 선택하기 위하여 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국에 의해 사용된 매핑을 표시하는 매핑 정보를 서빙 기지국으로부터 수신하기 위한 수단을 더 포함할 수도 있다. 서빙 기지국 및 적어도 하나의 간섭 기지국 각각에 대한 매핑 또는 위상 회전들 중 적어도 하나는, 송신기 식별자, 서브캐리어, 또는 서브프레임 중 적어도 하나에 기초하여 결정될 수도 있다. 서빙 기지국에 대한 결정된 위상 회전들은, 적어도 하나의 간섭 기지국에 대한 결정된 위상 회전들과는 상이할 수도 있다.

[0104] [00100] 전술된 수단은, 전술된 수단에 의해 인용된 기능들을 수행하도록 구성된 장치(1602')의 프로세싱 시스템(1714) 및/또는 장치(1602)의 전술된 모듈들 중 하나 또는 그 초과일 수도 있다. 상술된 바와 같이, 프로세싱 시스템(1714)은 TX 프로세서(668), RX 프로세서(656), 및 제어기/프로세서(659)를 포함할 수도 있다. 그러므로, 일 구성에서, 전술된 수단은, 전술된 수단에 의해 인용된 기능들을 수행하도록 구성된 TX 프로세서(668), RX 프로세서(656), 및 제어기/프로세서(659)일 수도 있다.

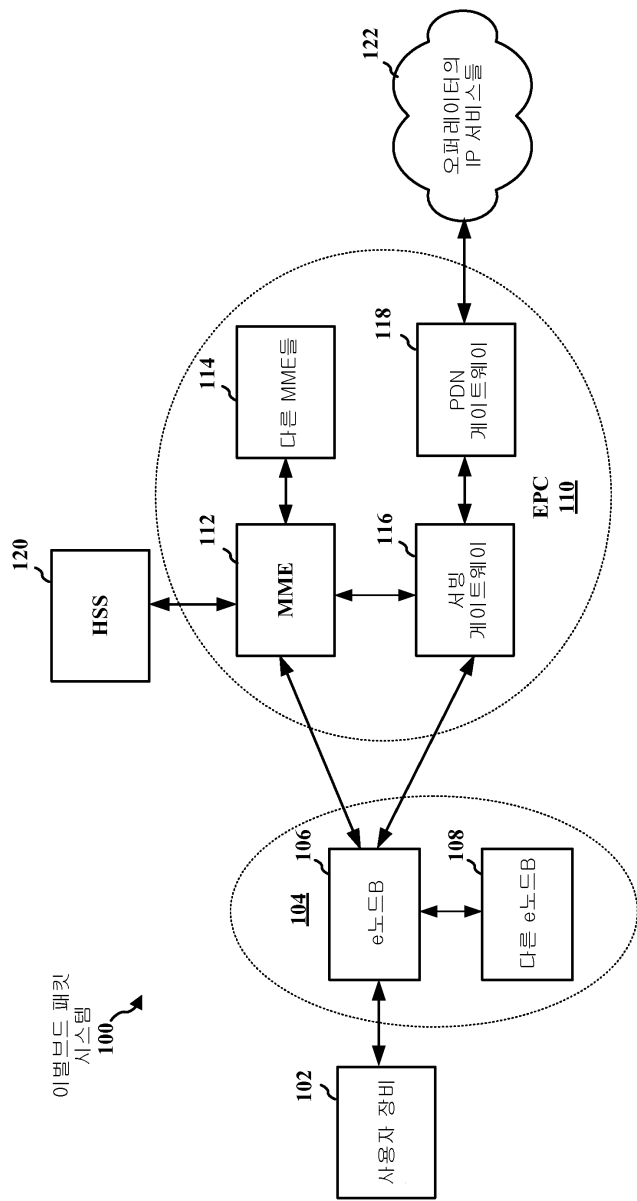
[0105] [00101] 기재된 프로세스들 내의 단계들의 특정한 순서 또는 계층이 예시적인 접근법들의 예시임을 이해한다. 설계 선택도들에 기초하여, 프로세스들 내의 단계들의 특정한 순서 또는 계층이 재배열될 수도 있음을 이해한다. 추가적으로, 몇몇 단계들이 결합 또는 생략될 수도 있다. 첨부한 방법 청구항들은 샘플 순서로 다양한 단계들의 엘리먼트들을 제시하며, 제시된 특정한 순서 또는 계층으로 제한되도록 의도되지 않는다.

