

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호
WO 2012/033290 A2

(43) 국제공개일
2012년 3월 15일 (15.03.2012)

PCT

- (51) 국제특허분류:
H04B 7/04 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/006085
- (22) 국제출원일: 2011년 8월 18일 (18.08.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2010-0087197 2010년 9월 6일 (06.09.2010) KR
10-2010-0088705 2010년 9월 10일 (10.09.2010) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여):
(주)팬택 (PANTECH CO.,LTD.) [KR/KR]; 서울시 마포구 상암동 DMC, I-2, 팬택빌딩, 121-270 Seoul (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 박경민 (PARK, Ky-oungmin) [KR/KR]; 서울시 마포구 상암동 DMC, I-2, 팬택빌딩, 121-270 Seoul (KR).
- (74) 대리인: 김은구 (KIM, Eungu) 등; 서울특별시 강남구 역삼동 636-15 상원빌딩 2층, 135-908 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO,

AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

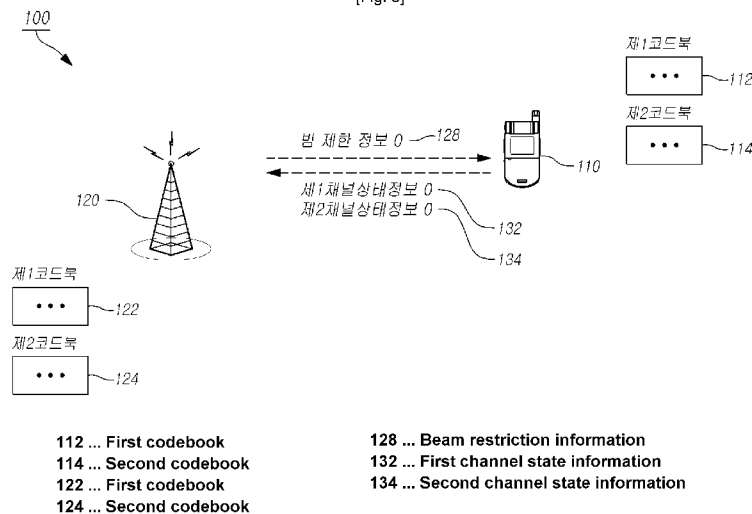
공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: TRANSMITTING DEVICE AND COMMUNICATION METHOD THEREFOR, AND RECEIVING DEVICE AND COMMUNICATION METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭 : 송신장치 및 그 통신방법, 수신장치, 그 통신방법

[Fig. 3]



(57) Abstract: One embodiment of the present invention relates to a wireless communication system, and to a wireless communication system using a MIMO antenna for all transmitting/receiving functions.

(57) 요약서: 본 발명의 실시예는 무선통신시스템에 관한 것으로서, 송수신단 모두에서 다중입력 다중출력 안테나 (MIMO)를 이용하는 무선통신시스템에 관련된 것이다.

WO 2012/033290 A2

명세서

발명의 명칭: 송신장치 및 그 통신방법, 수신장치, 그 통신방법 기술분야

- [1] 본 명세서는 무선통신시스템에 관한 것으로서, 송수신단 모두에서 다중입력 다중출력 안테나(MIMO)를 이용하는 무선통신시스템에 관련된 것이다.

배경기술

- [2] 통신 시스템이 발전해나감에 따라 사업체들 및 개인들과 같은 소비자들은 매우 다양한 무선 단말기들을 사용하게 되었다.
- [3] 현재의 3GPP, LTE(Long Term Evolution), LTE-A(LTE Advanced)등의 무선통신시스템은 음성 위주의 서비스를 벗어나 영상, 무선 데이터 등의 다양한 데이터를 송수신 할 수 있는 고속 대용량의 통신 시스템으로서, 유선 통신 네트워크에 준하는 대용량 데이터를 전송할 수 있는 기술 개발이 요구되고 있을 뿐 아니라, 정보 손실의 감소를 최소화하고, 시스템 전송 효율을 높임으로써 시스템 성능을 향상시킬 필요가 있었다.

발명의 상세한 설명

과제 해결 수단

- [4] 일 실시예는, 프리코더를 포함하는 송신장치에서, 상기 프리코더의 코드북을 구성하는 적어도 하나의 빔 형성 벡터를 제한하는 빔제한정보를 결정하는 단계 및 결정한 상기 빔제한정보를 수신장치에 전송하는 단계를 포함하는 송신장치의 통신방법을 제공할 수 있다.
- [5] 다른 실시예는, 코드워드를 레이어에 매핑하는 레이어 매퍼; 상기 코드워드가 상기 레이어 매퍼에 의해 상기 레이어에 매핑된 데이터심볼을 자신의 코드북에서 선택한 프리코딩 행렬을 이용하여 프리코딩하는 프리코더; 및 프리코더로부터 출력된 신호들을 전송하는 안테나 어레이를 포함하며, 상기 코드워드는, 상기 프리코더의 코드북을 구성하는 적어도 하나의 빔 형성 벡터를 제한하는 빔제한정보를 포함하는 송신장치를 제공할 수 있다.
- [6] 또다른 실시예는 프리코더를 포함하는 송신장치가 신호를 송신하는 무선통신시스템에서, 상기 송신장치로부터 상기 프리코더의 코드북을 구성하는 적어도 하나의 빔 형성 벡터를 제한하는 빔제한정보를 수신하는 수신단계; 및 상기 빔제한정보에서 제한한 빔 형성 벡터들을 제외하고 생성된 상기 프리코더의 코드북에 대한 채널상태정보를 상기 송신장치에 전송하는 전송단계를 포함하는 수신장치의 통신방법을 제공할 수 있다.
- [7] 또다른 실시예는, 프리코더를 포함하는 송신장치가 신호를 송신하는 무선통신시스템에서, 상기 송신장치로부터 상기 프리코더의 코드북을 구성하는 적어도 하나의 빔 형성 벡터를 제한하는 빔제한정보를 수신하는 안테나 어레이 및 상기 빔제한정보에서 제한한 빔 형성 벡터들을 제외하고 생성된 상기

프리코더의 코드북에 대한 채널상태정보를 상기 송신장치에 전송하는 채널정보 피드백장치를 포함하는 수신장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [8] 도 1은 실시예들이 적용되는 무선 통신 시스템을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [9] 도 2는 레이어 맵핑(layer mapping) 및 프리코딩(precoding)을 수행하는 전송단 또는 전송장치(기지국)의 단면도이다.
- [10] 도 3은 빔제한시 기지국과 단말이 빔제한정보와 채널상태정보를 교환하는 무선통신시스템을 도시하고 있다.
- [11] 도 4는 MIMO 무선통신시스템에서 일실시예에 따른 기지국과 단말 각각의 구성도이다.
- [12] 도 5은 또다른 실시예에 따른 송신장치의 통신방법의 흐름도이다.
- [13] 도 6은 또다른 실시예에 따른 수신장치의 통신방법의 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [14] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [15] 도 1은 실시예들이 적용되는 무선통신시스템을 도시한다.
- [16] 무선통신시스템은 음성, 패킷 데이터 등과 같은 다양한 통신 서비스를 제공하기 위해 널리 배치된다.
- [17] 도 1을 참조하면, 무선통신시스템은 단말(10; User Equipment, UE) 및 기지국(20; Base Station, BS)을 포함한다.
- [18] 본 명세서에서의 단말(10)은 무선 통신에서의 사용자 단말을 의미하는 포괄적 개념으로서, WCDMA 및 LTE, HSPA 등에서의 UE(User Equipment)는 물론, GSM에서의 MS(Mobile Station), UT(User Terminal), SS(Subscriber Station), 무선기기(wireless device) 등을 모두 포함하는 개념으로 해석되어야 할 것이다.
- [19] 기지국(20) 또는 셀(cell)은 일반적으로 단말(10)과 통신하는 지점(station)을 말하며, 노드-B(Node-B), eNB(evolved Node-B), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point), 릴레이 노드(Relay Node) 등 다른 용어로 불릴 수 있다
- [20] 본 명세서에서 단말(10)과 기지국(20)은 본 명세서에서 기술되는 기술 또는 기술적 사상을 구현하는데 사용되는 두가지 송수신 주체로 포괄적인 의미로 사용되며 특정하게 지칭되는 용어 또는 단어에 의해 한정되지 않는다.
- [21] 일실시예는 GSM, WCDMA, HSPA를 거쳐 LTE(Long Term Evolution) 및 LTE-advanced로 진화하는 비동기 무선통신과, CDMA, CDMA-2000 및 UMB로

진화하는 동기식 무선 통신 등에 적용될 수 있다. 본 발명은 특정한 무선통신 분야에 한정되거나 제한되어 해석되어서는 아니되며, 본 발명의 사상이 적용될 수 있는 모든 기술분야를 포함하는 것으로 해석되어야 할 것이다.

- [22] 실시예들이 적용되는 무선통신시스템은 상향링크 및/또는 하향링크 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest)를 지원할 수 있으며, 링크 적응(link adaptation)을 위해 CQI(channel quality indicator)를 사용할 수 있다. 또한, 하향링크와 상향링크 전송을 위한 다중 접속 방식은 서로 다를 수 있으며, 예컨대, 하향링크는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)를 사용하고, 상향링크는 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access)를 사용할 수 있다.
- [23] 무선통신시스템은 사용자에게 고속 정보 전송을 지원하기 위해서 다중 안테나를 포함하는 안테나 어레이를 사용하여 동일 대역을 통해 정보를 전달하는 다중 입력 다중 출력(Multiple Input Multiple Output, MIMO) 기법의 사용을 고려하고 있다.
- [24] 한편, 효과적인 MIMO 시스템 구현을 위해, MIMO 무선통신시스템은 전송 용량 증대를 위해 전파 채널에 대한 정보 또는 전파 채널에 적합한 프리코딩 또는 프리코딩 행렬(이하 프리코딩 행렬이라 함)에 대한 피드백정보를 전송장치에 제공하여야 한다. 이때 전자는 큰 피드백 오버헤드를 요구하는 반면, 후자는 상대적으로 적은 피드백 오버헤드를 요구한다.
- [25] 이때 적은 피드백 오버헤드로 피드백정보를 기지국 또는 전송장치에 피드백하는 CL-MIMO(closed loop MIMO)을 구현하기 위하여 코드북 기반 채널 정보 또는 채널에 적합한 전송 기법에 대한 정보를 전달하는 암시적 피드백 기법이 상용 통신 시스템에서 사용되고 있다. 정보에 대한 보고의 정밀도는 코드북의 크기 또는 코드북에 포함된 디지털 인자들의 양과 밀접한 관계가 있으며, 이러한 상관 관계는 보고의 정밀도와 피드백 오버헤드가 비례하도록 한다. 보다 적은 피드백 오버헤드로 보다 큰 크기의 코드북을 사용하고 보고의 정밀도를 증가시키기 위하여 코드북제한(codebook restriction) 또는 코드북 서브세트 제한(codebook subset restriction) 기법이 사용된다.
- [26] 코드북 제한기법 기법의 개요는 다음과 같다. 즉 1) 정보 보고에 사용될 것이라 판단되는 대단히 많은 수의 디지털 정보값을 사용하여 큰 코드북을 설계한다. 2)주어진 상황에 맞추어 상기 코드북의 일부분을 사용하여 작은 크기의 "특화된" 코드북을 재생성한다. 3) 상기 "특화된" 코드북을 사용하여 정보 보고를 수행한다.
- [27] 코드북제한(codebook restriction)은 다양한 프리코딩 행렬들을 포함하는 코드북을 생성한 후 코드북에서 각 셀(cell) 단위 또는 사용자(User Equipment) 단위로 사용할/사용하지 않을 프리코딩 행렬을 선정하고 사용하지 않을 프리코딩 행렬에 대한 코드북제한정보(이하, "코드북제한정보"라 함)를 통해 각 셀 단위 또는 사용자 단위로 다른 코드북을 사용하는 기법이다. 이 코드북제한

기법의 사용시 무선통신시스템 전체는 큰 크기의 코드북을 가지지만 각 셀 또는 각 사용자가 사용하는 코드북은 코드북의 서브세트로 구성되어 크기가 작으면서 주어진 환경에 적합한 프리코딩 행렬만으로 구성되어 프리코딩 계인을 증가시킬 수 있다.

