



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월26일
(11) 등록번호 10-2004622
(24) 등록일자 2019년07월22일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/06 (2017.01) H04B 7/0456 (2017.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H04B 7/0639 (2013.01)
H04B 7/0456 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-7004702</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2014년07월29일
심사청구일자 2017년02월20일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2017년02월20일</p> <p>(65) 공개번호 10-2017-0033401</p> <p>(43) 공개일자 2017년03월24일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/CN2014/083242</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2016/015225
국제공개일자 2016년02월04일</p> <p>(56) 선행기술조사문헌
3gpp TS 36.213 v12.2.0*
3gpp R1-105011*
3gpp R1-132834*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> | <p>(73) 특허권자
후아웨이 테크놀러지 컴퍼니 리미티드
중국 518129 광둥성 셴젠 룡강 디스트릭트 반톈안 후아웨이 어드미니스트레이션 빌딩</p> <p>(72) 발명자
류, 장화
중국 518129 광둥 선전 룡강 디스트릭트 반톈 화웨이 어드미니스트레이션 빌딩
장, 레이밍
중국 518129 광둥 선전 룡강 디스트릭트 반톈 화웨이 어드미니스트레이션 빌딩
저우, 융싱
중국 518129 광둥 선전 룡강 디스트릭트 반톈 화웨이 어드미니스트레이션 빌딩</p> <p>(74) 대리인
양영준, 김성운, 백만기</p> |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 이정수

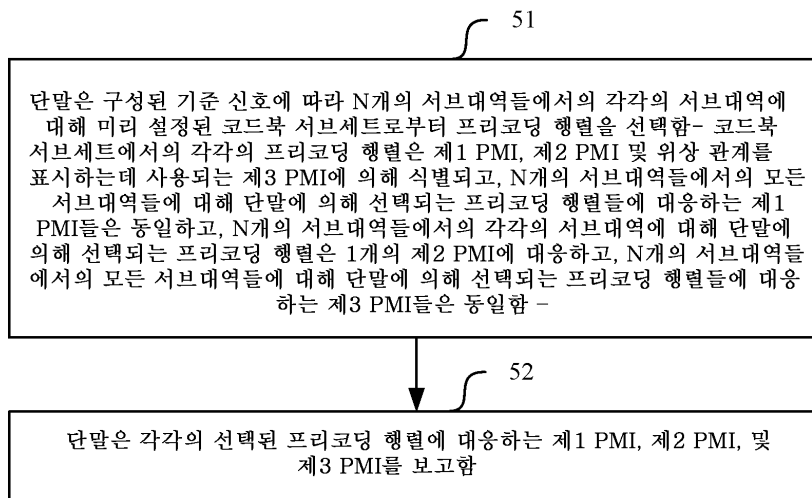
(54) 발명의 명칭 채널 상태 정보의 피드백 및 수신 방법 및 디바이스

(57) 요약

채널 상태 정보의 피드백 및 수신 방법 및 디바이스가 개시되며, 이는 기존 프리코딩 행렬이 웨이브 빔을 수평 방향 및 수직 방향으로 제어할 수 없다는 문제점을 해결하는데 사용된다. 본 방법은, 단말이, 구성된 기준 신호에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택하는 제1 PMI, 제2 PMI 및 위상 관계를 표시하는데 사용되는 제3 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제1 PMI들은 동일하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



선택하는 것- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI, 제2 PMI, 및 위상 관계를 표시하는데 사용되는 제3 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제1 PMI들은 동일하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 각각 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -; 및 단말이, 선택된 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI를 보고하는 것을 포함한다.

(52) CPC특허분류

H04B 7/0645 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 통신 시스템에 적용되는 단말 디바이스- 상기 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 상기 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들임 -로서,

구성된 기준 신호에 따라 상기 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택하도록 구성되는 프리코딩 행렬 선택 모듈- 상기 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI(precoding matrix indicator) 및 제2 PMI에 의해 식별되고, 상기 N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 상기 프리코딩 행렬 선택 모듈에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 상기 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, 상기 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 상기 프리코딩 행렬 선택 모듈에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응함 -; 및

상기 프리코딩 행렬 선택 모듈에 의해 선택되는 각각의 프리코딩 행렬에 대응하는 상기 제1 PMI 및 상기 제2 PMI를 보고하도록 구성되는 보고 모듈

을 포함하고,

상기 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는,

$$W = W_1 W_2 \text{ 로 나타나며,}$$

여기서,
$$W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, k=0,1,\dots,15, \tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix} \text{ 이고, } X_k \text{ 는 DFT 열 벡터를 나타내고, } \beta \text{ 는 미리 구}$$

성된 위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬인 단말 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 상기 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 상기 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북인 단말 디바이스.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 상기 제1 정보는 상기 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 상기 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 상기 프리코딩 행렬 선택 모듈에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 상기 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호인 단말 디바이스.

청구항 4

삭제

청구항 5

무선 통신 시스템에 적용되는 기지국 - 상기 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 상기 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들임 - 으로서,

단말에 의해 보고되는 제1 PMI(precoding matrix indicator) 및 제2 PMI를 수신하도록 구성되는 수신 모듈- 상기 N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 상기 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 상기 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, 상기 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 상기 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 1개의 제2 PMI에 대응함 -; 및

상기 수신되는 제1 PMI 및 제2 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정하도록 구성되는 프리코딩 행렬 결정 모듈- 상기 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI 및 제2 PMI에 의해 식별됨 -

을 포함하고,

각각의 서브대역에 대응하고 상기 프리코딩 행렬 결정 모듈에 의해 결정되는 상기 프리코딩 행렬은,

$$W = W_1 W_2 \text{ 로 나타나며,}$$

$$\text{여기서, } W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k=0,1,\dots,15, \quad \tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix} \text{ 이고, } X_k \text{ 는 DFT 열 벡터를 나타내고, } \beta \text{ 는 미리 구}$$

성된 위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬인 기지국.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 상기 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 상기 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북인 기지국.

청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 상기 제1 정보는 상기 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 상기 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 상기 단말에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 상기 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호인 기지국.

청구항 8

삭제

청구항 9

무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 방법- 상기 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 상기 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들임 - 으로서,

구성된 기준 신호에 따라 상기 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트

부터 프리코딩 행렬을, 단말에 의해, 선택하는 단계- 상기 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI(precoding matrix indicator) 및 제2 PMI에 의해 식별되고, 상기 N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 상기 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 상기 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, 상기 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 상기 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 1개의 제2 PMI에 대응함 -; 및

각각의 선택된 프리코딩 행렬에 대응하는 상기 제1 PMI 및 상기 제2 PMI를, 상기 단말에 의해, 보고하는 단계를 포함하고,

상기 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는,

$$W = W_1 W_2 \text{ 로 나타나며,}$$

여기서, $W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}$, $k=0,1,\dots,15$, $\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$ 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 미리 구

성된 위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬인 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 상기 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 상기 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북인 방법.

청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서,

상기 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 상기 제1 정보는 상기 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 상기 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 상기 단말에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 상기 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호인 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 방법- 상기 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 상기 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들임 -으로서,

단말에 의해 보고되는 제1 PMI(precoding matrix indicator) 및 제2 PMI를, 기지국에 의해, 수신하는 단계- 상기 N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 상기 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 상기 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, 상기 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 상기 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 1개의 제2 PMI에 대응함 -; 및

상기 수신되는 제1 PMI 및 제2 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을, 상기 기지국에 의해, 결정하는 단계- 상기 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1

PMI 및 제2 PMI에 의해 식별됨 -

를 포함하고,

각각의 서브대역에 대응하고 상기 기지국에 의해 결정되는 상기 프리코딩 행렬은,

$W = W_1 W_2$ 로 나타나며,

여기서, $W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}$, $k=0,1,\dots,15$, $\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$ 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬인 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 상기 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 상기 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북인 방법.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서,

상기 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 상기 제1 정보는 상기 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 상기 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 상기 단말에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 상기 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호인 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 통신 기술의 분야에 관한 것으로, 특히 채널 상태 정보를 피드백하는 방법, 채널 상태 정보를 수신하는 방법, 및 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다중 안테나 다수-입력 다수-출력(Multiple Input Multiple Output, MIMO) 기술은 스펙트럼 효율 및 셀 커버리지를 향상시키기 위해 무선 이동 통신 시스템에서 널리 적용되어 왔다. 예를 들어, 롱 텀 에볼루션(Long Term Evolution, LTE) 다운링크는 2, 4 및 8개의 안테나 포트들 상에서 송신하는 것을 지원한다. 다중 안테나 포트들 상에서 다운링크 송신을 더 우수하게 지원하기 위해서, eNB(evolved NodeB)는 송신될 필요가 있는 데이터에 대해 전처리 또는 프리코딩을 수행하는데 일반적으로 프리코딩 행렬을 사용하여, 단일 사용자 MIMO(Single User-MIMO, SU-MIMO)에서의 상이한 데이터 스트림들 사이의 간섭, 또는 다수 사용자 MIMO (Multiple User MIMO, MU-MIMO)에서의 상이한 사용자들 사이의 데이터 스트림 간섭을 감소시키고, 데이터의 신호 대 간섭 플러스 잡음 비(Signal to Interference and Noise Ratio, SINR)를 증가시킨다.

[0003] 전처리에 의해 요구되는 정보는 사용자 장비(User Equipment, UE)에 의해 피드백되는 다운링크 채널 측정 정보에 기초한다. UE는 eNB에 의해 송신되는 기준 신호, 예를 들어, 채널 상태 정보 기준 신호(Channel State Information-Reference Signals, CSI-RS)에 따라 채널 추정을 수행하고, 추정 결과에 따라 CSI를 결정한다. CSI는 송신 랭크(즉, 송신되는 데이터의 레이어들의 수량), 프리코딩 행렬, 및 채널 품질 표시자(Channel Quality Indicator, CQI)와 같은 정보를 포함한다. 다음으로 UE는 결정된 CSI를 eNB에 피드백한다. UE에 의해 피드백되는 CSI는 eNB가 다운링크 스케줄링을 수행하는 기준만을 제공한다. 구체적으로, UE에 의해 피드백되는 CSI를 어떻게 사용할 것인가는 eNB에 의해 결정된다.

[0004] 일반적으로, 각각의 랭크에 대해, 양자화된 채널들을 나타내기 위해 구체적인 수량의 프리코딩 행렬들이 설계된다. 설계된 프리코딩 행렬들은 코드북을 형성한다. 코드북에서의 각각의 프리코딩 행렬은 식별자, 즉 프리코딩 행렬 표시자(Precoding Matrix Indicator, PMI)를 갖는다. 코드북은 미리 정의된다, 즉, eNB 엔드 및 UE 엔드 양자 모두 동일한 코드북을 저장하고, 코드북에서의 각각의 프리코딩 행렬과 각각의 PMI 사이의 대응관계는 일관되게 이해된다. UE가 추정된 다운링크 채널에 따라 정의되는 코드북으로부터 프리코딩 행렬을 선택한 다음, UE는 선택된 프리코딩 행렬에 대응하는 PMI를 eNB에 피드백하지만 하면 되며, eNB는 UE에 의해 피드백되는 PMI에 따라 구체적인 프리코딩 행렬을 결정할 수 있다.

[0005] 프리코딩 행렬은 채널 상태 정보를 나타내기 때문에, 코드북 설계는 시스템 성능에 영향을 미친다. 코드북 설계는 eNB 측의 송신 안테나의 구체적인 구성에 직접적으로 관련된다. LTE Rel-8/9/10에서 지원되는 2, 4 및 8개의 안테나 포트들을 예로서 사용하면, 구성 동안, 모든 안테나 포트들이 동일한 차원으로, 즉, 도 1a 및 도 1b에 도시되는 바와 같이, 수평 방향으로 배열되는 것으로 가정된다. 도 1a는 2개의 안테나 포트들 및 4개의 안테나 포트들의 균일한 선형 어레이(Uniform Linear Array, ULA) 배열 방식의 개략도를 도시한다. 도 1b는 2개의 안테나 포트들, 4개의 안테나 포트들, 및 8개의 안테나 포트들의 교차 분극화 배열 방식의 개략도를 도시한다.

[0006] 모든 안테나 포트들이 수평 방향으로 배열되기 때문에, 프리코딩 행렬의 기능은 UE를 지향하는 수평 빔을 생성하도록 각각의 안테나 포트 상의 위상을 조정하는 것이다. 도 2에 도시되는 바와 같이, 4개의 빔들 PMI 1, PMI 2, PMI 3, 및 PMI 4는 각각 UE 1, UE 2, UE 3, 및 UE 4를 서비스하여, 신호의 SINR을 증가시킨다. 이러한 안테나 구성은 동일한 수평면에 모두 분포되는 셀에서의 사용자들(예를 들어, 모든 사용자들이 지상에 분포됨)을 서비스하는데 적합하다. 다수의 상이한 프리코딩 행렬들을 사용하는 것에 의해, eNB는 MU-MIMO 방식으로 상이한 UE들을 서비스하기 위해 상이한 방향들로 다수의 빔들을 동시에 생성할 수 있다.

[0007] 그러나, 실제 환경에서, 셀에서의 UE들은 2차원으로: 수평 방향으로 및 수직 방향으로 일반적으로 분포된다. 예를 들어, 셀에서의 UE들은 상이한 건물들에 그리고 동일한 건물의 상이한 층들에 분포된다. 현재의 안테나 포트 구성은 빔 방향을 수평 방향으로만 제어할 수 있기 때문에, 수직 방향으로 상이한 높이들에 있는 UE들은 더 우수하게 서비스될 수 없다. 현재, AAS 기술의 발전으로 인해, eNB 측의 송신 안테나들 또는 안테나 포트들은 2차원으로: 수평 방향으로 및 수직 방향으로 용이하게 배열될 수 있다. 동일한 수평 방향에서의 안테나 포트들은 이전과 같이 빔의 수평 방향을 제어할 수 있다(예를 들어, 도 3에서의 안테나 포트들(0, 1, 4, 및 5), 또는 안테나 포트들(2, 3, 6, 및 7)). 동시에, 상이한 행들에서의 안테나 포트들은 빔의 수직 방향을 제어할 수 있다(예를 들어, 빔의 수직 방향은 도 4에서의 안테나 포트들(0, 1, 4, 및 5)와 안테나 포트들(2, 3, 6, 및 7)을 조합하는 것에 의해 제어될 수 있다). 2차원 안테나 포트 구성은, 도 4에 도시되는 바와 같이, 더 많은 UE들을 서비스하기 위해 빔의 수평 및 수직 방향들을 자유롭게 제어할 수 있다.

