



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0063557
 (43) 공개일자 2014년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04B 7/04 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0054269(분할)
 (22) 출원일자 2014년05월07일
 심사청구일자 없음
 (62) 원출원 특허 10-2013-0112007
 원출원일자 2013년09월17일
 심사청구일자 2013년10월17일
 (30) 우선권주장
 60/669,048 2005년04월07일 미국(US)

(71) 출원인
인터디지털 테크놀로지 코퍼레이션
 미국, 텔라웨어주 19809, 윌밍턴, 벨뷰 파크웨이
 200, 스위트 300
 (72) 발명자
차 인혁
 미국 펜실베이니아주 19067 야들리 사우쓰리지 서클
 510
제이라 엘데드
 미국 뉴욕주 11743 헌팅턴 이스트 벡 로드 106
블드윈 케이스 리차드
 미국 플로리다주 32951 멜번 비취 레드우드 애비
 뉴 1903
 (74) 대리인
김태홍, 김성기

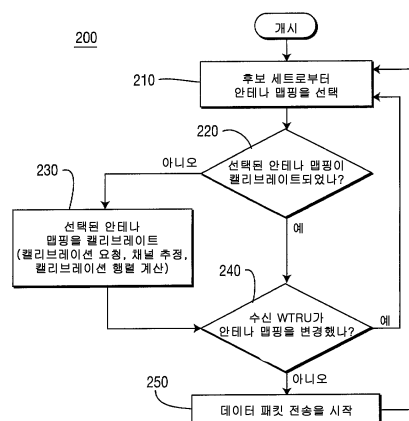
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **다중 입출력 직교 주파수 분할 다중화 무선 네트워크에서 안테나 맵핑을 선택하는 방법 및 장치**

(57) 요약

본 발명은 MIMO(multiple-in/multiple-out)가 가능한 무선 통신 네트워크에서 안테나 맵핑을 선택하는 방법 및 장치를 개시한다. 일반적으로 안테나 맵핑에 이용할 수 있는 후보 세트는, 측정된 장시간 채널 상태에 기초하여 결정된다. 안테나 맵핑은 후보 세트로부터 선택되며, 그 맵핑은 선택된 수신측 무선 송/수신 유닛(WTRU)의 안테나 맵핑에 대하여 캘리브레이트된다. 그 선택된 맵핑이 캘리브레이트된 경우에, 패킷 데이터 송신이 개시된다. 다른 실시형태에서는, 복수의 안테나 맵핑을 동시에 또는 순차적으로 캘리브레이트하기 위해 캘리브레이션 트래킹 프레임(CTF)을 사용한다. 또한, 본 발명에 따른 안테나 맵핑 선택을 구현하기 위한 물리 계층 및 매체 액세스 제어 계층 프레임 포맷을 개시한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

무선 네트워크에서 사용하기 위한 방법에 있어서,

기지국(base station)이 복수의 현재 이용가능한 안테나 매핑들로부터 하나의 안테나 매핑을 선택 - 상기 선택된 안테나 매핑은 무선 주파수 체인, 적어도 하나의 빔형성(beamforming) 안테나를 포함하는 복수의 안테나들로부터 선택된 안테나, 및 상기 안테나와 연관된 복수의 안테나 빔들로부터 선택되는 안테나 빔의 조합을 포함함 - 하는 단계;

상기 기지국이 WTRU(wireless transmit and receive unit, 무선 송수신 유닛)로 캘리브레이팅을 시작하기 위한 지시(indication)를 전송하는 단계로서, 상기 기지국은 전송을 위해 상기 선택된 안테나 매핑을 사용하는 것인, 지시 전송 단계;

상기 WTRU가 상기 선택된 안테나 매핑에 대한 캘리브레이팅을 시작하기 위해서 상기 전송된 지시를 수신하는 단계;

캘리브레이팅을 시작하기 위해서 수신된 상기 지시에 응답해서, 상기 WTRU가 상기 선택된 안테나 매핑에 대한 사운딩 PPDU(physical layer packet data unit)를 결정하는 단계;