- [28] 상기 기법에서 코드북 제한 또는 코드북 재생성 기법은 코드북의 구성법에 의해 크게 달라진다. 본 발명은 새로운 무선통신시스템에 사용되는 코드북에 적합한 코드북 제한 기법을 제공한다.
- [29] 구체적으로 MIMO 기법의 성능 향상을 위해 보다 정밀한 채널 정보의 보고가 요구된다. 보다 정밀한 채널 정보를 전달하고자 하는 시도는 필연적으로 채널 정보를 보고하기 위해 필요한 피드백 오버헤드를 증가시키며, 이는 양방향 통신을 수행하여야 하는 상용 통신 시스템의 부하를 증가시켜 시스템이 지원할 수 있는 통신 용량을 제한한다.
- [30] 상기 문제점을 해결하기 위하여 상용 통신 시스템은 채널 정보를 직접적으로 전송단에 전달하는 명시적 피드백 기법 대신 채널에 대한 정보를 디지털 인자화하여 전달하는 암시적 피드백 기법을 사용하며, 피드백 오버헤드를 더욱 감소시켜야 할 필요가 있을 시 코드북 제한 기법을 추가로 사용한다.
- [31] 암시적 피드백 기법이란, 수신단이 전송단에 보고하여야 할 정보를 유한개의 디지털 정보값들로 제한하고, 각 보고 주기에서 측정된 채널 정보를 표현하기에 가장 효과적이라 생각 되는 디지털 정보를 선정하고 선정된 디지털 정보를 지시하는 인자를 전송단, 예를 들어 기지국에 보고하는 기법이다. 상기 기법의 수행을 위해서는 유한개를 디지털 정보값들로 구성된 정보들의 집합을 설계하여야 하며, 설계된 디지털 정보들의 집합을 코드북이라 한다.
- [32] 코드북은 다음의 두 가지 방식으로 설계 가능하다. 1) 채널 정보를 유한개(N개)의 디지털 정보로 나타내기 위하여 코드북을 설계한다. 수신단, 예를 들어 단말에서 측정 가능한 모든 채널 정보를 고려하여 상기 채널 정보를 가장 효과적으로 표현 가능한 N가지의 디지털 값을 선정하고 이를 코드북으로 설계한다. 수신단은 각 보고 주기에서 코드북에 등록된 디지털 값들(codeword)과 측정된 채널 정보를 비교하여 측정된 채널 정보를 가장 잘 표현할 수 있는 디지털 값을 선정하고 이를 전송단에 전달한다. 2) 채널 정보를 측정하고 상기 채널에 사용되기에 가장 적합하다 생각되는 전송 기법에 대한 정보를 전송단에 전달한다. 이 방식은 명시적 피드백 방식에 비하여 적은 개수(K개, $K < N$)의 디지털 정보들로 코드북을 설계할 수 있다는 장점이 있으며, LTE(Long Term Evolution)나 LTE-A(Long Term Evolution-Advanced) 기법의 경우 측정된 채널에 사용되기에 가장 적합하다 판단되는 프리코딩 행렬에 대한 정보를 전송단에 전달하는 방식으로 암시적 피드백 기법을 사용할 수 있다.
- [33] 아래는 코드북을 사용하는 암시적 피드백 기법(implicit feedback)의 예시적으로 설명한다.
- [34] 전송단과 수신단 각각 2 개의 안테나를 사용하는 MIMO 시스템에서 아래와

같이 4 개의 디지털 정보로 구성된 코드북을 사용하여 채널 정보를 보고하는 경우를 가정한다.

[35]

$$H_0 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad H_1 = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \quad H_2 = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad H_3 = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$$

[36]

수신단이 아래와 같은 채널을 측정하였을 경우 다음과 같을 수 있다.

[37]

$$H = \begin{bmatrix} 1 & j \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

[38]

상기 채널과 가장 유사한 디지털 정보 값은 H_0 라 할 수 있으니 수신단은 “0”라는 인자를 전송단에 보고한다. 상기의 인자를 전달함에 있어, 코드북에 포함된 디지털 정보의 수가 4개이므로, 보고 가능한 모든 경우를 고려하기 위하여 최대 2비트가 채널 정보 보고에 사용된다.

[39]

상기의 방식을 사용함에 있어 4개의 디지털 정보 대신 8개 또는 그 이상의 디지털 정보를 사용하여 코드북을 생성한다면 보고의 정확도를 증가시키는 것이 가능하다. 그러나 코드북의 크기 증가는 필연적으로 디지털 정보를 보고하기 위해 필요한 비트의 수를 증가시키며 이를 해결하기 위하여 코드북 제한 기법이 사용된다. 코드북 제한 기법의 개요는 아래와 같다.

[40]

상용 통신 시스템 설계 시, 수신단이 보고할 것이라 예상되는 수많은 경우를 고려하여 매우 큰 크기의 코드북(기본 코드북)을 설계한다. 기지국 또는 단말은 상기 코드북을 사용하여 채널 정보를 보고함에 있어, 상기 코드북에 등록된 디지털 정보값들 중 보고하여야 할 정보를 선정될 가능성이 매우 낮다 판단되는 디지털 정보 값들을 소거하여 보다 작은 크기의 “특정 단말 또는 기지국에 특화된 코드북”을 선정하며, 상기의 코드북을 사용하여 정보를 보고한다. 상기 방식대로 “특화된” 코드북은 기본 코드북보다 크기가 작아 보다 적은 양의 비트로 정보를 보고하는 것을 가능하게 하며, 또한 기본 코드북에 등록된 디지털 정보값들 중 사용되지 않을 값들만을 제거하였으므로 기본 코드북과 동일한 정밀도로 정보를 보고하는 것이 가능하게 한다. 상기의 방식에서, 기본 코드북에 등록된 디지털 정보값들 중 특정 단말 또는 기지국이 사용하지 않을 것이라 판별되는 디지털 정보를 선정하고 이를 사용하지 않도록 설정하는 법을 코드북 제한이라 한다.

[41]

도 2는 레이어 맵핑(layer mapping) 및 프리코딩(precoding)을 수행하는 전송단 또는 전송장치(기지국)의 구성도이다.

[42]

LTE의 경우 레이어 맵핑(layer mapping) 및 프리코딩(precoding)을 수행하는 전송단 또는 전송장치(기지국, 50)는 하향링크(downlink)에서 레이어 맵퍼(52)의 레이어 맵핑(layer mapping)을 통해 rank 1~4의 신호를 생성하며 각 rank에 대하여 16가지 프리코더 행렬 중 하나를 선정하여 프리코더(52)에 의해 프리코딩을

수행한다. 단말은 4개의 랭크, 16개의 프리코더 행렬값들 중 하나를 선정하고 기지국에 보고할 수 있다. 따라서, $4 \times 16 = 64$ 개의 디지털 정보값 (precoder matrix 후보값)으로 구성된 코드북을 사용하여 6비트 피드백 오버헤드를 통해 측정된 채널에 적합한 전송 방식에 대한 정보를 보고할 수 있다.

[43] 표1은 코드북 제한을 가하는 방법을 도시하고 있다.

[44] [표 1]

[45]

RI \ PMI	0	1	2	-----	15
1	a0	a1	a2	-----	a15
2	a16	a17	a18	-----	a31
3	a32	a33	a34	-----	a47
4	a48	a49	a50	-----	a63

[46] 이때 코드북 제한과 관련하여 총 64개의 디지털 정보값 각각에 대하여 제한 인자 $a_0 \sim a_{63}$ 을 선정한다. 각 인자가 “on” 되었음은 해당 인자에 대응하는 디지털 정보값은 보고에 사용되지 않음을 의미한다.

[47] 예를 들어 $a_0 \sim a_{31}$ 이 “on”일 경우 $a_0 \sim a_{31}$ 에 대응하는 디지털 정보값은 보고에 사용되지 않는다. 남은 32개의 디지털 정보값을 0~31의 인덱스(index)를 사용해 표기하며, 5비트의 피드백 오버헤드를 통해 채널 정보 또는 채널에 적합한 전송기법을 전송단에 보고한다.

[48] 64개의 비트를 사용하여 제한을 행하는 LTE rel-8(Long Term Evolution release-8)의 기법은 LTE rel-8에서 사용되는 코드북에 특화되어 있다. LTE Rel-8의 경우, 코드북에 등록된 각 디지털 인자는 하나의 프리코더 행렬에 대응되며, 또한 각 인자와 프리코더 행렬 간 1:1 대응관계가 성립한다. 그러나 본 발명의 일실시예에 따른 무선통신시스템의 경우, 하나의 프리코더 행렬을 코드북의 디지털 인자로 표현하는 방법이 두 가지 이상일 수 있다. 따라서 기존과는 다른 방식의 제한이 필요할 수 있다.

[49] 프리코딩의 정밀도를 증가시키기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선통신시스템은 각 서브밴드별 다른 프리코딩 행렬을 적용시키는 기법을 사용하며, 각 서브밴드별 다른 PMI을 피드백하는 방식으로 프리코딩 및 피드백 정보의 정확도를 증가시킨다.

[50] 상기 기법에서, 전 대역에 걸쳐 하나의 PMI을 보고하는 기존 기법에 비해 서브밴드별 PMI 피드백에 의한 피드백 오버헤드 증가를 줄이기 위해, 서브밴드 프리코더 행렬을 “광대역 부분”와 “부대역 부분”으로 구분하고 단말이 이를 따로 보고할 수 있다. 각 서브밴드의 프리코딩 관련 정보를 보고하기 위해 필요한 비트를 N이라 하면, 상기 기법은 프리코딩에 대한 정보를 K 비트를

사용하는 “광대역 부분 정보”와 L 비트를 사용하는 “부대역 부분 정보”로 구분한다. N 비트를 사용하여 표현 가능한 정보가 각각 K, L 비트를 사용하여 표기되는 두 개의 정보로 분할되었으므로 $L < N$ 의 조건을 충족시킬 수 있으며, 분할 방법에 따라 $K + L > N$ 일 수 있다. 전체 대역이 M개의 부대역으로 구성되는 경우, 분할 없는 방식은 NM 비트의 피드백 오버헤드가 필요한 반면 분할 방식은 $K + LM$ 비트가 요구된다. 상기에서 $K + LM < NM$ 일 경우 피드백 오버헤드가 감소한다.

[51] 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선통신시스템에서 프리코더 구조 및 프리코더 행렬 정보의 피드백 방식은 다음과 같을 수 있다.

