



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년01월18일
(11) 등록번호 10-1106372
(24) 등록일자 2012년01월09일

(51) Int. Cl.
H04B 7/04 (2006.01) H03M 13/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7015562(분할)
(22) 출원일자(국제출원일자) 2007년11월06일
심사청구일자 2011년07월05일
(85) 번역문제출일자 2011년07월05일
(65) 공개번호 10-2011-0083761
(43) 공개일자 2011년07월20일
(62) 원출원 특허 10-2009-7011710
원출원일자(국제출원일자) 2007년11월06일
심사청구일자 2009년06월05일
(86) 국제출원번호 PCT/US2007/083739
(87) 국제공개번호 WO 2008/058112
국제공개일자 2008년05월15일
(30) 우선권주장
60/864,581 2006년11월06일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020050091573 A
KR1020020030867 A
전체 청구항 수 : 총 32 항

(73) 특허권자
칼컴 인코포레이티드
미국 캘리포니아 샌디에고 모어하우스
드라이브5775 (우 92121-1714)
(72) 발명자
말라디, 듀가 프라세드
미국 92121 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라
이브 5775
김, 병-훈
미국 92121 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라
이브 5775
유, 태상
미국 92121 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라
이브 5775
(74) 대리인
남상선

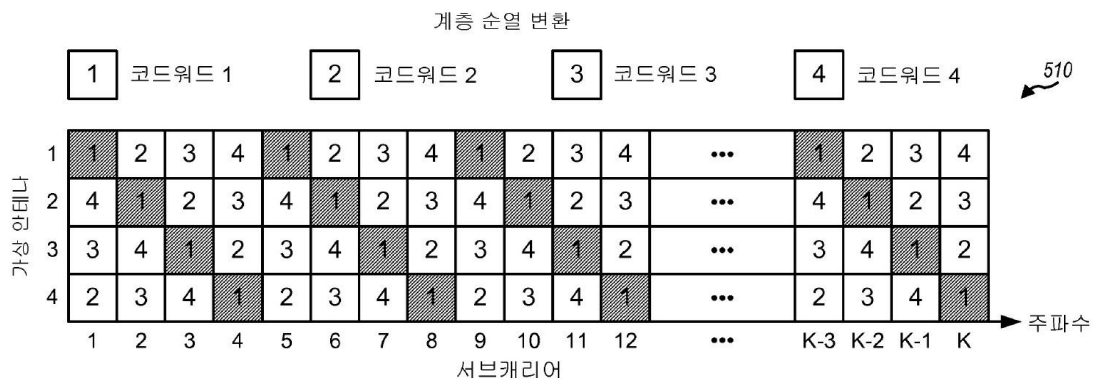
심사관 : 김병균

(54) 무선 통신 시스템에서 계층 치환을 이용한 MIMO 전송을 위한 방법 및 장치

(57) 요약

계층 치환을 통해 MIMO 전송을 지원하기 위한 기술들이 개시된다. 일 양상에서, 다수의 코드워드들이 다수의 안테나들(예를 들어, 가상 안테나들)로부터의 전송을 위해 생성될 수 있으며, 코드워드들의 개수는 안테나들의 개수 미만이다. 각각의 코드워드는 다수의 안테나들에 걸쳐 맵핑될 수 있다. 두 개의 코드워드들이 생성될 수 있다. 랭크 3에 대하여, 제1 코드워드가 하나의 계층(또는 각각의 서브캐리어상의 하나의 안테나)에 맵핑될 수 있으며, 제2 코드워드는 2개의 계층들(또는 각각의 서브캐리어상의 2개의 안테나들)에 맵핑될 수 있다. 랭크 4에 대하여, 각각의 코드워드는 2개의 계층들로 맵핑될 수 있다. 다른 양상에서, 평균 신호 품질을 나타내는 베이스 CQI가 결정될 수 있다. 평균 신호 품질에 대한 개선을 나타내는 델타 CQI가 또한 결정될 수 있다. 또 다른 양상에서, 코드워드들의 개수 또는 상이한 랭크들에 대한 상이한 페널티 팩터들을 이용하여 선택이 수행될 수 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

무선 통신을 위한 방법으로서,

다수의 코드워드들의 다중-입력 다중-출력(MIMO) 전송을 위한 베이스(base) 채널 품질 표시자(CQI) 및 차동(differential) CQI를 결정하는 단계; 및

상기 MIMO 전송을 위한 피드백 정보로서 상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI를 전송하는 단계를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 다수의 코드워드들은 제 1 코드워드 및 제 2 코드워드를 포함하며, 상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI를 결정하는 단계는,

상기 제 1 코드워드에 대하여 적용가능한 평균 신호 품질에 기반하여 상기 베이스 CQI를 결정하는 단계, 및

상기 제 2 코드워드의 신호 품질 및 상기 평균 신호 품질 간의 차이에 기반하여 상기 차동 CQI를 결정하는 단계를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 차동 CQI를 결정하는 단계는 상기 제 1 코드워드로부터의 간섭 소거에 기인하는 상기 평균 신호 품질에 비해 상기 제 2 코드워드의 신호 품질에서의 향상을 기반으로 상기 차동 CQI를 결정하는 단계를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 MIMO 전송의 제 1 계층을 통해 제 1 코드워드를 수신하는 단계; 및

상기 MIMO 전송의 제 2 계층을 통해 제 2 코드워드를 수신하는 단계를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 MIMO 전송의 제 1 계층을 통해 제 1 코드워드를 수신하는 단계; 및

상기 MIMO 전송의 제 2 및 제 3 계층들을 통해 제 2 코드워드를 수신하는 단계를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 MIMO 전송의 제 1 및 제 2 계층들을 통해 제 1 코드워드를 수신하는 단계; 및

상기 MIMO 전송의 제 3 및 제 4 계층들을 통해 제 2 코드워드를 수신하는 단계를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

다수의 프리코딩 행렬들 중에서 하나의 프리코딩 행렬을 선택하는 단계; 및

선택된 프리코딩 행렬에 기반하여 상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI를 결정하는 단계를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 차동 CQI는 상기 베이스 CQI보다 더 적은 개수의 비트들로 전달되는, 무선 통신을 위한 방법.

청구항 9

무선 통신을 위한 장치로서,

다수의 코드워드들의 다중-입력 다중-출력(MIMO) 전송을 위한 베이스 채널 품질 표시자(CQI) 및 차동 CQI를 결정하기 위한 수단; 및

상기 MIMO 전송을 위한 피드백 정보로서 상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI를 전송하기 위한 수단을 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 다수의 코드워드들은 제 1 코드워드 및 제 2 코드워드를 포함하며, 상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI를 결정하기 위한 수단은,

상기 제 1 코드워드에 대하여 적용가능한 평균 신호 품질에 기반하여 상기 베이스 CQI를 결정하기 위한 수단, 및

상기 제 2 코드워드의 신호 품질 및 상기 평균 신호 품질 간의 차이에 기반하여 상기 차동 CQI를 결정하기 위한 수단을 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 MIMO 전송의 적어도 하나의 계층을 통해 제 1 코드워드를 수신하기 위한 수단; 및

상기 MIMO 전송의 적어도 하나의 추가적인 계층을 통해 제 2 코드워드를 수신하기 위한 수단을 더 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

다수의 프리코딩 행렬들 중에서 하나의 프리코딩 행렬을 선택하기 위한 수단; 및

상기 선택된 프리코딩 행렬에 기반하여 상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI를 결정하기 위한 수단을 더 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 13

무선 통신을 위한 장치로서,

다수의 코드워드들의 다중-입력 다중-출력(MIMO) 전송을 위한 베이스 채널 품질 표시자(CQI) 및 차동 CQI를 결정하고, 상기 MIMO 전송을 위한 피드백 정보로서 상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI를 전송하도록 구성되는 적어도 하나의 프로세서를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 다수의 코드워드들은 제 1 코드워드 및 제 2 코드워드를 포함하며, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 제 1 코드워드에 대하여 적용가능한 평균 신호 품질에 기반하여 상기 베이스 CQI를 결정하고, 상기 제 2 코드워

드의 신호 품질 및 상기 평균 신호 품질 간의 차이에 기반하여 상기 차동 CQI를 결정하도록 구성되는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 MIMO 전송의 적어도 하나의 계층을 통해 제 1 코드워드를 수신하고, 상기 MIMO 전송의 적어도 하나의 추가적인 계층을 통해 제 2 코드워드를 수신하도록 구성되는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 다수의 프리코딩 행렬들 중에서 하나의 프리코딩 행렬을 선택하고, 선택된 프리코딩 행렬에 기반하여 상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI를 결정하도록 구성되는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 17

컴퓨터에 의해 실행될 때 상기 컴퓨터로 하여금 동작들을 수행하도록 하는 명령들을 포함하는 컴퓨터-판독가능 매체로서, 상기 동작들은,

다수의 코드워드들의 다중-입력 다중-출력(MIMO) 전송을 위한 베이스 채널 품질 표시자(CQI) 및 차동 CQI를 결정하기 위한 동작; 및

상기 MIMO 전송을 위한 피드백 정보로서 상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI를 전송하기 위한 동작을 포함하는, 컴퓨터-판독가능 매체.

청구항 18

무선 통신을 위한 방법으로서,

다수의 코드워드들의 다중-입력 다중-출력(MIMO) 전송을 위한 베이스 채널 품질 표시자(CQI) 및 차동 CQI를 수신하는 단계;

상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI에 기반하여 다수의 변조 및 코딩 방식들을 결정하는 단계; 및

상기 다수의 코드워드들을 생성하기 위해 상기 다수의 변조 및 코딩 방식들에 기반하여 다수의 데이터 패킷들을 처리하는 단계를 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 다수의 코드워드들은 제 1 코드워드 및 제 2 코드워드를 포함하고, 상기 베이스 CQI는 상기 제 1 코드워드에 대하여 적용가능한 평균 신호 품질에 기반하여 결정되고, 상기 차동 CQI는 상기 제 2 코드워드의 신호 품질 및 상기 평균 신호 품질 간의 차이에 기반하여 결정되는, 무선 통신을 위한 방법.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 MIMO 전송의 제 1 계층을 통해 제 1 코드워드를 전송하는 단계; 및

상기 MIMO 전송의 제 2 계층을 통해 제 2 코드워드를 전송하는 단계를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

청구항 21

제 18 항에 있어서,

상기 MIMO 전송의 제 1 계층을 통해 제 1 코드워드를 전송하는 단계; 및

상기 MIMO 전송의 제 2 및 제 3 계층들을 통해 제 2 코드워드를 전송하는 단계를 더 포함하는, 무선 통신을 위

한 방법.

청구항 22

제 18 항에 있어서,

상기 MIMO 전송의 제 1 및 제 2 계층들을 통해 제 1 코드워드를 전송하는 단계; 및

상기 MIMO 전송의 제 3 및 제 4 계층들을 통해 제 2 코드워드를 전송하는 단계를 더 포함하는, 무선 통신을 위한 방법.

청구항 23

제 18 항에 있어서,

다수의 프리코딩 행렬들 중에서 선택된 프리코딩 행렬을 수신하는 단계; 및

상기 프리코딩 행렬에 기반하여 상기 다수의 코드워드들을 프리코딩하는 단계를 더 포함하며, 상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI는 상기 프리코딩 행렬에 기반하여 결정되는, 무선 통신을 위한 방법.

청구항 24

무선 통신을 위한 장치로서,

다수의 코드워드들의 다중-입력 다중-출력(MIMO) 전송을 위한 베이스 채널 품질 표시자(CQI) 및 차동 CQI를 수신하기 위한 수단;

상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI에 기반하여 다수의 변조 및 코딩 방식들을 결정하기 위한 수단; 및

상기 다수의 코드워드들을 생성하기 위해 상기 다수의 변조 및 코딩 방식들에 기반하여 다수의 데이터 패킷들을 처리하기 위한 수단을 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 다수의 코드워드들은 제 1 코드워드 및 제 2 코드워드를 포함하고, 상기 베이스 CQI는 상기 제 1 코드워드에 대하여 적용가능한 평균 신호 품질에 기반하여 결정되고, 상기 차동 CQI는 상기 제 2 코드워드의 신호 품질 및 상기 평균 신호 품질 간의 차이에 기반하여 결정되는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 26

제 24 항에 있어서,

상기 MIMO 전송의 적어도 하나의 계층을 통해 제 1 코드워드를 전송하기 위한 수단; 및

상기 MIMO 전송의 적어도 하나의 추가적인 계층을 통해 제 2 코드워드를 전송하기 위한 수단을 더 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 27

제 24 항에 있어서,

다수의 프리코딩 행렬들 중에서 선택된 프리코딩 행렬을 수신하기 위한 수단; 및

상기 프리코딩 행렬에 기반하여 상기 다수의 코드워드들을 프리코딩하기 위한 수단을 더 포함하며, 상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI는 상기 프리코딩 행렬에 기반하여 결정되는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 28

무선 통신을 위한 장치로서,

다수의 코드워드들의 다중-입력 다중-출력(MIMO) 전송을 위한 베이스 채널 품질 표시자(CQI) 및 차동 CQI를 수신하고, 상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI에 기반하여 다수의 변조 및 코딩 방식들을 결정하고, 상기 다수의

코드워드들을 생성하기 위해 상기 다수의 변조 및 코딩 방식들에 기반하여 다수의 데이터 패킷들을 처리하도록 구성되는 적어도 하나의 프로세서를 포함하는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 다수의 코드워드들은 제 1 코드워드 및 제 2 코드워드를 포함하고, 상기 베이스 CQI는 상기 제 1 코드워드에 대하여 적용가능한 평균 신호 품질에 기반하여 결정되고, 상기 차동 CQI는 상기 제 2 코드워드의 신호 품질 및 상기 평균 신호 품질 간의 차이에 기반하여 결정되는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 30

제 28 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 MIMO 전송의 적어도 하나의 계층을 통해 제 1 코드워드를 전송하고, 상기 MIMO 전송의 적어도 하나의 추가적인 계층을 통해 제 2 코드워드를 전송하도록 구성되는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 31

제 28 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 다수의 프리코딩 행렬들 중에서 선택된 프리코딩 행렬을 수신하고, 상기 프리코딩 행렬에 기반하여 상기 다수의 코드워드들을 프리코딩하도록 구성되며, 상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI는 상기 프리코딩 행렬에 기반하여 결정되는, 무선 통신을 위한 장치.

청구항 32

컴퓨터에 의해 실행될 때 상기 컴퓨터로 하여금 동작들을 수행하도록 하는 명령들을 포함하는 컴퓨터-판독가능 매체로서, 상기 동작들은,

다수의 코드워드들의 다중-입력 다중-출력(MIMO) 전송을 위한 베이스 채널 품질 표시자(CQI) 및 차동 CQI를 수신하기 위한 동작;

상기 베이스 CQI 및 상기 차동 CQI에 기반하여 다수의 변조 및 코딩 방식들을 결정하기 위한 동작; 및

상기 다수의 코드워드들을 생성하기 위해 상기 다수의 변조 및 코딩 방식들에 기반하여 다수의 데이터 패킷들을 처리하기 위한 동작을 포함하는, 컴퓨터-판독가능 매체.

명세서

기술 분야

[0001] 본 명세서는 일반적으로 통신에 관한 것으로서, 특히 무선 통신 시스템에서 데이터를 송신하기 위한 기술들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 출원은 본 명세서에 참조로서 통합되고 본 발명의 양수인에게 양도된, 2006월 11월 6일자로 출원된 "METHOD AND APPARATUS FOR EFFICIENT OPERATIONS OF LAYER PERMUTATION IN MIMO WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS"라는 제목의 미국 가출원 번호 제60/864,581호에 대하여 우선권을 주장한다.

[0003] 무선 통신 시스템들은 음성, 비디오, 패킷 데이터, 메시징, 브로드캐스트 등과 같은 다양한 통신 콘텐츠를 제공하기 위하여 폭넓게 전개되었다. 이러한 무선 시스템들은 이용가능한 시스템 리소스들을 공유함으로써 다수의 사용자들을 지원할 수 있는 다수의-액세스 시스템들일 수 있다. 그러한 다수의-액세스 시스템들의 실시예들은 코드 분할 다수의 액세스(CDMA) 시스템들, 시분할 다수의 액세스(TDMA) 시스템들, 주파수 분할 다수의 액세스(FDMA) 시스템들, 직교 FDMA(OFDMA) 시스템들 및 단일-캐리어 FDMA(SC-FDMA) 시스템들을 포함한다.

[0004] 무선 통신 시스템은 다중-입력 다중-출력(MIMO) 전송을 지원할 수 있다. MIMO에 대하여, 송신국은 다수의(R) 수신 안테나들을 구비하는 수신국으로의 데이터 전송을 위해 다수의(T) 송신 안테나들을 이용할 수 있다. 다수

의 전송 및 수신 안테나들은 처리량을 증가시키거나/증가시키거나 신뢰도를 개선하는데 사용될 수 있는 MIMO 채널을 형성한다. 예를 들어, 송신국은 처리량을 개선하기 위하여 T 송신 안테나들로부터 동시에 T에 달하는 데이터 스트림들을 송신할 수 있다. 대안적으로, 송신국은 신뢰도를 개선하기 위하여 모든 T 송신 안테나들로부터 단일 데이터 스트림을 송신할 수 있다. 임의의 경우에, 우수한 성능을 달성하기 위한 방식으로 MIMO 전송을 송신하고, MIMO 전송을 지원하기 위하여 피드백 정보량을 감소시키는 것이 바람직하다.