[0106] [00102] 이전의 설명은 당업자가 본 명세서에 설명된 다양한 양상들을 실시할 수 있도록 제공된다. 이들 양상들에 대한 다양한 변형들은 당업자들에게는 용이하게 명백할 것이며, 본 명세서에 정의된 일반적인 원리들은 다른 양상들에 적용될 수도 있다. 따라서, 청구항들은 본 명세서에 설명된 양상들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 청구항 문언들에 부합하는 최대 범위를 부여하려는 것이며, 여기서, 단수형의 엘리먼트에 대한 참조는 특정하게 그렇게 언급되지 않으면 "하나 및 오직 하나"를 의미하기보다는 오히려 "하나 또는 그 초과"를 의미하도록 의도된다. 달리 특정하게 언급되지 않으면, 용어 "몇몇"은 하나 또는 그 초과를 지칭한다. 당업자들에게 알려졌거나 추후에 알려지게 될 본 발명 전반에 걸쳐 설명된 다양한 양상들의 엘리먼트들에 대한 모든 구조적 및 기능적 등가물들은, 인용에 의해 본 명세서에 명백히 포함되고, 청구항들에 의해 포함되도록 의도된다. 또한, 본 명세서에 기재된 어떠한 내용도, 청구항들에 그러한 개시 내용이 명시적으로 기재되어 있는지 여부와 관계없이, 공중이 사용하도록 의도되는 것은 아니다. 어떤 청구항 엘리먼트도, 그 엘리먼트가 "하기 위한 수단"이라는 어구를 사용하여 명시적으로 언급되지 않으면, 수단 플러스 기능으로서 해석되지 않을 것이다.