[52] 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선통신시스템은 하향링크 전송에서 도 4에 도시한 바와 같이 다음과 같은 이중 구조 프리코딩을 수행하며, 프리코딩의 전반적 동작은 다음과 같이 두 부분으로 구성될 수 있다.

[53] [수학식 1]

[54]

$$W = W_1 W_2 = \begin{bmatrix} V_n^{32} & 0 \\ 0 & V_n^{32} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \\ \pm \alpha \end{bmatrix} \text{ for rank 1}$$

$$W = W_1 W_2 = \begin{bmatrix} V_n^{32} & 0 \\ 0 & V_n^{32} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \alpha & -\alpha \end{bmatrix} \text{ for rank 2}$$

[55] 수학식1에서, V_n^M 은 다음의 수학식2와 같이 정의되며, 신호의 발신 및 수신 방향에 따른 빔형성(beam forming)을 수행할 수 있다. 이때 M은 빔 형성 벡터의 분해능에 해당하는 것으로 $M=4, 8, 16, 32, 64$ 등일 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 한편, α 는 1 또는 j일 수 있으나 이에 제한되지 않는다.

[56] 이때 W_1 은 도 4를 참조하여 설명한 바와 같이 일정한 거리로 편파된 이중 편파 안테나 어레이의 공간 공분산과 일치할 수 있다.

[57] [수학식 2]

[58]

$$V_n^M = \exp \left(j \begin{bmatrix} 0 \\ 2\pi/M \times n \\ 2\pi/M \times (n+1) \\ \vdots \end{bmatrix} \right)$$

- [59] 수학식1에서 $\begin{bmatrix} 1 \\ \pm\alpha \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \alpha & -\alpha \end{bmatrix}$ 은 안테나 그룹(antenna group) 간

위상불일치에 대해 보정하는 co-phasing 작업을 수행할 수 있다.

- [60] 도 4에 도시한 이중 구조를 가지는 프리코더의 특징은 단말이 W1 및 W2에 대한 채널상태정보들을 보고할 때, W1 및 W2 각각이 대응되는 주파수 대역이 다르다는 것이다. 한편, 도 4에 도시한 W1에 대한 제1채널정보와 W2에 대한 제2채널정보는 피드백하는 프리코더의 위치가 다를 수 있다. 즉 제1채널정보가 제2프리코더(424)에 피드백되고 제2채널정보가 제1프리코더(422)에 피드백할 수 있다.

- [61] 단말은 보고 주기 내에서 일반적으로 하나의 W1 및 다수의 W2를 보고할 수 있으며, 단말이 신호를 수신하고자 하는 전 대역에 대하여 W1을 지시하는 하나의 디지털 인자를 전송하며, 전 대역을 여러 개의 부대역으로 분할 후 각 부대역에서 W2로 사용되기에 적합하다고 판단되는 디지털 인자 값들을 기지국에 보고할 수 있다. 상기 방식을 사용하는 이유는 각 부대역 별 다른 프리코더 행렬을 사용하여 프리코딩을 수행하기 위함이다. 각 부대역 별 다른 프리코더 행렬을 사용하기 위하여 W1 및 W2은 다음과 같은 구조를 가질 수 있다. 디지털 인덱스 k에 의해 지시되는 프리코더 행렬 W1은 다음과 같을 수 있다. 이때 수학식3에서 $W1_K=W1_{PMI=K}$ 를 의미한다.

- [62] [수학식 3]

$$W1_k = W1_{PMI=k} = \begin{bmatrix} V_n^{32} & \dots & V_m^{32} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & V_n^{32} & \dots & V_m^{32} \end{bmatrix}$$

- [64] 특히 W1의 V_n^M 에서 인접한 빔들(adjacent overlapping beams), 예를 들어 4개의 인접한 빔들이 주파수 선택 프리코딩(frequency selective precoding)에서 엷지

효과(edge effect)를 감소하기 위해 사용될 수 있다. 따라서 M=32인 경우 각 랭크에 대해 16개의 W1 행렬들은, 빔들의 인덱스만으로 표시하면, [0,1,2,3], [2,3,4,5], [4,5,6,7],.....,[28,29,30,31], [30,31,0,1]이다. 이때 빔들이 인접한 것으로 설명하였으나 이에 제한되지 않고 인접하지 않은 빔들로 W1 행렬을 형성할 수도 있다.

[65] 보다 단순한 일례로, W1의 프리코더 행렬을 지칭하는 PMI1=k에 의한 W1의 형태는 다음과 같이 설정될 수 있다.

[66] [수학식 4]

$$[67] \quad W1_{PMI1=0} = \begin{bmatrix} V_0^{32} & V_1^{32} & V_2^{32} & V_3^{32} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & V_0^{32} & V_1^{32} & V_2^{32} & V_3^{32} \end{bmatrix}$$

$$W1_{PMI1=1} = \begin{bmatrix} V_2^{32} & V_3^{32} & V_4^{32} & V_5^{32} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & V_2^{32} & V_3^{32} & V_4^{32} & V_5^{32} \end{bmatrix}$$

[68] 즉, W1을 보고를 위한 코드북 각각의 요소는 다수의 빔형성 벡터들(beam forming vectors)의 조합으로 구성되며, 수학식 4의 상하에서 보였듯이, 각 빔형성 벡터(beam forming vector)는 두 개 이상의 W1_k에 포함될 수 있다.

[69] 수학식4에서 M=32인 경우 8개의 안테나들을 포함하는 전송단의 경우로 수학식 2의 32개의 빔형성벡터들을 0 내지 31의 빔 인덱스들 n으로 표시하면 열 벡터로 V₀³²=(1,1,e^{j(π/16)}, e^{j(2π/16)}), V₁³²=(1,e^{j(π/16)},e^{j(2π/16)}, e^{j(3π/16)}), V₂³²=(1,e^{j(2π/16)},e^{j(3π/16)}, e^{j(4π/16)}},...,V₃₁³²=(0,e^{j(31π/16)},e^{j(32π/16)}, e^{j(33π/16)})와 같을 수 있다.

[70] W2은 수학식5와 같이 같이 정의할 수 있다. 이때 W1_k에 포함된 다수의 빔형성 벡터(beam forming vector) 중 하나를 선정하는 작업과 co-phasing 작업을 동시에 수행한다.

[71] [수학식 5]

$$[72] \quad W2_q = W2_{PMI2=q} = \begin{bmatrix} e_l^M \\ \pm \alpha e_l^M \end{bmatrix} \text{ for rank 1}$$

$$W2_q = W2_{PMI2=q} = \begin{bmatrix} e_l^M & e_l^M \\ \alpha e_l^M & -\alpha e_l^M \end{bmatrix} \text{ for rank 2}$$

[73] e_i^M은 i번째 요소(element)가 1이고 나머지가 0인 길이 M의 벡터일 수 있다. 보다

간단한 예는 다음과 같다.

[74] [수학식 6]

[75]

$$W2_{PMI2=0} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad W2_{PMI2=1} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ j \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{for rank 1}$$

[76] 상기 수식들에 의해, W는 rank 1과 rank 2에 대해

$$W1_k W2_q = \begin{bmatrix} V_{k,l}^{32} & 0 \\ 0 & V_{k,l}^{32} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \\ \pm \alpha \end{bmatrix} \quad \text{또는} \quad W1_k W2_q = \begin{bmatrix} V_{k,l}^{32} & 0 \\ 0 & V_{k,l}^{32} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \alpha & -\alpha \end{bmatrix}$$

이다. $V_{k,l}^{32}$ 은 PMI1=k로 표기되는 빔형성벡터들(beam forming vectors)들 중 1번째 인자를 의미한다. $V_{k,l}^{32}$ 은 빔형성 벡터의 분해능이 32인 경우 PMI1=k로 표기되는 빔형성벡터들(beam forming vectors)들 중 1번째 인자를 의미한다.

[77] 수학식 3 내지 6를 참조하여 설명한 $W1_{PMI1} \times W2_{PMI2}$ 를 아래와 같이 표현할 수 있다.

[78] [수학식 7]

[79]

$$W_{PMI1, PMI2} = W1_{PMI1} \times W2_{PMI2}$$

[80] 수학식 7의 방식으로 수학식 4와 6의 예시로 $W_{0,1} = W1_{PMI1=0} \times W2_{PMI2=1}$ 인 경우 수학식 8 또는 9와 같을 수 있다.

[81] [수학식 8]

[82]

$$W_{0,1} = W1_{PMI1=0} \times W2_{PMI2=1} = \begin{bmatrix} V_0^{32} & V_1^{32} & V_2^{32} & V_3^{32} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & V_0^{32} & V_1^{32} & V_2^{32} & V_3^{32} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ j \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} V_0^{32} \\ jV_0^{32} \end{bmatrix}$$

[83] [수학식 9]

[84]

$$W_{0,1} = W1_{PMI=0} \times W2_{PMI=1} = \begin{bmatrix} V_{0,1}^{32} & 0 \\ 0 & V_{0,1}^{32} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$$

- [85] 요약하면 다음과 같다. 단말은 프리코더 행렬 보고 시 각 서브밴드 별 사용 될 프리코더 행렬 또는 빔 형성 벡터(**beam forming vector**)을 조사하며, 가장 빈번히 사용될 것이라 판단되는 N개(수식 4의 예에 의하면 4개)의 벡터를 선정하고 이를 광대역 부분 정보로 정의하여 PMI1을 통해 보고한다. 수식 4는 단말이 광대역 정보 보고 시 4개의 인접한 빔형성 벡터들을 선정하는 경우의 예시이다. 상기의 광대역 부분 정보를 선정함과 동시에 부대역 부분 정보도 결정하여 PMI2를 사용하여 기지국에 보고한다.
- [86] 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선통신시스템에서 프리코더 구조 및 프리코더 행렬 정보의 피드백 방식에서 빔 제한(**beam restriction**)은 다음과 같다.
- [87] 도 4에 도시한 바와 같이 전술한 이중 구조 프리코더는 각 단말에게 신호를 전송 시 서브밴드별 다른 빔(**beam**)을 통한 신호 전송이 가능하도록 하며, 또한 이중 구조 피드백을 통해 피드백 오버헤드를 감소시키는 효과를 가진다.
- [88] 추가적인 피드백 오버헤드 감소를 위해 상용 통신 시스템은 코드북 제한 기법을 사용한다. 코드북 제한의 개념은 다음과 같다.
- [89] 기지국은 채널 상태를 장기간 관찰 후, 자신에게 연결된 단말들이 보고하지 않을 것이라 또는 매우 낮은 확률로 보고할 것이라 예상되는 코드북 요소를 검토한다. 또는 셀내 간섭(**inter-cell interference**) 발생 등의 이유로 단말에게 신호 전송시 사용하지 않을 프리코더 행렬을 검토한다. 상기 검토 내용을 바탕으로 기지국은 해당 기지국에 특화된 코드북을 재생성하며, 사용하지 않을 코드북 요소에 대한 정보를 단말에 전달한다. 단말을 이를 습득 후 기지국과 마찬가지로 코드북을 재생성하며, 상기의 특화된 코드북을 사용하여 프리코더 행렬에 대한 정보를 기지국에 보고한다. 상기 과정에서, 코드북의 크기가 L에서 M으로 감소하게 되며, 이에 따라 프리코더 행렬 보고에 필요한 비트의 수도 $\lceil \log_2 L \rceil$ 에서 $\lceil \log_2 M \rceil$ 로 감소한다.
- [90] LTE rel-8 코드북의 경우, 각기 다른 프리코더 행렬이 각 PMI에 대응하도록 설계되어 있다. 따라서 각 코드북 요소들의 보고 가능성 또는 활용성을 고려하여 코드북 제한을 수행함이 적합할 수 있다.
- [91] 빔 형성 벡터(**Beam forming vector**)에 기반한 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선통신시스템에서 코드북의 경우, rel-8 코드북과는 확연히 구분되는 특성을 가진다. 각 단말은 각 서브밴드에서 신호를 수신받기 위해 사용될 빔형성 벡터(**beam forming vector**)를 선정하며 선정된 빔형성 벡터(**beam forming vector**)는 두 개 프리코더 행렬의 조합으로 표현될 수 있다. 또한 각 빔 형성벡터(**beam forming vector**)는 두 가지 이상의 조합으로 표현 가능하다.