발명의 내용

[0005] 계층 치환(permutation)을 이용하여 MIMO 전송을 지원하기 위한 기술들이 본 명세서에 개시된다. 계층 치환으로, 코드워드는 MIMO 전송을 위해 사용되는 모든 안테나들에 걸쳐 맵핑될 수 있으며, 그 후, 모든 안테나들에 대하여 평균 신호-대-잡음-및-간섭 비(SINR)를 관찰할 수 있다. 일반적으로, 안테나는 프리코딩 행렬, 물리적 안테나, 안테나 어레이 등으로 형성되는 가상 안테나일 수 있다. MIMO 전송을 위해 사용되는 안테나들의 개수는 랭크(rank)로서 참조될 수 있다.

[0006] 일 양상에서, 다수의 코드워드들이 MIMO 전송을 위한 다수의 안테나들로부터의 전송을 위해 생성될 수 있으며, 코드워드들의 개수는 안테나들의 개수 미만이다. 각각의 코드워드는 다수의 안테나들에 걸쳐 맵핑될 수 있어, 예를 들어, 코드워드의 동일한 부분이 각각의 안테나에 맵핑된다. 예를 들어, 각각의 코드워드는 다수의 서브캐리어들상에서 다수의 안테나들에 걸쳐 주기적으로 맵핑될 수 있다. 일 설계에서, 두 개의 코드워드들이 생성될 수 있다. 랭크 3에 대하여, 제1 코드워드가 각각의 서브캐리어상의 하나의 안테나에 맵핑될 수 있으며, 제2 코드워드는 각각의 서브캐리어상의 2개의 안테나들에 맵핑될 수 있다. 랭크 4에 대하여, 각각의 코드워드는 각각의 서브캐리어상의 2개의 안테나들로 맵핑될 수 있다. 일 설계에서, 각각의 코드워드는 다수의 계층들 중 적어도 하나로 맵핑될 수 있다. 다수의 계층들은 그 후 다수의 안테나들로 맵핑될 수 있다. 예를 들어, 각각의 계층은 다수의 서브캐리어들상에서 다수의 안테나들에 걸쳐 주기적으로 맵핑될 수 있다.

[0007] 다른 양상에서, MIMO 전송을 위해 사용되는 다수의 안테나들에 대한 평균 신호 품질(예를 들어, 평균 SINR)을 나타내는 기본 채널 품질 표시자(CQI)가 결정될 수 있다. MIMO 전송을 위한 평균 신호 품질에 대한 개선을 나타내는 델타 CQI가 또한 결정될 수 있다. 연속적 간섭 소거(SIC)를 수행할 수 있는 UE에 대하여, 델타 CQI는 제1 코드워드로부터의 간섭의 소거 이후에 제2 코드워드에 대한 신호 품질 개선을 나타낼 수 있다. SIC를 수행할 수 없는 UE에 대하여, 또한 랭크가 1이거나 또는 단지 하나의 코드워드만이 송신될 때의 SIC-가능 UE에 대하여, 델타 CQI는 널 값으로 송신될 수 있거나, 피드백량이 감소될 수 있거나, 또는 델타 CQI에 대하여 일반적으로 사용되는 비트들을 사용하여 프리코딩 및/또는 다른 정보가 송신될 수 있다.

[0008] 또 다른 양상에서, 전송 순서(order) 선택은 상이한 전송 순서들에 대한 상이한 페널티 팩터(penalty factor)들을 이용하여 수행될 수 있다. 각각의 전송 순서는 MIMO 전송을 위한 코드워드들의 상이한 개수 또는 상이한 랭크에 대응할 수 있다. 다수의 전송 순서들에 대한 성능 메트릭 값들은 각각의 전송 순서에 대한 페널티 팩터를 사용하여 결정될 수 있다. 더 높은 전송 순서들은 더 큰 페널티 팩터들과 연관될 수 있으며, 더 큰 페널티 팩터들은 잠재적으로 더 낮은 구현 손실들을 갖는 더 낮은 전송 순서의 선택을 장려할 수 있다. MIMO 전송에 대한 전송 순서는 다수의 전송 순서들에 대한 성능 메트릭 값들에 기초하여 선택될 수 있다. 일 설계에서, 각각의 전송 순서는 상이한 랭크에 대응하고, 성능 메트릭 값들은 다수의 랭크들에 대한 다수의 가설(hypothesis)들에 대하여 결정될 수 있고, 각각의 가설은 적어도 하나의 안테나의 상이한 세트에 대응한다. 가장 큰 성능 메트릭 값을 갖는 가설에 대응하는 적어도 하나의 안테나의 세트 및 랭크는 MIMO 전송을 위한 사용에 대해 선택될 수 있다.

[0009] 본 명세서의 다양한 양상들 및 특징들은 하기에서 더욱 상세하게 설명된다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 무선 다수의-액세스 통신 시스템을 보여준다.

도 2는 노드 B 및 UE의 블럭도를 보여준다.

도 3은 4개의 가상 안테나들을 이용한 랭크 선택을 보여준다.

도 4는 랭크 선택기를 보여준다.

도 5A 및 도 5B는 계층 치환을 이용하지 않는 그리고 이용하는 전송들을 보여준다.

도 6A 내지 도 6F는 상이한 랭크들을 갖는 1 또는 2 코드워드들의 전송들을 보여준다.

도 7A 내지 7C는 상이한 CQI 리포팅 방식들을 보여준다.

도 8은 송신(TX) 데이터 프로세서 및 TX MIMO 프로세서를 보여준다.

도 9는 수신(RX) MIMO 프로세서 및 RX 데이터 프로세서를 보여준다.

도 10은 다른 RX MIMO 프로세서 및 RX 데이터 프로세서를 보여준다.

도 11은 MIMO 전송을 송신하기 위한 프로세스를 보여준다.

도 12는 MIMO 전송을 송신하기 위한 장치를 보여준다.

도 13은 MIMO 전송을 수신하기 위한 프로세스를 보여준다.

도 14는 MIMO 전송을 수신하기 위한 장치를 보여준다.

도 15는 CQI를 결정하기 위한 프로세스를 보여준다.

도 16은 CQI를 결정하기 위한 장치를 보여준다.

도 17은 랭크 선택을 수행하기 위한 프로세스를 보여준다.

도 18은 랭크 선택을 수행하기 위한 장치를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 명세서에 개시된 기술들은 CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA 및 다른 시스템들과 같은 다양한 무선 통신 시스템들에 대하여 사용될 수 있다. "시스템" 및 "네트워크"라는 용어들은 종종 상호교환적으로 사용된다. CDMA 시스템은 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access), cdma2000 등과 같은 무선 기술을 구현할 수 있다. UTRA는 광대역-CDMA(W-CDMA) 및 다른 CDMA 변형들을 포함한다. cdma2000은 IS-2000, IS-95 및 IS-856 표준들을 커버한다. TDMA 시스템은 GSM(Global System for Mobile Communications)와 같은 무선 기술을 구현할 수 있다. OFDMA 시스템은 E-UTRA(Evolved UTRA), UMB(Ultra Mobile Broadband), IEEE 802.11(Wi-Fi), IEEE 802.16(WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM[®]

등과 같은 무선 기술을 구현할 수 있다. UTRA, E-UTRA 및 GSM은 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)의 일부이다. 3GPP 장기 진화(LTE)는 E-UTRA를 사용하는 UMTS의 다가오는 릴리스(release)이며, E-UTRA는 다운링크상의 OFDMA 및 업링크상의 SC-FDMA를 이용한다. UTRA, E-UTRA, GSM, UMTS 및 LTE는 "3세대 파트너십 프로젝트"(3GPP)로 명명된 기관으로부터의 문서들에 개시된다. cdma2000 및 UMB는 "3세대 파트너십 프로젝트"(3GPP)로 명명된 기관으로부터의 문서들에 개시된다. 이러한 다양한 무선 기술들 및 표준들이 본 기술분야에 공지된다.

[0012] 도 1은 다수의 노드 B들(110)을 갖는 다수의-액세스 통신 시스템(100)을 보여준다. 노드 B는 UE들과 통신하기 위하여 사용되는 고정국일 수 있으며, 또한 eNB(evolved Node B)들, 기지국, 액세스 포인트 등으로서 지칭될 수 있다. 각각의 노드 B(110)는 특정 지리적 영역에 대한 통신 커버리지를 제공한다. UE들(120)은 시스템 전체를 통해 분산될 수 있으며, 각각의 UE는 고정식이거나 이동식일 수 있다. UE는 또한 이동국, 단말, 액세스 단말, 가입자 유닛, 스테이션 등으로서 지칭될 수 있다. UE는 휴대 전화, 개인용 디지털 단말(PDA), 무선 모뎀, 무선 통신 디바이스, 핸드헬드(handheld) 디바이스, 랩탑 컴퓨터, 무선 전화 등일 수 있다. UE는 다운링크 및 업링크상의 전송을 통해 노드 B와 통신할 수 있다. 다운링크(또는 순방향 링크)는 노드 B들로부터 UE들로의 통신 링크로서 지칭되며, 업링크(또는 역방향 링크)는 UE들로부터 노드 B들로의 통신 링크로서 지칭된다.

[0013] 본 명세서에 개시되는 기술들은 업링크 뿐 아니라 다운링크상의 MIMO 전송을 위해 사용될 수 있다. 명료성을 위하여, 하기의 설명의 대부분은 다운링크상의 MIMO 전송에 대한 것이다.

[0014] 도 2는 도 1의 UE들 중 하나 및 노드 B들 중 하나인 UE(120) 및 노드 B(110)의 설계의 블록도를 보여준다. 노드 B(110)는 다수의(T) 안테나들(234a 내지 234t)을 구비한다. UE(120)는 다수의(R) 안테나들(252a 내지 252r)을 구비한다. 각각의 안테나들(234 및 254)은 물리적 안테나 또는 안테나 어레이일 수 있다.

[0015] 노드 B(110)에서, TX 데이터 프로세서(220)는 데이터 소스(212)로부터 데이터를 수신하고, 하나 이상의 변조 및 코딩 방식들에 기초하여 데이터를 프로세싱(예를 들어, 인코딩 및 심볼 맵핑)하며, 데이터 심볼들을 제공할 수

있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 데이터 심볼은 데이터에 대한 심볼이고, 파일럿 심볼은 파일럿에 대한 심볼이며, 심볼은 통상적으로 복소수 값이다. 데이터 및 파일럿 심볼들은 PSK 및 QAM과 같은 변조 방식으로부터의 변조 심볼들일 수 있다. 파일럿은 노드B 및 UE 모두에 의하여 선형적으로(a priori) 공지되어 있는 데이터이다. TX MIMO 프로세서(230)는 하기에 개시되는 바와 같이, 직접 MIMO 맵핑 또는 프리코딩/빔형성에 기초하여 데이터 및 파일럿 심볼들상에 공간적 프로세싱을 수행할 수 있다. TX MIMO 프로세서(230)는 T 변조기들(MOD)(232a 내지 232t)에 T 출력 심볼 스트림들을 제공할 수 있다. 각각의 변조기(232)는 출력 칩 스트림을 획득하기 위하여 (예를 들어, 직교 주파수 분할 멀티플렉싱(OFDM 등에 대한) 자신의 출력 심볼 스트림을 프로세싱할 수 있다. 각각의 변조기(232)는 자신의 출력 칩 스트림을 추가로 조정(예를 들어, 아날로그로 변조, 필터링, 증폭, 및 업컨버팅)하고, 다운링크 신호를 생성할 수 있다. 변조기들((232a 내지 232t)로부터의 T 다운링크 신호들은 각각 안테나들(234a 내지 234t)을 통해 송신될 수 있다.

[0016] UE(120)에서, R 안테나들(252a 내지 252r)은 T 다운링크 신호들을 수신할 수 있으며, 각각의 안테나(252)는 연관된 복조기(DEMOD)(254)에 수신된 신호를 제공할 수 있다. 각각의 복조기(254)는 샘플들을 획득하기 위하여 자신의 수신된 신호를 조정(예를 들어, 필터링, 증폭, 다운컨버팅 및 디지털화)할 수 있으며, 수신된 심볼들 획득하기 위하여 샘플들(예를 들어, OFDM 등에 대한)을 추가로 프로세싱할 수 있다. 각각의 복조기(254)는 RX MIMO 프로세서(260)에 수신된 데이터 심볼들을 제공할 수 있으며, 채널 프로세서(294)로 수신된 파일럿 심볼들을 제공할 수 있다. 채널 프로세서(294)는 수신된 파일럿 심볼들에 기초하여 노드 B(110)로부터 UE(120)로 무선 채널의 응답을 추정할 수 있으며, RX MIMO 프로세서(260)로 채널 추정치들을 제공할 수 있다. RX MIMO 프로세서(260)는 채널 추정치들로 수신된 데이터 심볼들에 대하여 MIMO 검출을 수행하고, 송신된 데이터 심볼들의 추정치들은 검출된 심볼들을 제공할 수 있다. RX 데이터 프로세서(270)는 검출된 심볼들을 프로세싱(예컨대, 심볼 디맵핑 및 디코딩)하고, 데이터 싱크(272)로 디코딩된 데이터를 제공할 수 있다.

[0017] UE(120)는 채널 조건들을 평가하고, 하기 개시되는 바와 같이 다양한 타입의 정보를 포함할 수 있는 채널 상태 정보를 결정할 수 있다. 데이터 소스(278)로부터의 채널 상태 정보 및 데이터는 TX 데이터 프로세서(280)에 의하여 프로세싱(예를 들어, 인코딩 및 심볼 맵핑)되고, TX MIMO 프로세서(282)에 의하여 공간적으로 프로세싱되며, R 업링크 신호들을 생성하기 위하여 변조기들(254a 내지 254r)에 의하여 추가로 프로세싱되며, R 업링크 신호들은 안테나들(252a 내지 252r)을 통해 전송될 수 있다. 노드 B(110)에서, UE로부터의 R 업링크 신호들은 안테나들(234a 내지 234t)에 의하여 수신되고, 복조기들(232a 내지 232t)에 의하여 프로세싱되고, RX MIMO 프로세서(236)에 의하여 공간적으로 프로세싱되며, UE(120)에 의하여 송신된 채널 상태 정보 및 데이터를 복원하기 위하여 RX 데이터 프로세서(238)에 의하여 추가로 프로세싱(예를 들어, 심볼 디맵핑 및 디코딩)될 수 있다. 복원된 데이터는 데이터 싱크(239)로 제공될 수 있으며, 복원된 채널 상태 정보는 제어기/프로세서(240)로 제공될 수 있다. 제어기/프로세서(240)는 수신된 채널 상태 정보에 기초하여 UE(120)로/로부터의 데이터 전송을 제어할 수 있다.

[0018] 제어기들/프로세서들(240 및 290)은 각각 노드 B(110) 및 UE(120)에서의 동작을 지시할 수 있다. 메모리들(242 및 292)은 각각 노드 B(110) 및 UE(120)에 대하여 데이터 및 프로그램 코드들을 저장할 수 있다. 스케줄러(244)는 모든 UE들로부터 수신되는 채널 상태 정보에 기초하여 다운링크 및/또는 업링크상의 데이터 전송을 위해 UE(120) 및/또는 다른 UE들을 선택할 수 있다.

[0019] 노드 B(110)는 각각의 심볼 주기로 각각의 서브캐리어상의 T 송신 안테나들로부터 동시에 하나 이상의 데이터 심볼들을 송신할 수 있다. 다수의(K) 서브캐리어들은 전송을 위해 이용가능할 수 있으며, OFDM 또는 단일-캐리어 주파수 분할 멀티플렉싱(SC-FDM)으로 획득될 수 있다. 노드 B(110)는 다양한 전송 방식들을 사용하여 데이터 심볼들을 송신할 수 있다.

[0020] 일 설계에서, 노드 B(110)는 다음과 같이 각각의 서브캐리어(K)에 대하여 데이터 심볼들을 프로세싱할 수 있다:

$$\underline{x}(k) = \underline{U} \underline{P}(k) \underline{s}(k) \quad \text{식(1)}$$

[0022] 여기서, $\underline{s}(k) = [s_1(k) \ s_2(k) \ \dots \ s_M(k)]^T$ 는 한 심볼 주기에서 서브캐리어상의 M 계층들상에 송신될 M 데이터 심볼들을 포함하는 $M \times 1$ 벡터이고, $\underline{P}(k)$ 는 서브캐리어(k)에 대한 $T \times M$ 계층 치환 행렬이고, $\underline{U} = [\underline{u}_1 \ \underline{u}_2 \ \dots \ \underline{u}_T]$ 는 $T \times T$ 프리코딩 행렬이고, $\underline{x}(k) = [x_1(k) \ x_2(k) \ \dots \ x_T(k)]^T$ 는 한 심볼 주기에서 서브캐리어(k)상의 T 송신 안테나에 대한 T 출력 심볼들을 포함하는 $T \times 1$ 벡터이며, " T "는 전치 행렬(transpose)을 나타낸다.