상기 기지국이 상기 PPDU를 수신하는 단계;

상기 기지국이, 상기 수신된 PPDU에 기초해서 상기 선택된 안테나 매핑과 연관되는 채널을 추정하는 단계;

상기 기지국이, 상기 추정된 채널에 기초해서 상기 선택된 안테나 매핑의 안테나 빔과 연관되는 스티어링 행렬(steering matrix)을 생성하는 단계; 및

상기 기지국이, 상기 캘리브레이팅된 선택된 안테나 매핑 및 상기 스티어링 행렬을 이용해서 데이터 패킷을 상기 WTRU로 전송하는 단계를 포함하는, 무선 네트워크에서 사용하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기지국이 선택하는 단계는

상기 기지국이 복수의 안테나 매핑들을 선택하는 단계; 및

상기 기지국이 상기 선택된 안테나 매핑들 각각을 캘리브레이팅하는 단계를 포함하는 것인, 무선 네트워크에서 사용하기 위한 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 기지국은 IEEE 802.11 기지국인 것인, 무선 네트워크에서 사용하기 위한 방법.

청구항 4

무선 시스템에 있어서,

기지국(base station); 및

무선 송수신 유닛(WTRU)을 포함하며,

상기 기지국은,

신호를 처리하도록 구성되는 무선 주파수 체인;

복수의 현재 이용가능한 안테나 매핑들로부터 하나의 안테나 매핑을 선택 - 상기 선택된 안테나 매핑은 무선 주파수 체인, 적어도 하나의 빔형성(beamforming) 안테나를 포함하는 복수의 안테나들로부터 선택된 안테

나, 및 상기 안테나와 연관된 복수의 안테나 빔들로부터 선택되는 안테나 빔의 조합을 포함함 - 하도록 구성되는 빔 선택기;

수신된 사운딩 PPDU(physical layer packet data unit)을 기초로, 상기 선택된 안테나 매핑을 캘리브레이팅하고 상기 선택된 안테나 매핑과 연관된 채널을 추정하도록 구성되는 캘리브레이션 유닛;

상기 추정된 채널에 기초해서, 상기 선택된 안테나 매핑의 안테나 빔과 연관되는 스티어링 행렬 (steering matrix)을 생성하도록 구성되는 스티어링 유닛; 및

캘리브레이팅을 시작하기 위한 지시를 송신기가 전송하는 것에 응답해서 상기 PPDU를 수신하도록 구성되는 수신기를 포함하며,

상기 송신기는 캘리브레이팅을 시작하기 위한 상기 지시를 WTRU(wireless transmit and receive unit)로 전송하고, 상기 캘리브레이팅된 선택된 안테나 매핑 및 상기 스티어링 행렬을 이용해서 상기 WTRU로 데이터 패킷을 전송하도록 구성되고,

상기 WTRU는,

상기 선택된 안테나 매핑에 대해서 캘리브레이팅을 시작하기 위한 지시를 수신하고, 상기 기지국에 의해 전송된 상기 데이터 패킷을 수신하도록 구성되는 제2 수신기;

상기 선택된 안테나 매핑에 대한 상기 PPDU를 결정하도록 구성되는 제2 캘리브레이션 유닛; 및

상기 PPDU를 상기 기지국으로 전송하도록 구성되는 제2 송신기를 포함하는 것인, 무선 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 기지국의 상기 빔 선택기는 복수의 안테나 매핑들을 선택하도록 구성되며,