- [92] 상기 특성에 따라, 각 단말 또는 기지국이 사용하지 않을 빔형성 벡터(**beam forming vector**)를 코드북 제한으로 표기할 경우, 정확한 제한 표기가 어렵다. 예를 들어, rank 1 전송(transmission)에 한하여 $V_0^{32} \sim V_{15}^{32}$ 을 사용하지 않도록 제한을 가하는 경우, 수학식 4에 예시된 방식으로 **W1**의 요소가 선정되어 있다면 다음과 같을 수 있다.

- [93] [수학식 10]

$$[94] \quad \mathbf{W1}_{PMI=0} = \begin{bmatrix} V_0^{32} & V_1^{32} & V_2^{32} & V_3^{32} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & V_0^{32} & V_1^{32} & V_2^{32} & V_3^{32} \end{bmatrix}$$

$$[95] \quad \mathbf{W1}_{PMI=6} = \begin{bmatrix} V_{12}^{32} & V_{13}^{32} & V_{14}^{32} & V_{15}^{32} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & V_{12}^{32} & V_{13}^{32} & V_{14}^{32} & V_{15}^{32} \end{bmatrix}$$

- [96] 따라서, $PMI=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ 일곱 가지 경우가 제한된다. 아래와 같이 $PMI=7$ 인 경우 다음과 같다.

- [97] [수학식 11]

$$[98] \quad \mathbf{W1}_{PMI=7} = \begin{bmatrix} V_{14}^{32} & V_{15}^{32} & V_{16}^{32} & V_{17}^{32} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & V_{14}^{32} & V_{15}^{32} & V_{16}^{32} & V_{17}^{32} \end{bmatrix}$$

- [99] 이때 V_{15}^{32} 이 사용되지 않음으로 $PMI=7$ 인 경우에 한하여 $PMI2$ 에 제한이 존재하나, 상기 제한은 $PMI2$ 피드백 오버헤드 감소에 도움이 되지 않는다. 즉 $PMI \neq 7$ 인 경우에 대비하여 충분한 비트를 $PMI2$ 피드백용으로 할당하여야 하므로, $PMI2$ 가 요구하는 피드백 오버헤드는 감소하지 않는다.

- [100] 즉, 전체 32개의 빔 형성 벡터(**beam forming vector**) 중 절반이 사용되지 않는 상황임에도 불구하고 PMI 에서 6개의 경우가 사용되지 않는 효과 이외의 효과는 없으며, 수학식4의 방식으로 PMI 이 정의된 경우, 16가지 경우의 수를 가지는 PMI 중 6가지가 제한되므로 제한 여부에 관계없이 4 비트가 PMI 피드백에 필요하므로 제한에 의한 피드백 오버헤드 감소를 기대할 수 없다.

- [101] 본 발명의 또다른 실시예에 따른 통신방법은 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선통신시스템에서 빔 제한(**Beam restriction**)하는 방법을 제공한다. 즉 코드북 제한이 가지는 비효율의 문제를 해결하기 위하여 본 발명의 또다른 실시예는 빔 제한(**beam restriction**)을 제공한다.

- [102] 전술한 바와 같이 $V_0^{32} \sim V_{15}^{32}$ 의 사용이 용이하지 않은 경우, 기지국은 이를 단말에 또는 단말은 이를 기지국에 통보할 수 있다. 상기 통보 방식에서 기지국 또는 단말은 **W1** 또는 **W2**의 구조를 고려하지 않고 빔 형성 벡터(**beam forming vector**) 각각의 사용 여부를 직접적으로 보고할 수 있다. 이때 빔제한정보는

비트맵형식으로 표현될 수 있으나 이에 제한되지 않고 다양한 형식으로 표현될 수 있다.

[103] 상기 예시의 경우, 32개의 제한 구분자(restriction indicator) $a_0 \sim a_{31}$ 을 선정 후 $a_0 \sim a_{15}=1$ 임을 통보할 수 있다. 빔제한정보를 비트맵형식으로 표현할 경우 위 예의 경우 빔제한정보는 "11111111111111110000000000000000"(앞에서부터 16개 "1"과 16개의 "0")일 수 있다.

[104] 이때 $a_0 \sim a_7=1$ 및 $a_{10} \sim a_{17}=1$ 과 같이 연속된 빔 형성벡터들도 제한할 수도 있으며, 이때 빔제한정보는 "11111111001111111100000000000000"일 수 있다. 또한 제한하는 빔 형성벡터들의 개수는 16개인 것을 예시적으로 설명하였으나 이에 제한되지 않는다. 또한, 제한하는 빔 형성벡터들의 개수는 일정한 시간동안 고정될 수도 있고 가변적일 수도 있다. 예를 들어 채널상태가 좋을 경우 많은 수의 동일한 빔 형성벡터들을 제한하다고 반대인 경우 적은 수의 동일한 개수의 빔형성벡터들을 제한할 수도 있다.

[105] 이 빔제한정보는 하향링크 제어정보, 예를 들어 RRC 신호로 물리적 하향링크 공유채널(Physical Downlink Shared Channel, PDSCH)을 통해 기지국으로부터 단말에 전송될 수 있다. 이때 빔제한정보는 PDSCH 이외에 물리적 하향링크 제어채널(Physical Downlink Control Channel, PDCCH)과 같은 다른 채널을 통해 기지국으로부터 단말로 전송될 수도 있다. 한편, 이 빔제한정보는 상위계층에서 전송주기나 전송조건 등을 결정하여 주기적으로 또는 비주기적으로 기지국로부터 단말에 전송할 수 있다.

[106] 32개의 제한 구분자(restriction indicator) $a_0 \sim a_{31}$ 을 선정 후 $a_0 \sim a_{15}=1$ 제한을 고려한 $W1$ 의 구조는 다음과 같이 변형된다. 즉 $a_0 \sim a_{15}$ 에 해당하는 빔 형성 벡터들을 제외한 나머지 빔형성벡터들 중 인접한 빔형성벡터들로 "특화된 코드북"을 재생성할 수 있다.

[107] [수학식 12]

$$[108] \quad W1_{PMI=0} = \begin{bmatrix} V_{16}^{32} & V_{17}^{32} & V_{18}^{32} & V_{19}^{32} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & V_{16}^{32} & V_{17}^{32} & V_{18}^{32} & V_{19}^{32} \end{bmatrix}$$

⋮

$$W1_{PMI=7} = \begin{bmatrix} V_{30}^{32} & V_{31}^{32} & V_{16}^{32} & V_{17}^{32} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & V_{30}^{32} & V_{31}^{32} & V_{16}^{32} & V_{17}^{32} \end{bmatrix}$$

[109] 상기의 경우 32개 중 16개의 빔 형성 벡터(beam forming vector)을 제한함에 의해 PMI1의 경우의 수가 16에서 8으로 감소하였으며, 이에 따라 1비트의

피드백 오버헤드 감소가 발생하였다. 즉, 제한에 의한 오버헤드 감소가 반영될 수 있다.

- [110] 본 발명의 또다른 실시예에 따른 통신방법은 빔 제한(beam restriction)을 반영한 “특화된 코드북”을 생성 후, 상기 특화된 코드북을 사용하여 CL-MIMO(closed loop MIMO)을 구현할 수 있다.
- [111] 이상 실시예들이 적용되는 무선통신시스템을 설명하였으나 이하 도 2 및 도 3을 참조하여 다단 구조의 프리코더를 사용할 경우 빔제한(beam restriction)시 무선통신시스템에서 기지국과 단말이 빔제한정보와 채널상태정보를 교환하는 과정을 기재한다.
- [112] 도 3는 빔 제한시 기지국과 단말이 빔제한정보와 채널상태정보를 교환하는 무선통신시스템을 도시하고 있다. 이때 기지국과 단말이 빔제한정보에 의해 빔제한하기 이전의 코드북을 “기본 코드북”이라하고 빔 제한 이후의 코드북을 “특화된 코드북”이라고 하여 양자를 구별한다.
- [113] 도 3을 참조하면, 무선통신시스템(100)은 도 1의 무선통신시스템과 동일하게 기지국(120)과 기지국(120) 내에 존재하는 적어도 하나의 단말, 예를 들어 n개의 단말들(110)을 포함할 수 있다. 이 단말들(110)은 현재 접속되어 있거나 추가 접속을 시도하는 단말들일 수 있으나 도 3에는 하나의 단말만을 표시한다.
- [114] 기지국(120)은 후술하는 바와 같이 적어도 두개의 제1및 제2프리코더들을 포함하는 다단 구조의 프리코더를 포함하고 있다. 기지국(120)은 제1프리코더에 사용되는 N개의 제1프리코딩 행렬들과 이들을 인덱싱하는 제1인덱스들을 표현하는 기본 제1코드북(122)과 제2 프리코더에 사용되는 M개의 제2프리코딩 행렬들과 이들을 인덱싱하는 제2인덱스들을 표현하는 제2코드북(124)을 저장하거나 생성할 수 있다. 예를 들어 기본 제1코드북(122)은 수학식 4 내지 수학식 7을 참조하여 전술한 W_1 일 수 있고 제2코드북(124)는 수학식 4 내지 수학식 7을 참조하여 전술한 W_2 일 수 있고 그 반대일 수도 있다.
- [115] 이때 기본 제1코드북(122)은, 예를 들어 수학식 4와 같은 코드북형태로 저장할 수도 있고, $W_{1PMI=0}=[V_0^{32}, V_1^{32}, V_2^{32}, V_3^{32}]$ 와 같이 빔형성벡터만을 저장할 수도 있고 $[0,1,2,3]$ 와 같이 빔형성벡터의 인덱스들만을 저장할 수도 있다. 제2코드북(124)도 마찬가지로 예를 들어 수학식 6과 같은 코드북형태로 저장할 수도 있고 $W_{2PMI2=0}=[1]$ 또는 $W_{2PMI2=1}=[j]$ 와 같이 수학식 5에서 $a=1, j$ 만을 저장할 수도 있다.
- [116] 다시 말해 수학식 4와 같이 즉, W_1 을 보고를 위한 코드북 각각의 요소는 다수의 빔형성 벡터들(beam forming vectors)의 조합으로 구성되며, 수학식 4의 상하에서 보였듯이, 각 빔형성 벡터(beam forming vector)는 두 개 이상의 W_{1k} 에 포함될 수 있다.
- [117] 수학식 5와 같이 W_2 은 W_{1k} 에 포함된 다수의 빔형성 벡터(beam forming vector) 중 하나를 선정하는 작업과 co-phasing 작업을 동시에 수행한다.
- [118] 기지국(120)은 수학식 10을 참조하여 설명한 바와 같이 빔제한정보(Beam

restriction information)를 단말(110)에 전송할 수 있다. 이를 통해 전송한 바와 같이 코드북 제한이 가지는 비효율의 문제를 해결할 수 있다. 이때 빔제한정보는 기본 제1코드북(122)을 구성하는 빔형성벡터들 중 일부를 제한하는 정보이다.