[0023] 식(1)은 하나의 서브캐리어(k)에 대한 것이다. 동일한 프로세싱이 전송을 위해 사용되는 각각의 서브캐리어에

대하여 수행될 수 있다.

- [0024] 프리코딩 행렬 $\mathbf{U}$ 는 T 송신 안테나들을 갖는 T 가상 안테나들을 형성하는데 사용된다. 각각의 가상 안테나는 $\mathbf{U}$ 의 하나의 열로 형성된다. 데이터 심볼은 $\mathbf{U}$ 의 하나의 열에 의하여 곱셈(multiply)될 수 있으며, 그 후, 하나의 가상 안테나 및 모든 T 송신 안테나들상에서 송신될 수 있다. $\mathbf{U}$ 는 이산 푸리에 변환(DFT) 행렬 또는 각각의 열에 대한 단위 전력 및 직교 열들을 갖는 몇몇 다른 직교 행렬일 수 있다. $\mathbf{U}$ 는 또한 프리코딩 행렬들의 세트로부터 선택될 수 있다.
- [0025] 계층 치환 행렬 $\mathbf{P}(k)$ 는 M 가상 안테나들로 M 계층들을 맵핑하고, M 가상 안테나들은 T 이용가능 가상 안테나들로부터 선택될 수 있다. $\mathbf{P}(k)$ 는 하기 개시되는 바와 같이, 사용을 위해 선택된 가상 안테나 맵핑에 대한 계층에 기초하여 정의될 수 있다. 일반적으로, 동일한 또는 상이한 치환 행렬들이 K 서브캐리어들에 대하여 사용될 수 있다.
- [0026] 식 (1)에 보여지는 설계에 대하여, 노드 B(110)는 T 물리적 안테나들보다는 차라리 T 가상 안테나들을 갖도록 나타날 수 있다. T 가상 안테나들은 상이한 SINR들과 연관될 수 있다. 랭크 선택은 데이터 전송을 위해 사용하기 위한 M 최상 가상 안테나들을 결정하도록 수행될 수 있으며, 여기서, 일반적으로 $1 \leq M \leq T$ 이다.
- [0027] 도 3은 데이터 전송을 위해 사용하기 위하여 M 최상 가상 안테나들(v_1 내지 v_M)을 결정하기 위한 랭크 선택의 절차를 보여준다. 도 3에 보여지는 실시예에서, $T=4$ 이고, 4개의 가상 안테나들이 이용가능하다. 전체 15 가설들이 평가될 수 있는데, 4개의 가설들(1 내지 4)은 하나의 가상 안테나에 대한 것이고, 6개의 가설들(5 내지 10)은 2개의 가상 안테나들에 대한 것이고, 4개의 가설들(11 내지 14)은 3개의 가상 안테나들에 대한 것이며, 1개의 가설(15)은 4개의 가상 안테나들에 대한 것이다. 각각의 가설에 대한 가상 안테나(들)의 세트가 도 3에 여진다. 예를 들어, 가설(2)은 가상 안테나 2에 대한 것이고($v_1 = 2$), 가설(6)은 2개의 가상 안테나들 1 및 3에 대한 것이고($v_1 = 1$ 및 $v_2 = 3$), 나머지도 유사한 방식으로 구성된다.
- [0028] 각각의 가설의 성능은 그러한 가설에 대한 모든 가상 안테나들에 걸쳐 고르게 전체 전송 전력(P_{total})의 제1 분배 단계에 의하여 결정될 수 있다. 성능은 평균 SINR, 전체 용량, 전체 처리량 등과 같은 메트릭에 의하여 정량화(quantify)될 수 있다. 메트릭 값은 각각의 15 가설들에 대하여 결정될 수 있다. 가장 큰 메트릭 값을 갖는 가설이 식별될 수 있으며, 이러한 가설에 대한 가상 안테나(들)의 세트가 사용을 위해 선택될 수 있다.
- [0029] 일반적으로, 랭크 선택은 프리코딩 행렬들이 사용될 수 있는 방식 및 사용을 위해 이용가능한 프리코딩 행렬들에 좌우될 수 있다. 예를 들어, 프리코딩 행렬들의 세트는 사용을 위해 이용가능할 수 있으며, 주어진 프리코딩 행렬의 임의의 하나 이상의 열들이 사용을 위해 선택될 수 있다. 이러한 경우에, 메트릭 값들은 각각의 프리코딩 행렬에 대한 모든 가설들에 대하여 결정될 수 있다. 가장 큰 메트릭 값을 갖는 가상 안테나(들)의 세트 및 프리코딩 행렬이 그 후 사용을 위해 선택될 수 있다. 다른 실시예로서, 상이한 개수의 열들을 갖는 프리코딩 행렬들의 세트가 사용을 위해 이용가능할 수 있으며, 하나의 프리코딩 행렬이 사용을 위해 선택될 수 있다. 이러한 경우에, 각각의 프리코딩 행렬에 대하여 하나의 가설이 존재하고, 메트릭 값은 각각의 프리코딩 행렬에 대하여 결정될 수 있으며, 가장 큰 메트릭 값을 갖는 프리코딩 행렬은 사용을 위해 선택될 수 있다. 일반적으로, 임의의 개수의 프리코딩 행렬들은 사용을 위해 이용가능할 수 있으며, 각각의 프리코딩 행렬은 임의의 개수의 가설들을 가질 수 있다. 임의의 경우에, 선택된 가상 안테나들의 개수는 MIMO 전송의 랭크로서 지칭된다.
- [0030] MIMO 전송의 랭크는 가장 큰 메트릭 값, 예를 들어, 가장 높은 전체 용량을 갖는 가설에 기초하여 선택될 수 있다. 각각의 가설에 대한 메트릭 값은 데이터가 각각의 가상 안테나로부터 독립적으로 송신될 수 있다는 가정에 기초하여 계산될 수 있다. 그러나, 실제 시스템에서, 더 높은 랭크는 더 낮은 랭크보다 더 큰 구현 손실들과 연관될 수 있다. 예를 들어, 다수의 코드워드들은 랭크 2 또는 그 이상에 대하여 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)과 병렬로 송신될 수 있고, 상이한 개수의 재전송들이 이러한 코드워드들에 대하여 사용될 수 있으며, 코드워드들의 다음 세트가 시간 정렬되어 송신될 수 있도록 완료될 마지막 코드워드를 기다리는 동안 하나 이상의 계층들상의 전송에 갇들이 존재할 수 있다. 다른 실시예에서, 더 높은 랭크에 대한 MIMO 검출은 부정확한 채널 추정치들로 인한 손실의 경향이 더 높다.
- [0031] 일 양상에서, 랭크 선택은 랭크-의존 구현 손실들을 고려하는 방식으로 수행될 수 있다. 더 높은 랭크는 예를 들어, 상기 논의된 이유들로 인하여 더 큰 구현 손실들과 연관될 수 있다. 따라서, 랭크에 비례하는 페널티 팩터들이 랭크 선택을 위해 사용될 수 있고, 점진적으로 더 큰 페널티 팩터들은 메트릭 값들을 계산하기 위하여 점진적으로 더 큰 랭크들에 대하여 사용된다. 페널티 팩터들이 더 낮은 랭크들을 촉진하도록 선택될 수

있으며, 이는 더 적은 구현 손실들 및 가능하면 더 적은 시그널링 오버헤드와 연관될 수 있다. 2개의 랭크들이 유사한 메트릭 값들을 가질 때, 이러한 2개의 랭크들에 대한 메트릭 값들 사이의 차가 더 높은 랭크의 기대되는 더 큰 구현 손실들을 더 잘 보상하는 경우에 한하여 페널티 팩터들은 더 높은 랭크의 선택을 초래할 수 있다. 각각의 랭크에 대한 기대 구현 손실들은 컴퓨터 시뮬레이션, 경험적 측정들 등을 통해 추정될 수 있다. 각각의 랭크에 대한 페널티 팩터는 그 후 그러한 랭크에 대한 기대 구현 손실들에 기초하여 설정될 수 있다. 일 설계에서, 상이한 페널티 팩터들이 상이한 랭크들에 대하여 독립적으로 선택될 수 있다. 다른 설계에서, 상이한 랭크들에 대한 페널티 팩터들은 미리 결정된 오프셋(PF_{0s})에 의하여 선형적으로 증가할 수 있으며, PF_{km} = (m-1) · PF_{0s}로서 계산될 수 있으며, 여기서, PF_{km}은 랭크(m)에 대한 페널티 팩터이다. 일반적으로, 상이한 랭크들에 대한 페널티 팩터들은 PF_{R1} < PF_{R2} ≤ ... ≤ PF_{Rm}으로서 주어질 수 있다. 두개의 설계들 모두에서, 상이한 랭크들에 대한 페널티 팩터들은 정적 값들일 수 있으며, 또는 채널 조건들 및/또는 다른 팩터들에 기초하여 변화될 수 있는 동적 값들일 수 있다.

[0032] 도 4는 최대 합산-용량 기준에 기초하여 M 최상 가상 안테나들을 선택하는 랭크 선택기(400)의 설계의 블록도이다. 랭크 선택기(400)는 도 2의 노드 B(110)에서의 프로세서(240) 또는 UE(120)에서의 프로세서(290)에 의하여 구현될 수 있다. 랭크 선택기(400)는 각각 랭크 1 내지 4에 대하여 프로세싱 섹션들(410a 내지 410d)을 포함한다. 섹션(410a)은 랭크 1에 대한 4개의 가설들을 위한 4개의 전체 용량 값들을 제공하고, 섹션(410b)은 랭크 2에 대한 6개의 가설들에 대하여 6개의 전체 용량 값들을 제공하고, 섹션(410c)은 랭크 3에 대한 4개의 가설들에 대하여 4개의 전체 용량 값들을 제공하고, 섹션(410d)은 랭크 4에 대한 하나의 가설에 대하여 하나의 전체 용량 값을 제공한다.

[0033] 랭크 1에 대한 프로세싱 섹션(410a) 내에, 공간적 맵핑 유닛(412a)은 각각의 서브캐리어(k)에 대한 MIMO 채널 응답 행렬 $\mathbf{H}(k)$ 를 수신하고, $\mathbf{h}_{v1}(k) = \mathbf{H}(k) \cdot \mathbf{u}_{v1}$ 과 같이 유효 MIMO 채널 응답 벡터 $\mathbf{h}_{v1}(k)$ 를 결정할 수 있으며, 여기서 $\mathbf{u}_{v1}$ 은 가상 안테나(v1)에 대한 프리코딩 행렬 $\mathbf{U}$ 의 열이고, v1은 평가되고 있는 가설에 좌우된다. SINR 계산 유닛(414a)은 $\mathbf{h}_{v1}(k)$, UE(120)에 의하여 사용되는 MIMO 검출 기술 및 가상 안테나(v1)의 서브캐리어(k)에 할당되는 전송 전력에 기초하여 가상 안테나(v1)에 대한 각각의 서브캐리어(k)의 SINR($\gamma_{v1}(k)$)를 결정할 수 있다. 용량 맵퍼(416a)는 비강제적 용량 함수 또는 강제적 용량 함수에 기초하여 SINR($\gamma_{v1}(k)$)를 용량으로 맵핑할 수 있다. 유닛(416a)은 가상 안테나(v1)에 대한 모든 K 서브캐리어들의 용량들을 축적하고, 가상 안테나(v1)에 대한 전체 용량(C_{v1})을 제공할 수 있다. 전체 용량은 또한 다른 방식으로 결정될 수도 있다. 예를 들어, SINR은 모든 서브캐리어들에 대하여 평균화될 수 있고, 평균 SINR은 용량으로 맵핑될 수 있다. 임의의 경우에, 유닛(418)은 랭크 1에 대한 페널티 팩터(PF_{R1})에 기초하여 가상 안테나(v1)에 대한 전체 용량을 조정하고, 가상 안테나(v1)에 대한 조정된 용량($C_{adj,v1}$)을 제공할 수 있다. 프로세싱은 각각 선택되는 가상 안테나(1, 2, 3 또는 4)에 대응하는 $v_1 = 1, 2, 3, 4$ 에 대한 4개의 가설들 각각에 대해 반복될 수 있다.

[0034] 랭크 2에 대한 프로세싱 섹션(410b)은 2개의 가상 안테나들로 6개의 가설들 각각에 대하여 전체 용량(C_{v12})을 결정할 수 있다. 유닛(418b)은 랭크 2에 대한 페널티 팩터(PF_{R2})에 기초하여 각각의 가설에 대한 전체 용량을 조정할 수 있다. 랭크 3에 대한 프로세싱 섹션(410c)은 3개의 가상 안테나들로 4개의 가설들에 대한 전체 용량(C_{v123})을 조정할 수 있다. 유닛(418c)은 랭크 3에 대한 페널티 팩터(PF_{R3})에 기초하여 각각의 가설에 대한 전체 용량을 조정할 수 있다. 랭크 4에 대한 프로세싱 섹션(410d)은 4개의 가상 안테나들로 가설에 대한 전체 용량(C_{v1234})을 결정할 수 있다. 유닛(418d)은 랭크 4에 대한 페널티 팩터(PF_{R4})에 기초하여 이러한 가설에 대한 전체 용량을 조정할 수 있다.

[0035] 랭크 선택기 및 CQI 생성기(430)는 랭크들(1 내지 4)에 대한 15개의 가설들 각각에 대한 조정된 용량을 수신할 수 있다. 유닛(430)은 가장 큰 조정된 용량을 갖는 가설을 선택할 수 있으며, 선택된 가설에 대응하는 가상 안테나(들) 및 랭크를 제공할 수 있다. T=4에 대하여, 15개의 전체 가설들이 존재하며, 선택된 랭크 및 선택된 가상 안테나(들)는 선택된 가설의 4-비트 인덱스에 의하여 운반될 수 있다. 유닛(430)은 또한 선택된 가상 안테나(들)에 대한 SINR들에 기초하여 하나 이상의 CQI들을 결정할 수 있다. 일반적으로, CQI는 하나 이상의 안테나들, 하나 이상의 코드워드들 등에 대하여 생성될 수 있다. CQI는 평균 SINR, 변조 및 코딩 방식(MCS), 패킷 포맷, 전송 포맷, 레이트 및/또는 신호 품질 또는 전송 용량을 나타내는 몇몇 다른 정보를 포함할 수 있다. 랭크 및 안테나 선택은 또한 다른 방식으로 수행될 수도 있다.