[0008] 그러나, 현재의 LTE 시스템에서는, 모든 프리코딩 행렬들이, 수평 방향으로 모두 배열되는 안테나 포트들을 위해 설계되고, 수평 빔들만을 생성할 수 있다. 안테나 포트들이 2차원 방식으로 분포될 때, 기존 프리코딩 행렬들은 수평 및 수직 방향들로 동시에 빔 방향들을 제어할 수 없다. 따라서, 기존 프리코딩 행렬들은 수평 및 수직 방향들로 빔들을 제어할 수 없다.

발명의 내용

[0009] 본 발명의 실시예들은, 기존 프리코딩 행렬이 수평 및 수직 방향들로 빔을 제어할 수 없다는 문제점을 해결하기 위한, 채널 상태 정보를 피드백하는 방법, 채널 상태 정보를 수신하는 방법, 및 디바이스를 제공한다.

[0010] 제1 양상에 따르면, 제1 단말 디바이스가 제공되며, 이러한 단말 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이며, 이러한 단말 디바이스는,

[0011] 구성된 기준 신호에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택하도록 구성되는 프리코딩 행렬 선택 모듈- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI(precoding matrix indicator), 제2 PMI, 및 위상 관계를 표시하는데 사용되는 제3 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 프리코딩 행렬 선택 모듈에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제1 PMI들은 동일하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프리코딩 행렬 선택 모듈에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 프리코딩 행렬 선택 모듈에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -; 및

[0012] 프리코딩 행렬 선택 모듈에 의해 선택되는 각각의 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI를 보고하도록 구성되는 보고 모듈

[0013] 을 포함한다.

[0014] 제1 양상을 참조하여, 제1 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0015] 제1 양상 또는 제1 양상의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 가능한 구현 방식에서, 제3 PMI는 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이거나; 또는

[0016] 제3 PMI는 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터- 적어도 2개의 위상 값들은 미리 구성된 위상 세트로부터 선택됨 -이다.

[0017] 제1 양상, 제1 양상의 제1 가능한 구현 방식, 또는 제1 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 가능한 구현 방식에서, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0018] 제1 양상의 제3 가능한 구현 방식을 참조하여, 제4 가능한 구현 방식에서, 제3 PMI가 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이면, 제2 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이거나; 또는

[0019] 제3 PMI가 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터이면, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하며, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 제3 PMI로부터 프리코딩 행렬 선택 모듈에 의해 선택되는 위상 값을 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0020] 제1 양상, 제1 양상의 제2 가능한 구현 방식, 제1 양상의 제3 가능한 구현 방식, 또는 제1 양상의 제4 가능한 구현 방식을 참조하여, 제5 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는,

[0021]
$$W = f(W_1, \beta)W_2$$
 로 나타나며,

[0022] 여기서, β 는 제3 PMI에 대응하는 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_1 은 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이며, LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬은 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 의해 식별되고; 그리고

[0023]
$$f(W_1, \beta) = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k = 0, 1, \dots, 15$$
 이며,

[0024] 여기서, $\tilde{X}_k = [D_{k,1}(\beta)X_k(:,1) \quad \dots \quad D_{k,m}(\beta)X_k(:,m)]$ 이고, X_k 는 DFT(discrete Fourier transform) 열 벡터를 나타내고, m 은 동일한 수평 위치에 구성되는 안테나 포트들의 수량을 나타내며,

[0025]
$$D_{k,m}(\beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} \end{bmatrix}$$
 이다.

[0026] 제2 양상에 따르면, 제2 단말 디바이스가 제공되며, 이러한 단말 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이며, 이러한 단말 디바이스는,

[0027] 구성된 기준 신호에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택하도록 구성되는 프리코딩 행렬 선택 모듈- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI(precoding matrix indicator) 및 제2 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 프리코딩 행렬 선택 모듈에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프리코딩 행렬 선택 모듈에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응함 -; 및

[0028] 프리코딩 행렬 선택 모듈에 의해 선택되는 각각의 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI 및 제2 PMI를 보고하도록 구성되는 보고 모듈

[0029] 을 포함한다.

[0030] 제2 양상을 참조하여, 제1 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는

제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0031] 제2 양상 또는 제2 양상의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 가능한 구현 방식에서, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 프리코딩 행렬 선택 모듈에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0032] 제2 양상, 제2 양상의 제1 가능한 구현 방식, 또는 제2 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는,

[0033] $W = W_1 W_2$ 로 나타나며,

[0034] 여기서, $W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}$, $k=0,1,\dots,15$, $\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$ 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 구성된

위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이다.

[0035] 제3 양상에 따르면, 제3 단말 디바이스가 제공되며, 이러한 단말 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이며, 이러한 단말 디바이스는,

[0036] 구성된 기준 신호에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택하도록 구성되는 프로세서- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI(precoding matrix indicator), 제2 PMI, 및 위상 관계를 표시하는데 사용되는 제3 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 프로세서에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제1 PMI들은 동일하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프로세서에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 프로세서에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -; 및

[0037] 프로세서에 의해 선택되는 각각의 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI를 보고하도록 구성되는 송신기

[0038] 를 포함한다.

[0039] 제3 양상을 참조하여, 제1 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0040] 제3 양상 또는 제3 양상의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 가능한 구현 방식에서, 제3 PMI는 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이거나; 또는

[0041] 제3 PMI는 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터- 적어도 2개의 위상 값들은 미리 구성된 위상 세트로부터 선택됨 -이다.

[0042] 제3 양상, 제3 양상의 제1 가능한 구현 방식, 또는 제3 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 가능한 구현 방식에서, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0043] 제3 양상의 제3 가능한 구현 방식을 참조하여, 제4 가능한 구현 방식에서, 제3 PMI가 미리 구성된 위상 세트

부터 선택되는 1개의 위상 값이면, 제2 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이거나; 또는

[0044] 제3 PMI가 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터이면, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하며, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 제3 PMI로부터 프로세서에 의해 선택되는 위상 값을 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0045] 제3 양상, 제3 양상의 제2 가능한 구현 방식, 제3 양상의 제3 가능한 구현 방식, 또는 제3 양상의 제4 가능한 구현 방식을 참조하여, 제5 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는,

[0046]
$$W = f(W_1, \beta)W_2$$
 로 나타나며,

[0047] 여기서, β 는 제3 PMI에 대응하는 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_1 은 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이며, LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬은 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 의해 식별되고; 그리고

[0048]
$$f(W_1, \beta) = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k = 0, 1, \dots, 15$$
 이며,

[0049] 여기서, $\tilde{X}_k = [D_{k,1}(\beta)X_k(:,1) \quad \dots \quad D_{k,m}(\beta)X_k(:,m)]$ 이고, X_k 는 DFT(discrete Fourier transform) 열 벡터를 나타내고, m 은 동일한 수평 위치에 구성되는 안테나 포트들의 수량을 나타내며,

[0050]
$$D_{k,m}(\beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} \end{bmatrix}$$
 이다.

[0051] 제4 양상에 따르면, 제4 단말 디바이스가 제공되며, 이러한 단말 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이며, 이러한 단말 디바이스는,

[0052] 구성된 기준 신호에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택하도록 구성되는 프로세서- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI(precoding matrix indicator) 및 제2 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 프로세서에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프로세서에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응함 -; 및

[0053] 프로세서에 의해 선택되는 각각의 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI 및 제2 PMI를 보고하도록 구성되는 송신기를 포함한다.

[0054]

[0055] 제4 양상을 참조하여, 제1 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0056] 제4 양상 또는 제4 양상의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 가능한 구현 방식에서, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 프로세서에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0057] 제4 양상, 제4 양상의 제1 가능한 구현 방식, 또는 제4 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는,

[0058] $W = W_1 W_2$ 로 나타나며,

[0059] 여기서, $W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}$, $k=0,1,\dots,15$, $\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$ 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 구성된

위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이다.

[0060] 제5 양상에 따르면, 제1 기지국 디바이스가 제공되며, 이러한 기지국 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이며, 이러한 기지국 디바이스는,

[0061] 단말에 의해 보고되는 제1 PMI(precoding matrix indicator), 제2 PMI, 및 제3 PMI를 수신하도록 구성되는 수신 모듈- 제3 PMI는 위상 관계를 표시하는데 사용되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제1 PMI들은 동일하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -; 및

[0062] 수신되는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정하도록 구성되는 프리코딩 행렬 결정 모듈- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 의해 식별됨 -

[0063] 을 포함한다.

[0064] 제5 양상을 참조하여, 제1 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0065] 제5 양상 또는 제5 양상의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 가능한 구현 방식에서, 제3 PMI는 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이거나; 또는

[0066] 제3 PMI는 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터- 적어도 2개의 위상 값들은 미리 구성된 위상 세트로부터 선택됨 -이다.

[0067] 제5 양상, 제5 양상의 제1 가능한 구현 방식, 또는 제5 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 가능한 구현 방식에서, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0068] 제5 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제4 가능한 구현 방식에서, 제3 PMI가 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이면, 제2 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포

트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이거나; 또는

[0069] 제3 PMI가 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터이면, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하며, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 제3 PMI로부터 단말에 의해 선택되는 위상 값을 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0070] 제5 양상, 제5 양상의 제1 가능한 구현 방식, 제5 양상의 제2 가능한 구현 방식, 제5 양상의 제3 가능한 구현 방식, 또는 제5 양상의 제4 가능한 구현 방식을 참조하여, 제5 가능한 구현 방식에서, 각각의 서브대역에 대응하고 프리코딩 행렬 결정 모듈에 의해 결정되는 프리코딩 행렬은,

[0071]
$$W = f(W_1, \beta)W_2$$
 로 나타나며,

[0072] 여기서, β 는 제3 PMI에 대응하는 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_1 은 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이며, LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬은 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 의해 식별되고; 그리고

[0073]
$$f(W_1, \beta) = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k = 0, 1, \dots, 15$$
 이며,

[0074] 여기서, $\tilde{X}_k = [D_{k,1}(\beta)X_k(:,1) \quad \dots \quad D_{k,m}(\beta)X_k(:,m)]$ 이고, X_k 는 DFT(discrete Fourier transform) 열 벡터를 나타내고, m 은 동일한 수평 위치에 구성되는 안테나 포트들의 수량을 나타내며,

[0075]
$$D_{k,m}(\beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} \end{bmatrix}$$
 이다.

[0076] 제6 양상에 따르면, 제2 기지국 디바이스가 제공되며, 이러한 기지국 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이며, 이러한 기지국 디바이스는,

[0077] 단말에 의해 보고되는 제1 PMI(precoding matrix indicator) 및 제2 PMI를 수신하도록 구성되는 수신 모듈- N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 1개의 제2 PMI에 대응함 -; 및

[0078] 수신되는 제1 PMI 및 제2 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정하도록 구성되는 프리코딩 행렬 결정 모듈- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI 및 제2 PMI에 의해 식별됨 -

[0079] 을 포함한다.

[0080] 제6 양상을 참조하여, 제1 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0081] 제6 양상 또는 제6 양상의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 가능한 구현 방식에서, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 단말에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0082] 제6 양상, 제6 양상의 제1 가능한 구현 방식, 또는 제6 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 가능한 구현 방식에서, 각각의 서브대역에 대응하고 프리코딩 행렬 결정 모듈에 의해 결정되는 프리코딩 행렬은,

[0083] $W = W_1 W_2$ 로 나타나며,

[0084] 여기서, $W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}$, $k=0,1,\dots,15$, $\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$ 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 구성된

위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이다.

[0085] 제7 양상에 따르면, 제3 기지국 디바이스가 제공되며, 이러한 기지국 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이며, 이러한 기지국 디바이스는,

[0086] 단말에 의해 보고되는 제1 PMI(precoding matrix indicator), 제2 PMI, 및 제3 PMI를 수신하도록 구성되는 수신기- 제3 PMI는 위상 관계를 표시하는데 사용되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제1 PMI들은 동일하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -; 및

[0087] 수신되는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정하도록 구성되는 프로세서- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 의해 식별됨 -

[0088] 를 포함한다.

[0089] 제7 양상을 참조하여, 제1 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0090] 제7 양상 또는 제7 양상의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 가능한 구현 방식에서, 제3 PMI는 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이거나; 또는

[0091] 제3 PMI는 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터- 적어도 2개의 위상 값들은 미리 구성된 위상 세트로부터 선택됨 -이다.

[0092] 제7 양상, 제7 양상의 제1 가능한 구현 방식, 또는 제7 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 가능한 구현 방식에서, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0093] 제7 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제4 가능한 구현 방식에서, 제3 PMI가 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이면, 제2 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포

트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이거나; 또는

[0094] 제3 PMI가 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터이면, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하며, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 제3 PMI로부터 단말에 의해 선택되는 위상 값을 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0095] 제7 양상, 제7 양상의 제1 가능한 구현 방식, 제7 양상의 제2 가능한 구현 방식, 제7 양상의 제3 가능한 구현 방식, 또는 제7 양상의 제4 가능한 구현 방식을 참조하여, 제5 가능한 구현 방식에서, 각각의 서브대역에 대응하고 프로세서에 의해 결정되는 프리코딩 행렬은,

[0096]
$$W = f(W_1, \beta)W_2$$
 로 나타나며,

[0097] 여기서, β 는 제3 PMI에 대응하는 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_1 은 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이며, LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬은 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 의해 식별되고; 그리고

[0098]
$$f(W_1, \beta) = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k = 0, 1, \dots, 15$$
 이며,

[0099] 여기서, $\tilde{X}_k = [D_{k,1}(\beta)X_k(:,1) \quad \dots \quad D_{k,m}(\beta)X_k(:,m)]$ 이고, X_k 는 DFT(discrete Fourier transform) 열 벡터를 나타내고, m 은 동일한 수평 위치에 구성되는 안테나 포트들의 수량을 나타내며,

[0100]
$$D_{k,m}(\beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi\frac{2(2k+(m-1))}{32}}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi\frac{2(2k+(m-1))}{32}}} \end{bmatrix}$$
 이다.

[0101] 제8 양상에 따르면, 제4 기지국 디바이스가 제공되며, 이러한 기지국 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이며, 이러한 기지국 디바이스는,

[0102] 단말에 의해 보고되는 제1 PMI(precoding matrix indicator) 및 제2 PMI를 수신하도록 구성되는 수신기- N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 1개의 제2 PMI에 대응함 -; 및

[0103] 수신되는 제1 PMI 및 제2 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정하도록 구성되는 프로세서- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI 및 제2 PMI에 의해 식별됨 -

[0104] 를 포함한다.