[119] 즉 기지국 또는 단말은 W1 또는 W2의 구조를 고려하지 않고 기지국(120)은 빔형성 벡터(beam forming vector) 각각의 사용 여부를 직접적으로 보고할 수 있다. 전송한 바와 같이 예를 들어 기지국(120)은 32개의 빔 형성 벡터들의 제한 구분자(restriction indicator) $a_0 \sim a_{31}$ 을 선정 후 전송한 비트맵형식으로 $a_0 \sim a_{15}=1$ 임을 통보할 수 있다. 이때 $a_0 \sim a_{15}=1$ 제한을 고려한 W1의 구조는 수학적 식 10과 같을 수 있다.

[120] 상기 예시의 경우, 32개의 제한 구분자(restriction indicator) $a_0 \sim a_{31}$ 을 선정 후 비트맵형식 등 다양한 형식으로 $a_0 \sim a_{15}=1$ 임을 통보할 수 있다. 빔제한정보를 비트맵형식으로 표현할 경우 위 예의 경우 빔제한정보는 "11111111111111110000000000000000"(앞에서부터 16개 "1"과 16개의 "0")일 수 있다.

[121] 전송한 바와 같이 $a_0 \sim a_7=1$ 및 $a_{10} \sim a_{17}=1$ 과 같이 연속된 빔 형성벡터들도 제한할 수도 있으며, 이때 빔제한정보는 "11111111001111111100000000000000"일 수 있다. 또한 제한하는 빔 형성벡터들의 개수는 16개인 것을 예시적으로 설명하였으나 이에 제한되지 않는다. 또한, 제한하는 빔 형성벡터들의 개수는 일정한 시간동안 고정될 수도 있고 가변적일 수도 있다. 예를 들어 채널상태가 좋을 경우 많은 수의 동일한 빔 형성벡터들을 제한하고 반대인 경우 적은 수의 동일한 개수의 빔형성벡터들을 제한할 수도 있다.

[122] 위에서 기지국(120)은 제1코드북(122)을 구성하는 빔 형성벡터들 중 일부를 제한하는 빔제한정보(128)을 전송하는 것으로 설명하였다. 이때 기지국(120)은 제1코드북(122)이나 제2코드북(124) 중 적어도 하나를 제한하는 코드북제한정보를 단말에 전송할 수도 있고 코드북제한정보를 단말에 전송하는 것과 빔제한정보를 전송하는 것을 선택적으로 수행할 수도 있다.

[123] 도 3을 참조하면, 단말(110)과 기지국(120) 사이 데이터를 송수신하기 위해 송신자 측 기지국(120)은 참조신호를 전송하고, 수신자 측 단말(receiver side, 110)은 이 참조신호를 이용하여 채널을 추정할 수 있다. 예를 들어, 하향링크 전송시 단말(110)은 하향링크 채널을 추정할 수 있다. 특히 OFDM 전송시 단말(110)은 각 부대역(서브밴드)의 채널을 추정할 수 있다. 반대로, 상향링크 전송시 기지국(120)은 상향링크 채널을 추정할 수 있다.

[124] 채널의 추정을 위해 주파수-도메인 그리드 내에 규칙 또는 불규칙한 간격으로 특정 신호 또는 심볼을 삽입할 수 있다. 이때 이 특정 신호 또는 심볼을 참조신호(reference signal) 또는 참조심볼(reference symbol), 파일럿 심볼(pilot symbol) 등 다양하게 명명하나 본 명세서에서는 이 특정 신호 또는 심볼을 참조신호라 하나 그 용어에 제한되지 않는다. 물론 참조신호는 주파수 도메인 채널의 추정에만 사용되지 않고 단말과 기지국 사이의 무선통신 과정에서

필요한 위치추정, 제어정보의 송수신, 스케줄링정보의 송수신, 피드백정보의 송수신 등을 위해서 사용될 수도 있다.

- [125] 하향링크 또는 상향링크 전송시 각각 여러 종류의 참조신호들이 존재하며 다양한 용도로 새로운 참조신호들이 정의되고 있으며 논의되기도 한다. 예를 들어 상향링크 전송시 참조신호로 DM-RS(Demodulation RS), SRS(Sounding RS) 등이 있다. 하향링크 전송시 참조신호로 DM-RS(Demodulation RS), CRS(Cell-specific RS), MBSFN RS, UE-specific RS 등이 있다. 또한, 하향링크 전송시 단말(20)에서 중심 셀 또는 인접 셀들의 채널상태정보(Channel State Information(CSI))를 획득하기 위하여 기지국에서 전송하는 참조신호로 CSI-RS가 있다. 이 CSI-RS는 CQI(Channel Quality Indicator)/PMI(Precoder Matrix Index)/RI(Rank Index) 등을 리포팅하는데 사용될 수 있다. 이 CSI-RS는 CSI-RS를 전송하는 기지국에 포함된 각 셀마다 서로 구분가능하도록 셀-특화(Cell-specific)되며 낮은 오버헤드를 위해 주파수와 시간에서 충분히 산재해야 한다.
- [126] 다시 도 3을 참조하면, 단말(110)은 제1프리코더에 사용되는 N개의 제1프리코딩 행렬들과 이들을 인덱싱하는 제1인덱스들을 표현하는 기본 제1코드북(112)과 제2 프리코더에 사용되는 M개의 제2프리코딩 행렬들과 이들을 인덱싱하는 제2인덱스들을 표현하는 제2코드북(114)을 저장하거나 생성할 수 있다. 제1코드북(112)와 제2코드북(114)는 각각 기지국(120)이 저장하고 있는 제1코드북(122)와 제2코드북(124)과 동일하거나 동일한 방식으로 각 코드북들(112, 114)을 생성할 수 있다.
- [127] 이때 기본 제1코드북(112)은, 예를 들어 수학식4와 같은 코드북형태로 저장할 수도 있고, $W_{1_{PMI=0}} = [V_0^{32}, V_1^{32}, V_2^{32}, V_3^{32}]$ 와 같이 빔형성벡터만을 저장할 수도 있고 $[0, 1, 2, 3]$ 와 같이 빔형성벡터의 인덱스들만을 저장할 수도 있다. 제2코드북(114)도 마찬가지로 예를 들어 수학식6과 같은 코드북형태로 저장할 수도 있고 $W_{2_{PMI=0}} = [1]$ 또는 $W_{2_{PMI=1}} = [j]$ 와 같이 수학식5에서 $a=1, j$ 만을 저장할 수도 있다.
- [128] 단말(110)은 기지국(120)으로부터 전송한 빔제한정보(128)를 수신할 수 있다. 이 빔제한정보(128)는 빔 형성 벡터(beam forming vector) 각각의 사용 여부를 직접적으로 포함할 수 있다. 이때 빔제한정보는 비트맵형식으로 표현될 수 있으나 이에 제한되지 않고 다양한 형식으로 표현될 수 있다.
- [129] 이 빔제한정보는 하향링크 제어정보, 예를 들어 RRC 신호로 물리적 하향링크 공유채널(Physical Downlink Shared Channel, PDSCH)을 통해 기지국으로부터 단말에 전송될 수 있다. 이때 빔제한정보는 PDSCH 이외에 물리적 하향링크 제어채널(Physical Downlink Control Channel, PDCCH)과 같은 다른 채널을 통해 기지국으로부터 단말로 전송될 수도 있다. 한편, 이 빔제한정보는 상위계층에서 전송주기나 전송조건 등을 결정하여 주기적으로 또는 비주기적으로 기지국로부터 단말에 전송할 수 있다.

- [130] 단말(110)은 빔제한정보(128)에 따라 수학식 12과 같이 빔 제한정보(128)에서 사용을 제한한 빔 형성 벡터들을 제외한 다른 빔 형성 벡터들을 새로운 특화된 코드북들을 순차적으로 생성하거나 계산할 수 있다. 다시말해 단말(110)의 제1코드북(112)은 빔 제한정보(128)를 전송하기 이전의 기본 코드북에서 빔 제한정보(128)를 수신한 이후 빔 제한정보(128)에서 사용을 제한한 빔 형성 벡터들을 제외한 다른 빔 형성 벡터들로 생성되거나 계산된 특화된 코드북이다(수학식 12 참조).
- [131] 이때 특화된 제1코드북(112)도 예를 들어 수학식 12와 같은 코드북형태로 저장할 수도 있고, $W1_{PMI=0}=[V_{16}^{32}, V_{17}^{32}, V_{18}^{32}, V_{19}^{32}]$ 내지 $W1_{PMI=7}=[V_{30}^{32}, V_{31}^{32}, V_{16}^{32}, V_{17}^{32}]$ 와 같이 빔형성벡터만을 저장할 수도 있고 [16,17,18,19] 내지 [30, 31, 16, 17]과 같이 빔형성벡터의 인덱스들만을 저장할 수도 있다.
- [132] 단말(110)은 이 특화된 제1코드북(112)로부터 선택된 하나에 대한 이렇게 형성된 제1채널상태정보(132)를 기지국(120)에 보고/피드백할 수 있다. 예를 들어 단말(110)은 예를 들어 특화된 제1코드북(112)에서 $W1_{PMI=0}$ 를 제1프리코딩 행렬로 선택한 경우 단말(110)은 $PMI=0$ 에 해당하는 제1채널상태정보(132)를 기지국(120)에 보고/피드백할 수 있다.
- [133] 또한, 각 단말(110)은 제2프리코딩 행렬을 결정하고 그 제2프리코딩 행렬에 대한 제2채널상태정보(134)를 기지국(120)에 보고/피드백할 수 있다. 단말(110)은 제2코드북(114)에서 예를 들어 수학식 6에서 우측 행렬 또는 $W2_{PMI=1}=[j]$ 를 제2프리코딩 행렬로 선택한 경우 단말(110)은 $PMI=1$ 에 해당하는 제2채널상태정보(134)를 기지국(120)에 보고/피드백할 수 있다.
- [134] 기지국(120)은 각 단말(110)로부터 보고받은 채널상태정보들(132, 134)을 기초로 이용하여 빔 제한정보(128)에서 사용을 제한한 빔 형성 벡터들을 제외한 다른 빔 형성 벡터들로 새로운 특화된 코드북들을 순차적으로 생성하거나 계산된 특화된 제1코드북(122)과 제2코드북(124)에서 제1프리코더와 제2프리코더의 프리코딩 행렬들을 결정하고 그 프리코딩 행렬들을 이용하여 데이터심볼들을 프리코딩한다.
- [135] 다시말해 기지국(120)의 제1코드북(122)은 빔 제한정보(128)를 전송하기 이전의 기본 코드북에서 빔 제한정보(128)를 전송한 이후 빔 제한정보(128)에서 사용을 제한한 빔 형성 벡터들을 제외한 다른 빔 형성 벡터들로 생성되거나 계산된 특화된 코드북이다(수학식 12 참조).
- [136] 이때 특화된 제1코드북(122)도 예를 들어 수학식 12와 같은 코드북형태로 저장할 수도 있고, $W1_{PMI=0}=[V_{16}^{32}, V_{17}^{32}, V_{18}^{32}, V_{19}^{32}]$ 내지 $W1_{PMI=7}=[V_{30}^{32}, V_{31}^{32}, V_{16}^{32}, V_{17}^{32}]$ 와 같이 빔형성벡터만을 저장할 수도 있고 [16,17,18,19] 내지 [30, 31, 16, 17]과 같이 빔형성벡터의 인덱스들만을 저장할 수도 있다.
- [137] 다시 도 3을 참조하면, 최종적으로 기지국(120)은 프리코딩된 신호를 단말(110)에 전송한다. 반대로 단말(110)은 이 신호를 수신한 후 원 데이터를 디코딩한다.