- [0036] 다른 설계에서, 상이한 페널티 팩터들이 상이한 개수의 코드워드들에 대하여 사용될 수 있다(랭크 대신에). HARQ에 대하여, 블랭킹(blanking) 손실은 상이한 코드워드들에 대한 재전송들의 상이한 개수들로 인한 것일 수 있으며, 따라서, 코드워드들의 개수와 관련될 수 있다(계층들의 개수 대신). 코드워드들의 상이한 개수에 대한 페널티 팩터들은 $PF_{C1} < PF_{C2} \leq \dots \leq PF_{CL}$ 로서 주어질 수 있으며, 여기서, PF_{C1} 은 1 코드워드들에 대한 페널티 팩터이다. 일반적으로, 페널티 팩터는 랭크, 코드워드들의 개수, 몇몇 다른 파라미터, 또는 파라미터들의 임의의 결합물의 함수로서 파라미터화될 수 있다.
- [0037] UE(120)는 선택된 프리코딩 행렬(다수의 프리코딩 행렬들이 사용을 위해 이용가능하다면) 및 M 선택된 가상 안테나들을 노드 B(110)로 송신할 수 있다. 노드 B(110)는 UE(120)로의 데이터 전송을 위해 M 선택된 가상 안테나들의 서브세트 또는 전부를 사용할 수 있다.
- [0038] 노드 B(110)는 M 선택된 가상 안테나들을 사용하여 L 코드워드들을 송신할 수 있으며, 여기서, 일반적으로 $1 \leq L \leq M$ 이다. 코드워드는 송신국에서 데이터 블록을 인코딩함으로써 획득될 수 있으며, 수신국에 의하여 개별적으로 디코딩될 수 있다. 데이터 블록은 또한 코드 블록, 전송 블록, 패킷, 프로토콜 데이터 유닛(PDU) 등으로 지칭될 수 있다. 코드워드는 또한 인코딩된 블록, 코딩된 패킷 등으로 지칭될 수도 있다. L 데이터 블록들은 L 코드워드들을 획득하기 위하여 개별적으로 인코딩될 수 있다. 데이터 블록과 코드워드 사이에서의 일-대-일 맵핑이 존재한다. 노드 B(110)는 하나 이상의 선택된 가상 안테나들을 통해 각각의 코드워드를 송신할 수 있다.
- [0039] 도 5A는 계층 치환 없이 $M = 4$ 가상 안테나들로부터 $L = 4$ 코드워드들을 송신하기 위한 설계를 보여주며, 이는 또한 S-PVARC(selective per virtual antenna rate control)으로서 지칭될 수도 있다. 이러한 설계에서, 코드워드들(1, 2, 3 및 4)은 각각 가상 안테나들(1, 2, 3 및 4)로부터 송신되며, 각각의 가상 안테나들로부터 하나의 코드워드가 송신된다. M 가상 안테나들은 상이한 SINR들을 가질 수 있다. 적절한 MCS는 그러한 코드워드에 대하여 사용되는 가상 안테나의 SINR에 기초하여 각각의 코드워드에 대하여 선택될 수 있다. 각각의 코드워드는 그러한 코드워드에 대하여 선택된 MCS에 기초하여 송신될 수 있다.
- [0040] 도 5B는 계층 치환으로 $M = 4$ 가상 안테나들로부터 $L = 4$ 코드워드들을 송신하기 위한 설계를 보여주며, 이는 또한 S-VAP(selective virtual antenna permutation)으로서 지칭될 수도 있다. 이러한 설계에서, 각각의 코드워드는 가상 안테나들 및 서브캐리어들로 코드워드들을 맵핑하는 맵핑 패턴에 기초하여 모든 4개의 가상 안테나들로부터 송신될 수 있다. 도 5A에 보여지는 설계에서, 각각의 코드워드는 K 서브캐리어들에 걸쳐 4개의 가상 안테나들을 통해 순환한다. 따라서, 코드워드 1은 서브캐리어들(1, 5 등)상의 가상 안테나 1로부터, 서브캐리어들(2, 6 등)상의 가상 안테나(2)로부터, 서브캐리어들(3, 7 등)상의 가상 안테나 3로부터, 그리고 서브캐리어들(4, 8 등)상의 가상 안테나(4)로부터 송신된다. 각각의 나머지 코드워드는 또한 도 5B에 보여지는 바와 같이 K 서브캐리어들에 걸쳐 4개의 가상 안테나들을 통해 순환한다. 각각의 코드워드는 계층 치환으로 모든 M 선택된 가상 안테나들에 걸쳐 송신되며, 따라서, M 선택된 가상 안테나들의 평균 SINR을 관찰할 수 있다. 적절한 MCS가 평균 SINR에 기초하여 선택되고, 각각의 코드워드에 대하여 사용될 수 있다.
- [0041] 계층은 전송을 위해 사용되는 각각의 서브캐리어에 대한 하나의 공간적 차원을 포함하는 것으로서 정의된다. 계층은 또한 전송 계층 등으로서 지칭될 수 있다. M 공간적 차원들은 M 선택된 가상 안테나들을 갖는 각각의 서브캐리어에 대하여 이용가능할 수 있다. 도 5A에서의 비-계층 치환의 경우, M 계층들은 이용가능할 수 있으며, 각각의 계층은 상이한 가상 안테나로 맵핑될 수 있다. 도 5B의 계층 치환의 경우, 계층들은 이용가능할 수 있으며, 각각의 계층은 모든 M 가상 안테나들에 걸쳐 맵핑될 수 있다. 일반적으로, 각각의 계층은 임의의 맵핑에 기초하여 가상 안테나들 및 서브캐리어들로 맵핑될 수 있으며, 그들 중 2개의 실시예들이 도 5A 및 5b에 보여진다.
- [0042] UE(120)는 M 검출된 심볼 스트림들을 획득하기 위하여 R 복조기들(254a 내지 254r)로부터 R 수신된 심볼 스트림들에 대하여 MIMO 검출을 수행하며, 이는 M 선택된 가상 안테나들을 통해 송신되는 M 데이터 심볼 스트림들의 추정치들이다. MIMO 검출은 MMSE(minimum mean square error), ZF(zero-forcing), MRC(maximal ratio combining), ML(maximum likelihood) 검출, 스피어(sphere) 검출/디코딩, 또는 몇몇 다른 기술에 기초할 수 있다. UE(120)는 노드 B(110)에 의하여 송신되는 L 코드워드들에 대한 L 디코딩된 델타 블록들을 획득하기 위하여 M 데이터 심볼 스트림들을 프로세싱할 수 있다.
- [0043] UE(120)는 또한 SIC로 MIMO 검출을 수행할 수 있다. 이러한 경우에, UE(120)는 MIMO 검출을 수행하고, 그 후, 하나의 코드워드를 복원하기 위하여 검출된 심볼 스트림들을 프로세싱하고, 그 후, 복원된 코드워드인 한

섭을 추정하고 소거하며, 그 후, 다음 코드워드에 대하여 동일한 프로세싱을 반복할 수 있다. 추후에 복원되는 각각의 코드워드는 간섭을 덜 받을 것이고, 따라서, 더 높은 SINR을 관찰할 수 있을 것이다. SIC에 대하여, L 코드워드들은 상이한 SINR들을 달성할 수 있다. 각각의 코드워드의 SINR은 (i) 선형 MIMO 검출을 이용하는 그러한 코드워드의 SINR, (ii) 코드워드가 복원되는 특정 스테이지, 및 (iii) 추후에 복원되는 코드워드들(존재한다면)로 인한 간섭에 좌우될 수 있다.

[0044] UE(120)는 UE로의 데이터 전송으로 노드 B(110)를 보조하기 위하여 채널 상태 정보를 송신할 수 있다. 채널 상태 정보는 선택된 프리코딩 행렬 및 M 선택된 가상 안테나들을 포함할 수 있다. 채널 상태 정보는 또한 M 선택된 가상 안테나들에 대한 하나 이상의 CQI들을 포함할 수 있다. 도 5A에 보여지는 비-계층 치환에 대하여, UE(120)는 각각의 M 선택된 가상 안테나들에 대하여 CQI를 송신할 수 있다. UE(120)가 SIC를 지원한다면, 그 후, M 선택된 가상 안테나들에 대한 M CQI들은 SIC로 인한 SINR 개선을 반영할 수 있다. 도 5B에 보여지는 계층 치환에 대하여, UE(120)는 모든 M 선택된 가상 안테나들에 대하여 평균 CQI를 송신할 수 있다. UE(120)가 SIC를 지원한다면, 그 후, UE(120)는 또한 제1 가상 안테나 이후에 각각의 가상 안테나에 대하여 델타 CQI를 송신할 수 있다. 각각의 가상 안테나에 대한 델타 CQI는 그러한 가상 안테나에 대한 SIC의 사용으로 인한 SINR 개선을 지시할 수 있다. 대안적으로, UE(120)는 각각의 가상 안테나에 대한 SIC로 인한 평균 SINR 개선을 지시할 수 있는 단일 델타 CQI를 송신할 수 있다. 델타 CQI는 또한 차동(differential) CQI, 공간 차동 CQI, 증분(incremental) CQI 등으로서 지칭될 수 있다. 임의의 경우에, 각각의 선택된 가상 안테나에 대하여 CQI를 송신하는 것은 상대적으로 높은 피드백 오버헤드를 초래할 수 있다.

[0045] 일 양상에서, 하나의 또는 2개의 코드워드들은 계층 치환을 사용하여 하나 이상의 가상 안테나들을 통해 송신될 수 있다. 표 1은 한 설계에 따른 랭크(1, 2, 3 및 4)에 대하여 하나 이상의 코드워드들에 송신될 수 있는 방법에 대해 설명한다. 계층들의 개수는 랭크와 동일하다.

표 1

랭크	코드워드들의 개수	세목
1	1	예를 들어, 1, 2, 3 또는 4와 같은 최상의 가상 안테나를 통해 하나의 코드워드 송신
2	2	최상의 가상 안테나들 쌍을 통해 2개의 코드워드들 송신(각각의 계층상의 하나의 코드워드)
3	2	최상의 3 가상 안테나들을 통해 2개의 코드워드들 송신(하나의 계층상의 하나의 코드워드 및 2개의 계층상의 다른 코드워드)
4	2	4개의 가상 안테나들을 통해 2 코드워드들 송신(2개의 계층들상의 각각의 코드워드)

[0047] 도 6A는 랭크 1에 대한 하나의 코드워드의 전송(610)을 보여준다. 최상의 가상 안테나는 4개의 이용가능한 가상 안테나들(1, 2, 3 및 4) 중에서 사용을 위하여 선택될 수 있다. 하나의 계층은 도 6A에 보여지는 실시예의 가상 안테나(3)인, 선택된 가상 안테나로 맵핑된다. 하나의 코드워드는 하나의 선택된 가상 안테나를 통해, 그리고 하나의 계층상에서 송신된다.

[0048] 도 6B는 랭크 2에 대한 2개의 코드워드들의 전송(620)을 보여준다. 최상의 가상 안테나들의 쌍({1, 2}, {1, 3}, {1, 4}, {2, 3}, {2, 4} 또는 {3, 4})이 4개의 이용가능한 가상 안테나들 중에서 사용을 위해 선택될 수 있다. 도 6B에 보여지는 실시예에서, 가상 안테나들(2 및 4)은 선택된 가상 안테나들이다. 2개의 계층들이 이용가능하며, 계층 치환을 이용하여 2개의 선택된 가상 안테나들로 맵핑될 수 있다. 코드워드 1은 계층 1상에서 송신될 수 있으며, 계층 1은 도 6B의 음영 표시로 보여진다. 코드워드 2는 계층 2상에서 송신될 수 있으며, 계층 2는 도 6B의 음영 표시 없는 부분으로 보여진다.

[0049] 도 6C는 대칭적 계층 치환으로 랭크 3에 대한 2개의 코드워드들의 전송(630)을 보여준다. 3개의 최상의 가상 안테나들의 세트({1, 2, 3}, {1, 2, 4}, {1, 3, 4} 또는 {2, 3, 4})는 4개의 이용가능한 가상 안테나들 중에서 사용을 위해 선택될 수 있다. 도 6C에 보여지는 실시예에서, 가상 안테나들(1, 2 및 4)이 선택된 가상 안테나들이다. 3개의 계층들은 이용가능하며, 계층 치환으로 3개의 선택된 가상 안테나들로 맵핑될 수 있다. 도 6C에 보여지는 실시예에서, 계층 치환은 대칭적이며, 각각의 계층은 순환 방식으로 모든 3개의 선택된 가상 안테나들로 맵핑된다. 코드워드 1은 계층 1상에서 송신되며, 계층 1은 도 6C의 음영 표시로 보여진다. 코드워드 1은 계층들 2 및 3상에서 송신될 수 있으며, 계층들 2 및 3은 도 6C의 음영 표시 없는 부분으로 보여진다. 코드워드 2가 2개의 계층들상에서 송신되는 반면, 코드워드 1은 하나의 계층상에서 송신되기 때문에, 코드워드 2는

코드워드 1보다 더 큰 크기를 가질 수 있다.

- [0050] 도 6D는 비대칭적 계층 치환으로 랭크 3에 대한 2개의 코드워드들의 전송(632)을 보여준다. 도 6D에 보여지는 실시예에서, 계층 1은 모든 3개의 선택된 가상 안테나들에 걸쳐 맵핑되고, 계층 2는 가상 안테나들(1 및 2)로 맵핑되며, 계층 3은 가상 안테나들(1 및 4)로 맵핑된다. 코드워드 1은 계층 1상에서 송신될 수 있으며, 계층 1은 도 6D의 음영 표시로 보여진다. 코드워드 1은 계층 1이 모든 3개의 가상 안테나들로 맵핑되기 때문에 모든 3개의 선택된 가상 안테나들에 걸쳐 송신될 수 있다. 코드워드 2는 계층들 2 및 3상에서 송신될 수 있으며, 계층들 2 및 3은 도 6D의 음영 표시 없는 부분으로 보여진다. 코드워드 2는 계층들 2 및 3이 3개의 선택된 가상 안테나들 중 단 2개로 각각 맵핑된다 하더라도, 모든 3개의 선택된 가상 안테나들에 걸쳐 송신될 수 있다.
- [0051] 도 6E는 대칭적 계층 치환으로 랭크 4에 대한 2개의 코드워드들의 전송(640)을 보여준다. 모든 4개의 이용가능 가상 안테나들이 사용을 위해 선택된다. 4개의 계층들은 이용가능하며, 계층 치환으로 선택된 4개의 가상 안테나들로 맵핑될 수 있다. 도 6E에 보여지는 실시예에서, 계층 치환은 대칭적이며, 각각의 계층은 순환 방식으로 모든 4개의 선택된 가상 안테나들로 맵핑된다. 코드워드 1은 계층들 1 및 2상에서 송신될 수 있고, 계층들 1 및 2는 도 6E의 음영 표시로 보여진다. 코드워드 2는 계층들 3 및 4상에서 송신될 수 있으며, 계층들 3 및 4는 도 6E의 음영 표시 없는 부분으로 보여진다.
- [0052] 도 6F는 비대칭적 계층 치환으로 랭크 4에 대한 2개의 코드워드들의 전송(642)을 보여준다. 도 6F에 보여지는 실시예에서, 계층 1은 교대하는(alternating) 서브캐리어들상에서 가상 안테나들(1 및 3)로 맵핑되고, 계층 2는 교대하는 서브캐리어들상에서 가상 안테나들(2 및 4)로 맵핑되며, 계층 3은 교대하는 서브캐리어들상에서 가상 안테나들(1 및 3)으로 맵핑되며, 계층 4는 교대하는 서브캐리어들상에서 가상 안테나들(2 및 4)로 맵핑된다. 코드워드 1은 계층들 1 및 2상에서 송신될 수 있으며, 계층들 1 및 2는 도 6F에서 음영 표시로 보여진다. 코드워드 1은 계층들 1 및 2가 선택된 4개의 가상 안테나들 중 단 2개로 맵핑될지라도, 모든 4개의 선택된 가상 안테나들에 걸쳐 송신될 수 있다. 코드워드 2는 계층 3 및 4상에서 송신될 수 있으며, 계층 3 및 4는 도 6F에서 음영 표시 없는 부분으로 표시된다. 코드워드 2는 계층들 3 및 4가 4개의 선택된 가상 안테나들 중 단 2개로 각각 맵핑된다 할지라도, 모든 4개의 선택된 가상 안테나들에 걸쳐 송신될 수 있다.
- [0053] 도 6F의 대칭적 계층 치환은 코드워드 치환의 일 실시예로서 고려될 수 있다. 이러한 실시예에서, 제1 안테나 그룹은 가상 안테나(1 및 2)를 포함하고, 제2 안테나 그룹은 가상 안테나들(3 및 4)을 포함한다. 코드워드 1은 교대하는 서브캐리어들상에서 제1 및 제2 안테나 그룹들로 맵핑되고, 코드워드 2는 교대하는 서브캐리어들상에서 제2 및 제1 안테나 그룹들로 유사하게 맵핑된다.
- [0054] 도 6B 내지 6f는 2, 3 및 4개의 선택된 가상 안테나들에 대하여 대칭적인 그리고 비대칭적인 계층 치환의 몇몇 실시예들을 보여준다. 일반적으로, 계층은 선택된 가상 안테나들의 서브세트 또는 전부에 비대칭적으로, 또는 선택된 모든 가상 안테나들에 대하여 대칭적으로 맵핑될 수 있다. 계층 치환은 각각의 코드워드가 그러한 코드워드에 대하여 사용되는 각각의 계층이 맵핑될 방법과 무관하게 모든 선택된 가상 안테나들로 균일하게 맵핑되도록 하기 위한 것이다.
- [0055] 가상 안테나들로의 코드워드들의 맵핑은 다음과 같이 수행될 수 있다:
- [0056] 1. 예를 들어, 표 1에 보여지는 바와 같이, M 코드워드들로 L 계층들 맵핑
- [0057] 2. 예를 들어, 도 6B 내지 6f에 보여지는 바와 같이, M 계층들을 치환
- [0058] 3. M 선택된 가상 안테나들로 M 치환된 계층들을 맵핑(하나의 치환된 계층을 각각의 선택된 가상 안테나로)
- [0059] 각각의 코드워드가 모든 M 선택된 가상 안테나들에 걸쳐 송신된다면, 그 후, 각각의 코드워드는 선형적 MIMO 검출에 의해 M 선택된 가상 안테나들의 평균 SINR을 관찰할 수 있다. UE(120)는 평균 SINR에 기초하여 베이스(base) CQI를 결정할 수 있다. UE(120)가 SIC를 수행할 수 있고, 2개의 코드워드들이 랭크 2 또는 그보다 높게 송신된다면, 그 후, UE(120)는 추후에 복원된 코드워드의 SINR과 평균 SINR 사이의 차에 기초하여 델타 CQI를 결정할 수 있다. 델타 CQI는 또한 SIC 이득으로 지칭될 수 있으며, 0 dB 이상일 수 있다. UE(120)가 SIC를 수행할 수 없다면, 그 후, 평균 SINR은 UE로 송신되는 모든 코드워드들에 대하여 적용가능할 것이다. UE(120)는 베이스 CQI 및 델타 CQI(적용가능하다면)를 노드 B(110)로 송신할 수 있다. 노드 B(110)는 베이스 CQI에 기초하여 제1 코드워드를 프로세싱(예를 들어, 인코딩 및 변조)할 수 있으며, 베이스 CQI 및 델타 CQI(적용가능하다면)에 기초하여 제2 코드워드를 프로세싱할 수 있다.
- [0060] 계층 치환에 의해, 델타 CQI는 SIC를 지원하는 SIC-가능 UE에 대하여 적용가능할 수 있으나, SIC를 지원하지 않

는 SIC-불능 UE에 대하여 적용가능하지 않을 수 있다. CQI 정보는 SIC-가능 및 SIC-불능 UE들에 의하여 다양한 방식으로 송신될 수 있다.