[0105] 제8 양상을 참조하여, 제1 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0106] 제8 양상 또는 제8 양상의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 가능한 구현 방식에서, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 단말에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0107] 제8 양상, 제8 양상의 제1 가능한 구현 방식, 또는 제8 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 가능한 구현 방식에서, 각각의 서브대역에 대응하고 프로세서에 의해 결정되는 프리코딩 행렬은,

[0108] $W = W_1 W_2$ 로 나타나며,

[0109] 여기서, $W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}$, $k=0,1,\dots,15$, $\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$ 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 구성된

위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이다.

[0110] 제9 양상에 따르면, 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 방법이 제공되며, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이며, 이러한 방법은,

[0111] 구성된 기준 신호에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을, 단말에 의해, 선택하는 단계- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI(precoding matrix indicator), 제2 PMI, 및 위상 관계를 표시하는데 사용되는 제3 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제1 PMI들은 동일하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -; 및

[0112] 각각의 선택된 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI를, 단말에 의해, 보고하는 단계
 [0113] 를 포함한다.

[0114] 제9 양상을 참조하여, 제1 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0115] 제9 양상 또는 제9 양상의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 가능한 구현 방식에서, 제3 PMI는 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이거나; 또는

[0116] 제3 PMI는 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터- 적어도 2개의 위상 값들은 미리 구성된 위상 세트로부터 선택됨 -이다.

[0117] 제9 양상, 제9 양상의 제1 가능한 구현 방식, 또는 제9 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 가능한 구현 방식에서, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0118] 제9 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제4 가능한 구현 방식에서, 제3 PMI가 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이면, 제2 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포

트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이거나; 또는

[0119] 제3 PMI가 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터이면, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하며, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 제3 PMI로부터 단말에 의해 선택되는 위상 값을 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0120] 제9 양상, 제9 양상의 제1 가능한 구현 방식, 제9 양상의 제2 가능한 구현 방식, 제9 양상의 제3 가능한 구현 방식, 또는 제9 양상의 제4 가능한 구현 방식을 참조하여, 제5 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는,

[0121]
$$W = f(W_1, \beta)W_2$$
 로 나타나며,

[0122] 여기서, β 는 제3 PMI에 대응하는 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_1 은 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이며, LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬은 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 의해 식별되고; 그리고

[0123]
$$f(W_1, \beta) = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k = 0, 1, \dots, 15$$
 이며,

[0124] 여기서, $\tilde{X}_k = [D_{k,1}(\beta)X_k(:,1) \quad \dots \quad D_{k,m}(\beta)X_k(:,m)]$ 이고, X_k 는 DFT(discrete Fourier transform) 열 벡터를 나타내고, m 은 동일한 수평 위치에 구성되는 안테나 포트들의 수량을 나타내며,

[0125]
$$D_{k,m}(\beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} \end{bmatrix}$$
 이다.

[0126] 제10 양상에 따르면, 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 방법이 제공되며, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이며, 이러한 방법은,

[0127] 구성된 기준 신호에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을, 단말에 의해, 선택하는 단계- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI(precoding matrix indicator) 및 제2 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 1개의 제2 PMI에 대응함 -; 및

[0128] 각각의 선택된 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI 및 제2 PMI를, 단말에 의해, 보고하는 단계

[0129] 를 포함한다.

[0130] 제10 양상을 참조하여, 제1 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0131] 제10 양상 또는 제10 양상의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 가능한 구현 방식에서, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 단말에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0132] 제10 양상, 제10 양상의 제1 가능한 구현 방식, 또는 제10 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는,

[0133] $W = W_1 W_2$ 로 나타나며,

[0134] 여기서, $W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}$, $k=0,1,\dots,15$, $\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$ 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 구성된 위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이다.

[0135] 제11 양상에 따르면, 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 방법이 제공되며, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이며, 이러한 방법은,

[0136] 단말에 의해 보고되는 제1 PMI(precoding matrix indicator), 제2 PMI, 및 제3 PMI를, 기지국에 의해, 수신하는 단계- 제3 PMI는 위상 관계를 표시하는데 사용되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제1 PMI들은 동일하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -; 및

[0137] 수신되는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을, 기지국에 의해, 결정하는 단계- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 의해 식별됨 -

[0138] 를 포함한다.

[0139] 제11 양상을 참조하여, 제1 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0140] 제11 양상 또는 제11 양상의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 가능한 구현 방식에서, 제3 PMI는 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이거나; 또는

[0141] 제3 PMI는 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터- 적어도 2개의 위상 값들은 미리 구성된 위상 세트로부터 선택됨 -이다.

[0142] 제11 양상, 제11 양상의 제1 가능한 구현 방식, 또는 제11 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 가능한 구현 방식에서, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0143] 제11 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제4 가능한 구현 방식에서, 제3 PMI가 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이면, 제2 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포

트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이거나; 또는

[0144] 제3 PMI가 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터이면, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하며, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 제3 PMI로부터 단말에 의해 선택되는 위상 값을 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0145] 제11 양상, 제11 양상의 제1 가능한 구현 방식, 제11 양상의 제2 가능한 구현 방식, 제11 양상의 제3 가능한 구현 방식, 또는 제11 양상의 제4 가능한 구현 방식을 참조하여, 제11 양상의 제5 가능한 구현 방식에서, 각각의 서브대역에 대응하고 기지국에 의해 결정되는 프리코딩 행렬은,

[0146]
$$W = f(W_1, \beta)W_2$$
 로 나타나며,

[0147] 여기서, β 는 제3 PMI에 대응하는 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_1 은 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이며, LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬은 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 의해 식별되고; 그리고

[0148]
$$f(W_1, \beta) = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k = 0, 1, \dots, 15$$
 이며,

[0149] 여기서, $\tilde{X}_k = [D_{k,1}(\beta)X_k(:,1) \quad \dots \quad D_{k,m}(\beta)X_k(:,m)]$ 이고, X_k 는 DFT(discrete Fourier transform) 열 벡터를 나타내고, m 은 동일한 수평 위치에 구성되는 안테나 포트들의 수량을 나타내며,

[0150]
$$D_{k,m}(\beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} \end{bmatrix}$$
 이다.

[0151] 제12 양상에 따르면, 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 방법이 제공되며, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이며, 이러한 방법은,

[0152] 단말에 의해 보고되는 제1 PMI(precoding matrix indicator) 및 제2 PMI를, 기지국에 의해, 수신하는 단계- N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 1개의 제2 PMI에 대응함 -; 및

[0153] 수신되는 제1 PMI 및 제2 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을, 기지국에 의해, 결정하는 단계- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI 및 제2 PMI에 의해 식별됨 -

[0154] 를 포함한다.

[0155] 제12 양상을 참조하여, 제1 가능한 구현 방식에서, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0156] 제12 양상 또는 제12 양상의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 가능한 구현 방식에서, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 단말에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0157] 제12 양상, 제12 양상의 제1 가능한 구현 방식, 또는 제12 양상의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 가능한 구현 방식에서, 각각의 서브대역에 대응하고 기지국에 의해 결정되는 프리코딩 행렬은,

[0158] $W = W_1 W_2$ 로 나타나며,

[0159] 여기서, $W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}$, $k=0,1,\dots,15$, $\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$ 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 구성된

위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이다.

[0160] 본 발명의 실시예들에서 제공되는 방법 및 디바이스에서, 무선 통신 시스템에서 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 제1 PMI, 제2 PMI, 및 위상 관계를 표시하는데 사용되는 제3 PMI에 의해 식별되고, 위상 관계를 표시하는데 사용되는 제3 PMI가 도입되기 때문에, 상이한 서브대역들에 대해 선택되는 프리코딩 행렬들은 수평 및 수직 양쪽 방향으로 동시에 빔을 제어할 수 있거나; 또는

[0161] N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖기 때문에, 상이한 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 수평 및 수직 양쪽 방향으로 빔을 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0162] 도 1a는 LTE 시스템에서의 2개의 안테나 포트들 및 4개의 안테나 포트들의 균일한 선형 어레이 배열 방식의 개략도이다.

도 1b는 LTE 시스템에서의 2개의 안테나 포트들, 4개의 안테나 포트들, 및 8개의 안테나 포트들의 교차 분극화 배열 방식의 개략도이다.

도 2는 LTE 시스템에서의 상이한 프리코딩 행렬들에 대응하는 수평 빔들의 개략도이다.

도 3은 LTE 시스템에서의 수평 및 수직 2차원 안테나 구성의 개략도이다.

도 4는 LTE 시스템에서의 2차원 안테나 포트 구성에 의해 형성되는 빔의 개략도이다.

도 5는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 제1 방법의 개략적인 흐름도이다.

도 6은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 제2 방법의 개략적인 흐름도이다.

도 7은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 제1 방법의 개략적인 흐름도이다.

도 8은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 제2 방법의 개략적인 흐름도이다.

도 9는 본 발명에 따른 제1 단말 디바이스의 개략도이다.

도 10은 본 발명에 따른 제2 단말 디바이스의 개략도이다.

도 11은 본 발명에 따른 제3 단말 디바이스의 개략도이다.

도 12는 본 발명에 따른 제4 단말 디바이스의 개략도이다.

- 도 13은 본 발명에 따른 제1 기지국 디바이스의 개략도이다.
- 도 14는 본 발명에 따른 제2 기지국 디바이스의 개략도이다.
- 도 15는 본 발명에 따른 제3 기지국 디바이스의 개략도이다.
- 도 16은 본 발명에 따른 제4 기지국 디바이스의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0163] 본 발명의 실시예들에서는, LTE 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부가 처리되어, 상이한 프리코딩 행렬들은 상이한 위상들을 갖고, 획득되는 프리코딩 행렬은 수평 및 수직 방향들로 빔을 제어할 수 있다.
- [0164] 본 발명에서 제공되는 기술적 해결책들은 LTE 시스템 및 (LTE-A 시스템과 같은) LTE 시스템의 진화된 시스템에 적용될 수 있다.
- [0165] 본 발명에서의 단말은 무선 단말 또는 유선 단말일 수 있다. 무선 단말은 음성 및/또는데이터 접속성을 사용자에게 제공하는 디바이스, 무선 접속 기능을 갖는 핸드헬드 디바이스, 또는 무선 모뎀에 접속되는 다른 처리 디바이스를 지칭할 수 있다. 무선 단말은 (RAN, Radio Access Network와 같은) 무선 액세스 네트워크를 사용하여 하나 이상의 코어 네트워크들과 통신할 수 있다. 무선 단말은 이동 전화("셀룰러(cellular)" 전화라고도 지칭됨)와 같은 이동 단말일 수 있으며, 및 이동 단말을 갖는 컴퓨터는, 예를 들어, 휴대용, 포켓 크기의, 핸드헬드, 컴퓨터 내장형, 또는 차량에 탑재된 이동 장치일 수 있으며, 이는 무선 액세스 네트워크와 언어 및/또는데이터를 교환한다. 예를 들어, 무선 단말은, 개인 통신 서비스(PCS, Personal Communication Service) 전화기, 무선 전화기(cordless phone) 세트, SIP(Session Initiation Protocol) 전화기, 무선 로컬 루프(WLL, Wireless Local Loop) 스테이션, 또는 개인 휴대 정보 단말기(PDA, Personal Digital Assistant)와 같은 디바이스일 수 있다. 무선 단말은 시스템, 가입자 유닛(Subscriber Unit), 가입자 스테이션(Subscriber Station), 이동국(Mobile Station), 이동 단말(Mobile), 원격국(Remote Station), 액세스 포인트(Access Point), 원격 단말(Remote Terminal), 액세스 단말(Access Terminal), 사용자 단말(User Terminal), 사용자 에이전트(User Agent), 사용자 디바이스(User Device), 또는 사용자 장비(User Equipment)라고도 불릴 수 있다.
- [0166] 본 발명에서의 기지국(예를 들어, 액세스 포인트)은 액세스 네트워크에서의 무선 인터페이스에서 하나 이상의 섹터들을 통해 무선 단말과 통신하는 디바이스를 지칭할 수 있다. 기지국은 수신되는 무선 프레임과 IP 패킷을 상호 변환하고 무선 단말과 액세스 네트워크의 나머지 부분 사이의 라우터의 역할을 하는데 사용될 수 있으며, 액세스 네트워크의 나머지 부분은 IP(Internet Protocol) 네트워크를 포함할 수 있다. 기지국은 무선 인터페이스의 속성 관리를 조정할 수도 있다. 예를 들어, 기지국은 LTE에서의 진화된 NodeB(NodeB 또는 eNB 또는 e-NodeB, 진화형 NodeB)일 수 있다.
- [0167] 먼저, LTE 릴리스 Rel-10에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬이 설명된다. 코드북에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 의해 식별된다. 상세사항들에 대해서는, 3GPP TS76.213 프로토콜을 참조하자.
- [0168] 예를 들어, LTE 릴리스 Rel-10에서 8개의 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서 그 랭크가 1인 프리코딩 행렬이 다음의 표에 도시된다.

[0169]

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0 - 15	$W_{2i_1,0}^{(1)}$	$W_{2i_1,1}^{(1)}$	$W_{2i_1,2}^{(1)}$	$W_{2i_1,3}^{(1)}$	$W_{2i_1+1,0}^{(1)}$	$W_{2i_1+1,1}^{(1)}$	$W_{2i_1+1,2}^{(1)}$	$W_{2i_1+1,3}^{(1)}$
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0 - 15	$W_{2i_1+2,0}^{(1)}$	$W_{2i_1+2,1}^{(1)}$	$W_{2i_1+2,2}^{(1)}$	$W_{2i_1+2,3}^{(1)}$	$W_{2i_1+3,0}^{(1)}$	$W_{2i_1+3,1}^{(1)}$	$W_{2i_1+3,2}^{(1)}$	$W_{2i_1+3,3}^{(1)}$
$W_{m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m \\ \phi_n v_m \end{bmatrix}$								

[0170] 이러한 표에서,
$$\begin{cases} \varphi_n = e^{j\pi n/2} \\ \mathbf{v}_m = [1 \quad e^{j2\pi m/32} \quad e^{j4\pi m/32} \quad e^{j6\pi m/32}]^T \end{cases}$$
 이고, 여기서 i_1 및 i_2 는 각각 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0171] LTE 릴리스 Rel-10에서 8개의 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬은 다음과 같이 나타낼 수 있다는 점이 전술한 표로부터 추론될 수 있다:

[0172]
$$W_{\text{Rel-10,8}} = W_1^* W_2^*$$

[0173] 여기서 W_1^* 는 LTE 릴리스 Rel-10에서 8개의 안테나 포트들에 대해 정의되는 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬로 해석될 수 있고,

$$W_1^* = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix}$$

이고, X 는 상이한 Q 값들 및 그 길이가 모두 4인 DFT(discrete Fourier transform) 열 벡터들을 포함하는 $4 \times Q$ 행렬이고, Q 는 1보다 큰 양의 정수이고 DFT 벡터들의 수량을 나타내며, W_2^* 는 LTE 릴리스 Rel-10에서 8개의 안테나 포트들에 대해 정의되

$$W_2^* = \begin{bmatrix} Y \\ \alpha Y \end{bmatrix}$$

는 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬로 해석될 수 있고, Y 는 열 선택 행렬이고, r 열들은 행렬 X 로부터 선택되고, r 는 $W_{\text{Rel-10,8}}$ 의 랭크이며, α 는 각각의 선택된 열에 대해 수행되는 위상 조정의 조정 값이다.