- [138] 이상 다단 구조의 프리코더를 사용할 경우 빔제한시 무선통신시스템에서 기지국과 단말이 빔제한정보와 채널상태정보를 교환하는 과정을 설명하였으나 빔제한정보와 채널상태정보를 송수신하는 MIMO 무선통신시스템에 대해 상세히 기재한다.
- [139] 도 4는 MIMO 무선통신시스템에서 일실시예에 따른 기지국과 단말 각각의 구성도이다.
- [140] 도 4를 참조하면, MIMO 무선통신시스템(400)은 단말(410)과 기지국(420)을 포함할 수 있다. 이때 단말(410)과 기지국(420)은 도 3을 참조하여 설명한 빔제한시 무선통신시스템에서 기지국과 단말이 빔제한정보와 채널상태정보를 교환하는 과정을 수행한다.
- [141] 단말(410)은 하향링크 채널을 통해 신호를 수신하는 안테나 어레이(411)와 수신한 신호를 처리하고 프리코딩 행렬을 이용하여 원래의 데이터 심볼로 디코딩하는 포스트 디코더(post-decoder, 412), 채널정보 피드백장치(414)를 포함한다.
- [142] 안테나 어레이(411)는 다수의 안테나들을 사용할 수 있다. 이때 안테나 어레이(411)은 편파 안테나 어레이를 형성할 수도 있다. 무선통신시스템에서 한정된 공간에 보다 많은 안테나들을 배열하기 위해 서로 다른 편파를 가지는 두 개의 안테나들을 교차하여 설치한 이중 편파 안테나 어레이(dual polarized antenna array)를 사용하여 어레이를 구현할 수도 있다.
- [143] 포스트 디코더(412)는 기지국(420)의 제1프리코더(422)와 제2프리코더(424)에 대응된다. 포스트 디코더(412)는 수신한 참조신호를 채널정보 피드백장치(414)에 전달한다.
- [144] 안테나 어레이(411)는 전송한 빔제한정보를 하향링크 제어정보, 예를 들어 RRC 신호를 물리적 하향링크 공유채널(Physical Downlink Shared Channel, PDSCH)을 통해 기지국(420)으로부터 수신할 수 있다. 이때 빔제한정보는 PDSCH 이외에 물리적 하향링크 제어채널(Physical Downlink Control Channel, PDCCH)과 같은 다른 채널을 통해 기지국(420)으로부터 단말로 수신될 수도 있다. 포스트 디코더(412)는 PDSCH를 통해 수신한 신호를 프리코딩 행렬을 이용하여 원래의 빔제한정보로 디코딩할 수 있다.
- [145] 채널정보 피드백장치(414)는 참조신호를 수신하고 이 참조신호를 이용하여 채널을 추정할 수 있다. 채널정보 피드백장치(414)는 도 3을 참조하여 설명한 제1채널상태정보와 제2채널상태정보를 포함하는 채널정보를 생성할 수 있다. 채널정보 피드백장치(414)는 이 채널정보를 기지국(420)에 피드백할 수 있다.
- [146] 채널정보 피드백장치(414)는 제1코드북(112)으로 예를 들어 수학식4와 같은 코드북형태로 저장할 수도 있고, $W_{1PMI=0}=[V_0^{32}, V_1^{32}, V_2^{32}, V_3^{32}]$ 와 같이 빔형성벡터만을 저장할 수도 있고 $[0,1,2,3]$ 와 같이 빔형성벡터의 인덱스들만을 저장할 수도 있다.
- [147] 채널정보 피드백장치(414)는 제2코드북(114)도 예를 들어 수학식6과 같은

코드북형태로 저장할 수도 있고 $W2_{PMI2=0}=[1]$ 또는 $W2_{PMI2=1}=[j]$ 와 같이 수학식5에서 $a=1, j$ 만을 저장할 수도 있다.

[148] 채널정보 피드백장치(414)는 수신한 빔제한정보에 따라 수학식 12과 같이 빔 제한정보(128)에서 사용을 제한한 빔 형성 벡터들을 제외한 다른 빔 형성벡터들을 새로운 특화된 제1코드북을, 예를 들어, 수학식12와 같은 코드북형태로 저장할 수도 있고, $W1_{PMI1=0}=[V_{16}^{32}, V_{17}^{32}, V_{18}^{32}, V_{19}^{32}]$ 내지 $W1_{PMI1=7}=[V_{30}^{32}, V_{31}^{32}, V_{16}^{32}, V_{17}^{32}]$ 와 같이 빔형성벡터만을 저장할 수도 있고 [16,17,18,19] 내지 [30, 31, 16, 17]과 같이 빔형성벡터의 인덱스들만을 저장할 수도 있다.

[149] 채널정보 피드백장치(414)는 이 특화된 제1코드북(112)로부터 선택된 하나에 대한 이렇게 형성된 제1채널상태정보(132)와 제2프리코딩 행렬을 결정하고 그 제2프리코딩 행렬에 대한 제2채널상태정보(134)를 기지국(120)에 보고/피드백할 수 있다.

[150] 기지국(420)은 코드워드를 레이어에 맵핑하는 레이어 매퍼(421)와 레이어 매핑된 데이터 심볼들을 프리코딩 행렬을 이용하여 프리코딩하는 프리코더(425), 프리코딩된 신호를 공중으로(on air)으로 전송하는 안테나 어레이(428)를 포함한다. 프리코더(425)는 데이터 심볼들을 프리코딩하는 제1프리코더(422)와 제2프리코더(424)를 포함할 수 있다. 이때 제1프리코더(422)과 제2프리코더(424)는 각각 자신의 제1프리코딩 행렬과 제2프리코딩 행렬에 의해 데이터 심볼들을 프리코딩할 수 있다. 여기서, 프리코더(425) 내에 적어도 두개의 프리코더들(422, 424)이 포함되어 있는 것으로 설명하였지만, 상기 두개의 프리코더들(422, 424)은 물리적인 형태를 가진 것이 아니라 프리코딩을 수행하는 논리적인 연산블럭이 될 수도 있다.

[151] 기지국(420)은 전송한 빔제한정보를 하향링크 제어정보, 예를 들어 RRC 신호를 물리적 하향링크 공유채널(Physical Downlink Shared Channel, PDSCH)을 통해 단말(410)에 전송할 수 있다. 이때 기지국(420)은 빔제한정보를 PDSCH 이외에 물리적 하향링크 제어채널(Physical Downlink Control Channel, PDCCH)과 같은 다른 채널을 통해 단말(410)에 전송할 수도 있다.

[152] 다시 말해 레이어 매퍼(421)는 전송한 빔제한정보를 코드워드로 레이어 맵핑하고 이단구조의 프리코더(425)는 레이어 매핑된 데이터 심볼을 프리코딩 행렬을 이용하여 프리코딩하고, 안테나 어레이(428)는 이 프리코딩된 신호를 공중으로 전송할 수 있다.

[153] 기지국(420)의 안테나 어레이(428)는 다수의 안테나들을 사용할 수 있다. 이때 안테나 어레이(428)은 편파 안테나 어레이를 형성할 수도 있다. 무선통신시스템에서 한정된 공간에 보다 많은 안테나들을 배열하기 위해 서로 다른 편파를 가지는 두 개의 안테나들을 교차하여 설치한 이중 편파 안테나 어레이(dual polarized antenna array)를 사용하여 어레이를 구현할 수도 있다. 이때 안테나 어레이들(411, 428)이 이중 편파 안테나 어레이를 사용하는 것을 예시적으로 설명하였으나 이에 제한되지 않는다.

- [154] 기지국(420)은 안테나 어레이(428)을 통해 단말(410)의 채널정보 피드백장치(414)로부터 제1채널상태정보와 제2채널상태정보를 보고/피드백받을 수 있다.
- [155] 기지국(420)은 각 단말(410)로부터 보고받은 채널상태정보들을 기초로 이용하여 빔 제한정보에서 사용을 제한한 빔 형성 벡터들을 제외한 다른 빔 형성벡터들로 새로운 특화된 코드북들을 순차적으로 생성하거나 계산된 특화된 제1코드북과 제2코드북에서 제1프리코더(422)와 제2프리코더(424)의 프리코딩 행렬들을 결정하고 그 프리코딩 행렬들을 이용하여 데이터심볼들을 프리코딩한다.
- [156] 다시 말해 기지국(420)의 제1코드북은 빔 제한정보를 전송하기 이전의 기본 코드북에서 빔 제한정보를 전송한 이후 빔 제한정보에서 사용을 제한한 빔 형성 벡터들을 제외한 다른 빔 형성벡터들로 생성되거나 계산된 특화된 코드북이다(수학식 12 참조).
- [157] 제1채널상태정보와 제2채널상태정보의 피드백 주기 또는 간격이 다를 수 있다. 예를 들어 제1채널상태정보는 숏텀으로 기지국(420)에 피드백되고 제2채널정보는 롱텀으로 기지국(420)에 피드백될 수 있다. 다시 말해, 긴 주기/롱텀과 짧은 주기/숏텀은 서로 상대적인 의미로, 긴 주기/롱텀은 짧은 주기/숏텀보다 긴 주기를 의미한다.
- [158] 이상, 또다른 실시예에 따라 코드북제한정보와 채널생태정보를 송수신하는 MIMO 무선통신시스템에 대해 기재하였으나, 이하 또다른 실시예에 따른 송신장치의 통신방법에 대해 기재한다.
- [159] 도 5은 또다른 실시예에 따른 송신장치의 통신방법의 흐름도이다.
- [160] 도 5을 참조하면, 또다른 실시예에 따른 송신장치의 통신방법(600)은 코드워드를 레이어에 맵핑하는 레이어 맵핑 단계(S610)과 심볼들을 프리코딩하는 프리코딩 단계(S620), 둘 이상의 안테나들을 통해 프리코딩된 심볼을 공중으로 전파하는 전송단계(S630)을 포함할 수 있다. 레이어 맵핑 단계(S610)와 프리코딩 단계(S620), 전송단계(S630)는 전술한 바와 동일하므로 구체적인 설명을 생략한다.
- [161] 또다른 실시예에 따른 기지국의 통신방법(600)은 전술한 바와 같이 빔 형성벡터 각각을 제한하는 빔제한정보를 단말(410)에 전송할 수 있다. 이 빔제한정보는 하향링크 제어정보, 예를 들어 RRC 신호로 물리적 하향링크 공유채널(Physical Downlink Shared Channel, PDSCH)을 통해 기지국(420)으로부터 단말(410)에 전송될 수 있다. 이때 빔제한정보는 PDSCH 이외에 물리적 하향링크 제어채널(Physical Downlink Control Channel, PDCCH)과 같은 다른 채널을 통해 기지국(420)으로부터 단말(410)로 전송될 수도 있다.
- [162] 한편, 이 빔제한정보는 상위계층에서 전송주기나 전송조건 등을 결정하여 주기적으로 또는 비주기적으로 기지국로부터 단말에 전송할 수 있다.
- [163] 레이어 맵핑 단계(S610)에서 빔제한정보는 하향링크 제어신호로 레이어에

맵핑될 수 있다.