[0061] 도 7A는 SIC-가능 및 SIC-불능 UE들에 대한 CQI 리포팅 방식을 보여준다. 이러한 방식에서, 동일한 CQI 포맷(710)이 두 가지 타입의 UE들에 대하여 사용되며, 베이스 CQI 필드(712) 및 델타 CQI 필드(714)를 포함한다. 필드(712)는 완전한 CQI 값을 운반할 수 있으며, N_b 비트들의 길이를 가질 수 있고, N_b 는 4, 5, 6 또는 몇몇 다른 값과 동일할 수 있다. 필드(714)는 델타 CQI를 운반할 수 있고, N_d 비트들의 길이를 가질 수 있고, N_d 는 2, 3, 4 또는 몇몇 다른 값과 동일할 수 있다. SIC-가능 UE는 필드(712)에서 베이스 CQI를, 그리고 필드(714)에서 델타 CQI를 송신할 수 있다. SIC-불능 UE는 필드(712)에서 베이스 CQI를, 그리고 필드(714)에서 널 값(예를 들어, 0 dB)을 송신할 수 있다.

[0062] 도 7B는 SIC-가능 및 SIC-불능 UE들에 대한 다른 CQI 리포팅 방식을 보여준다. 이러한 방식에서, 상이한 CQI 포맷들(710 및 720)은 두 개의 타입의 UE들에 대하여 사용된다. CQI 포맷(710)은 베이스 CQI 필드(712) 및 델타 CQI 필드(714)를 포함하는 반면, CQI 포맷(720)은 단지 베이스 CQI 필드(722)만을 포함한다. SIC-가능 UE는 CQI 포맷(710)의 필드(714)에서 델타 CQI를, 그리고 필드(712)에서 베이스 CQI를 송신할 수 있다. SIC-불능 UE는 CQI 포맷(720)의 필드(722)에서 베이스 CQI를 송신할 수 있다. UE는 예를 들어, UE 식별에 기초하여 또는 호출 셋업 동안에 파라미터로서, 호출의 시작시 자신의 능력을 리포팅할 수 있다. UE는 자신의 능력에 기초하여 CQI 포맷(710 및 720) 중 하나를 사용하도록 지시될 수 있다.

[0063] 도 7C는 SIC-가능 및 SIC-불능 UE들에 대한 다른 CQI 리포팅 방식을 보여준다. 이러한 방식에서, 동일한 CQI 포맷(710)이 두가지 타입의 UE들 모두에 대하여 사용되나, SIC-가능 및 SIC-불능 UE들에 대하여 상이한 콘텐츠를 운반한다. SIC-가능 UE는 필드(714)에서 델타 CQI를, 그리고 필드(712)에서 베이스 CQI를 송신할 수 있다. SIC-불능 UE는 필드(712)에서 베이스 CQI를, 그리고 필드(714)에서 다른 정보를 송신할 수 있다. SIC-가능 및 SIC-불능 UE들은 모두 CQI 포맷(710)으로 이용가능한 비트들을 보다 완전히 이용할 수 있다. UE는 호출의 시작시 자신의 능력을 리포팅할 수 있다. UE는 (i) UE가 SIC-가능하다면 베이스 CQI 및 델타 CQI를, 또는 (ii) UE가 SIC-불능이라면, 베이스 CQI 및 다른 정보를 송신하도록 지시될 수 있다.

[0064] 일 설계에서, 필드(714)에서 송신되는 다른 정보는 프리코딩 행렬들의 세트로부터 선택되는 프리코딩 행렬을 포함한다. 이러한 설계에서, SIC-가능 UE는 단일 프리코딩 행렬(예를 들어, DFT 행렬)와 함께 동작할 수 있으며, 선택된 프리코딩 행렬에 대한 정보를 다시 송신할 필요가 없을 수 있다. SIC-불능 UE는 프리코딩 행렬들의 세트와 함께 동작할 수 있으며, 최상의 성능을 제공하는 프리코딩 행렬을 선택하여 다시 송신할 수 있다. 예를 들어, $ND = 3$ 이라면, 그 후, SIC-불능 UE는 8개의 가능한 프리코딩 행렬들 중 하나를 선택하고, 3개의 비트들을 사용하여 선택된 프리코딩 행렬을 다시 송신할 수 있다. 다른 설계에서, SIC-가능 UE는 프리코딩 행렬들의 작은 세트와 함께 동작할 수 있고, SIC-불능 UE는 프리코딩 행렬들의 더 큰 세트와 함께 동작할 수 있으며, 더 큰 세트에 대한 부가적인 프리코딩 정보는 필드(714)에서 송신될 수 있다. 일반적으로, 필드(714)는 프리코딩 정보(예를 들어, 프리코딩 행렬, 프리코딩 벡터들 등에 대한), SINR 정보(예를 들어, 평균 SINR, 차동 SINR 등) 및/또는 다른 정보를 송신하는데 사용될 수 있다. SIC-가능 UE는 랭크 1이 선택되고 델타 CQI가 적용가능하지 않을 때, 필드(714)의 다른 정보(예를 들어, SIC-불능 UE에 의하여 송신될 임의의 정보)를 또한 송신할 수 있다.

[0065] SIC-가능 UE에 대하여, 베이스 CQI는 공간적 채널 평균 파라미터로서 간주될 수 있으며, 델타 CQI는 SIC 이득 파라미터로서 간주될 수 있다. 계층 치환은 본질적으로 L 코드워드들에 대한 L 개별적 채널-의존 CQI들을 유사한 전체 용량을 갖는 SIC 이득 파라미터 및 공간적 채널 평균 파라미터로 변환한다. 공간적 채널 평균 파라미터 및 SIC 이득 파라미터는 개별 채널-의존 CQI들보다 시간 및 주파수에서 보다 느리게 변화할 수 있다. 추가적으로, SIC 이득 파라미터는 좁은 범위에서 변화할 수 있는 반면, 개별 채널-의존 CQI들 사이의 갭들은 넓은 범위에서 변화할 수 있다. 이러한 팩터들은 공간적 피드백에서의 감소 및 시간 및 주파수 피드백에서 잠재적인 감소를 가능하게 할 수 있다.

[0066] 베이스 및 델타 CQI 피드백을 이용한 계층 치환의 사용은 다음과 같은 다양한 장점들을 제공할 수 있다:

[0067] 1. 감소된 피드백 오버헤드 - 베이스 및 델타 CQI들은 계층 치환 없이 각각의 코드워드에 대한 전체 CQI보다 덜 자주 그리고 더 적은 비트들로 송신될 수 있다

[0068] 2. CQI들이 안정되기 시작하거나 잘못 수신될 때, 또는 스케줄링된 대역폭이 CQI들이 추정되는 대역폭과 상이할 때, 등의 경우에 계층당 증가된 공간적 다이버시티로 인한 개선된 성능

- [0069] 상이한 동작 시나리오들, 예를 들어, 상이한 채널 모델들, 상이한 CQI 포맷들, 상이한 CQI 리포팅 지연들, 상이한 스케줄링된 대역폭들 대 CQI 리포팅 대역폭 등에 대한 계층 치환을 이용하는 그리고 계층 치환을 이용하지 않는 2×2 및 4×4 MIMO 전송들에 대하여 다양한 컴퓨터 시뮬레이션들이 수행되었다. 컴퓨터 시뮬레이션들은 예를 들어, 5-비트 베이스 CQI 및 2-비트 델타 CQI와 같은 동일한 피드백 오버헤드에 대한 비-계층 치환을 증가하는 계층 치환을 보여준다. 채널 도플러가 적당하거나 높을 때, 그리고 스케줄링된 대역폭이 CQI 리포팅 대역폭과 동일하지 않을 때 성능 개선은 더 크며, 두 경우 모두는 종종 실제적 MIMO 동작에서의 경우이다.
- [0070] 도 8은 도 2의 노드 B(110)에서의 TX MIMO 프로세서(230) 및 TX 데이터 프로세서(220)의 한 설계의 블록도를 보여준다. TX 데이터 프로세서(220) 내에서, 디멀티플렉서(Demux)(810)는 데이터 소스(212)로부터 데이터를 수신하고, 데이터를 병렬로 송신될 L 데이터 블록들로 디멀티플렉싱하며, L 데이터 블록들을 L 프로세싱 섹션들(820a 내지 820I)에 제공하고, 여기서, $L \geq 1$ 이다.
- [0071] 프로세싱 섹션(820a)내에서, 인코더(822a)는 코딩 방식에 따라 자신의 데이터 블록을 인코딩하고, 코드워드 1을 제공할 수 있다. 코딩 방식은 컨볼루션(convolutional) 코드, 터보 코드, 저밀도 패리티 체크(LDPC) 코드, 순환 잉여 체크(CRC) 코드, 블록 코드 등, 또는 그들의 결합물을 포함할 수 있다. 인코더(822a)는 또한 원하는 개수의 코드 비트들을 획득하기 위하여, 필요에 따라, 펀처링(puncturing) 또는 반복을 수행할 수 있다. 스크램블러(824a)는 코드워드 1에 대한 스크램블링 코드에 기초하여 인코더(822a)로부터의 코드 비트들을 스크램블링할 수 있다. 심볼 매퍼(826a)는 변조 방식에 기초하여 스크램블러(824a)로부터 스크램블링된 비트들을 맵핑하고, 데이터 심볼들을 제공할 수 있다.
- [0072] TX 데이터 프로세서(220) 내에 각각의 나머지 프로세싱 섹션(820)은 자신의 데이터 블록을 유사하게 프로세싱하고, 하나의 코드워드에 대한 데이터 심볼들을 제공할 수 있다. 각각의 프로세싱 섹션(820)은 자신의 코드워드에 대하여 선택된 MCS에 기초하여 인코딩 및 변조를 수행할 수 있다. 일반적으로, MCS는 코딩 방식 또는 코드 레이트, 변조 방식, 패킷 크기, 데이터 레이트, 및/또는 다른 파라미터들을 포함할 수 있다.
- [0073] TX MIMO 프로세서(230) 내에서, 곱셈기들(830a 내지 830I)은 각각 L 코드워드들에 대하여 프로세싱 섹션들(830a 내지 830I)로부터 데이터 심볼들을 수신할 수 있다. 각각의 곱셈기(830)는 자신의 코드워드에 대한 원하는 전송 전력을 달성하기 위하여 선택되는 이득(G)으로 자신의 데이터 심볼들을 스케일링할 수 있다. 코드워드 매퍼(832)는 예를 들어, 도 6A 내지 6f에 보여지는 바와 같이, M 계층들로 L 코드워드들에 대한 데이터 심볼들을 맵핑할 수 있다. 계층 매퍼(834)는 예를 들어, 도 6A 내지 6f에 보여지는 바와 같이, 전송을 위해 사용되는 가상 안테나들 및 서브캐리어들로 M 계층들 및 파일럿 심볼들에 대한 데이터 심볼들을 맵핑할 수 있다. 코드워드 매퍼(832) 및 계층 매퍼(834)는 또한 하나의 매퍼로 결합될 수 있다. 프리코더(836)는 프리코딩 행렬 U로 각각의 서브캐리어에 대한 맵핑된 심볼들을 곱셈할 수 있으며, 모든 서브캐리어들에 대하여 출력 심볼들을 제공할 수 있다. 프리코더(836)는 T 변조기들(232a 내지 232t)로 T 출력 심볼 스트림들을 제공할 수 있다.
- [0074] 도 9는 RX MIMO 프로세서(260a) 및 RX 데이터 프로세서(270a)의 블록도를 도시하며, 이는 도 2의 UE(120)에서 RX MIMO 프로세서(260) 및 RX 데이터 프로세서(270)의 일 설계이다. RX MIMO 프로세서(260a) 내에, MIMO 검출기(910)는 복조기들(254a 내지 254r)로부터 R 수신된 심볼 스트림들을 획득할 수 있다. MIMO 검출기(910)는 MMSE, ZF, MRC, 또는 몇몇 다른 기술에 기초하여 R 수신된 심볼 스트림들에 대하여 MIMO 검출을 수행할 수 있다. MIMO 검출기(910)는 M 선택된 가상 안테나들에 대하여 M 검출된 심볼 스트림들을 제공할 수 있다. 계층 디매퍼(912)는 M 검출된 심볼 스트림들을 수신하고, 도 8의 계층 매퍼(834)에 의하여 수행되는 맵핑에 상보적인 방식으로 디맵핑을 수행하며, M 계층들에 대하여 M 디맵핑된 심볼 스트림들을 제공할 수 있다. 코드워드 디매퍼(914)는 M 계층들에 대하여 M 디맵핑된 심볼 스트림들을 디맵핑하고, L 코드워드들에 대하여 M 디맵핑된 심볼 스트림들을 제공할 수 있다. 계층 디매퍼(912) 및 코드워드 디매퍼(914)는 또한 하나의 디매퍼로 결합될 수 있다.
- [0075] 도 9에 보여지는 설계에서, RX 데이터 프로세서(270a)는 L 코드워드들에 대하여 L 프로세싱 섹션들(920a 내지 920I)을 포함한다. 각각의 프로세싱 섹션(920)은 하나의 코드워드에 대한 하나의 디맵핑된 심볼 스트림을 수신하여 프로세싱하고, 대응하는 디코딩된 데이터 블록을 제공할 수 있다. 코드워드 1에 대한 프로세싱 섹션(920a) 내에서, 심볼 디매퍼(922a)는 예를 들어, 코드워드 1에 대하여 사용되는 변조 방식 및 디맵핑된 심볼들에 기초하여 코드워드 1에 대하여 송신된 코드 비트들에 대한 LLR(log-likelihood ratio)들을 계산함으로써, 자신의 디맵핑된 심볼 스트림에 대하여 심볼 디맵핑을 수행할 수 있다. 디스크램블러(924a)는 코드워드 1에 대한 스크램블링 코드에 기초하여 심볼 디매퍼(922a)로부터 LLR들을 디스크램블링할 수 있다. 디코더(926a)는 디스크램블링된 LLR들을 디코딩하고, 코드워드 1에 대하여 디코딩된 데이터 블록을 제공할 수 있다.