[0174] 이하는 본 명세서의 첨부 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들의 더욱 상세한 설명을 제공한다. 본 명세서에 설명되는 실시예들은 단지 본 발명을 설명하고 해석하는데 사용되지만 본 발명을 제한하고자 의도되는 것은 아니라는 점이 이해되어야 한다.

[0175] 도 5에 도시되는 바와 같이, 본 발명의 실시예는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 제1 방법을 제공하며, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이며, 이러한 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[0176] S51. 단말은 구성된 기준 신호에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택함- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI, 제2 PMI, 및 위상 관계를 표시하는데 사용되는 제3 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제1 PMI들은 동일하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -.

[0177] 구체적으로, S51에서 언급되는 기준 신호는 미리 구성된다. 단말은 기준 신호에 따라 채널 추정을 수행하고, 명시된 기준에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택하고, 각각의 프리코딩 행렬을 참조를 위해 기지국에 보고한다. 명시된 기준은 최대 채널 용량 기준, 또는 최대 전송 블록 크기(Transport Block Size, TBS) 기준일 수 있다. 본 발명은 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택하는 방식을 제한하지 않는다.

[0178] S52. 단말은 각각의 선택된 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI를 보고함.

[0179] 본 발명의 이러한 실시예에서, 무선 통신 시스템에서 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 제1 PMI, 제2 PMI, 및 위상 관계를 표시하는데 사용되는 제3 PMI에 의해 식별되고, 위상 관계를 표시하는데 사용되는 제3 PMI가 도입되기 때문에, 상이한 서브대역들에 대해 선택된 프리코딩

행렬들은 수평 및 수직 방향들 양쪽 모두로 동시에 빔을 제어할 수 있다.

[0180] 본 발명의 이러한 실시예에서, S51에서 언급되는 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0181] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 제3 PMI는 다음의 2개의 바람직한 방식들로 구체적으로 표시될 수 있다:

[0182] 방식 1: 제3 PMI는 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이다.

[0183] 이러한 방식에서, 바람직하게는, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호(즉, i_1)이다.

[0184] 바람직하게는, 제2 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호(즉, i_2)이다.

[0185] 방식 2: 제3 PMI는 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터이며, 적어도 2개의 위상 값들은 미리 구성된 위상 세트로부터 선택된다.

[0186] 이러한 방식에서, 바람직하게는, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호(즉, i_1)이다.

[0187] 바람직하게는, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 제3 PMI로부터 단말에 의해 선택되는 위상 값을 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호(즉, i_2)이다. 즉, 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬에 대해, 제2 PMI에서의 제1 정보는 프리코딩 행렬에 대응하는 제3 PMI에서의 위상 값을 나타내며, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0188] 전술한 바람직한 방식들 중 임의의 것에 기초하여, 미리 구성된 위상 세트는 L 개의 요소들을 포함하고, 각각의 요소는 상이한 위상 값에 대응하며, L 은 양의 정수이다. 바람직하게는, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 동일하고, 그로 인해 채널이 균일하게 양자화되는 것을 보장한다. 예를 들어,

위상 세트는 $\{1 \quad j \quad -1 \quad -j\}$ 이고, 2개의 인접한 위상들 사이의 간격은 $\frac{\pi}{2}$ 이다. 다른 예를 들어, 위상 세트는 $\left\{ e^{j\frac{2\pi l}{L}}, l=0,1,\dots,L-1 \right\}$ 이고, 2개의 인접한 위상들 사이의 간격은 $\frac{2\pi}{L}$ 이다.

[0189] 물론, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 상이할 수 있다. 즉, 위상 세트에

서의 위상들은 불균일하게 분포된다. 예를 들어, 위상 세트는 $\left\{ 1 \quad \frac{1+j}{\sqrt{2}} \quad -1 \quad -j \right\}$ 이며, 위상 세트에서의 모든 위상들은 불균일하게 분포된다.

[0190] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 바람직하게는, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 다음과 같이 나타난다:

[0191] [수학식 1]

$$W = f(W_1, \beta)W_2$$

[0192]

[0193] 여기서 β 는 제3 PMI에 대응하는 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고;

W_1 은 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이며, LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬은 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 의해 식별되고; 그리고

[0194]

$$f(W_1, \beta) = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k = 0, 1, \dots, 15$$

이름,

[0195]

여기서, $\tilde{X}_k = [D_{k,1}(\beta)X_k(:,1) \quad \dots \quad D_{k,m}(\beta)X_k(:,m)]$ 이고, X_k 는 DFT(discrete Fourier transform) 열 벡터를 나타내고, m 은 동일한 수평 위치에 구성되는 안테나 포트들의 수량을 나타내며,

[0196]

$$D_{k,m}(\beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} \end{bmatrix}$$

이다.

[0197]

수학식 1에서, $X_k = [\mathbf{b}_{2k} \quad \mathbf{b}_{2k+1} \quad \mathbf{b}_{2k+2} \quad \mathbf{b}_{2k+3}]$ 이고, $\mathbf{B} = [\mathbf{b}_0 \quad \mathbf{b}_1 \quad \dots \quad \mathbf{b}_{31}]$ 이고, $\mathbf{B}_{1+m,1+n} = e^{j\frac{2\pi mn}{32}}$ 이며, $m = 0, 1, 2, 3, n = 0, 1, \dots, 31$ 이다.

[0198]

수학식 1에서 프리코딩 행렬의 랭크가 1이면,

[0199]

$$W_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \varphi \mathbf{Y} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{Y} \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\}, \varphi \in \{1 \quad j \quad -1 \quad -j\}$$

이다.

[0200]

프리코딩 행렬의 랭크가 2이면,

[0201]

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ j\mathbf{Y}_1 & -j\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\}$$

이름;

[0202]

$(\mathbf{Y}_1 \quad \mathbf{Y}_2) \in \{(\tilde{e}_1 \quad \tilde{e}_1) \quad (\tilde{e}_2 \quad \tilde{e}_2) \quad (\tilde{e}_3 \quad \tilde{e}_3) \quad (\tilde{e}_4 \quad \tilde{e}_4) \quad (\tilde{e}_1 \quad \tilde{e}_2) \quad (\tilde{e}_2 \quad \tilde{e}_3) \quad (\tilde{e}_1 \quad \tilde{e}_4) \quad (\tilde{e}_2 \quad \tilde{e}_4)\}$ 이며;

$$\tilde{e}_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \tilde{e}_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \tilde{e}_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \tilde{e}_4 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \text{이다.}$$

[0203]

[0204]

방식 1 및 방식 2를 각각 참조하여, 다음은 본 발명의 이러한 실시예에서 단말에 의해 보고되는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI를 설명한다.

[0205]

(1) 방식 1에 대해서, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호이고, 제2 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이고, 제3 PMI는 β 에 대응한다. 제1 PMI에 대응하는 W_1 및 제3 PMI에 대응하는 β 에 따라, 행렬 $f(W_1, \beta)$ 가 획득될 수 있고, 프리코딩 행렬은 제2 PMI에 대응하는 $f(W_1, \beta)$ 및 W_2 에 따라 획득된다. 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 제1 PMI들이 동일하고, 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 제3 PMI들이 동일하기 때문에, 모든 서브대역들에 대한 프리코딩 행렬들은 동일한 $f(W_1, \beta)$ 를 갖고, 다음으로 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬은 각각의 서브대역에 대응하는 W_2 에 따라 획득될 수 있다.

[0206]

예를 들어, 프리코딩 행렬에 대해 단말에 의해 피드백되는 랭크는 1이고, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬에 대응하는 W_1 및 W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서의 8-안테나 코드북의 W_1^* 및 W_2^* 와 동일하고, β 의 값 세트는 $\{1, j, -1, -j\}$ 이고, 5개의 서브대역들이 무선 통신 시스템에서 정의된다고 가정된다. 따라서, 단말에 의해 피드백되는 제1 PMI의 값은 0이고, 대응하는 W_1 은:

$$W_1 = \begin{bmatrix} X_0 & 0 \\ 0 & X_0 \end{bmatrix}, X_0 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j2\pi\frac{1}{32}} & e^{j2\pi\frac{2}{32}} & e^{j2\pi\frac{3}{32}} \\ 1 & e^{j2\pi\frac{2}{32}} & e^{j2\pi\frac{4}{32}} & e^{j2\pi\frac{6}{32}} \\ 1 & e^{j2\pi\frac{3}{32}} & e^{j2\pi\frac{6}{32}} & e^{j2\pi\frac{9}{32}} \end{bmatrix} \text{이다.}$$

[0207]

[0208]

모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 피드백되는 제2 PMI들의 값들이 각각 0, 1, 2, 3, 및 4이면, 제2 PMI들에 대응하는 행렬들 W_2 는 각각 :

$$W_{2.subband1} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_1 \\ \tilde{e}_1 \end{pmatrix}, W_{2.subband2} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_1 \\ j\tilde{e}_1 \end{pmatrix}, W_{2.subband3} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_1 \\ -\tilde{e}_1 \end{pmatrix}, W_{2.subband4} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_1 \\ -j\tilde{e}_1 \end{pmatrix}, W_{2.subband5} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_2 \\ \tilde{e}_2 \end{pmatrix} \text{이다.}$$

[0209]

[0210]

단말에 의해 피드백되는 제3 PMI의 값이 $\beta=1$ 이면, 단말에 의해 피드백되는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 따라, 각각의 서브대역에 대해 획득되는 프리코딩 행렬은 다음과 같다:

$$W_{subbandn} = f(W_1^0, \beta=1)W_{2.subbandn}, \quad n=1, 2, 3, 4, 5$$

[0211]

[0212]

(2) 방식 2에 대해서, 제3 PMI로 나타낸 벡터에서의 각각의 요소 $\beta_i, i=0, 1, \dots, I-1$ 는 제1 PMI에 대응하는 행렬 W_1 과 조합하여 행렬 $f(W_1, \beta)$ 을 생성하고, 그로 인해 $I(I \geq 2)$ 개의 행렬들을 생성한다. 각각의 서브

대역의 제2 PMI는 2가지 정보를 포함한다. 제1 정보는 I 개의 행렬들로부터 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 위상 값이고, 이러한 위상 값은 제1 PMI와 조합하여 $f(W_1, \beta_i), i=0,1,\dots,I-1$ 를 생성한다. 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다. 다음으로 서브대역에 대한 대응하는 프리코딩 행렬은 제2 정보에 대응하는 행렬 $f(W_1, \beta)$ 및 W_2 에 따라 획득될 수 있다.

[0213] 예를 들어, 프리코딩 행렬에 대해 단말에 의해 피드백되는 랭크는 1이고, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬의 제1 PMI에 대응하는 W_1 은 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서의 8-안테나 코드북의 W_1^* 과 동일하고, 제2 PMI의 제2 정보에 대응하는 W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서의 8-안테나 코드북의 W_2^* 와 동일하고, 제3 PMI가 나타내는 벡터는 $\{[1, j], [j, -1], [-1, -j], [-j, 1]\}$ 이며, 제2 PMI에 포함되는 제1 정보는 1비트이고, 제3 PMI가 나타내는 벡터에서의 위상 값을 선택하는데 사용된다고 가정된다. 5개의 서브대역들이 무선 통신 시스템에서 정의되고 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 피드백되는 제1 PMI들의 값들이 0이라고 가정하면, 제1 PMI에 대응하는 W_1 은:

[0214]
$$W_1 = \begin{bmatrix} X_0 & 0 \\ 0 & X_0 \end{bmatrix}, X_0 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j2\pi\frac{1}{32}} & e^{j2\pi\frac{2}{32}} & e^{j2\pi\frac{3}{32}} \\ 1 & e^{j2\pi\frac{2}{32}} & e^{j2\pi\frac{4}{32}} & e^{j2\pi\frac{6}{32}} \\ 1 & e^{j2\pi\frac{3}{32}} & e^{j2\pi\frac{6}{32}} & e^{j2\pi\frac{9}{32}} \end{bmatrix}$$
이다.

[0215] 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 피드백되는 제2 PMI 및 각각의 서브대역에 대응하는 제2 PMI는 각각 다음과 같이 나타난다:

[0216]
$$\{a_1, a_2\} = \{[0,0], [1,1], [1,2], [0,3], [1,4]\}$$
,

[0217] 여기서, a_1 은 제2 PMI의 제1 정보, 즉 제3 PMI가 나타내는 벡터에서의 위상 값을 선택하는 것이고, a_2 는 제2 PMI의 제2 정보, 즉 W_2 의 색인 번호를 나타내고, UE에 의해 피드백되는 제3 PMI가 나타내는 벡터는 $[j, -1]$ 이다. 제2 PMI들의 제2 정보 a_2 가 나타내는 행렬들 W_2 는 각각 다음과 같다:

[0218]
$$W_{2,subband1} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_1 \\ \tilde{e}_1 \end{pmatrix}, W_{2,subband2} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_1 \\ j\tilde{e}_1 \end{pmatrix}, W_{2,subband3} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_1 \\ -\tilde{e}_1 \end{pmatrix}, W_{2,subband4} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_1 \\ -j\tilde{e}_1 \end{pmatrix}, W_{2,subband5} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_2 \\ \tilde{e}_2 \end{pmatrix}$$
.

[0219] 모든 서브대역들에 대응하고 단말에 의해 피드백되는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 따라 결정되는 프리코딩 행렬들은 각각 다음과 같다:

[0220]
$$W_{subband1} = f(W_1^0, \beta = j)W_{2,subband1}, \quad W_{subband2} = f(W_1^0, \beta = -1)W_{2,subband2};$$

[0221]
$$W_{subband3} = f(W_1^0, \beta = -1)W_{2,subband3}, \quad W_{subband4} = f(W_1^0, \beta = j)W_{2,subband4};$$
 및

[0222]
$$W_{subband5} = f(W_1^0, \beta = -1)W_{2,subband5}$$
.