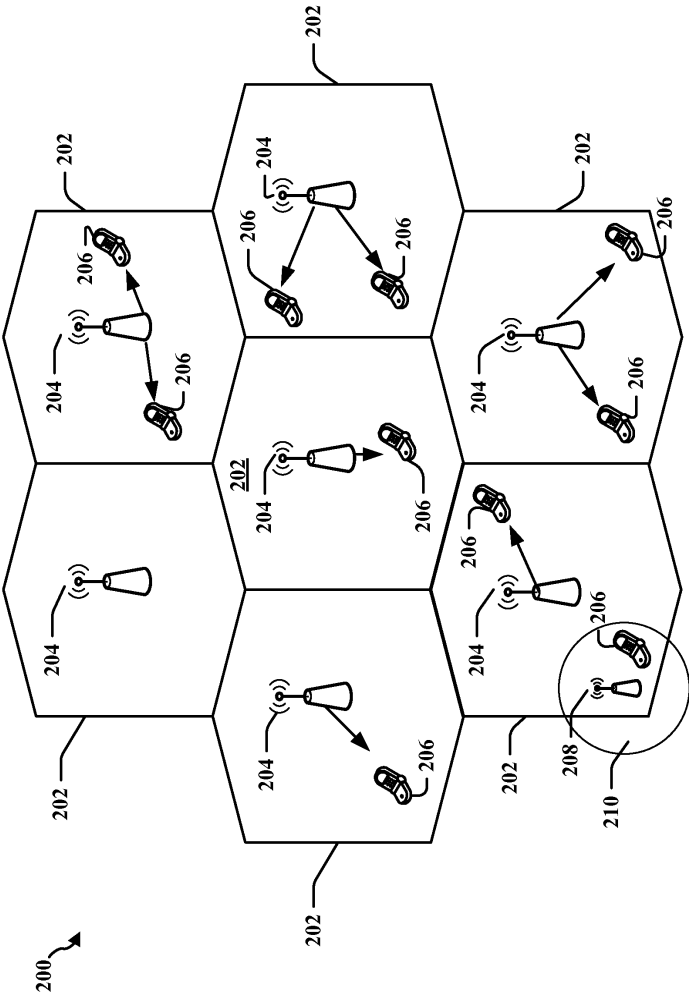
도면

도면1



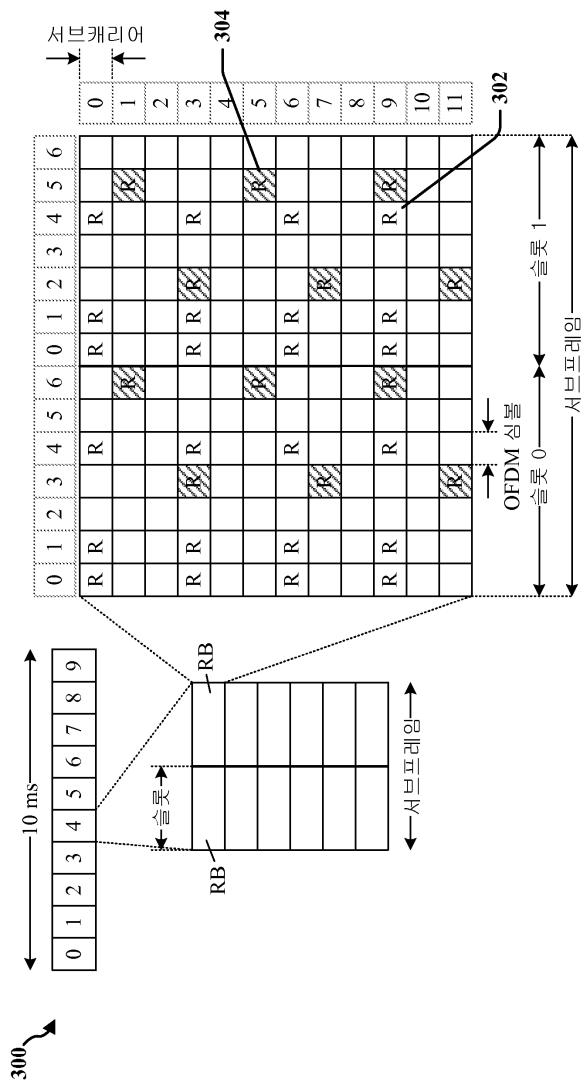


도면2



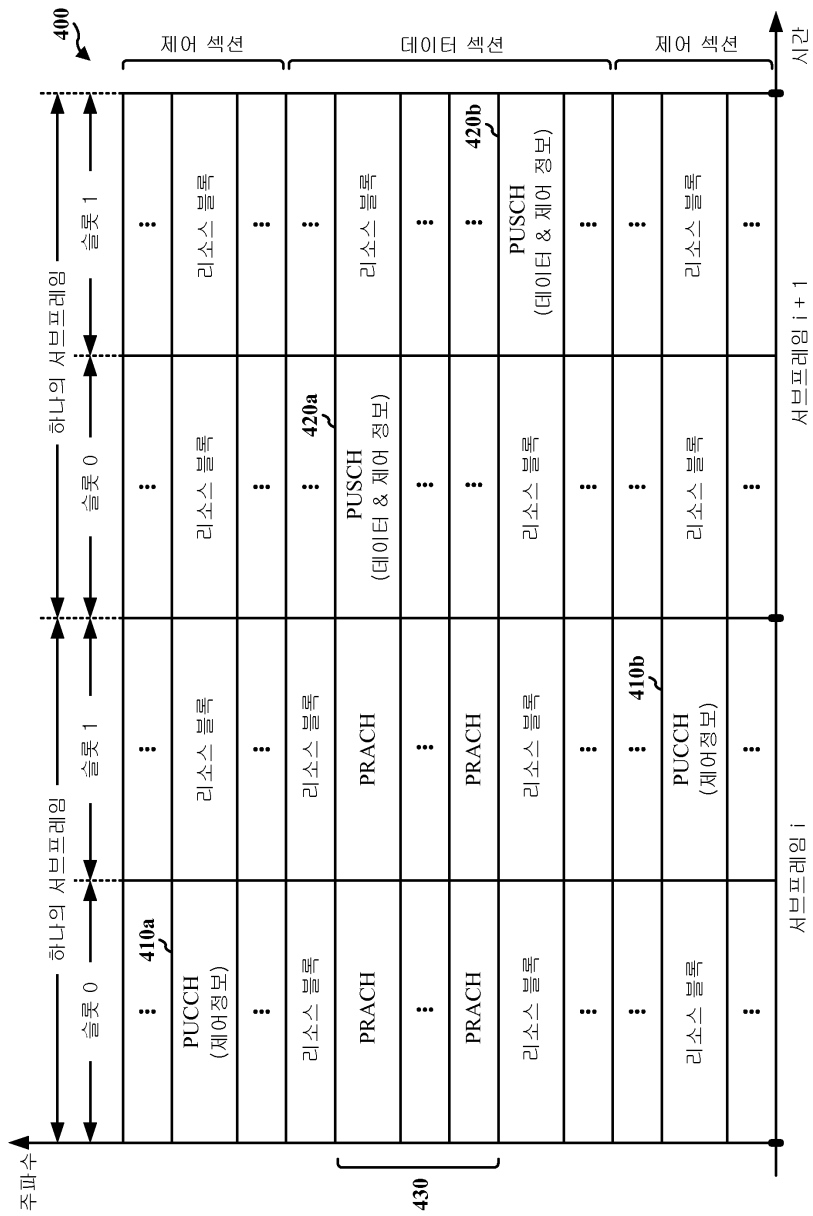