- [0076] RX 데이터 프로세서(270a) 내에 각각의 나머지 프로세싱 섹션(920)은 자신의 디맵핑된 심볼 스트림을 유사하게 프로세싱하고, 대응 디코딩된 데이터 블록을 제공할 수 있다. 프로세싱 섹션들(920a 내지 920i)은 L 코드워드들에 대하여 L 디코딩된 데이터 블록들을 제공할 수 있다. 멀티플렉서(Mux)(930)는 L 디코딩된 데이터 블록들을 멀티플렉싱하고, 디코딩된 데이터를 제공할 수 있다.
- [0077] 도 10은 RX MIMO 프로세서(260b) 및 RX 데이터 프로세서(270b)의 블록도를 보여주며, 이는 도 2의 UE(120)에서 RX MIMO 프로세서(260) 및 RX 데이터 프로세서(270)의 다른 설계이다. 프로세서들(260b 및 270b)은 SIC를 수행하고, 한번에 하나의 코드워드를 복원하며, 각각의 복원된 코드워드로부터의 간섭을 추정하고 소거한다.
- [0078] 첫번째로 복원되는 코드워드 1에 대한 스테이지 1 내에서, MIMO 검출기(1010a)는 R 복조기들(254a 내지 254r)로부터 R 수신된 심볼 스트림들을 획득할 수 있다. MIMO 검출기(1010a)는 R 수신된 심볼 스트림들에 대하여 MIMO 검출을 수행하고(MMSE 기술에 기초하여), M 선택된 가상 안테나들에 대하여 M 검출된 심볼 스트림들을 제공할 수 있다. 계층 및 코드워드 디맵퍼(1012a)는 M 검출된 심볼 스트림들을 디맵핑하고, 코드워드 1에 대하여 하나의 디맵핑된 심볼 스트림을 제공할 수 있다. 프로세싱 섹션(1020a)은 디맵핑된 심볼 스트림에 대하여 심볼 디맵핑, 디스크램블링 및 디코딩을 수행할 수 있으며, 도 9의 프로세싱 섹션(920a)에 대하여 상기 개시된 것과 같은 코드워드 1에 대한 디코딩된 데이터 블록을 제공할 수 있다.
- [0079] 코드워드 1이 정확하게 디코딩된다면, 그 후, 프로세싱 섹션(1022a)은 코드워드 1에 대하여 데이터 심볼들을 재생시키기 위하여 도 8의 노드 B에서 프로세싱 섹션(820a)과 동일한 방식으로 디코딩된 데이터 블록을 인코딩, 스캐램블링, 및 심볼 맵핑할 수 있다. TX MIMO 프로세서(1014a)는 도 8의 TX MIMO 프로세서(230)와 동일한 방식으로 코드워드 1에 대한 데이터 심볼들에 공간적 프로세싱을 수행할 수 있다. 간섭 추정기(1016a)는 채널 추정치들 및 TX MIMO 프로세서(1014a)로부터의 맵핑된 데이터 심볼들에 기초하여 코드워드 1로 인한 간섭을 추정할 수 있다. 간섭 차감 유닛(1018a)은 R 수신된 심볼 스트림들로부터 추정된 간섭을 차감하고, 다음 스테이지에 대하여 R 입력 심볼 스트림들을 제공할 수 있다.
- [0080] 두번째로 복원되는 코드워드 2에 대한 스테이지 2 내에서, MIMO 검출기(1010b)는 스테이지 1의 유닛(1018a)으로부터 R 입력 심볼 스트림들을 획득하고, R 입력 심볼 스트림들에 대하여 MIMO 검출을 수행하고(예를 들어, MMSE 기술에 기초하여), M 선택된 가상 안테나들에 대하여 M 검출된 심볼 스트림들을 제공할 수 있다. 계층 및 코드워드 디맵퍼(1012b)는 M 검출된 심볼 스트림들을 디맵핑하고, 코드워드 2에 대하여 하나의 디맵핑된 심볼 스트림을 제공할 수 있다. 프로세싱 섹션(1020b)은 디맵핑된 심볼 스트림에 대하여 심볼 디맵핑, 디스크램블링, 및 디코딩을 수행할 수 있으며, 코드워드 2에 대하여 디코딩된 데이터 블록을 제공할 수 있다.
- [0081] 2보다 많은 코드워드들이 병렬로 송신된다면, 그 후, 스테이지 1 이후의 각각의 스테이지는 바로 앞의 스테이지로부터 R 입력 심볼 스트림들을 수신하고, 스테이지 1과 유사한 방식으로 입력 심볼 스트림들을 프로세싱하며, 그러한 스테이지에 의하여 복원되는 코드워드에 대하여 디코딩된 데이터 블록을 제공할 수 있다. 코드워드가 정확하게 디코딩된다면, 그 후, 코드워드에 의한 간섭은 다음 스테이지에 대한 R 입력 심볼 스트림들을 획득하기 위하여 그러한 스테이지에 대한 R 입력 심볼 스트림들로부터 추정되고 차감될 수 있다. 마지막 스테이지는 간섭 추정 및 소거를 생략할 수 있다.
- [0082] 도 11은 MIMO 전송을 송신하기 위한 프로세스(1100)의 일 설계를 보여준다. 프로세스(1100)는 노드 B, UE 또는 몇몇 다른 송신국에 의하여 수행될 수 있다. 다수의 코드워드들은 MIMO 전송에 대한 다수의 안테나들로부터의 전송을 위해 생성될 수 있으며, 코드워드들의 개수는 안테나들의 개수 미만이다(블록(1112)). 일반적으로, 안테나는 프리코딩 행렬, 물리적 안테나 등에 기초하여 형성되는 가상 안테나에 대응할 수 있다. 다수의 안테나들은 다수의 이용가능한 안테나들로부터 선택될 수 있다. 각각의 다수의 코드워드들은 다수의 안테나들에 걸쳐 맵핑될 수 있다(블록(1114)). 각각의 코드워드는 코드워드의 동일한 부분이 다수의 안테나들 각각에 맵핑되도록 다수의 안테나들에 걸쳐 균일하게 맵핑될 수 있다. 예를 들어, 각각의 코드워드는 도 6C 및 6E에 보여지는 바와 같이, 다수의 서브캐리어들상에 다수의 안테나들에 걸쳐 주기적으로 맵핑될 수 있다.
- [0083] 일 설계에서, 제1 및 제2 코드워드들을 포함하는 2개의 코드워드들이 생성될 수 있다. 랭크 3에 대하여, 제1 코드워드는 각각의 서브캐리어상의 하나의 안테나로 그리고 3개의 안테나들에 걸쳐 맵핑될 수 있다. 제2 코드워드는 각각의 서브캐리어상의 2개의 안테나들로 그리고 3개의 안테나에 걸쳐 맵핑될 수 있다. 랭크 4에 대하여, 각각의 코드워드는 각각의 서브캐리어상의 2개의 안테나들로 그리고 4개의 안테나들에 걸쳐 맵핑될 수 있다.
- [0084] 일 설계에서, 각각의 코드워드는 다수의 계층들 중 적어도 하나로 맵핑될 수 있다. 다수의 계층들은 그 후, 예

를 들어, 다수의 서브캐리어들상에 다수의 가상 안테나들에 걸쳐 주기적인 각각의 계층의 맵핑에 의하여 다수의 가상 안테나들로 맵핑될 수 있다. 제1 및 제2 코드워드들을 포함하는 2개의 코드워드들이 생성될 수 있다. 랭크 3에 대하여, 제1 코드워드는 3개의 계층들 중 하나로 맵핑될 수 있고, 제2 코드워드는 3개의 계층들 중 나머지 2개로 맵핑될 수 있으며, 3개의 계층들은 3개의 가상 안테나들로 맵핑될 수 있다. 랭크 4에 대하여, 각각의 코드워드는 4개의 계층들 중 2개로 맵핑될 수 있으며, 4개의 계층들은 4개의 가상 안테나들로 맵핑될 수 있다.

[0085] 도 12는 MIMO 전송을 송신하기 위한 장치(1200)의 일 설계를 보여준다. 장치(1200)는 MIMO 전송을 위한 다수의 안테나들로부터의 전송을 위해 다수의 코드워드들을 생성하기 위한 수단을 포함하고, 코드워드들의 개수는 안테나들의 개수 미만이며(모듈(1212)), 다수의 안테나들에 걸쳐 다수의 코드워드들 각각을 맵핑하기 위한 수단(모듈(1214))을 포함한다.

[0086] 도 13은 MIMO 전송을 수신하기 위한 프로세스(1300)의 일 설계를 보여준다. 프로세스(1300)는 UE, 노드 B, 또는 몇몇 다른 수신국에 의하여 수행될 수 있다. 다수의 안테나들을 통해 송신되는 코드워드들을 포함하는 MIMO 전송이 수신될 수 있으며, 각각의 코드워드는 다수의 안테나들에 걸쳐 맵핑되고, 코드워드들의 개수는 안테나들의 개수 미만이다(블럭(1312)). 디맵핑은 다수의 안테나들로부터의 각각의 코드워드에 대하여 수행될 수 있다(블럭(1314)). 각각의 디맵핑된 코드워드는 대응하는 디코딩된 데이터 블록을 획득하기 위하여 디코딩될 수 있다(블럭(1316)).

[0087] 일 설계에서, MIMO 전송은 제1 및 제2 코드워드들을 포함할 수 있다. 랭크 3에 대하여, 디맵핑은 (i) 3개의 가상 안테나들에 걸쳐 그리고 다수의 서브캐리어들 각각을 통해 하나의 가상 안테나로부터의 제1 코드워드, 및 (ii) 3개의 가상 안테나들에 걸쳐 그리고 서브캐리어상의 2개의 가상 안테나들로부터의 제2 코드워드에 대하여 수행될 수 있다. 랭크 4에 대하여, 디맵핑은 4개의 가상 안테나들에 걸쳐 그리고 서브캐리어들 각각을 통해 2개의 가상 안테나들로부터의 각각의 코드워드에 대하여 수행될 수 있다.

[0088] MIMO 검출은 다수의 안테나들에 대한 다수의 검출된 심볼 스트림들을 획득하기 위하여 다수의 수신된 심볼 스트림들에 대하여 수행될 수 있다. 일 설계에서, 다수의 검출된 시스템 스트림들은 다수의 코드워드들에 대한 다수의 디맵핑된 심볼 스트림들을 획득하기 위하여 디맵핑될 수 있다. 각각의 디맵핑된 심볼 스트림은 그 후 하나의 코드워드에 대한 디코딩된 데이터 블록을 획득하기 위하여 디코딩될 수 있다. 다른 설계에서, 다수의 검출된 심볼 스트림들은 다수의 계층들에 대한 제1 다수의 디맵핑된 심볼 스트림들을 획득하기 위하여 디맵핑될 수 있다. 제1 다수의 디맵핑된 심볼 스트림들은 다수의 코드워드들에 대한 제2 다수의 디맵핑된 심볼 스트림들을 획득하기 위하여 추가로 디맵핑될 수 있다. 각각의 제2 디맵핑된 심볼 스트림은 그 후 하나의 코드워드에 대하여 디코딩된 데이터 블록을 획득하기 위해 디코딩될 수 있다.

[0089] 도 14는 MIMO 전송을 수신하기 위한 장치(1400)의 일 설계를 보여준다. 장치(1400)는 다수의 안테나들을 통해 송신되는 다수의 코드워드들을 포함하는 MIMO 전송을 수신하기 위한 수단을 포함하고, 각각의 코드워드는 다수의 안테나들에 걸쳐 맵핑되고, 코드워드들의 개수는 안테나들의 개수 미만이며(모듈(1412)), 다수의 안테나들로부터의 각각의 코드워드에 대한 디맵핑을 수행하기 위한 수단(모듈(1414)) 및 대응하는 디코딩된 데이터 블록을 획득하기 위하여 각각의 디맵핑된 코드워드들을 디코딩하기 위한 수단(모듈(1416))을 포함한다.

[0090] 도 15는 CQI를 결정하기 위한 프로세스(1500)의 일 설계를 보여준다. 프로세스(1500)는 UE, 노드 B 등에 의하여 수행될 수 있다. MIMO 전송을 위해 사용되는 다수의 안테나들에 대한 평균 신호 품질을 나타내는 베이스 CQI가 결정될 수 있다(블럭(1512)). MIMO 전송을 위한 평균 신호 품질에 대한 개선을 나타내는 델타 CQI가 또한 결정될 수 있다(블럭(1514)). 베이스 CQI는 SINR 값, 변조 및 코딩 방식, 패킷 포맷, 전송 포맷, 레이트 등을 포함할 수 있다. 델타 CQI는 베이스 CQI에 대한 변화를 포함할 수 있다.

[0091] SIC-가능 UE에 대하여, 델타 CQI는 MIMO 전송의 검출을 위한 SIC의 사용에 기초하여 결정될 수 있다. 델타 CQI는 제1 코드워드로부터의 간섭 소거 이후, 제2 코드워드에 대한 신호 품질의 개선을 나타낼 수 있다. 델타 CQI는 MIMO 전송이 랭크 1을 갖는다면 널 값으로 설정될 수 있다. SIC-불능 UE에 대하여, 그리고, 랭크가 1일 때, SIC-가능 UE에 대하여, 델타 CQI는 SIC가 MIMO 전송의 검출을 위해 사용되지 않거나, 또는 랭크가 1일 때 널 값으로 설정될 수 있다. 프리코딩 및/또는 다른 정보는 또한 델타 CQI에 대하여 정상적으로 사용되는 비트들을 사용하여 송신될 수 있으며, 다수의 프리코딩 행렬들 및/또는 다른 정보 중에서 선택되는 프리코딩 행렬을 나타낼 수 있다.

[0092] 일 설계에서, MIMO 전송은 제1 및 제2 코드워드들을 포함할 수 있다. 랭크 3에 대하여, 베이스 CQI는 3개의 가상 안테나들에 대한 평균 신호 품질에 기초하여 결정될 수 있다. 랭크 4에 대하여, 베이스 CQI는 4개의 가상

안테나들에 대한 평균 신호 품질에 기초하여 결정될 수 있다. 랭크 3 및 4에 대하여, 델타 CQI는 제1 코드워드로부터의 간섭의 소거 이후에, 제2 코드워드에 대한 신호 품질의 개선에 기초하여 결정될 수 있다.

[0093] 도 16은 CQI를 결정하기 위한 장치(1600)의 일 설계를 보여준다. 장치(1600)는 MIMO 전송을 위해 사용되는 다수의 안테나들에 대한 평균 신호 품질을 나타내는 베이스 CQI를 결정하기 위한 수단(모듈(1612)) 및 MIMO 전송을 위한 평균 신호 품질에 대한 개선을 나타내는 델타 CQI를 결정하기 위한 수단(모듈(1614))을 포함한다.

[0094] 도 17은 랭크/코드워드 선택을 수행하기 위한 프로세스(1700)의 일 설계를 보여준다. 프로세스(1700)는 UE, 노드B 등에 의하여 수행될 수 있다. 다수의 전송 순서들에 대한 성능 메트릭 값들은 각각의 전송 순서에 대한 페널티 팩터를 사용하여 결정될 수 있으며, 각각의 전송 순서는 전송을 위한 코드워드들의 상이한 개수 또는 상이한 랭크에 대응하고, 더 높은 전송 순서는 더 큰 페널티 팩터들과 연관된다(블럭(1712)). MIMO 전송에 대한 전송 순서는 다수의 전송 순서들에 대한 성능 메트릭 값들에 기초하여 선택될 수 있다(블럭(1714)).

[0095] 일 설계에서, 각각의 전송 순서는 상이한 랭크에 대응할 수 있다. 이러한 경우에, 성능 메트릭 값들은 다수의 랭크들에 대한 다수의 가설들에 대하여 결정될 수 있고, 예를 들어, 도 3에 보여지는 바와 같이, 각각의 가설은 적어도 하나의 안테나의 상이한 세트에 대응한다. 가장 큰 성능 메트릭 값을 갖는 가설에 대응하는 적어도 하나의 안테나의 세트 및 랭크가 MIMO 전송을 위해 선택될 수 있다. 각각의 가설에 대한 성능 메트릭 값은 그러한 가설에 대한 적어도 하나의 안테나의 세트에 대한 전체 용량 또는 몇몇 다른 메트릭과 관련될 수 있다.

[0096] 일 설계에서, 성능 메트릭 값은 제1 페널티 팩터를 사용하여 랭크 1에 대한 제1 다수의 가설들 각각에 대하여 결정될 수 있다. 각각의 제1 가설은 다수의 안테나들 중에서 상이한 안테나에 대응할 수 있다. 제1 페널티 팩터는 0일 수도 있고, 0이 아닐 수도 있다. 성능 메트릭 값은 제2 페널티 팩터를 사용하여 랭크 2에 대한 제2 다수의 가설들 각각에 대하여 결정될 수 있다. 각각의 제2 가설은 상이한 쌍의 안테나들에 대응할 수 있다. 제2 페널티 팩터는 제1 페널티 팩터보다 크거나 동일할 수 있다. 성능 메트릭 값은 제3 페널티 팩터를 사용하여 랭크 3에 대한 제3 다수의 가설들 각각에 대하여 결정될 수 있다. 각각의 제3 가설들은 3개의 안테나들의 상이한 세트에 대응할 수 있다. 제3 페널티 팩터는 제2 페널티 팩터보다 크거나 동일할 수 있다. 성능 메트릭 값은 제4 페널티 팩터를 사용하여 랭크 4에 대한 제4 가설에 대하여 결정될 수 있다. 제4 가설들은 4개의 안테나들의 세트에 대응할 수 있다. 제4 페널티 팩터는 제3 페널티 팩터보다 크거나 동일할 수 있다. 표 1에 보여지는 설계에 대하여, 하나의 코드워드는 랭크 1에 대하여 송신되고, 2개의 코드워드는 랭크 2, 3 및 4에 대하여 송신된다. 랭크들 2, 3 및 4에 대한 제2, 제3 및 제4 페널티 팩터들은 서로 동일할 수 있으며, 그리고 랭크 1에 대한 제1 페널티 팩터보다 클 수 있다. 이러한 경우에, 랭크 선택은 실질적으로 상이한 개수의 코드워드들에 대하여 상이한 페널티 팩터들로 수행된다. 일반적으로, 각각의 전송 순서가 상이한 랭크에 대응할 때, 임의의 개수의 코드워드들이 각각의 랭크에 대하여 송신될 수 있다.

[0097] 다른 설계에서, 각각의 전송 순서는 상이한 개수의 코드워드들에 대응할 수 있다. 이러한 경우에, 성능 메트릭 값들은 임의의 방식을 사용하여 상이한 개수의 코드워드들에 대하여 결정될 수 있다. 가장 큰 성능 메트릭 값을 갖는 코드워드들의 개수는 MIMO 전송에 대하여 선택될 수 있다. 일반적으로, 각각의 전송 순서가 상이한 개수의 코드워드들에 대응할 때, 임의의 랭크가 데이터 전송을 위해 사용될 수 있고, 데이터 전송을 위해 사용하기 위한 랭크가 임의의 방식으로 결정될 수 있다.

[0098] 도 18은 랭크/코드워드 선택을 수행하기 위한 장치(1800)의 일 설계를 보여준다. 장치(1800)는 각각의 전송 순서에 대한 페널티 팩터를 사용하여 다수의 전송 순서들에 대한 성능 메트릭 값들을 결정하기 위한 수단(1812) 및 다수의 전송 순서에 대한 성능 메트릭 값들에 기초하여 MIMO 전송에 대한 전송 순서를 선택하기 위한 수단(1814)을 포함하며, 더 높은 전송 순서들은 더 큰 페널티 팩터들과 연관된다.

[0099] 도 12, 14, 16 및 18의 모듈들은 프로세서들, 전자 디바이스들, 하드웨어 디바이스들, 전자 컴포넌트들, 로직 회로들, 메모리들 등 또는 그들의 임의의 결합물을 포함할 수 있다.

[0100] 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 정보 및 신호들이 임의의 다양한 상이한 기술들 및 기법들을 이용하여 표현될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 위의 설명에서 참조될 수 있는 데이터, 지시들, 명령들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기장들 또는 입자들, 광학장들 또는 입자들, 또는 이들의 임의의 결합에 의해 표현될 수 있다.