[0223] 전술한 실시예에 기초하여, 바람직하게는, 본 발명의 이러한 실시예에서 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 수학적 1로부터 획득되는 프리코딩 행렬에 대해 다운 샘플링을 수행하는 것에 의해 획득될 수 있다. 이러한 방식으로, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 수량이 감소될 수 있고, 피드백 오버헤드들이 감소될 수 있다.

[0224] 예를 들어, W_1 에 대해 다운 샘플링이 수행되고, 행렬들 W_1 의 수량이 절반으로 되고, 행렬들 W_2 의 수량은 변경되지 않는다. 구체적으로,

[0225]
$$W_1 = \begin{bmatrix} X_k & 0 \\ 0 & X_k \end{bmatrix}, \quad k=0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14$$
 이거나; 또는

[0226]
$$W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k=1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15$$
 이다.

[0227] 다른 예를 들어, 수학식 1에서의 X_k 의 4개의 DFT 열 벡터들에 대응하는 빔들은 큰 간격으로 분리되는 빔들로 설정되고, 구체적으로,

[0228]
$$X_k = [\mathbf{b}_k \quad \mathbf{b}_{k+8} \quad \mathbf{b}_{k+16} \quad \mathbf{b}_{k+24}]$$
 이고, $\mathbf{B} = [\mathbf{b}_0 \quad \mathbf{b}_1 \quad \dots \quad \mathbf{b}_{31}]$ 이고, $\mathbf{B}_{1+m,1+n} = e^{j\frac{2\pi mn}{32}}$ 이고, $m=0, 1, 2, 3, n=0, 1, \dots, 31$ 이다.

[0229] 대응하는 $D_{k,m}(\beta)$ 은:

[0230]
$$D_{k,m}(\beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi\frac{2(k+(m-1)*8)}{32}}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi\frac{2(k+(m-1)*8)}{32}}} \end{bmatrix}$$
 이다.

[0231] 이 방식은 동일한 수평 방향에 위치되는 2개의 공동 분극형 안테나 포트들 사이의 장거리의 시나리오에 적용될 수 있다. 예를 들어, 2개의 안테나 포트들 사이의 거리는 4λ 이고, λ 는 파장이다.

[0232] 동일한 발명 개념에 기초하여, 본 발명의 실시예는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 제2 방법을 제공하며, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이다. 도 6에 도시되는 바와 같이, 이러한 방법은 다음 단계들을 포함한다:

[0233] S61. 단말은 구성된 기준 신호에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택함- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI 및 제2 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응함.

[0234] S62. 단말은 각각의 선택된 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI 및 제2 PMI를 보고함.

[0235] 본 발명의 이러한 실시예에서, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들이 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들이 상이한 위상 관계들을 갖기 때문에, 상이한 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 수평 및 수직 방향들 양쪽 모두에서 빔을 제어할 수 있다.

[0236] 본 발명의 이러한 실시예에서, S61에서 언급되는 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에

대해 정의되는 코드북이다.

[0237] 바람직하게는, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 동일하다. 물론, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 상이할 수 있다. 즉, 위상 세트에서의 위상들은 불균일하게 분포된다.

[0238] 구현에서, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 단말에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0239] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 다음과 같이 나타난다:

[0240] [수학식 2]

[0241]
$$W = W_1 W_2$$

[0242] 여기서,
$$W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k=0,1,\dots,15, \quad \tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$$
 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 구성된 위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬(W_2^*)이다.

[0243] 수학식 2에서,
$$\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_{2k} & \mathbf{b}_{2k+1} & \mathbf{b}_{2k+2} & \mathbf{b}_{2k+3} \\ \beta \mathbf{b}_{2k} & \beta \mathbf{b}_{2k+1} & \beta \mathbf{b}_{2k+2} & \beta \mathbf{b}_{2k+3} \end{bmatrix}$$
 이고, $\mathbf{B} = [\mathbf{b}_0 \quad \mathbf{b}_1 \quad \dots \quad \mathbf{b}_{31}]$ 이고,

$$\mathbf{B}_{1+m,1+n} = e^{j \frac{2\pi mn}{32}}, \quad m=0,1, n=0,1,\dots,31$$
 이고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이다.

[0244] 수학식 2에서, 프리코딩 행렬의 랭크가 1이면,

[0245]
$$W_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \varphi \mathbf{Y} \end{bmatrix}$$
 이고,
$$\mathbf{Y} \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\}$$
 이며, $\varphi \in \{1 \quad j \quad -1 \quad -j\}$ 이다.

[0246] 수학식 2에서, 프리코딩 행렬의 랭크가 2이면,

[0247]
$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ j\mathbf{Y}_1 & -j\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\}$$
 이고;

[0248] $(\mathbf{Y}_1 \quad \mathbf{Y}_2) \in \{(\tilde{e}_1 \quad \tilde{e}_1) \quad (\tilde{e}_2 \quad \tilde{e}_2) \quad (\tilde{e}_3 \quad \tilde{e}_3) \quad (\tilde{e}_4 \quad \tilde{e}_4) \quad (\tilde{e}_1 \quad \tilde{e}_2) \quad (\tilde{e}_2 \quad \tilde{e}_3) \quad (\tilde{e}_1 \quad \tilde{e}_4) \quad (\tilde{e}_2 \quad \tilde{e}_4)\}$ 이며;

[0249]
$$\tilde{e}_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \tilde{e}_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \tilde{e}_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \tilde{e}_4 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$
 이다.

[0250] 본 발명의 이러한 실시예에서, 제2 PMI는 2가지 정보를 포함한다. 제1 정보는 단말에 의해 피드백되는 적어도 2개의 제1 PMI들에서 제1 PMI를 선택하는데 사용되며, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다. 단말에 의해 피드백되는 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들 W_1 에서, 모든 행렬들 W_1 에서의 DFT 벡터들은 동일할 필요가 있지만, 위상 β 의 값들은 상이하다. 각각의 서브대역의 프리코딩 행렬은 제2 PMI에서의 제1 정보로부터 선택되는 W_1 및 제2 PMI의 제2 정보에 대응하는 W_2 에 따라 획득된다.

[0251] 예를 들어, 단말에 의해 피드백되는 프리코딩 행렬의 랭크는 1이고, β 의 값 세트는 $\{1, j, -1, -j\}$ 이고, 무선 통신 시스템의 대역폭은 5개의 서브대역들에 대응하며, 단말은 2개의 제1 PMI들을 피드백하면, 제1 PMI들에 대응하는 행렬들 W_1 은 각각 다음과 같다:

[0252]
$$W_{1,0} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{0,\beta=1} & 0 \\ 0 & \tilde{X}_{0,\beta=1} \end{bmatrix}, \tilde{X}_{0,\beta=1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j2\pi\frac{1}{32}} & e^{j2\pi\frac{2}{32}} & e^{j2\pi\frac{3}{32}} \\ \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi\frac{1}{32}} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi\frac{2}{32}} \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi\frac{3}{32}} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$
 이고;

[0253]
$$W_{1,1} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{0,\beta=j} & 0 \\ 0 & \tilde{X}_{0,\beta=j} \end{bmatrix}, \tilde{X}_{0,\beta=j} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j2\pi\frac{1}{32}} & e^{j2\pi\frac{2}{32}} & e^{j2\pi\frac{3}{32}} \\ j \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} & j \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi\frac{1}{32}} \end{bmatrix} & j \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi\frac{2}{32}} \end{bmatrix} & j \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi\frac{3}{32}} \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$
 이다.

[0254] 2개의 행렬들 W_1 에서의 DFT 벡터들은 동일하지만, β 의 값들이 상이하다는 점을 전술한 행렬들로부터 알 수 있다. 제2 PMI의 제1 정보는 1 비트이고, 2개의 행렬들 W_1 으로부터 1개를 선택하는데 사용되며, 제2 PMI의 제2 정보는 W_2 에 대응한다. 단말은 각각의 서브대역에 대해 1개의 제2 PMI를 피드백하고, 5개의 서브대역들에 대응하는 제2 PMI들을 각각 $\{a_1, a_2\} = \{[0,0], [1,1], [1,2], [0,3], [1,4]\}$ 으로 나타내며, 여기서, a_1 은 제2 PMI의 제1 정보, 즉, W_1 의 색인 번호를 선택하는 것이고, a_2 는 제2 PMI의 제2 정보, 즉, LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호를 나타낸다. 제2 PMI들의 제2 정보에 대응하는 행렬들은 각각 다음과 같다:

[0255]
$$W_{2,subband1} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_1 \\ \tilde{e}_1 \end{pmatrix}, W_{2,subband2} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_1 \\ j\tilde{e}_1 \end{pmatrix}, W_{2,subband3} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_1 \\ -\tilde{e}_1 \end{pmatrix}, W_{2,subband4} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_1 \\ -j\tilde{e}_1 \end{pmatrix}, W_{2,subband5} = \begin{pmatrix} \tilde{e}_2 \\ \tilde{e}_2 \end{pmatrix}$$
 이다.

[0256] 단말에 의해 피드백되는 제1 PMI 및 제2 PMI에 따라, 모든 서브대역들에 대응하는 프리코딩 행렬들은 각각 다음과 같다:

[0257]
$$W_{subband1} = W_{1,0}W_{2,subband1}$$
 이고, $W_{subband2} = W_{1,1}W_{2,subband2}$ 이고, $W_{subband3} = W_{1,1}W_{2,subband3}$ 이고, $W_{subband4} = W_{1,0}W_{2,subband4}$ 이며, $W_{subband5} = W_{1,1}W_{2,subband5}$ 이다.

[0258] 전술한 실시예에 기초하여, 바람직하게는, 본 발명의 이러한 실시예에서 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 수학식 2로부터 획득되는 프리코딩 행렬에 대해 다운 샘플링을 수행하는 것에 의해 획득될 수 있다. 이러한 방식으로, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 수량이 감소될 수 있고, 피드백 오버헤드들이 감소될 수 있다.

[0259] 예를 들어, W_1 에 대해 다운 샘플링이 수행되고, 행렬들 W_1 의 수량이 절반으로 되고, 행렬들 W_2 의 수량은 변경되지 않는다. 구체적으로,

[0260]
$$W_1 = \begin{bmatrix} X_k & 0 \\ 0 & X_k \end{bmatrix}, \quad k = 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14$$
 이거나; 또는

[0261]
$$W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k = 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15$$
 이다.

[0262] 다른 예를 들어, 수학식 2에서의 X_k 의 4개의 DFT 열 벡터들에 대응하는 빔들은 큰 간격으로 분리되는 빔들로 설정되고, 구체적으로,

[0263]
$$\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_k & \mathbf{b}_{k+8} & \mathbf{b}_{k+16} & \mathbf{b}_{k+24} \\ \beta \mathbf{b}_k & \beta \mathbf{b}_{k+8} & \beta \mathbf{b}_{k+16} & \beta \mathbf{b}_{k+24} \end{bmatrix}$$
 이고, $\mathbf{B} = [\mathbf{b}_0 \quad \mathbf{b}_1 \quad \dots \quad \mathbf{b}_{31}]$ 이고, $\mathbf{B}_{1+m,1+n} = e^{j\frac{2\pi mn}{32}}$ 이고, $m = 0, 1, 2, 3, n = 0, 1, \dots, 31$ 이다.

[0264] 동일한 발명 개념에 기초하여, 본 발명의 실시예는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 제1 방법을 제공하며, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이다. 이러한 방법은 도 5에 도시되는 단말 측 상의 제1 피드백 방법에 대응한다. 도 7에 도시되는 바와 같이, 이러한 방법은 다음 단계들을 포함한다:

[0265] S71. 기지국은 단말에 의해 보고되는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI를 수신함- 제3 PMI는 위상 관계를 표시하는데 사용되고, 제1 PMI들은 N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -.

[0266] S72. 기지국은 수신되는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정함- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 의해 식별됨 -.

[0267] 바람직하게는, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0268] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 제3 PMI는 다음의 2개의 바람직한 방식들로 구체적으로 표시될 수 있다:

[0269] 방식 1: 제3 PMI는 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이다.

[0270] 이러한 방식에서, 바람직하게는, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0271] 바람직하게는, 제2 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0272] 방식 2: 제3 PMI는 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터이며, 적어도 2개의 위상 값들은 미리 구성된

위상 세트로부터 선택된다.

[0273] 이러한 방식에서, 바람직하게는, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0274] 바람직하게는, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 제3 PMI로부터 단말에 의해 선택되는 위상 값을 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다. 즉, 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬에 대해, 제2 PMI에서의 제1 정보는 프리코딩 행렬에 대응하는 제3 PMI에서의 위상 값을 나타내며, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0275] 전술한 바람직한 방식들 중 임의의 것에 기초하여, 미리 구성된 위상 세트는 L 개의 요소들을 포함하고, 각각의 요소는 상이한 위상 값에 대응하며, L 은 양의 정수이다. 바람직하게는, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 동일하다.

[0276] 물론, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 상이할 수 있다. 즉, 위상 세트에서의 위상들은 불균일하게 분포된다.

[0277] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 바람직하게는, S72에서, 각각의 서브대역에 대응하고 기지국에 의해 결정되는 프리코딩 행렬은 다음과 같이 나타난다:

[0278] [수학식 1]

$$W = f(W_1, \beta)W_2$$

[0279]

[0280] 여기서 β 는 제3 PMI에 대응하는 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_1 은 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이며, LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬은 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 의해 식별되고; 그리고

$$f(W_1, \beta) = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k = 0, 1, \dots, 15$$

이때,

[0282] 여기서, $\tilde{X}_k = [D_{k,1}(\beta)X_k(:,1) \quad \dots \quad D_{k,m}(\beta)X_k(:,m)]$ 이고, X_k 는 DFT(discrete Fourier transform) 열 벡터를 나타내고, m 은 동일한 수평 위치에 구성되는 안테나 포트들의 수량을 나타내며,

$$D_{k,m}(\beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} \end{bmatrix}$$

이다.

[0284] 본 발명의 이러한 실시예는 도 5에 도시되는 단말 측 상의 제1 피드백 방법에 대응하기 때문에, 반복되는 설명

이 여기서 다시 주어지지 않는다는 점이 주목되어야 한다. 상세사항들에 대해서는, 단말 측 상의 제1 피드백 방법을 참조하자.

[0285] 동일한 발명 개념에 기초하여, 본 발명의 실시예는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 제2 방법을 제공하며, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이다. 이러한 방법은 도 6에 도시되는 단말 측 상의 제2 피드백 방법에 대응한다. 도 8에 도시되는 바와 같이, 이러한 방법은 다음 단계들을 포함한다:

[0286] S81. 기지국은 단말에 의해 보고되는 제1 PMI 및 제2 PMI를 수신함- N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응함 -.