도면3



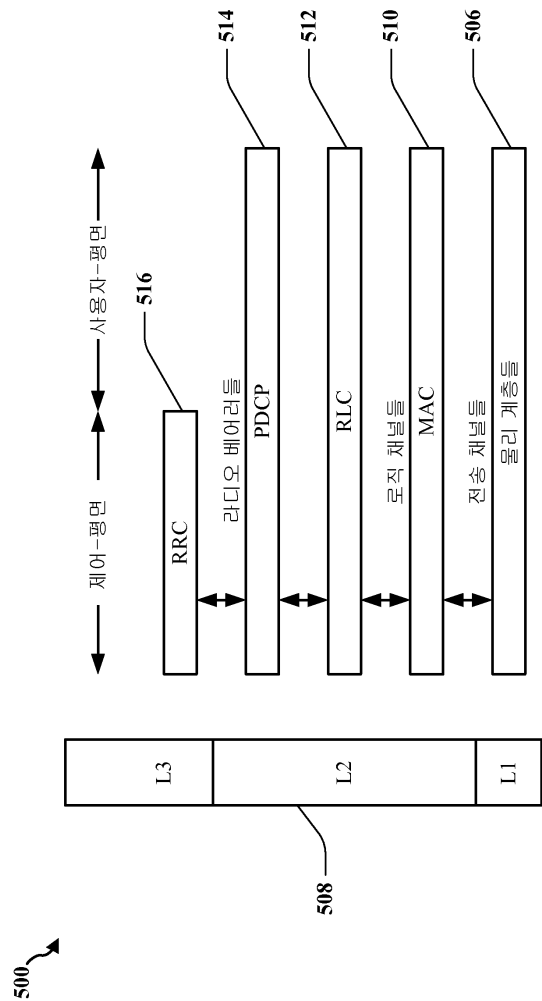


도면4



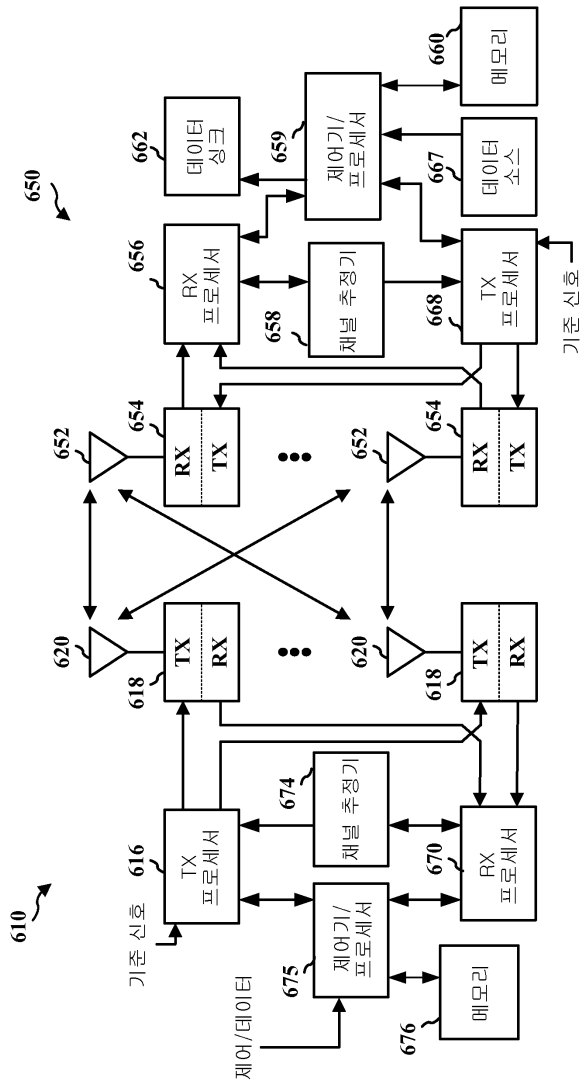


도면5



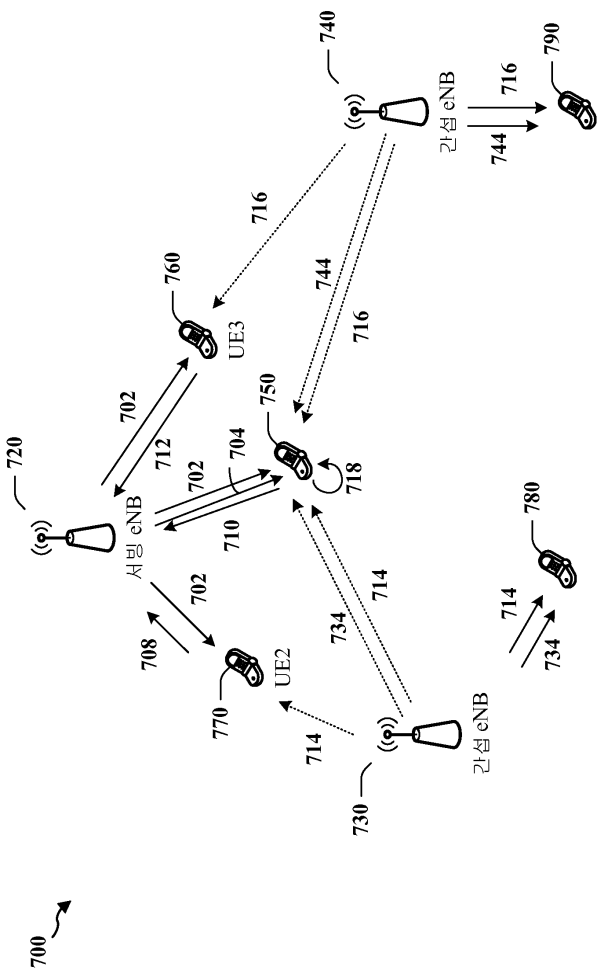