[0101] 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 여기에 개시된 실시예들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 회로들 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이들의 결합물에 의해 구현될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 하드웨어 및 소프트웨어의 이러한 상호 호환성을 명확하게 설명하

기 위해, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 단계들이 이들의 기능과 관련하여 위에서 일반적으로 설명되었다. 이러한 기능이 하드웨어 또는 소프트웨어로서 구현되는지 여부는 특정한 애플리케이션 및 전체 시스템에 대하여 부과되는 설계 제약들에 따라 좌우된다. 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 각각의 특정한 애플리케이션에 대하여 다양한 방식으로 설명된 기능을 구현할 수 있으나, 이러한 구현 결정들은 본 발명의 범위를 벗어나는 것으로 해석되어서는 안 될 것이다.

[0102] 여기에 개시된 실시예들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들 및 회로들은 여기에서 설명되는 기능들을 수행하도록 설계된 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), 애플리케이션 특정 집적 회로(ASIC), 필드 프로그래밍가능한 게이트 어레이(FPGA) 또는 다른 프로그래밍가능한 로직 장치, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들 또는 이들의 임의의 조합을 통해 구현되거나 또는 수행될 수 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수 있으며, 대안적으로 범용 프로세서는 임의의 기존의 프로세서, 제어기, 마이크로컨트롤러 또는 상태 머신일 수 있다. 프로세서는 또한 컴퓨팅 장치들의 조합, 예를 들어, DSP 및 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 연결된 하나 이상의 마이크로프로세서들 또는 임의의 다른 이러한 구성으로서 구현될 수 있다.

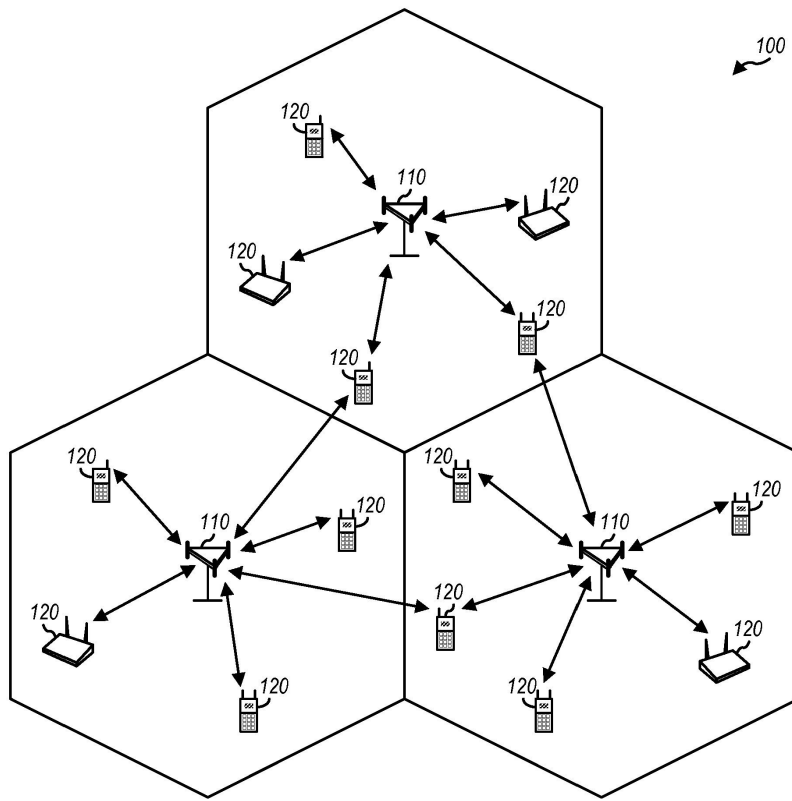
[0103] 본 명세서에서 제시되는 실시예들과 관련하여 설명되는 방법 또는 알고리즘의 단계들은 하드웨어로 직접 구현되거나, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로 구현되거나, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, EPROM 메모리, EEPROM 메모리, 레지스터들, 하드 디스크, 이동식 디스크, CD-ROM, 또는 기술적으로 공지된 임의의 다른 형태의 저장 매체에 저장될 수 있다. 예시적인 저장 매체는 프로세서와 같은 머신에 연결될 수 있으며, 그 결과 프로세서는 저장 매체로부터의 정보를 판독하고 저장 매체로 정보를 기록할 수 있다. 대안적으로, 저장 매체는 프로세서로 통합될 수 있다. 프로세서 및 저장 매체는 ASIC 내에 포함될 수 있다. ASIC은 사용자 장치 내에 포함될 수 있다. 대안적으로, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 장치 내에 개별적인 컴포넌트들로서 포함될 수 있다.

[0104] 하나 이상의 예시적인 실시예에서, 설명한 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 물건으로서 소프트웨어에 구현된다면, 이 기능들은 컴퓨터 판독 가능 매체 상에 하나 이상의 명령 또는 코드로서 저장될 수도 있고 이를 통해 전송될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 한 장소에서 다른 장소로 컴퓨터 프로그램의 전달을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체 및 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함한다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스 가능한 임의의 이용 가능한 매체일 수 있다. 한정이 아닌 예시로, 이러한 컴퓨터 판독 가능 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM이나 다른 광 디스크 저장소, 자기 디스크 저장소 또는 다른 자기 저장 소자, 또는 명령이나 데이터 구조의 형태로 원하는 프로그램 코드를 운반 또는 저장하는데 사용될 수 있으며 컴퓨터에 의해 액세스 가능한 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 접속이 컴퓨터 판독 가능 매체로 적절히 지칭된다. 예를 들어, 소프트웨어가 동축 케이블, 광섬유 케이블, 꼬임쌍선, 디지털 가입자 회선(DSL), 또는 적외선, 라디오 및 초고주파와 같은 무선 기술을 이용하여 웹사이트, 서버 또는 다른 원격 소스로부터 전송된다면, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 꼬임 쌍선, DSL, 또는 적외선, 라디오 및 초고주파와 같은 무선 기술이 매체의 정의에 포함된다. 여기서 사용된 것과 같은 디스크(disk 및 disc)는 콤팩트 디스크(CD), 레이저 디스크, 광 디스크, 디지털 다목적 디스크(DVD), 플로피디스크 및 블루레이 디스크를 포함하며, 디스크(disk)들은 보통 데이터를 자기적으로 재생하는 반면, 디스크(disc)들은 데이터를 레이저에 의해 광학적으로 재생한다. 상기의 조합 또한 컴퓨터 판독 가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다.

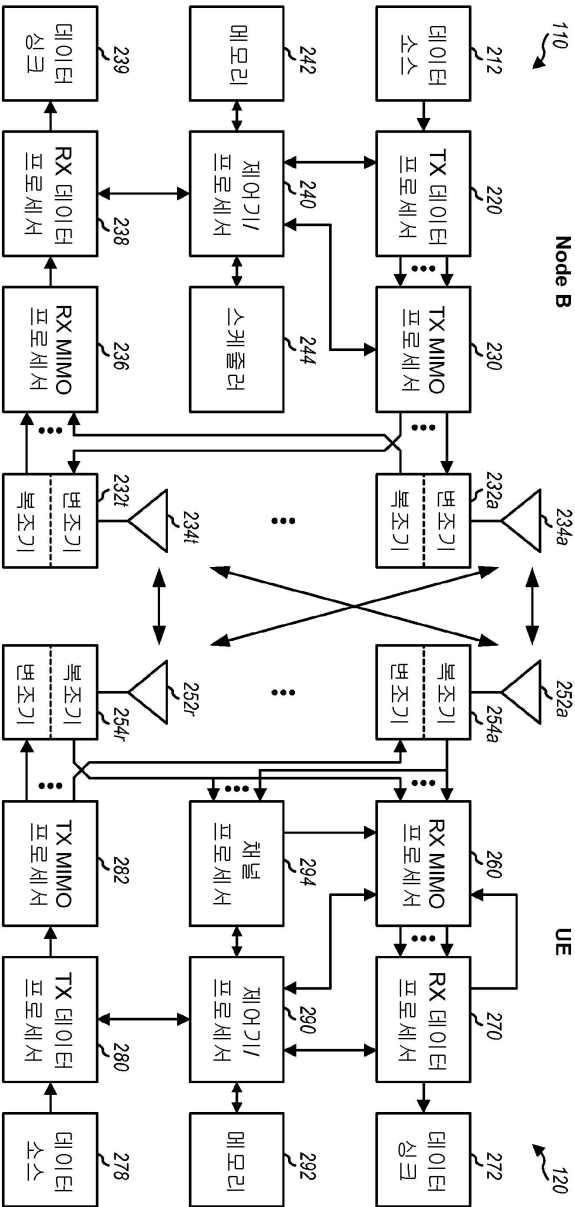
[0105] 개시된 실시예들의 상기 설명은 당업자들이 본 발명을 제작 또는 사용할 수 있도록 제공된다. 이들 실시예에 대한 다양한 변형이 당업자들에게 쉽게 명백할 것이며, 본원에 정의된 일반 원리들은 발명의 진의 또는 범위를 벗어나지 않고 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 따라서 본 발명은 본원에 나타난 실시예로 한정되는 것이 아니라 본원에 개시된 원리 및 신규한 특징들에 부합하는 가장 넓은 범위에 따르는 것이다.