[0287] S82. 기지국은 수신되는 제1 PMI 및 제2 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정함- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI 및 제2 PMI에 의해 식별됨 -.

[0288] 바람직하게는, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0289] 바람직하게는, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 단말에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0290] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 바람직하게는, S82에서, 각각의 서브대역에 대응하고 기지국에 의해 결정되는 프리코딩 행렬은 다음과 같이 나타난다:

[0291] [수학식 2]

[0292]
$$W = W_1 W_2$$

[0293] 여기서,
$$W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k=0,1,\dots,15, \quad \tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$$
 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 구성된

위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이다.

[0294] 본 발명의 이러한 실시예는 도 6에 도시되는 단말 측 상의 제2 피드백 방법에 대응하기 때문에, 반복되는 설명이 여기서 다시 주어지지 않는다는 점이 주목되어야 한다. 상세사항들에 대해서는, 단말 측 상의 제2 피드백 방법을 참조하자.

[0295] 동일한 발명 개념에 기초하여, 본 발명의 실시예는 제1 단말 디바이스를 제공하며, 이러한 단말 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이다. 도 9에 도시되는 바와 같이, 이러한 단말 디바이스는,

[0296] 구성된 기준 신호에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택하도록 구성되는 프리코딩 행렬 선택 모듈(91)- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI, 제2 PMI, 및 위상 관계를 표시하는데 사용되는 제3 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 프리코딩 행렬 선택 모듈(91)에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제1 PMI들은 동일하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프리코딩 행렬 선택 모듈(91)에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 프리코딩 행

렬 선택 모듈(91)에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -; 및

[0297] 프리코딩 행렬 선택 모듈(91)에 의해 선택되는 각각의 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI를 보고하도록 구성되는 보고 모듈(92)

[0298] 을 포함한다.

[0299] 바람직하게는, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0300] 바람직하게는, 제3 PMI는 다음 2개의 바람직한 방식들로 구체적으로 표시될 수 있다:

[0301] 제3 PMI는 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이거나(상세사항들에 대해서는, 방식 1을 참조하자; 그리고 반복되는 설명이 여기서 다시 제공되지는 않는다); 또는

[0302] 제3 PMI는 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터- 적어도 2개의 위상 값들은 미리 구성된 위상 세트로부터 선택됨 -이다(상세사항들에 대해서는, 방식 2를 참조하자; 그리고 반복되는 설명이 여기서 다시 제공되지는 않는다).

[0303] 전술한 바람직한 방식들 중 임의의 것에 기초하여, 미리 구성된 위상 세트는 L 개의 요소들을 포함하고, 각각의 요소는 상이한 위상 값에 대응하며, L 은 양의 정수이다. 바람직하게는, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 동일하고, 그로 인해 채널이 균일하게 양자화되는 것을 보장한다. 물론, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 상이할 수 있다. 즉, 위상 세트에서의 위상들은 불균일하게 분포된다.

[0304] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0305] 바람직하게는, 제3 PMI가 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이면, 제2 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이거나; 또는

[0306] 제3 PMI가 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터이면, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하며, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 제3 PMI로부터 프리코딩 행렬 선택 모듈(91)에 의해 선택되는 위상 값을 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0307] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는,

[0308] $W = f(W_1, \beta)W_2$ 로 나타나며,

[0309] 여기서, β 는 제3 PMI에 대응하는 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_1 은 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이며, LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬은 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 의해 식별되고; 그리고

[0310] $f(W_1, \beta) = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}$, $k = 0, 1, \dots, 15$ 이며,

[0311] 여기서, $\tilde{X}_k = [D_{k,1}(\beta)X_k(:,1) \ \cdots \ \cdots \ D_{k,m}(\beta)X_k(:,m)]$ 이고, X_k 는 DFT(discrete Fourier transform) 열 벡터를 나타내고, m 은 동일한 수평 위치에 구성되는 안테나 포트들의 수량을 나타내며,

[0312]
$$D_{k,m}(\beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi\frac{2(2k+(m-1))}{32}}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi\frac{2(2k+(m-1))}{32}}} \end{bmatrix}$$
 이다.

[0313] 본 발명의 이러한 실시예에서 제공되는 제1 단말 디바이스는 도 5에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 제1 방법에 대응하기 때문에, 구체적인 구현에 대해서는, 도 5에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 제1 방법을 참조하기 바람이며, 반복되는 설명이 여기서 다시 주어지지 않는다는 점이 주목되어야 한다.

[0314] 동일한 발명 개념에 기초하여, 본 발명의 실시예는 제2 단말 디바이스를 제공하며, 이러한 단말 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이다. 도 10에 도시되는 바와 같이, 이러한 단말 디바이스는,

[0315] 구성된 기준 신호에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택하도록 구성되는 프리코딩 행렬 선택 모듈(101)- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI 및 제2 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 프리코딩 행렬 선택 모듈(101)에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프리코딩 행렬 선택 모듈(101)에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응함 -; 및

[0316] 프리코딩 행렬 선택 모듈(101)에 의해 선택되는 각각의 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI 및 제2 PMI를 보고하도록 구성되는 보고 모듈(102)

[0317] 을 포함한다.

[0318] 바람직하게는, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0319] 바람직하게는, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 동일하다. 물론, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 상이할 수 있다. 즉, 위상 세트에서의 위상들은 불균일하게 분포된다.

[0320] 바람직하게는, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 프리코딩 행렬 선택 모듈(101)에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0321] 전술한 실시예들 중 임의의 것을 참조하여, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는,

[0322]
$$W = W_1 W_2$$
 로 나타나며,

[0323] 여기서, $W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}$, $k=0,1,\dots,15$, $\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$ 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 구성된 위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-

10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제 2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이다.

- [0324] 본 발명의 이러한 실시예에서 제공되는 제2 단말 디바이스는 도 6에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 제2 방법에 대응하기 때문에, 구체적인 구현에 대해서는, 도 6에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 제2 방법을 참조하기 바람, 반복되는 설명이 여기서 다시 주어지지 않는다는 점이 주목되어야 한다.
- [0325] 제1 단말 디바이스 및 제2 단말 디바이스는 2개의 별개의 단말 디바이스들일 수 있거나, 또는 1개의 단말 디바이스에 통합될 수 있다. 프리코딩 행렬의 표기 형식에 따르면, 무선 통신 시스템에서 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프리코딩 행렬을 선택하기 위해 상이한 기능 모듈들이 선택된다. 예를 들어, 프리코딩 행렬을 수학적 식 1로 나타내면, 단말 디바이스는 무선 통신 시스템에서 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프리코딩 행렬을 선택하는데 도 9에서의 프리코딩 행렬 선택 모듈(91)을 사용하고, 단말 디바이스는 각각의 선택된 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI를 기지국에 보고하는데 도 9에서의 보고 모듈(92)을 사용한다. 프리코딩 행렬을 수학적 식 2로 나타내면, 단말 디바이스는 무선 통신 시스템에서 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프리코딩 행렬을 선택하는데 도 10에서의 프리코딩 행렬 선택 모듈(101)을 사용하고, 단말 디바이스는 각각의 선택된 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI 및 제2 PMI를 보고하는데 도 10에서의 보고 모듈(102)을 사용한다.
- [0326] 동일한 발명 개념에 기초하여, 본 발명의 실시예는 제3 단말 디바이스를 제공하며, 이러한 단말 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이다. 도 11에 도시되는 바와 같이, 이러한 단말 디바이스는,
- [0327] 구성된 기준 신호에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택하도록 구성되는 프로세서(111)- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI, 제2 PMI, 및 위상 관계를 표시하는데 사용되는 제3 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 프로세서(111)에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제1 PMI들은 동일하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프로세서(111)에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 프로세서(111)에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -; 및
- [0328] 프로세서(111)에 의해 선택되는 각각의 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI를 보고하도록 구성되는 송신기(112)
- [0329] 를 포함한다.
- [0330] 프로세서(111)는 버스를 사용하여 송신기(112)에 접속된다.
- [0331] 바람직하게는, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.
- [0332] 바람직하게는, 제3 PMI는 다음 2개의 바람직한 방식들로 구체적으로 표시될 수 있다:
- [0333] 제3 PMI는 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이거나(상세사항들에 대해서는, 방식 1을 참조하자; 그리고 반복되는 설명이 여기서 다시 제공되지는 않는다); 또는
- [0334] 제3 PMI는 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터- 적어도 2개의 위상 값들은 미리 구성된 위상 세트로부터 선택됨 -이다(상세사항들에 대해서는, 방식 2를 참조하자; 그리고 반복되는 설명이 여기서 다시 제공되지는 않는다).
- [0335] 진술한 바람직한 방식들 중 임의의 것에 기초하여, 미리 구성된 위상 세트는 L 개의 요소들을 포함하고, 각각의 요소는 상이한 위상 값에 대응하며, L 은 양의 정수이다. 바람직하게는, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 동일하고, 그로 인해 채널이 균일하게 양자화되는 것을 보장한다. 물론, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 상이할 수 있다. 즉, 위상 세트에서의 위상들

은 불균일하게 분포된다.

[0336] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0337] 바람직하게는, 제3 PMI가 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이면, 제2 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이거나; 또는

[0338] 제3 PMI가 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터이면, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하며, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 제3 PMI로부터 프로세서(111)에 의해 선택되는 위상 값을 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0339] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 바람직하게는, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는,

[0340]
$$W = f(W_1, \beta)W_2$$
 로 나타나며,

[0341] 여기서, β 는 제3 PMI에 대응하는 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_1 은 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이며, LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬은 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 의해 식별되고; 그리고

[0342]
$$f(W_1, \beta) = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k = 0, 1, \dots, 15$$
 이며,

[0343] 여기서, $\tilde{X}_k = [D_{k,1}(\beta)X_k(:,1) \quad \dots \quad D_{k,m}(\beta)X_k(:,m)]$ 이고, X_k 는 DFT(discrete Fourier transform) 열 벡터를 나타내고, m 은 동일한 수평 위치에 구성되는 안테나 포트들의 수량을 나타내며,

[0344]
$$D_{k,m}(\beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} \end{bmatrix}$$
 이다.

[0345] 본 발명의 이러한 실시예에서 제공되는 제3 단말 디바이스는 도 5에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 제1 방법에 대응하기 때문에, 구체적인 구현에 대해서는, 도 5에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 제1 방법을 참조하기 바람이며, 반복되는 설명이 여기서 다시 주어지지 않는다는 점이 주목되어야 한다.

[0346] 동일한 발명 개념에 기초하여, 본 발명의 실시예는 제4 단말 디바이스를 제공하며, 이러한 단말 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이다. 도 12에 도시되는 바와 같이, 이러한 단말 디바이스는,

- [0347] 구성된 기준 신호에 따라 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 프리코딩 행렬을 선택하도록 구성되는 프로세서(121)- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI 및 제2 PMI에 의해 식별되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 프로세서(121)에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프로세서(121)에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응함 -; 및
- [0348] 프로세서(121)에 의해 선택되는 각각의 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI 및 제2 PMI를 보고하도록 구성되는 송신기(122)
- [0349] 를 포함한다.
- [0350] 프로세서(121)는 버스를 사용하여 송신기(122)에 접속된다.
- [0351] 바람직하게는, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.
- [0352] 바람직하게는, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 동일하다. 물론, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 상이할 수 있다. 즉, 위상 세트에서의 위상들은 불균일하게 분포된다.
- [0353] 바람직하게는, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 프로세서(121)에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.
- [0354] 진술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는,
- [0355] $W = W_1 W_2$ 로 나타나며,
- [0356] 여기서, $W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}$, $k=0,1,\dots,15$, $\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$ 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 구성된 위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이다.
- [0357] 본 발명의 이러한 실시예에서 제공되는 제4 단말 디바이스는 도 6에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 제2 방법에 대응하기 때문에, 구체적인 구현에 대해서는, 도 6에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 피드백하는 제2 방법을 참조하기 바람이며, 반복되는 설명이 여기서 다시 주어지지 않는다는 점이 주목되어야 한다.
- [0358] 제1 단말 디바이스 및 제2 단말 디바이스는 2개의 별개의 단말 디바이스들일 수 있거나, 또는 1개의 단말 디바이스에 통합될 수 있다. 프리코딩 행렬의 표기 형식에 따르면, 무선 통신 시스템에서 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프리코딩 행렬을 선택하기 위해 상이한 기능 모듈들이 선택된다. 예를 들어, 프리코딩 행렬을 수학식 1로 나타내면, 단말 디바이스는 무선 통신 시스템에서 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프리코딩 행렬을 선택하는데 도 11에서의 프로세서(111)를 사용하고, 단말 디바이스는 각각의 선택된 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI를 기지국에 보고하는데 도 11에서의 송신기(122)를 사용한다. 프리코딩 행렬을 수학식 2로 나타내면, 단말 디바이스는 무선 통신 시스템에서 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프리코딩 행렬을 선택하는데 도 12에서의 프로세서(121)를 사용하고, 단말 디바이스는 각각의 선택된 프리코딩 행렬에 대응하는 제1 PMI 및 제2 PMI를 기지국에 보고하는데 도 12에서의 송신기(122)를 사용한다.
- [0359] 동일한 발명 개념에 기초하여, 본 발명의 실시예는 제1 기지국 디바이스를 제공하며, 이러한 기지국 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐

리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M 과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이다. 도 13에 도시되는 바와 같이, 이러한 기지국 디바이스는,

- [0360] 단말에 의해 보고되는 제1 PMI(precoding matrix indicator), 제2 PMI, 및 제3 PMI를 수신하도록 구성되는 수신 모듈(131)- 제3 PMI는 위상 관계를 표시하는데 사용되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제1 PMI들은 동일하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -; 및
- [0361] 수신 모듈(131)에 의해 수신되는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정하도록 구성되는 프리코딩 행렬 결정 모듈(132)- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 의해 식별됨 -
- [0362] 을 포함한다.
- [0363] 바람직하게는, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.
- [0364] 바람직하게는, 제3 PMI는 다음 2개의 바람직한 방식들로 구체적으로 표시될 수 있다:
- [0365] 제3 PMI는 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이거나(상세사항들에 대해서는, 방식 1을 참조하자; 그리고 반복되는 설명이 여기서 다시 제공되지는 않는다); 또는
- [0366] 제3 PMI는 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터- 적어도 2개의 위상 값들은 미리 구성된 위상 세트로부터 선택됨 -이다(상세사항들에 대해서는, 방식 2를 참조하자; 그리고 반복되는 설명이 여기서 다시 제공되지는 않는다).
- [0367] 전술한 바람직한 방식들 중 임의의 것에 기초하여, 미리 구성된 위상 세트는 L 개의 요소들을 포함하고, 각각의 요소는 상이한 위상 값에 대응하며, L 은 양의 정수이다. 바람직하게는, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 동일하고, 그로 인해 채널이 균일하게 양자화되는 것을 보장한다. 물론, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 상이할 수 있다. 즉, 위상 세트에서의 위상들은 불균일하게 분포된다.
- [0368] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호이다.
- [0369] 바람직하게는, 제3 PMI가 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이면, 제2 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이거나; 또는
- [0370] 제3 PMI가 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터이면, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하며, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 제3 PMI로부터 단말에 의해 선택되는 위상 값을 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.
- [0371] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 각각의 서브대역에 대응하고 프리코딩 행렬 결정 모듈(132)에 의해 결정되는 프리코딩 행렬은,
- [0372]
$$W = f(W_1, \beta)W_2$$
 로 나타나며,
- [0373] 여기서, β 는 제3 PMI에 대응하는 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_1 은 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스

들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이며, LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬은 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 의해 식별되고; 그리고

$$f(W_1, \beta) = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k = 0, 1, \dots, 15$$

이름,

여기서, $\tilde{X}_k = [D_{k,1}(\beta)X_k(:,1) \ \dots \ \dots \ D_{k,m}(\beta)X_k(:,m)]$ 이고, X_k 는 DFT(discrete Fourier transform) 열 벡터를 나타내고, m 은 동일한 수평 위치에 구성되는 안테나 포트들의 수량을 나타내며,

$$D_{k,m}(\beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi\frac{2(2k+(m-1))}{32}}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi\frac{2(2k+(m-1))}{32}}} \end{bmatrix}$$

이다.