도면6



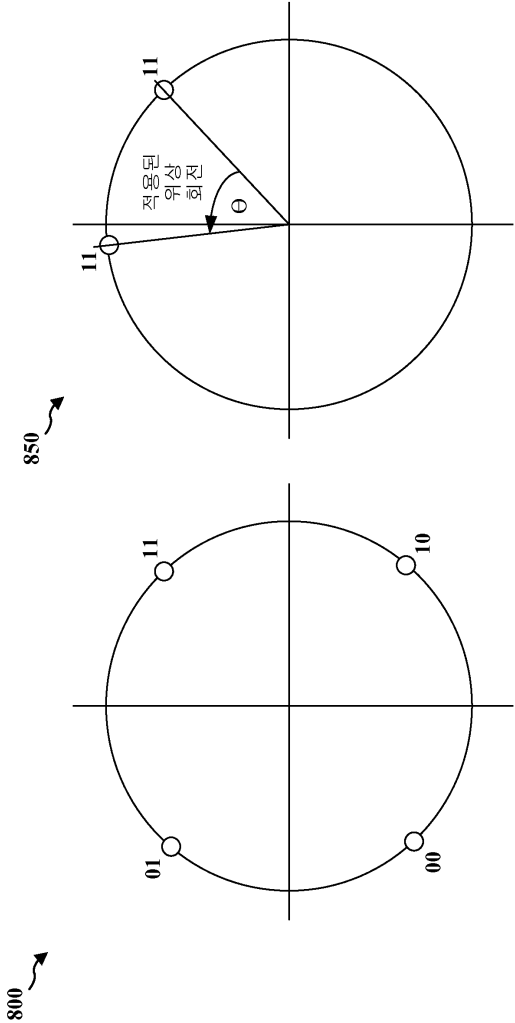


도면7



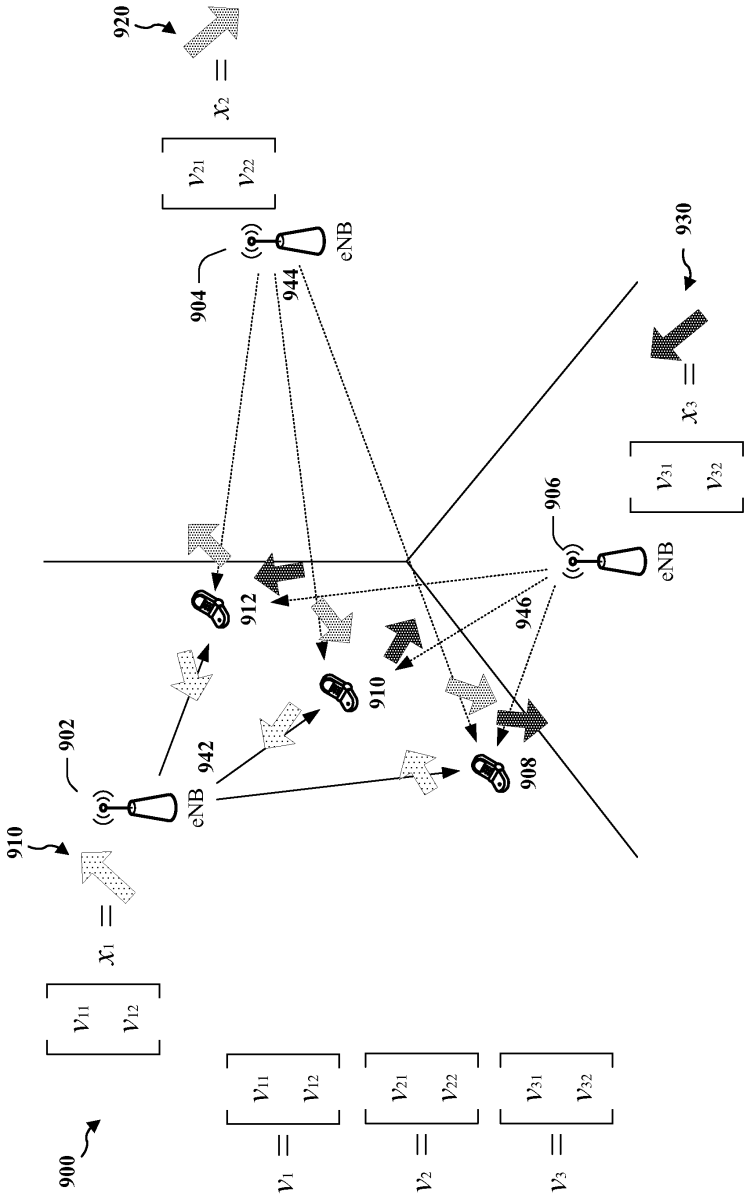


도면8