[164] 이상, 또다른 실시예에 따른 송신장치의 통신방법에 대해 기재하였으나, 이하 또다른 실시예에 따른 수신장치의 통신방법에 대해 기재한다.

[165] 도 6은 또다른 실시예에 따른 수신장치의 통신방법의 흐름도이다.

[166] 또다른 실시예에 따른 수신장치의 통신방법(700)은 빔제한정보를 송신장치로부터 수신하는 빔제한정보 수신단계(S710)과 제1채널상태정보와 제2채널상태정보를 송신장치에 전송하는 채널정보 전송단계(S720)을 포함한다.

[167] 빔제한정보 수신단계(S710)에서, 기지국으로부터 빔제한정보(도 3의 128)를 각각 수신할 수 있다. 이 빔제한정보(128)는 빔 형성 벡터(beam forming vector) 각각의 사용 여부를 직접적으로 포함할 수 있다.

[168] 채널정보 전송단계(S720)에서 단말(110)은 빔제한정보(128)에 따라 수학식 10과 같이 빔 제한정보(128)에서 사용을 제한한 빔 형성 벡터들을 제외한 다른 빔 형성벡터들을 새로운 코드북들을 순차적으로 생성하거나 계산할 수 있다. 단말(110)은 이렇게 형성된 제1채널상태정보(132)를 기지국(120)에 보고/피드백할 수 있다. 또한, 각 단말(110)은 제2프리코딩 행렬을 결정하고 그 제2프리코딩 행렬에 대한 제2채널상태정보(134)를 기지국(120)에 보고/피드백할 수 있다.

[169] 이상 도면을 참조하여 실시예들을 상세히 설명하였으나 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[170] 이상과 같은 실시예들은 상향/하향링크 MIMO 시스템에 적용될 수 있으며, 단일 셀(single cell) 환경뿐 아니라 다중 포인트 협력형 송수신 시스템(Coordinated multi-point transmission/reception System; CoMP) 및 이종 네트워크(heterogeneous network) 등 모든 상향/하향링크 MIMO 시스템에 적용될 수 있을 것이다.

[171] 전술한 실시예에서 랭크 1 및 2를 참조하여 빔제한정보를 전송하고 수신하면 이 빔제한정보를 이용하여 채널정보를 구성 및 전송하는 통신방법 및 시스템을 설명하였으나 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 랭크 3 내지 랭크 8도 동일한 방식 또는 시스템을 적용할 수 있다.

[172] 예를 들어 랭크 3 및 4의 경우, 16개 빔 형성벡터 또는 빔(빔 인덱스: 0,1,2,...,15)을 사용하고 W1은 8개의 인접한 빔들(adjacent overlapping beams), 예를 들어 빔 인덱스로 표현할 때 {0,1,2,...,7}, {4,5,6,...,11}, {8,9,10,...,15}, {12,...,15,0,...,3}를 사용할 수 있다. 아울러 W2는 랭크 3일 때 16개의 코드북 또는 코드워드를, 랭크4일 때 8개의 코드북 또는 코드워드를 사용할 수 있다. 이와 같은 코드북을 사용할 경우 위 실시예에서 설명한 바와 같이 코드북 자체를 제한할 수도 있으나 코드북을 구성하는 빔 형성 벡터 또는 빔들 중 일부를 제한하고 나머지로 코드북을 구성할 수도 있다.

[173] 위 실시예들에서 도 3 내지 도 8을 참조하여 두개의 프리코더들을 포함하는 프리코더에서 두개의 프리코더들 중 하나의 코드북에서 코드북을 구성하는 빔

형성벡터들 또는 빔들을 제한하는 빔제한정보를 보내고 전송단(또는 송신장치, 기지국)과 수신단(또는 수신장치, 단말)이 이 빔제한정보를 기초로 특화된 코드북을 재생성한 후 특화된 코드북에서 선택한 코드북에 대한 디지털 인덱스 정보(PMI)를 단말이 기지국에 전송하는 것으로 설명하였으나 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 프리코더는 한개의 프리코더만으로 구성되고 이 프리코더에 대한 프리코딩 행렬에 대한 코드북을 빔형성벡터들 또는 빔들로 구성하고 이 빔형성벡터들 또는 빔들 중 적어도 하나를 제한하는 빔제한정보를 보낼 수도 있다. 다른 예를 들어, 프리코더는 3개 이상의 프리코더들로 구성되고 이 프리코더들 중 하나에 대한 프리코딩 행렬에 대한 코드북을 빔형성벡터들 또는 빔들로 구성하고 이 빔형성벡터들 또는 빔들 중 적어도 하나를 제한하는 빔제한정보를 보낼 수도 있다.

[174] 위 실시예에서 이중편파 안테나 어레이를 예를 들어 설명하였으나 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 예를 들어 삼중편파나 사중편파 안테나 어레이와 같이 다중편파 안테나 어레이일 수도 있다. 또한, 편파 안테나 어레이에 제한되지 않고 일반적인 안테나 어레이에도 적용가능할 수도 있다.

[175] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[176]

청구범위

- [청구항 1] 프리코더를 포함하는 송신장치에서,
상기 프리코더의 코드북을 구성하는 적어도 하나의 빔 형성
벡터를 제한하는 빔제한정보를 결정하는 단계; 및
결정한 상기 빔제한정보를 수신장치에 전송하는 단계를 포함하는
송신장치의 통신방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 프리코더는 적어도 제1프리코더와 제2프리코더를 포함하며,
상기 빔 제한정보를 결정하는 단계는, 상기 제1프리코더의
코드북을 구성하는 적어도 하나의 빔 형성 벡터를 제한하는
빔제한정보를 결정하는 것을 특징으로 하는 송신장치의 통신방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 빔제한정보는 비트맵형식인 것을 특징으로 하는 송신장치의
통신방법.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
상기 수신장치로부터 상기 빔제한정보에서 제한한 빔 형성
벡터들을 제외하고 생성된 상기 제1프리코더의 코드북에 대한
채널상태정보를 수신하는 단계를 추가로 포함하는 송신장치의
통신방법.
- [청구항 5] 제2항에 있어서,
상기 빔제한정보에서 제한한 빔 형성 벡터들을 제외하고 생성된
코드북에 따른 프리코딩행렬을 이용하여 상기 제1프리코더가
신호를 프리코딩하여 전송하는 단계를 추가로 포함하는
송신장치의 통신방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 송신장치는 기지국인 것을 특징으로 하는 송신장치의
통신방법.
- [청구항 7] 코드워드를 레이어에 매핑하는 레이어 매퍼;
상기 코드워드가 상기 레이어 매퍼에 의해 상기 레이어에 매핑된
데이터심볼을 자신의 코드북에서 선택한 프리코딩 행렬을
이용하여 프리코딩하는 프리코더; 및
프리코더로부터 출력된 신호들을 전송하는 안테나 어레이를
포함하며,
상기 코드워드는, 상기 프리코더의 코드북을 구성하는 적어도
하나의 빔 형성 벡터를 제한하는 빔제한정보를 포함하는 것을
특징으로 하는 송신장치.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,

상기 프리코더는 적어도 제1프리코더와 제2프리코더를 포함하며, 상기 코드워드에 포함되는 빔제한 정보는 상기 제1프리코더의 코드북을 구성하는 적어도 하나의 빔 형성 벡터를 제한하는 것을 특징으로 하는 송신장치.

[청구항 9]

제7항에 있어서,

상기 빔제한정보는 비트맵형식인 것을 특징으로 하는 송신장치.

[청구항 10]

제8항에 있어서,

상기 안테나 어레이는 수신장치로부터 상기 빔제한정보에서 제한한 빔 형성 벡터들을 제외하고 생성된 상기 제1프리코더의 코드북에 대한 채널상태정보를 수신하는 것을 특징으로 하는 송신장치.

[청구항 11]

제8항에 있어서,

상기 프리코더는 상기 빔제한정보에서 제한한 빔 형성 벡터들을 제외하고 생성된 코드북에 따른 프리코딩행렬을 이용하여 신호를 프리코딩하여 전송하는 것을 특징으로 하는 송신장치.

[청구항 12]

제7항에 있어서,

상기 송신장치는 기지국인 것을 특징으로 하는 송신장치.

[청구항 13]

프리코더를 포함하는 송신장치가 신호를 송신하는

무선통신시스템에서,

상기 송신장치로부터 상기 프리코더의 코드북을 구성하는 적어도 하나의 빔 형성 벡터를 제한하는 빔제한정보를 수신하는 수신단계; 및

상기 빔제한정보에서 제한한 빔 형성 벡터들을 제외하고 생성된 상기 프리코더의 코드북에 대한 채널상태정보를 상기 송신장치에 전송하는 전송단계를 포함하는 수신장치의 통신방법.

[청구항 14]

제13항에 있어서,

상기 프리코더는 적어도 제1프리코더와 제2프리코더를 포함하며, 상기 빔 제한정보를 수신하는 단계에서, 상기 빔제한정보는 상기 제1프리코더의 코드북을 구성하는 적어도 하나의 빔 형성 벡터를 제한하는 것을 특징으로 하는 수신장치의 통신방법.

[청구항 15]

제13항에 있어서,

상기 빔제한정보는 비트맵형식인 것을 특징으로 하는 수신장치의 통신방법.

[청구항 16]

제13항에 있어서,

상기 송신장치는 기지국이며 상기 수신장치는 단말인 것을 특징으로 하는 수신장치의 통신방법.

[청구항 17]

프리코더를 포함하는 송신장치가 신호를 송신하는

무선통신시스템에서,

상기 송신장치로부터 상기 프리코더의 코드북을 구성하는 적어도 하나의 빔 형성 벡터를 제한하는 빔제한정보를 수신하는 안테나 어레이; 및

상기 빔제한정보에서 제한한 빔 형성 벡터들을 제외하고 생성된 상기 프리코더의 코드북에 대한 채널상태정보를 상기 송신장치에 전송하는 채널정보 피드백장치를 포함하는 수신장치.

[청구항 18]

제17항에 있어서,

상기 프리코더는 적어도 제1프리코더와 제2프리코더를 포함하며, 상기 빔제한정보는 상기 제1프리코더의 코드북을 구성하는 적어도 하나의 빔 형성 벡터를 제한하는 것을 특징으로 하는 수신장치.