본 발명의 이러한 실시예에서 제공되는 제1 기지국 디바이스는 도 7에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 제1 방법에 대응하기 때문에, 구체적인 구현에 대해서는, 도 7에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 제1 방법을 참조하기 바라며, 반복되는 설명이 여기서 다시 주어지지 않는다는 점이 주목되어야 한다.

동일한 발명 개념에 기초하여, 본 발명의 실시예는 제2 기지국 디바이스를 제공하며, 이러한 기지국 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이다. 도 14에 도시되는 바와 같이, 이러한 기지국 디바이스는,

단말에 의해 보고되는 제1 PMI(precoding matrix indicator) 및 제2 PMI를 수신하도록 구성되는 수신 모듈(141)- N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 1개의 제2 PMI에 대응함 -;

수신 모듈(141)에 의해 수신되는 제1 PMI 및 제2 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정하도록 구성되는 프리코딩 행렬 결정 모듈(142)- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI 및 제2 PMI에 의해 식별됨 -

을 포함한다.

바람직하게는, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

바람직하게는, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 동일하다. 물론, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 상이할 수 있다. 즉, 위상 세트에서의 위상들은 불균일하게 분포된다.

바람직하게는, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 단말에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 각각의 서브대역에 대응하고 프리코딩 행렬 결정 모듈(142)에 의해

결정되는 프리코딩 행렬은,

[0386] $W = W_1 W_2$ 로 나타나며,

[0387] 여기서, $W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}$, $k=0,1,\dots,15$, $\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$ 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 구성된

위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제 2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이다.

[0388] 본 발명의 이러한 실시예에서 제공되는 제2 기지국 디바이스는 도 8에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 제2 방법에 대응하기 때문에, 구체적인 구현에 대해서는, 도 8에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 제2 방법을 참조하기 바람이며, 반복되는 설명이 여기서 다시 주어지지 않는다는 점이 주목되어야 한다.

[0389] 제1 기지국 디바이스 및 제2 기지국 디바이스는 2개의 별개의 기지국 디바이스들일 수 있거나, 또는 1개의 기지국 디바이스에 통합될 수 있다. 프리코딩 행렬의 표기 형식에 따르면, 무선 통신 시스템에서 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프리코딩 행렬을 선택하기 위해 상이한 기능 모듈들이 선택된다. 예를 들어, 프리코딩 행렬을 수학적 식 1로 나타내면, 기지국 디바이스는 모든 서브대역들에 대한 제1 PMI, 각각의 서브대역들에 대한 제2 PMI, 및 모든 서브대역들에 대한 제3 PMI를 수신하는데 도 13에서의 수신 모듈(131)을 사용하며- 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI는 단말에 의해 보고됨 -, 기지국 디바이스는 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정하는데 도 13에서의 프리코딩 행렬 결정 모듈(132)을 사용한다. 프리코딩 행렬을 수학적 식 2로 나타내면, 기지국 디바이스는 모든 서브대역들에 대한 적어도 하나의 제1 PMI 및 각각의 서브대역에 대한 제2 PMI를 수신하는데 도 14에서의 수신 모듈(141)을 사용하며- 제1 PMI 및 제2 PMI는 단말에 의해 보고됨 -, 기지국 디바이스는 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정하는데 도 14에서의 프리코딩 행렬 결정 모듈(142)을 사용한다.

[0390] 동일한 발명 개념에 기초하여, 본 발명의 실시예는 제3 기지국 디바이스를 제공하며, 이러한 기지국 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이다. 도 15에 도시되는 바와 같이, 이러한 기지국 디바이스는,

[0391] 단말에 의해 보고되는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI를 수신하도록 구성되는 수신기(151)- 제3 PMI는 위상 관계를 표시하는데 사용되고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제1 PMI들은 동일하고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬은 1개의 제2 PMI에 대응하고, N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들에 대응하는 제3 PMI들은 동일함 -; 및

[0392] 수신기(151)에 의해 수신되는 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정하도록 구성되는 프로세서(152)- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI에 의해 식별됨 -

[0393] 를 포함한다.

[0394] 수신기(151)는 버스를 사용하여 프로세서(152)에 접속된다.

[0395] 바람직하게는, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0396] 바람직하게는, 제3 PMI는 다음 2개의 바람직한 방식들로 구체적으로 표시될 수 있다:

[0397] 제3 PMI는 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이거나(상세사항들에 대해서는, 방식 1을 참조 하자; 그리고 반복되는 설명이 여기서 다시 제공되지 않는다는); 또는

[0398] 제3 PMI는 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터- 적어도 2개의 위상 값들은 미리 구성된 위상 세트로부터 선택됨 -이다(상세사항들에 대해서는, 방식 2를 참조하자; 그리고 반복되는 설명이 여기서 다시 제공되지는 않는다).

[0399] 전술한 바람직한 방식들 중 임의의 것에 기초하여, 미리 구성된 위상 세트는 L 개의 요소들을 포함하고, 각각의 요소는 상이한 위상 값에 대응하며, L 은 양의 정수이다. 바람직하게는, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 동일하고, 그로 인해 채널이 균일하게 양자화되는 것을 보장한다. 물론, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 상이할 수 있다. 즉, 위상 세트에서의 위상들은 불균일하게 분포된다.

[0400] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 제1 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0401] 바람직하게는, 제3 PMI가 미리 구성된 위상 세트로부터 선택되는 1개의 위상 값이면, 제2 PMI는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이거나; 또는

[0402] 제3 PMI가 적어도 2개의 위상 값들을 포함하는 위상 벡터이면, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하며, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 제3 PMI로부터 단말에 의해 선택되는 위상 값을 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0403] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 각각의 서브대역에 대응하고 프로세서(152)에 의해 결정되는 프리코딩 행렬은,

[0404]
$$W = f(W_1, \beta)W_2$$
로 나타나며,

[0405] 여기서, β 는 제3 PMI에 대응하는 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_1 은 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제1 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이며, LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬은 제1 프리코딩 행렬 색인 번호 및 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 의해 식별되고; 그리고

[0406]
$$f(W_1, \beta) = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}, \quad k = 0, 1, \dots, 15$$
이며,

[0407] 여기서, $\tilde{X}_k = [D_{k,1}(\beta)X_k(:,1) \quad \dots \quad D_{k,m}(\beta)X_k(:,m)]$ 이고, X_k 는 DFT(discrete Fourier transform) 열 벡터를 나타내고, m 은 동일한 수평 위치에 구성되는 안테나 포트들의 수량을 나타내며,

[0408]
$$D_{k,m}(\beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{\beta}{e^{j2\pi \frac{2(2k+(m-1))}{32}}} \end{bmatrix}$$
이다.

[0409] 본 발명의 이러한 실시예에서 제공되는 제3 기지국 디바이스는 도 7에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상

태 정보를 수신하는 제1 방법에 대응하기 때문에, 구체적인 구현에 대해서는, 도 7에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 제1 방법을 참조하기 바라며, 반복되는 설명이 여기서 다시 주어지지 않는다는 점이 주목되어야 한다.

[0410] 동일한 발명 개념에 기초하여, 본 발명의 실시예는 제4 기지국 디바이스를 제공하며, 이러한 기지국 디바이스는 무선 통신 시스템에 적용되고, 무선 통신 시스템은 멀티캐리어 시스템이고, 무선 통신 시스템에는 M개의 서브캐리어들이 존재하고 N개의 서브대역들이 정의되고, 각각의 서브대역에서의 서브캐리어들의 수량은 1보다 크고, M과 N은 양자 모두 1보다 큰 양의 정수들이다. 도 16에 도시되는 바와 같이, 이러한 기지국 디바이스는,

[0411] 단말에 의해 보고되는 제1 PMI 및 제2 PMI를 수신하도록 구성되는 수신기(161)- N개의 서브대역들에서의 모든 서브대역들에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하고, 적어도 2개의 제1 PMI들에 대응하는 행렬들은 상이한 위상 관계들을 갖고, N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 단말에 의해 선택되는 프리코딩 행렬들은 1개의 제2 PMI에 대응함 -; 및

[0412] 수신기(161)에 의해 수신되는 제1 PMI 및 제2 PMI에 따라 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정하도록 구성되는 프로세서(162)- 코드북 서브세트에서의 각각의 프리코딩 행렬은 제1 PMI 및 제2 PMI에 의해 식별됨 -

[0413] 를 포함한다.

[0414] 수신기(161)는 버스를 사용하여 프로세서(162)에 접속된다.

[0415] 바람직하게는, 코드북 서브세트에서의 프리코딩 행렬들의 일부 또는 전부는 제1 코드북에서의 프리코딩 행렬 및 미리 구성된 위상 세트에서의 위상 값에 따른 변환에 의해 획득되며, 제1 코드북은 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북이다.

[0416] 바람직하게는, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 동일하다. 물론, 위상 세트에서의 모든 2개의 인접한 위상 값들 사이의 위상 간격들은 상이할 수 있다. 즉, 위상 세트에서의 위상들은 불균일하게 분포된다.

[0417] 바람직하게는, 제2 PMI는 제1 정보 및 제2 정보를 포함하고, 제1 정보는 제2 PMI에 대응하는 서브대역에 대해 적어도 2개의 제1 PMI들로부터 단말에 의해 선택되는 제1 PMI를 표시하는데 사용되고, 제2 정보는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호이다.

[0418] 전술한 실시예들 중 임의의 것에 기초하여, 각각의 서브대역에 대응하고 프로세서(162)에 의해 결정되는 프리코딩 행렬은,

[0419] $W = W_1 W_2$ 로 나타나며,

[0420] 여기서, $W_1 = \begin{bmatrix} \tilde{X}_k & 0 \\ 0 & \tilde{X}_k \end{bmatrix}$, $k=0,1,\dots,15$, $\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} X_k \\ \beta X_k \end{bmatrix}$ 이고, X_k 는 DFT 열 벡터를 나타내고, β 는 구성된 위상 세트에서의 위상 값을 나타내고, $\beta \in \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{L-1}\}$ 이며, L 은 양의 정수이고; W_2 는 LTE Rel-10 및 이후 릴리스들에서 그 수량이 4보다 큰 안테나 포트들에 대해 정의되는 코드북에서의 프리코딩 행렬의 제2 프리코딩 행렬 색인 번호에 대응하는 행렬이다.

[0421] 본 발명의 이러한 실시예에서 제공되는 제4 기지국 디바이스는 도 8에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 제2 방법에 대응하기 때문에, 구체적인 구현에 대해서는, 도 8에 도시되는 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보를 수신하는 제2 방법을 참조하기 바라며, 반복되는 설명이 여기서 다시 주어지지 않는다는 점이 주목되어야 한다.

[0422] 제3 기지국 디바이스 및 제4 기지국 디바이스는 2개의 별개의 기지국 디바이스들일 수 있거나, 또는 1개의 기지국 디바이스에 통합될 수 있다. 프리코딩 행렬의 표기 형식에 따르면, 무선 통신 시스템에서 N개의 서브대역들에서의 각각의 서브대역에 대해 프리코딩 행렬을 선택하기 위해 상이한 기능 모듈들이 선택된다. 예를 들어, 프리코딩 행렬을 수학적 식 1로 나타내면, 기지국 디바이스는 모든 서브대역들에 대한 제1 PMI, 각각의 서브대역들

에 대한 제2 PMI, 및 모든 서브대역들에 대한 제3 PMI를 수신하는데 도 15에서의 수신기(151)를 사용하며- 제1 PMI, 제2 PMI, 및 제3 PMI는 단말에 의해 보고됨 -, 기지국 디바이스는 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정하는데 도 15에서의 프로세서(152)를 사용한다. 프리코딩 행렬을 수학식 2로 나타내면, 기지국 디바이스는 모든 서브대역들에 대한 적어도 하나의 제1 PMI 및 각각의 서브대역에 대한 제2 PMI를 수신하는데 도 16에서의 수신기(161)를 사용하며- 제1 PMI 및 제2 PMI는 단말에 의해 보고됨 -, 기지국 디바이스는 미리 설정된 코드북 서브세트로부터 각각의 서브대역에 대응하는 프리코딩 행렬을 결정하는데 도 16에서의 프로세서(162)를 사용한다.

[0423] 관련 기술분야에서 통상의 기술자는, 본 발명의 실시예들이 방법, 시스템 또는 컴퓨터 프로그램 제품으로서 제공될 수 있다는 점을 이해하여야 한다. 따라서, 본 발명은 하드웨어만의 실시예들, 소프트웨어만의 실시예들, 또는 소프트웨어와 하드웨어의 조합에 의한 실시예들의 형태를 사용할 수 있다. 또한, 본 발명은 컴퓨터 이용 가능 프로그램 코드를 포함하는 하나 이상의 컴퓨터 이용가능 저장 매체(이에 제한되는 것은 아니지만, 디스크 메모리, CD-ROM, 광학 메모리 등을 포함함) 상에 구현되는 컴퓨터 프로그램 제품의 형태를 사용할 수 있다.