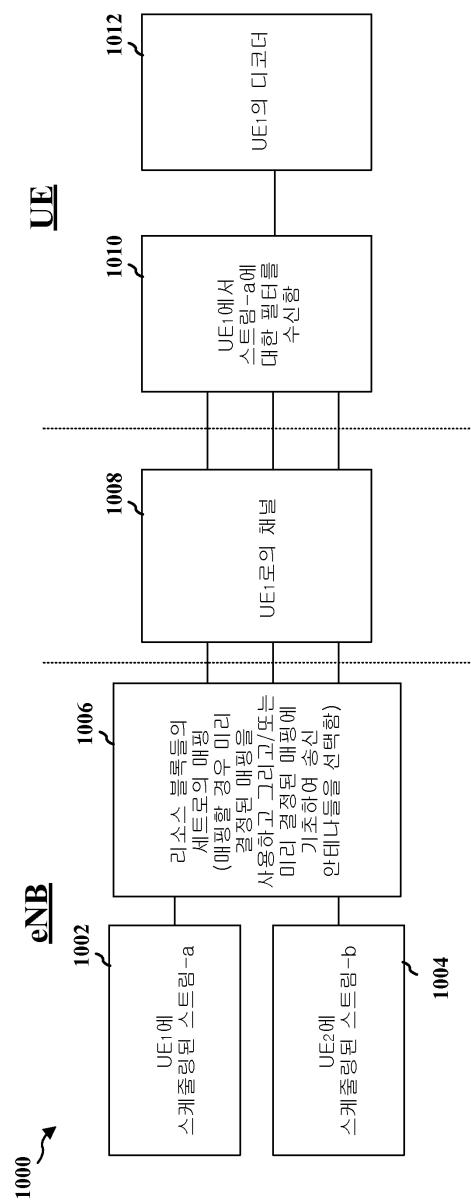


도면9



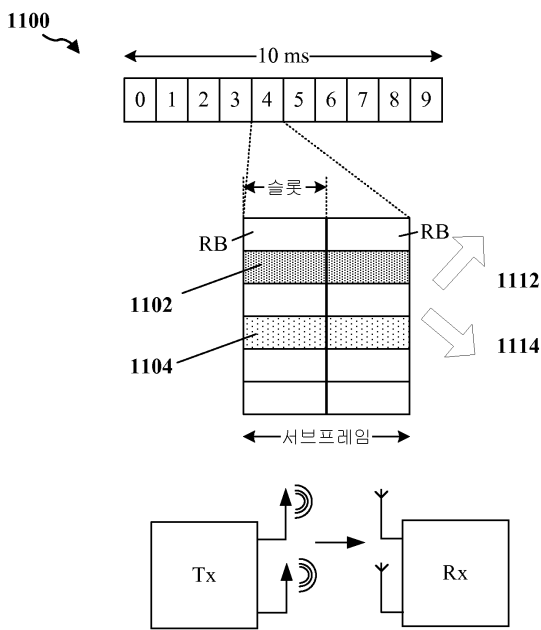


도면10

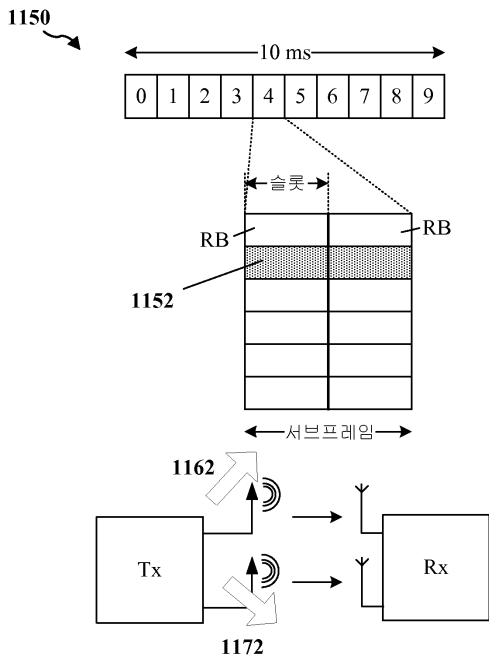




도면11a