도면

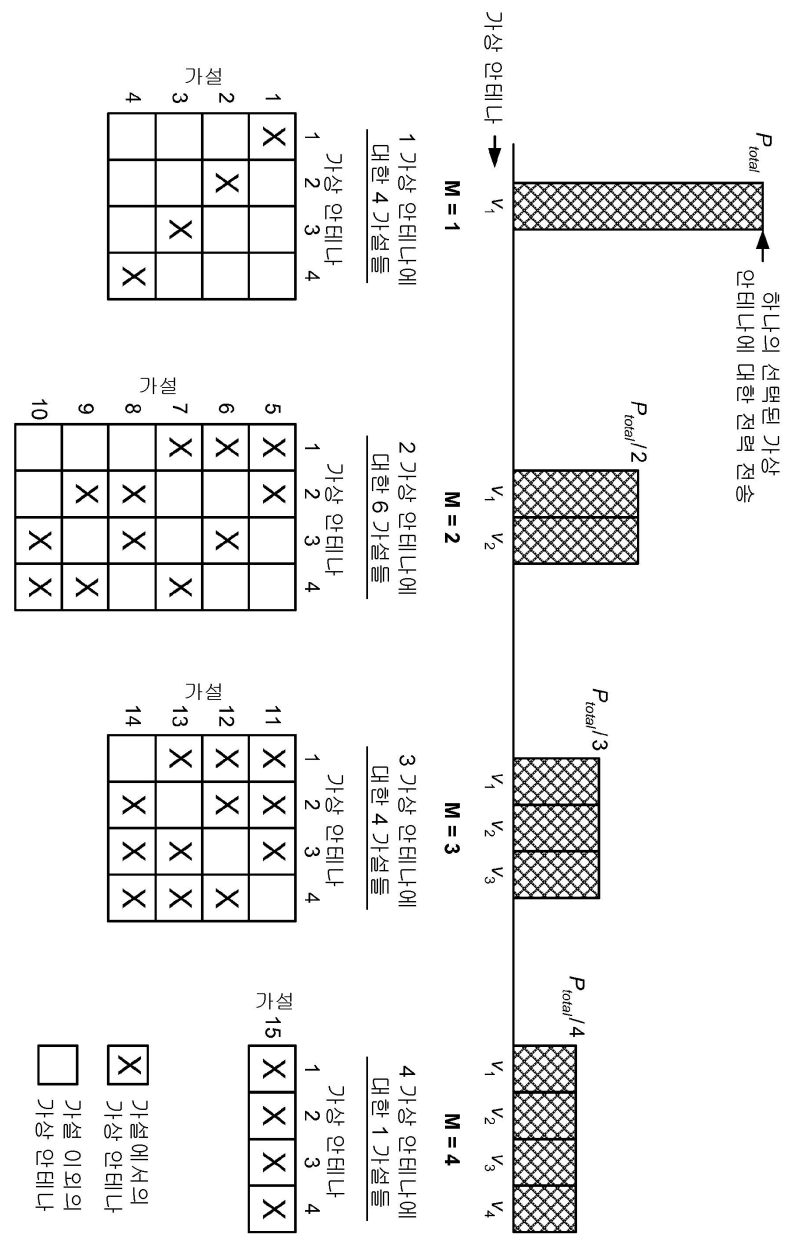
도면1



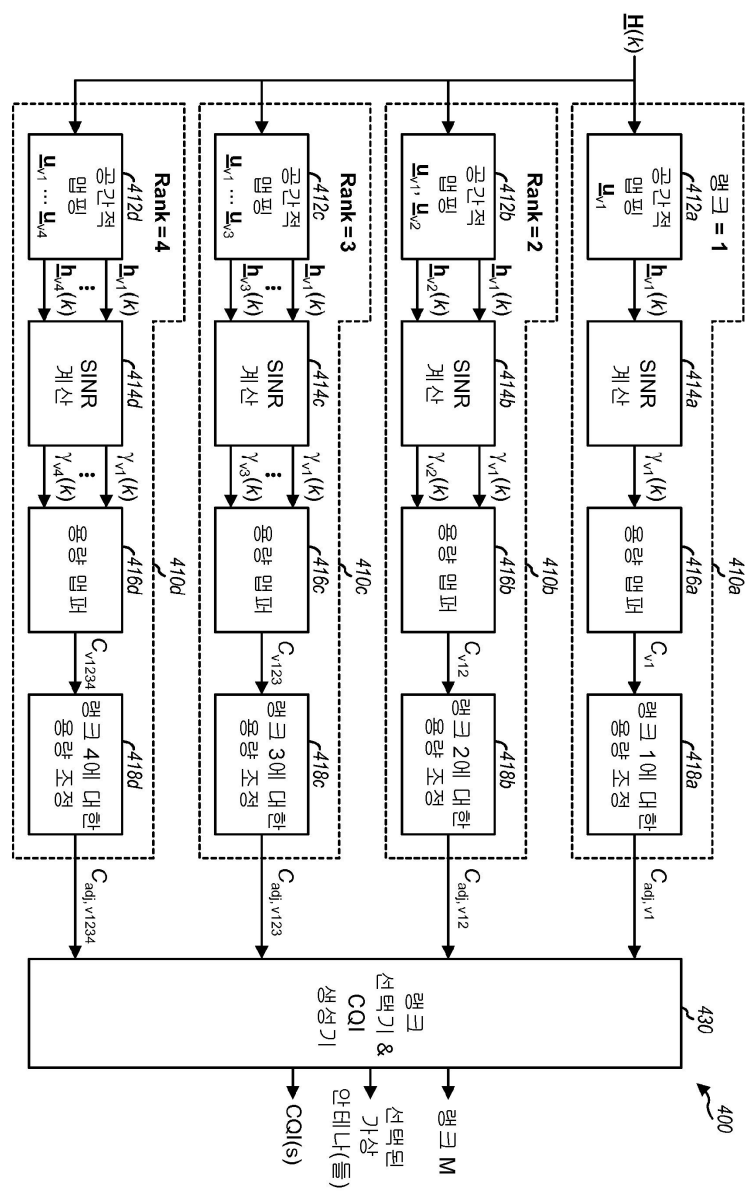
도면2



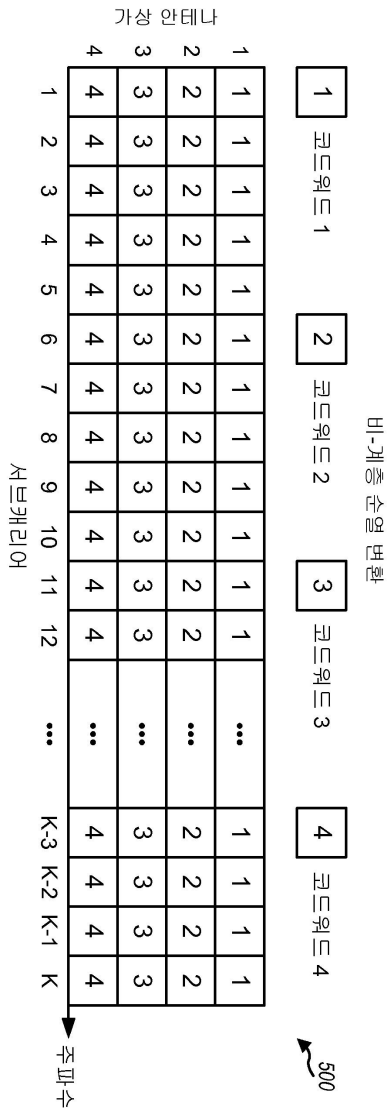
도면3



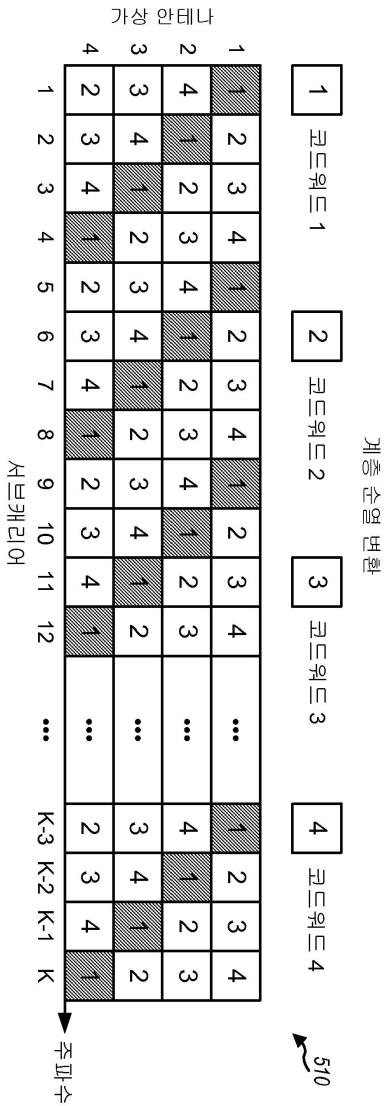
도면4



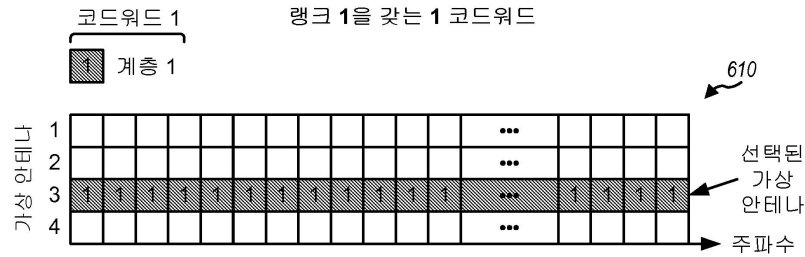
도면5a



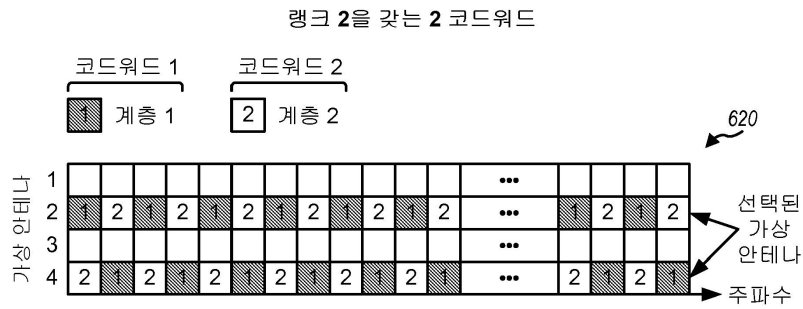
도면5b



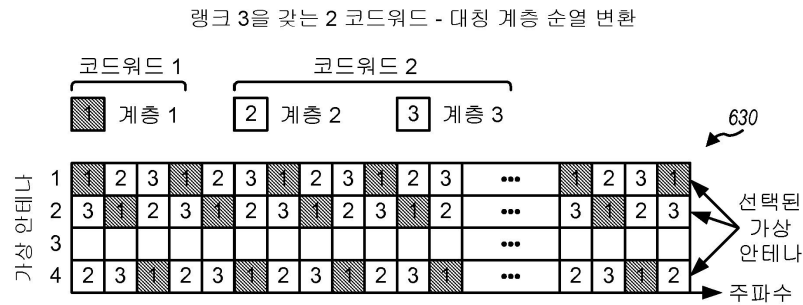
도면6a



도면6b



도면6c



도면6d



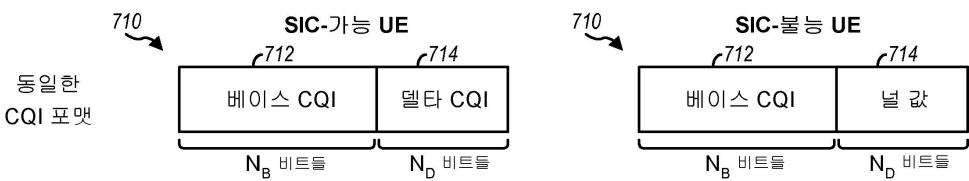
도면6e



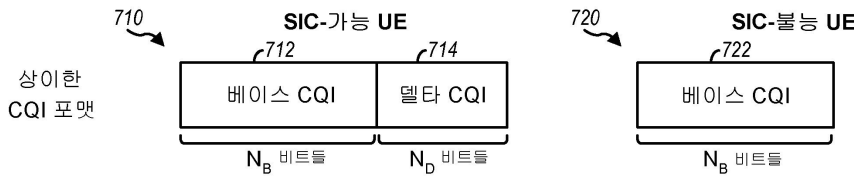
도면6f



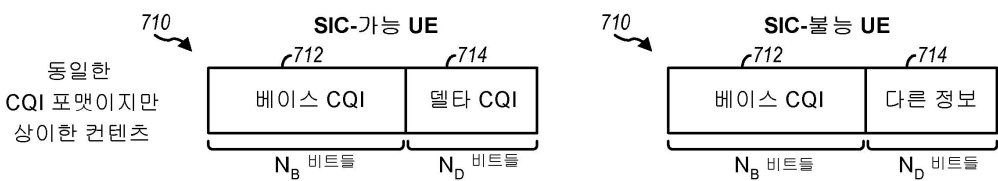
도면7a



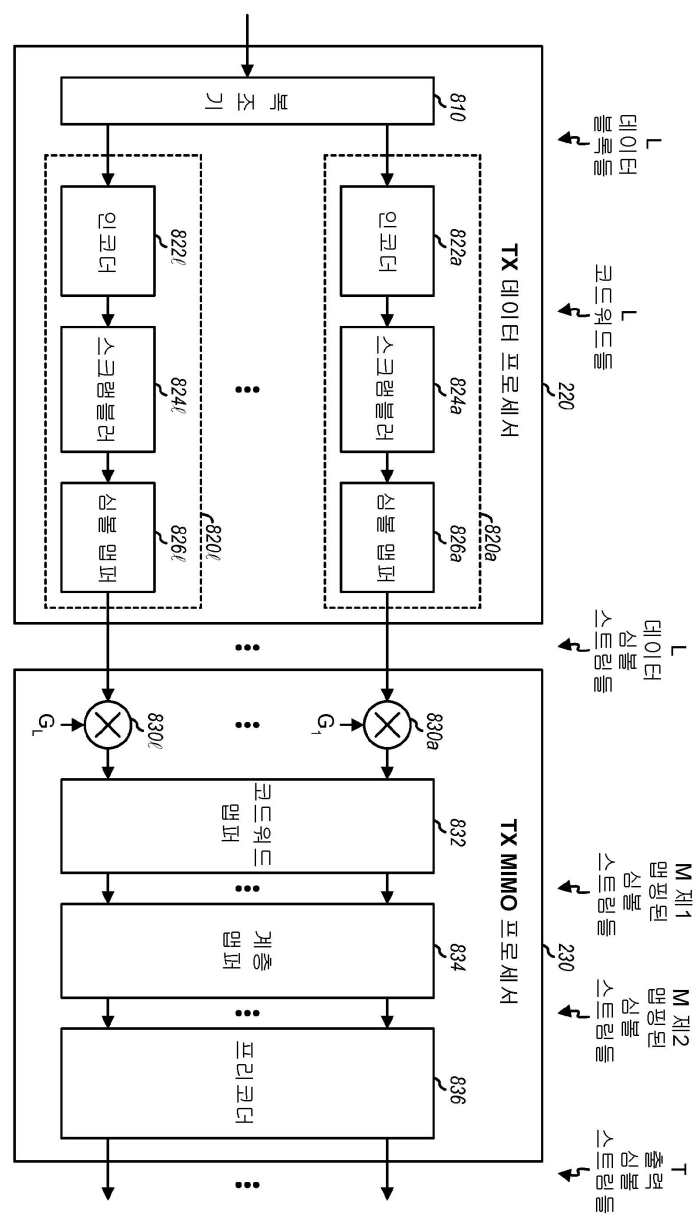
도면7b



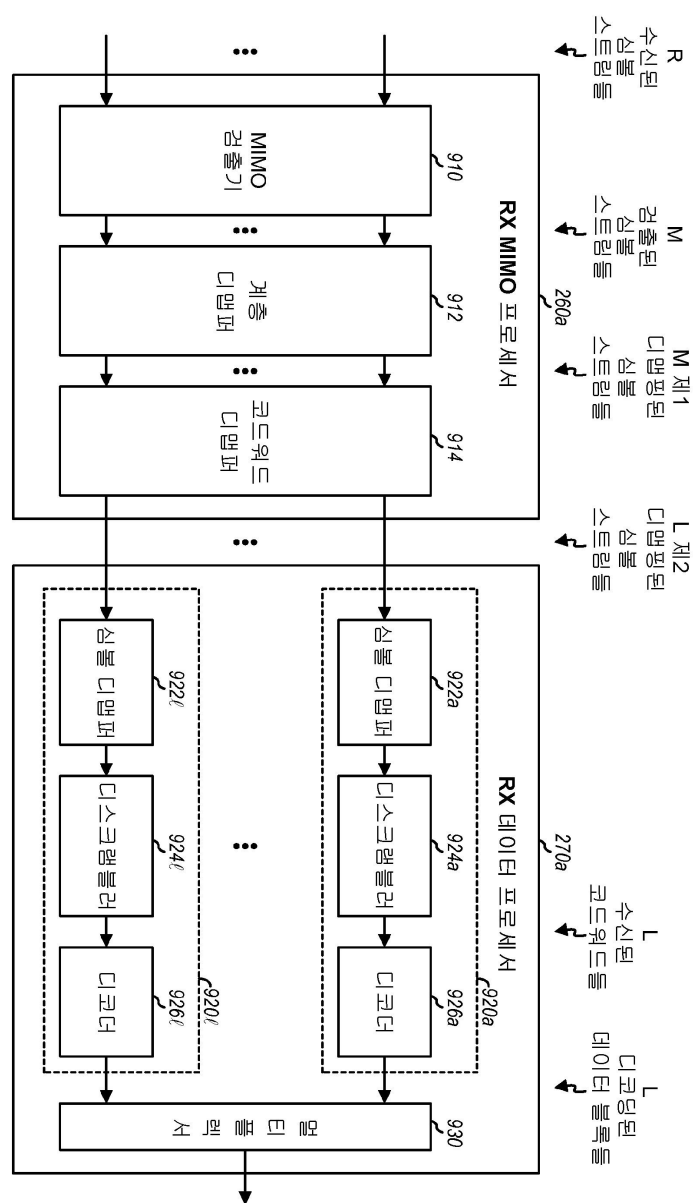
도면7c



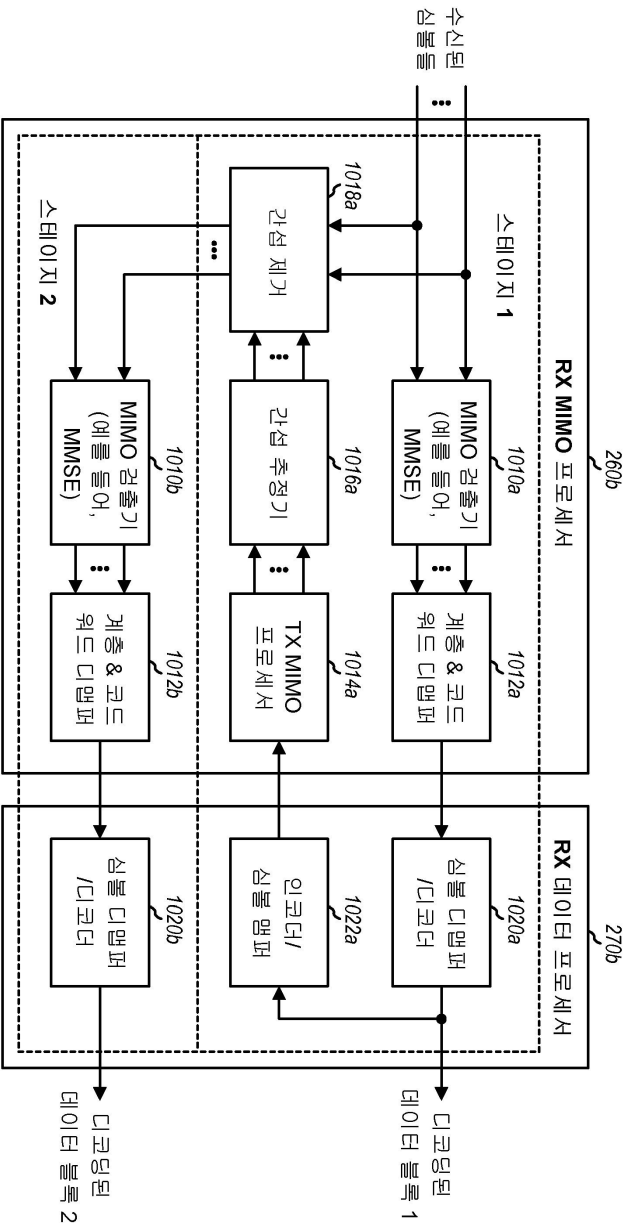
도면8



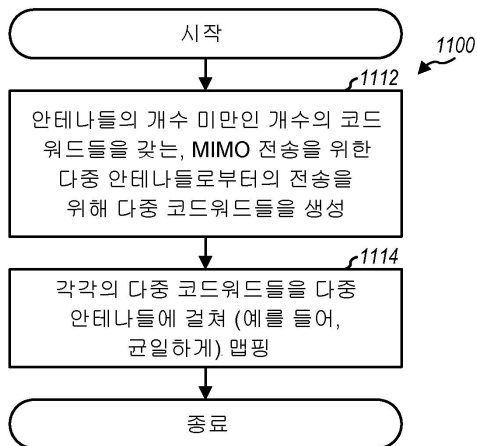
도면9



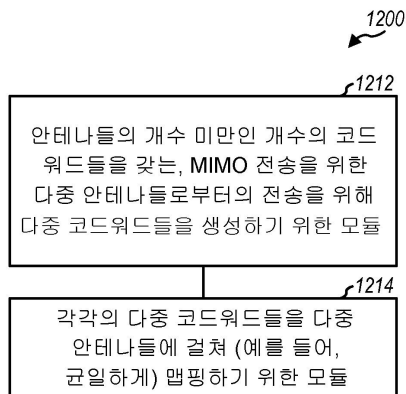
도면10



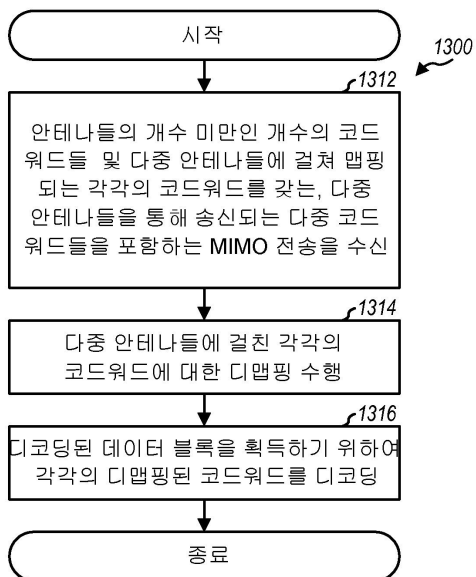
도면11



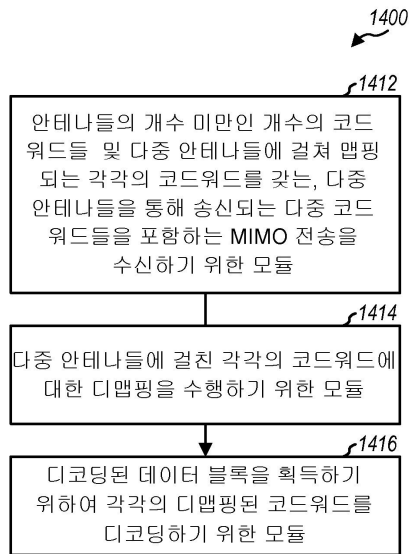
도면12



도면13



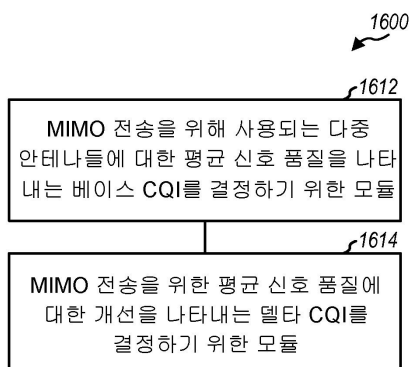
도면14



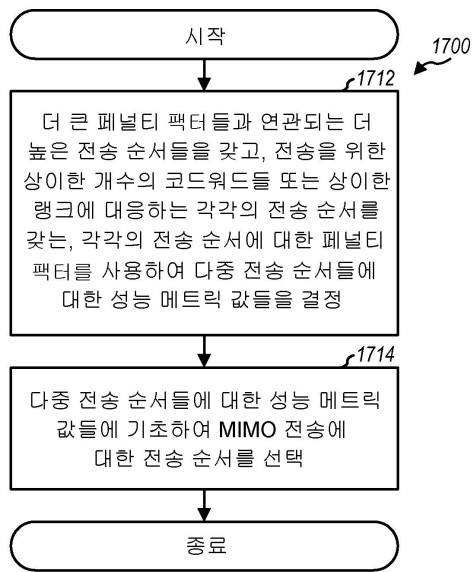
도면15



도면16



도면17



도면18