[0424] 본 발명은 본 발명의 실시예들에 따른, 방법, 디바이스(시스템), 및 컴퓨터 프로그램 제품의 흐름도들 및/또는 블록도들을 참조하여 설명된다. 컴퓨터 프로그램 명령어들은 흐름도들 및/또는 블록도들에서의 각각의 프로세스 및/또는 각각의 블록, 및 흐름도들 및/또는 블록도들에서의 프로세스 및/또는 블록의 조합을 구현하는데 사용될 수 있다는 점이 이해되어야 한다. 이러한 컴퓨터 프로그램 명령어들은 범용 컴퓨터, 전용 컴퓨터, 내장된 프로세서, 또는 머신을 생성하기 위한 임의의 다른 프로그램 가능한 데이터 처리 디바이스의 프로세서에 제공될 수 있어, 컴퓨터 또는 임의의 다른 프로그램 가능한 데이터 처리 디바이스의 프로세서에 의해 실행되는 명령어들이 흐름도들에서의 하나 이상의 프로세스들 및/또는 블록도들에서의 하나 이상의 블록들에서의 구체적인 기능을 구현하기 위한 장치를 생성하게 된다.

[0425] 컴퓨터 또는 임의의 다른 프로그램 가능한 데이터 처리 디바이스가 구체적인 방식으로 작동하도록 명령할 수 있는 이러한 컴퓨터 프로그램 명령어들은 또한 컴퓨터 관독가능 메모리에 저장될 수 있어, 이러한 컴퓨터 관독 가능한 메모리 내에 저장된 명령어들은 명령어 장치를 포함하는 제품을 생성하게 된다. 이러한 명령어 장치는 흐름도들에서의 하나 이상의 프로세스들 및/또는 블록도들에서의 하나 이상의 블록들에서의 구체적인 기능을 구현한다.

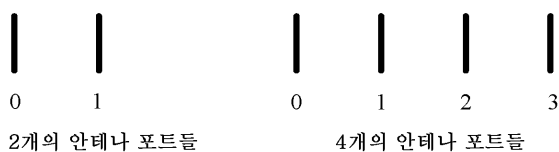
[0426] 이러한 컴퓨터 프로그램 명령어들은 또한 컴퓨터 또는 다른 프로그램 가능한 데이터 처리 디바이스 상에 또한 로딩될 수 있어, 일련의 동작들 및 단계들이 이러한 컴퓨터 또는 다른 프로그램 가능한 디바이스 상에서 수행되고, 그로 인해 컴퓨터 구현 처리를 생성하게 된다. 따라서, 이러한 컴퓨터 및 다른 프로그램 가능 디바이스 상에서 실행되는 명령어들은 흐름도들에서의 하나 이상의 프로세스들에서 및/또는 블록도들에서의 하나 이상의 블록들에서 구체적인 기능을 구현하는 단계들을 제공한다.

[0427] 본 발명의 바람직한 일부 실시예들이 설명되었지만, 관련분야에 숙련된 자들은 기본적 발명의 개념을 일단 학습하면 이러한 실시예들에 대한 변경들 및 수정들을 행할 수 있다. 따라서, 이하의 청구항들은 본 발명의 범위 내에 있는 바람직한 실시예들 및 모든 변경들 및 수정들을 커버하는 것으로서 해석되도록 의도된다.

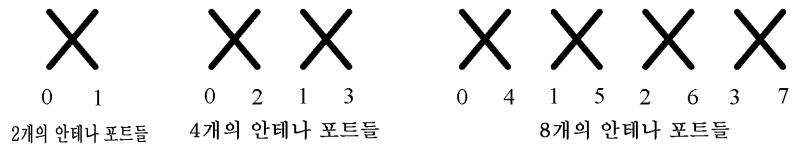
[0428] 명백히, 관련분야에 숙련된 자는 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않고서 본 발명에 대해 다양한 수정들 및 변경들을 행할 수 있다. 본 발명은 이하의 청구항들 및 그와 동등한 기술들에 의해 정의되는 범위 내에 들어가는 이러한 수정들 및 변형들을 커버하도록 의도된다.

도면

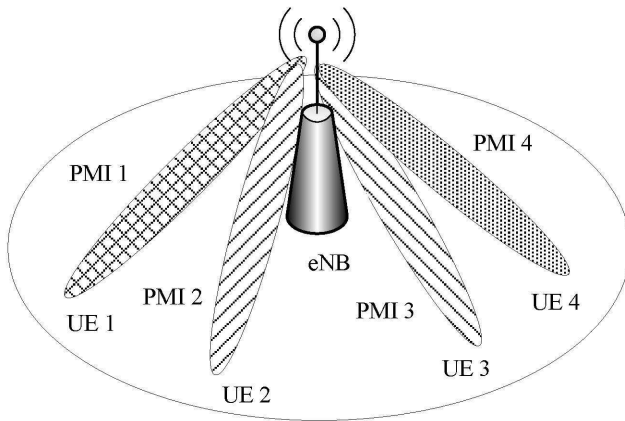
도면1a



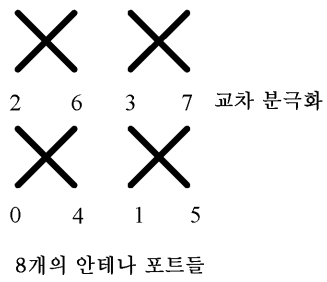
도면1b



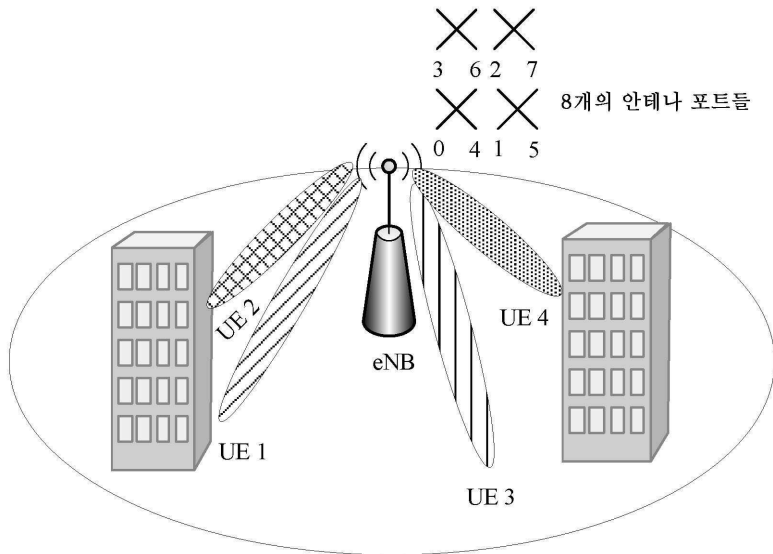
도면2



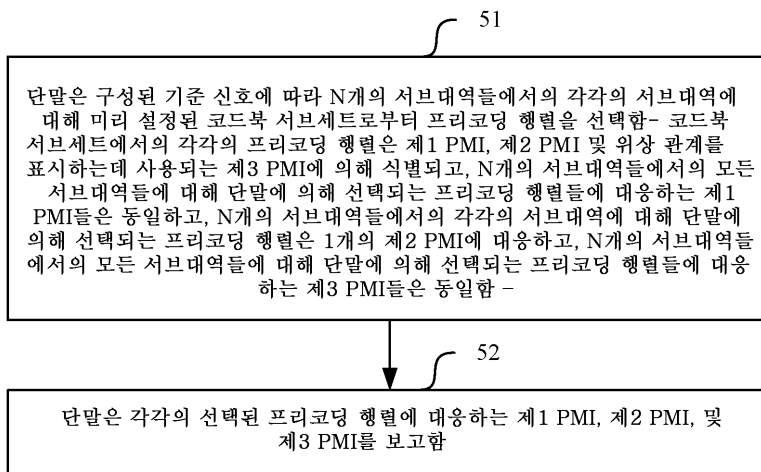
도면3



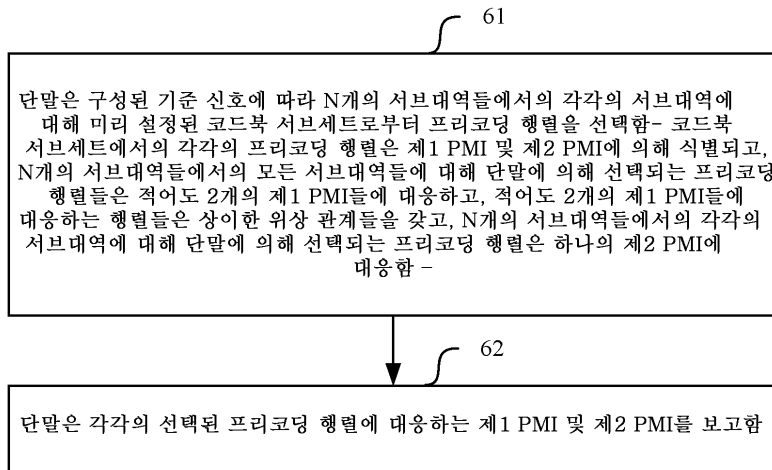
도면4



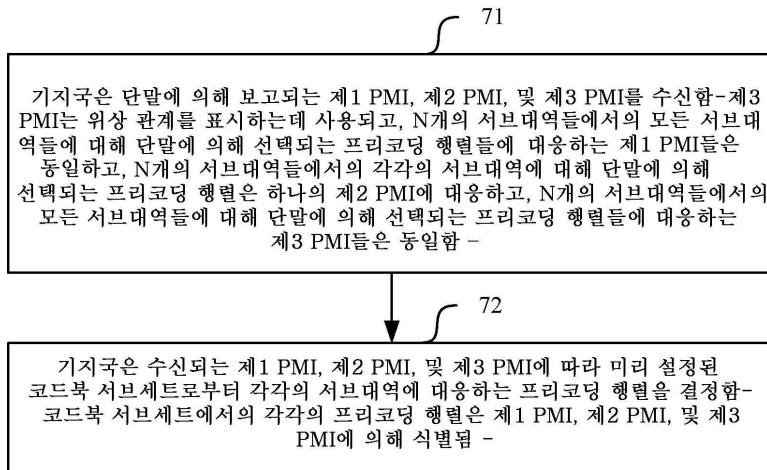
도면5



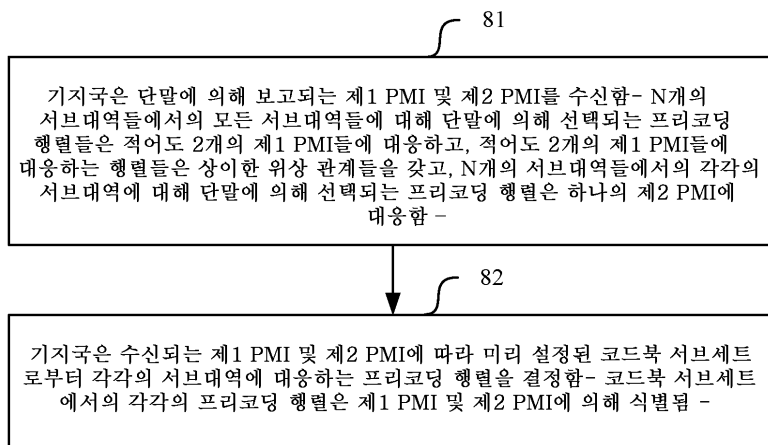
도면6



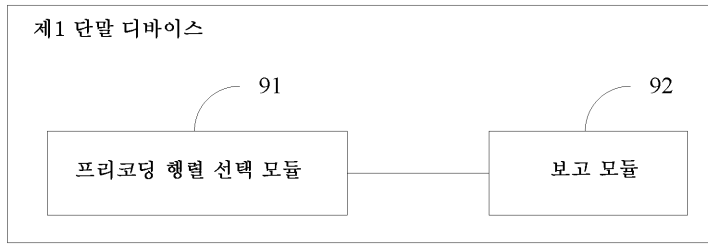
도면7



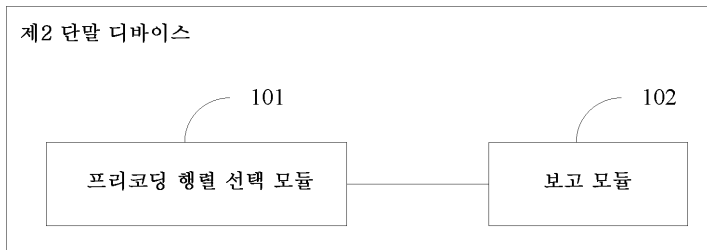
도면8



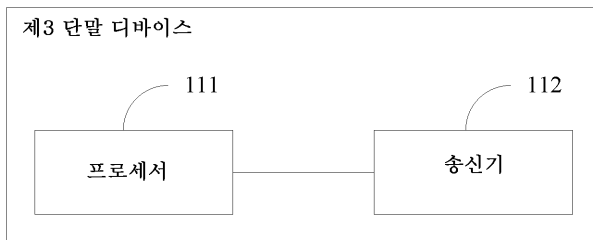
도면9



도면10



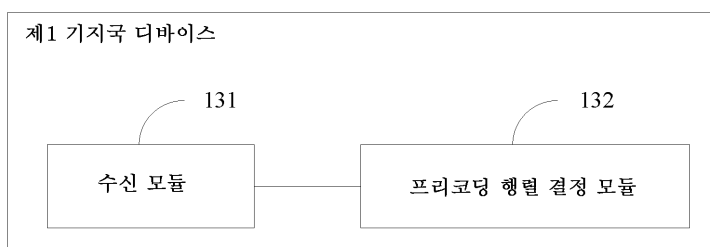
도면11



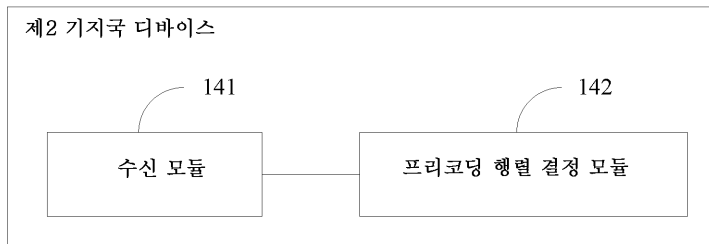
도면12



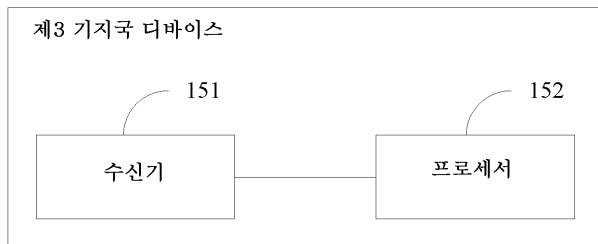
도면13



도면14



도면15



도면16