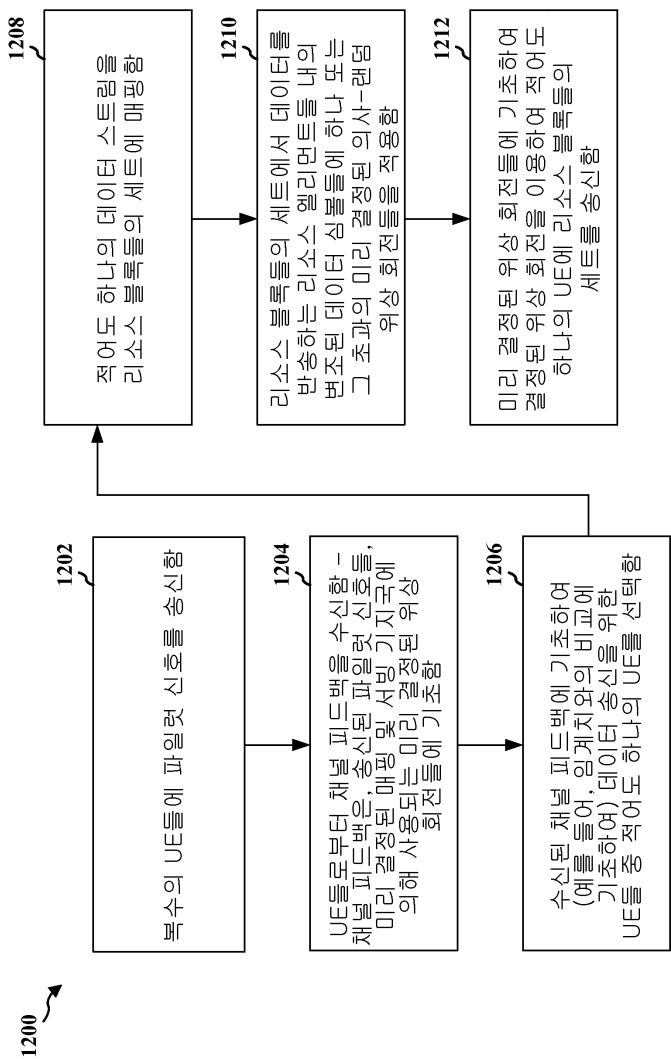


도면11b



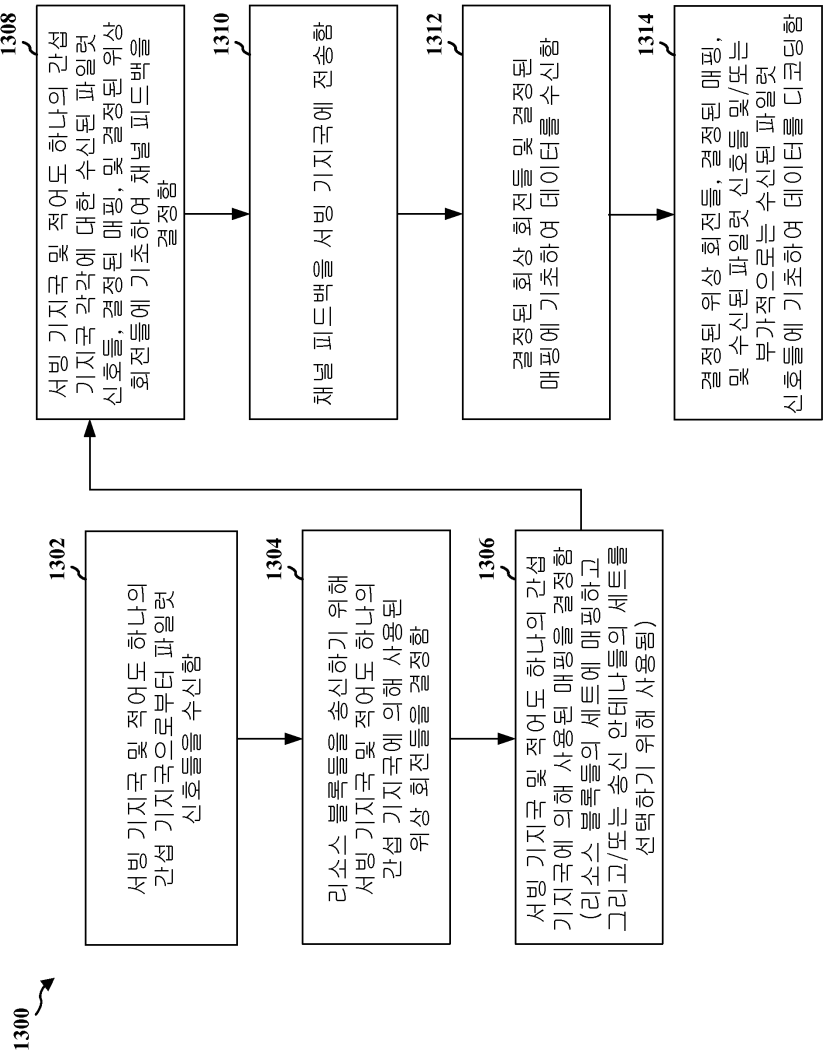


도면12



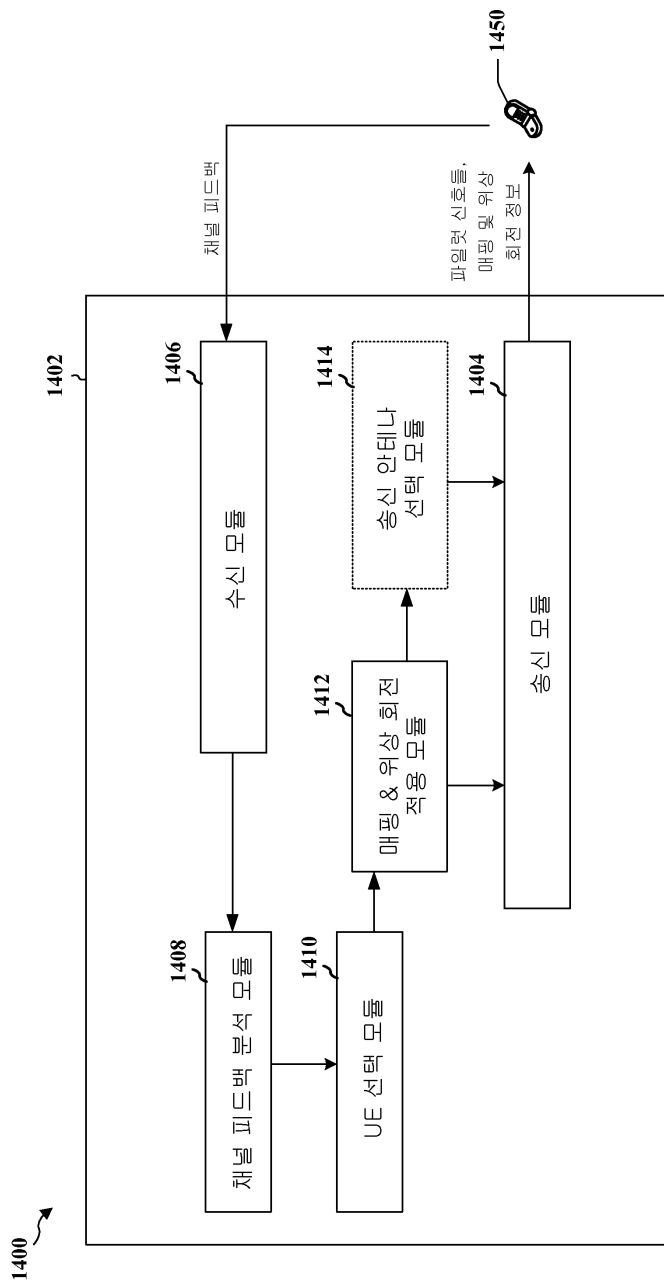