[청구항 19]

제17항에 있어서,

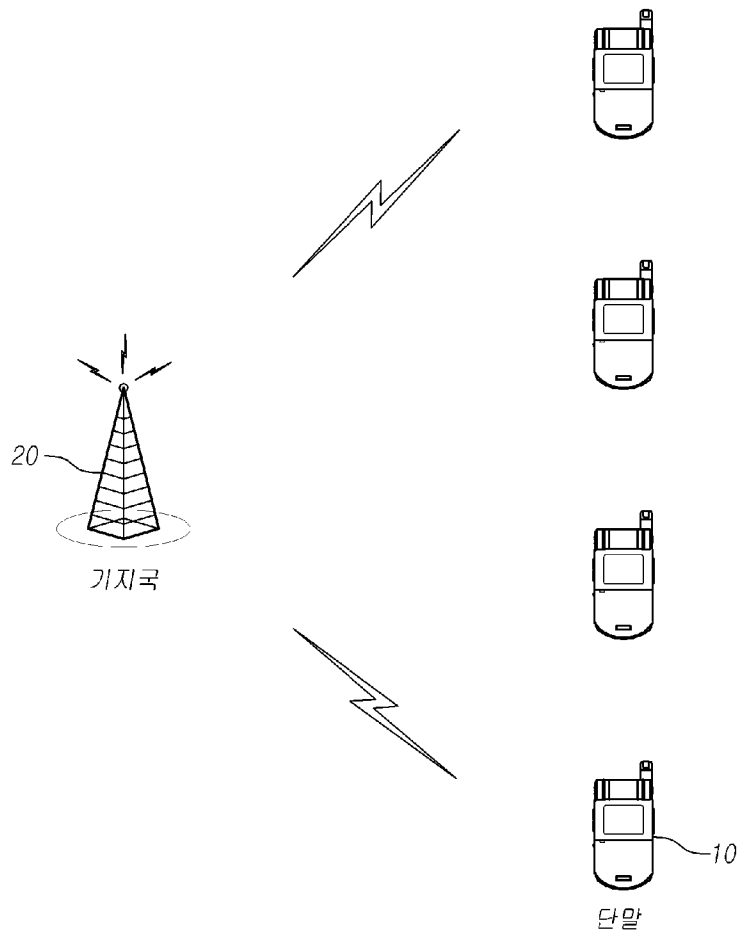
상기 빔제한정보는 비트맵형식인 것을 특징으로 하는 수신장치.

[청구항 20]

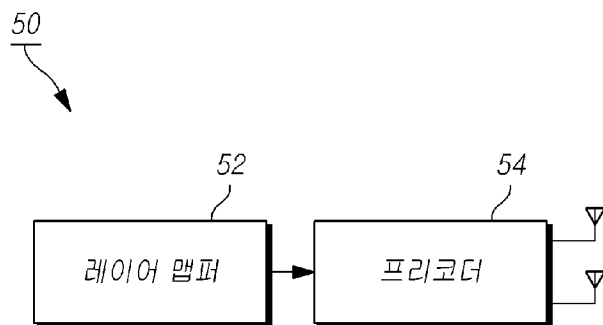
제17항에 있어서,

상기 송신장치는 기지국이며 상기 수신장치는 단말인 것을 특징으로 하는 수신장치.

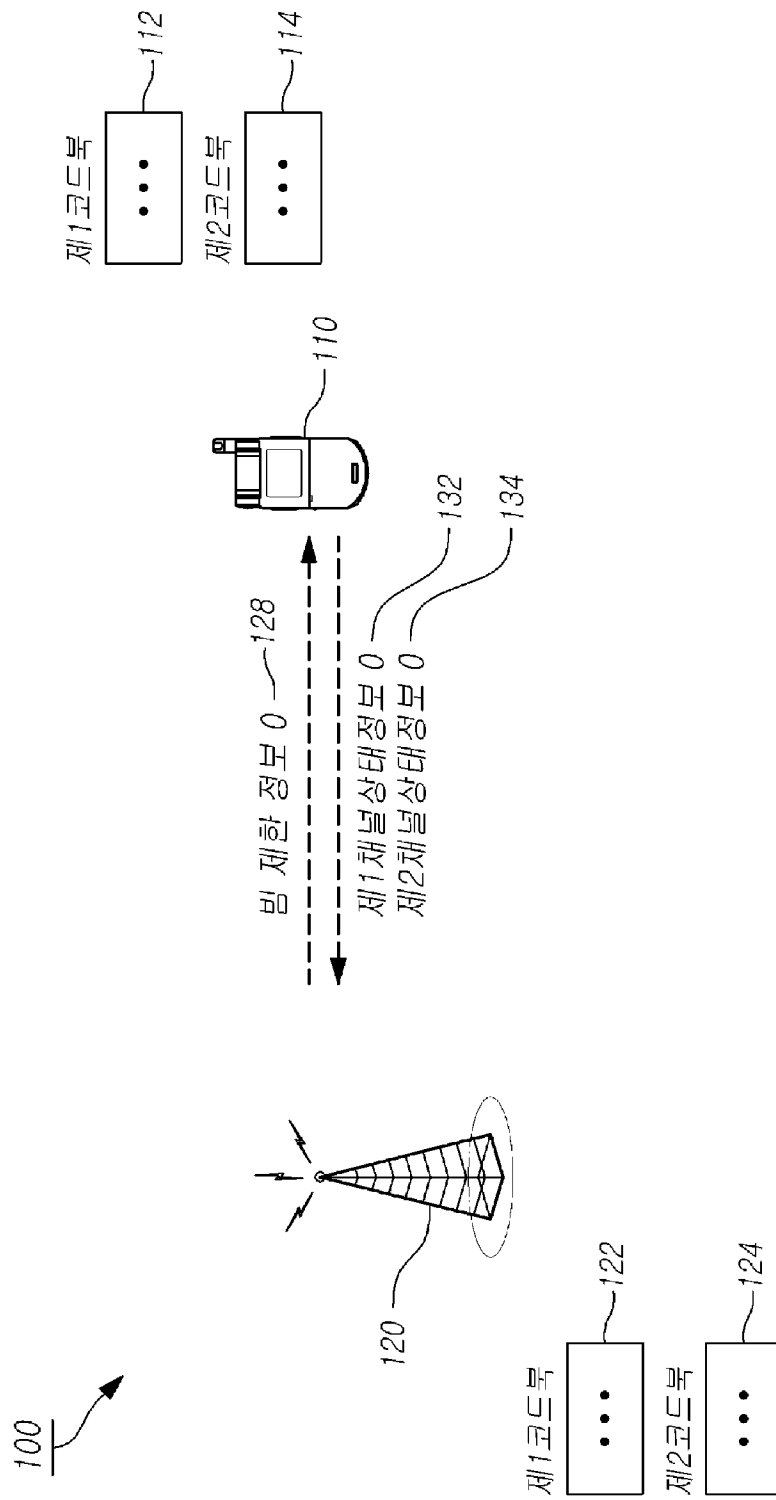
[Fig. 1]



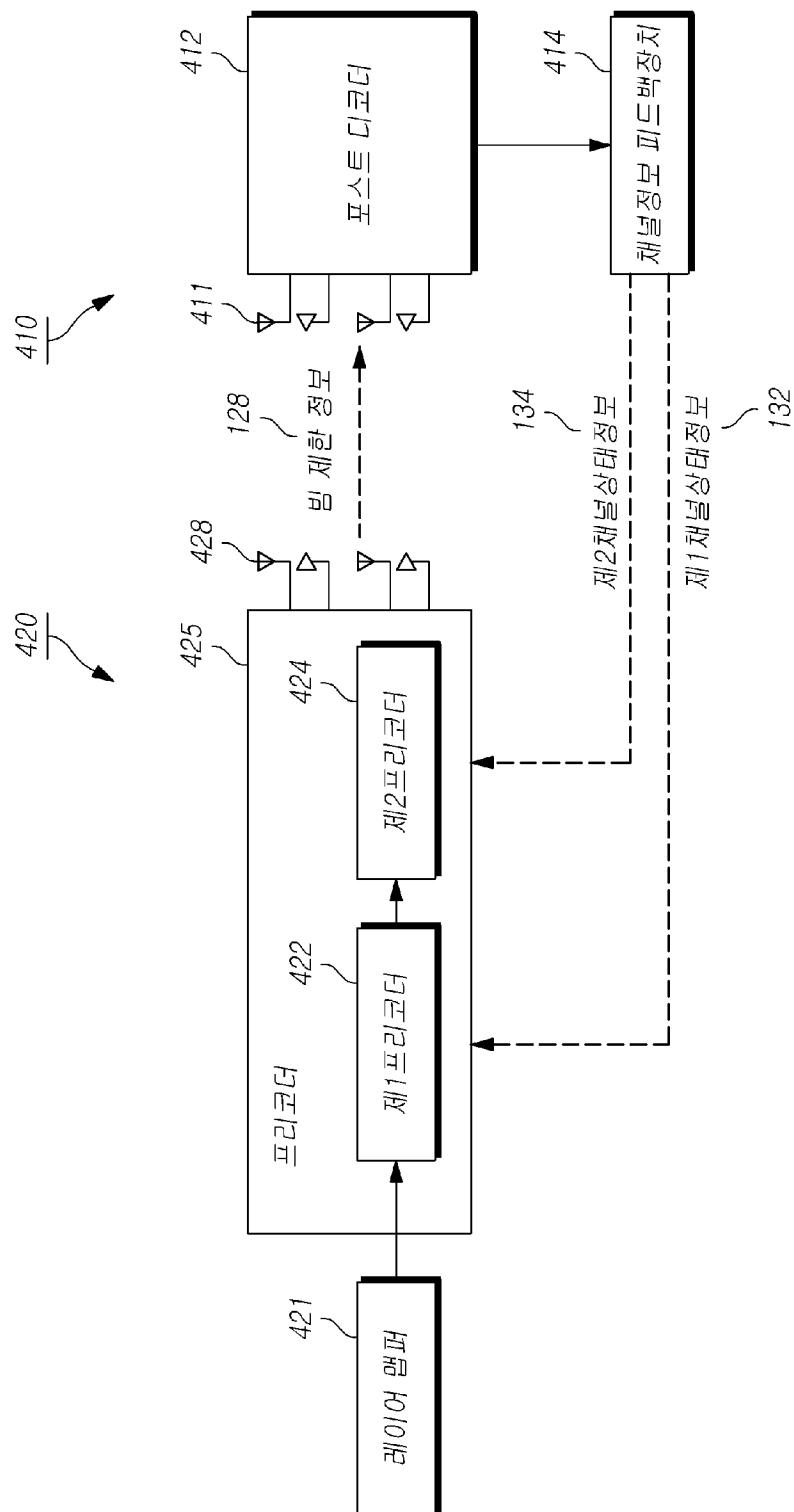
[Fig. 2]



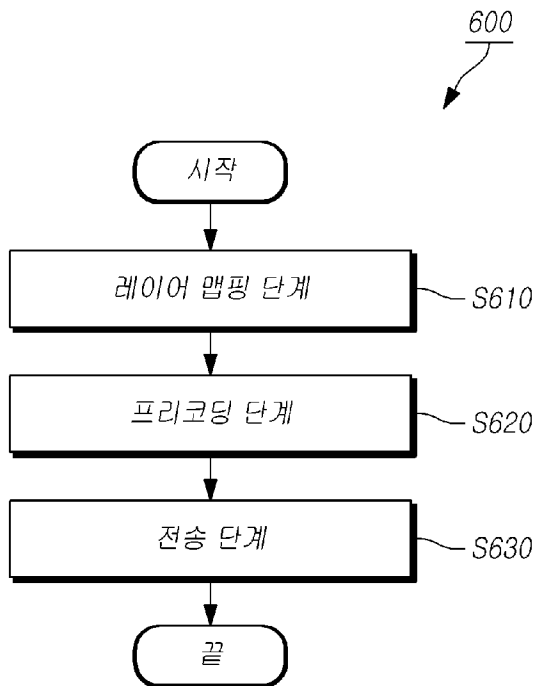
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]