도면13



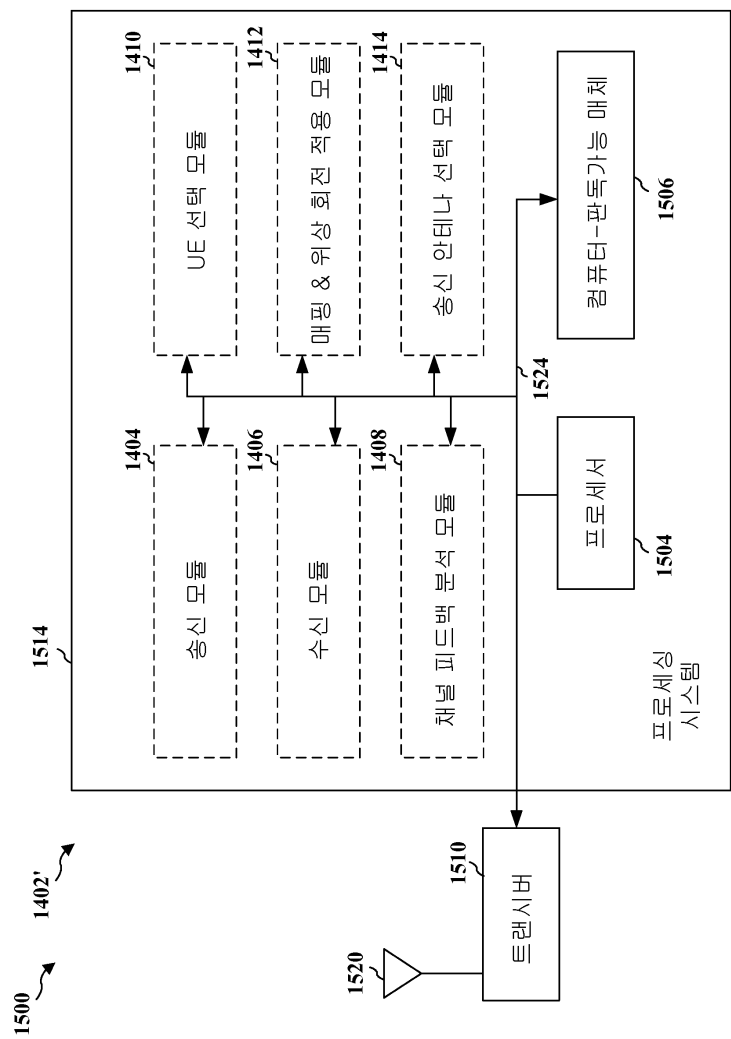


도면14



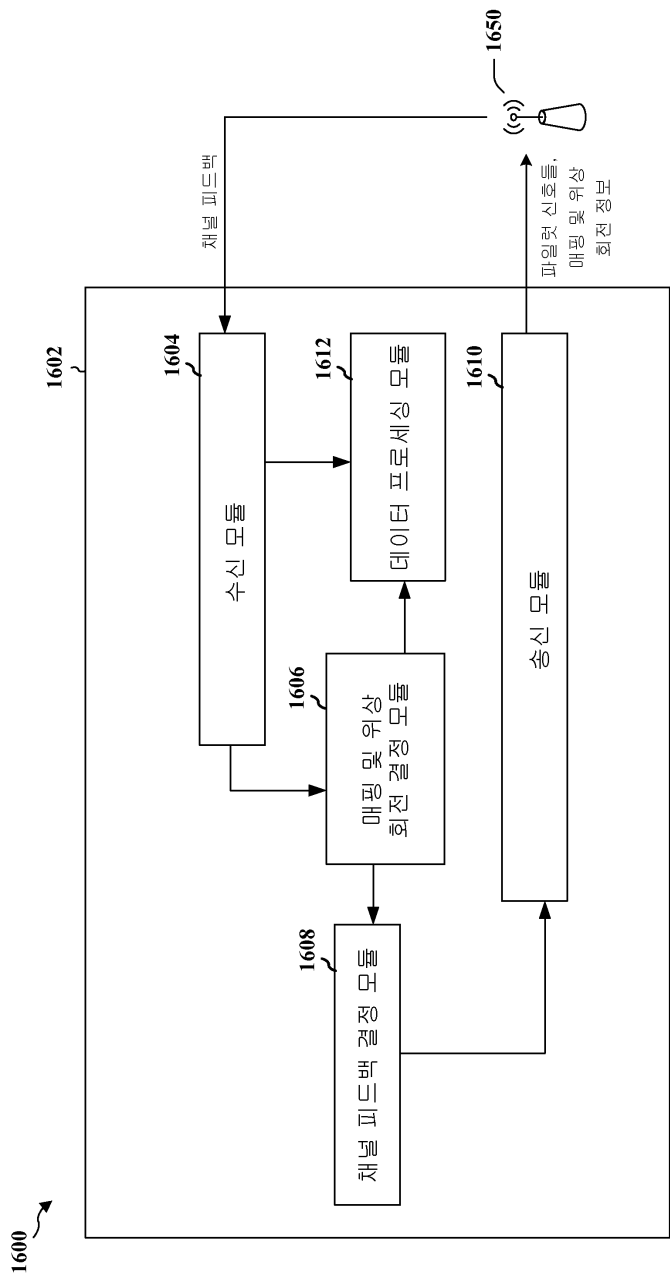


도면15





도면16





도면17