상기 기지국의 상기 캘리브레이션 유닛은 상기 선택된 안테나 매핑들 각각을 캘리브레이팅하도록 구성되는 것인, 무선 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 기지국은 IEEE 802.11 기지국인 것인, 무선 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 대체로 다중 입출력(MIMO) 기술을 이용하는 무선 통신 시스템에 관한 것이며, 보다 구체적으로는, MIMO 가능한 다중 안테나 어레이의 최적 송신 설정을 선택하는 것에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 다이버시티 구성으로 배열된 다중 안테나를 구비하는 무선 통신 장치는 단일 안테나만을 갖는 장치에 비하여 다양한 송신 및 수신 이점을 제공한다. 다이버시티의 기본은, 임의의 주어진 시간에 가장 좋은 수신 상태를 보이는 안테나를 수신 및 송신을 위해 선택한다는 것이다. 안테나 다이버시티를 이용하는 장치는 복수의 물리 안테나를 구비할 수 있지만, 신호를 처리하기 위한 전자 회로, 즉 무선 주파수(RF) 체인(chain)은 단 하나의 세트만 있게 된다.

[0003] 다중 입출력(MIMO) 무선 기술은 다중 RF 체인을 이용하여 안테나 다이버시티를 개선한다. 각 RF 체인은 수신 또는 송신을 동시에 할 수 있다. 이로써 MIMO 장치는 더 높은 처리율을 달성할 수 있고 다중 경로 간섭의 부정적인 효과도 해결할 수 있다. 송신 장치에서, 각 RF 체인은 공간 스트림(spatial stream)을 송신하는 역할을 담당한다. 단일 프레임은 분해되어 다중 공간 스트림을 거쳐 다중화될 수 있으며, 이후 다중 공간 스트림은 수신기에서 재조립된다.

[0004] MIMO는 무선 통신에서 가장 잠재성 있는 기술 중 하나이다. 불리한 다중 경로 페이딩을 완화시키고 단일 데이터

스트림의 강건성을 증가시키는데 목적이 있는 종래의 스마트 안테나 기술과 달리, MIMO는 다중 데이터 스트림을 동시에 송신 및 수신하기 위해 다중 경로 페이딩을 이용한다. 이론적으로, MIMO 시스템의 성능은 송신 및 수신 안테나의 수에 따라 선형적으로 증가한다. MIMO는 복수의 무선 데이터 통신 표준, 예를 들면 IEEE 802.11n 및 3세대 광대역 코드 분할 다중 접속(WCDMA)에서도 고려되고 있다.

[0005] MIMO를 구현함에 있어, WTRU는 공간 다중화 모드 또는 공간 다이버시티 모드 중 어느 하나의 모드로 동작할 수 있다. 공간 다중화 모드에서, WTRU는 다중 독립 데이터 스트림을 송신하여 데이터 처리율을 최대화할 수 있다. 공간 다이버시티 모드에 있는 동안, WTRU는 다중 안테나를 통해 단일 데이터 스트림을 송신할 수 있다. 동작 모드에 따라, WTRU는 원하는 빔 조합의 선택에서 이용하기 위해 적절한 품질 메트릭(metric) 또는 품질 메트릭의 조합을 선택하도록 구성된다. 전형적으로, $m \times N$ 채널 행렬 H 는 다음의 형태로부터 얻을 수 있다.

[0006]
$$H = \begin{bmatrix} h_{Aa} & \dots & h_{Na} \\ \dots & \dots & \dots \\ h_{Am} & \dots & h_{Nm} \end{bmatrix}$$

[0007] 여기에서, 인자 h 의 아래첨자는, 송신 WTRU A의 안테나 $a \dots m$ 및 수신 WTRU N의 안테나 $a \dots m$ 간의 각 안테나 맵핑에 기인한 기여를 나타낸다.

[0008] WTRU는 유사한 방식으로 캘리브레이션(calibration) 행렬(K)을 얻을 수 있다. 무선 LAN의 정황에서 캘리브레이션은 복소수 값의 보정 계수 세트를 계산하는 것을 수반하며, 이 보정 계수 세트는 안테나 및 서브 캐리어 별로 송신 WTRU의 기저대역 스트림에서 다중화될 때, (안테나 양단의 미지의 상수에 이르기까지) 송신 및 수신 처리 경로간의 응답 차이를 등화한다.

[0009] 도 1을 참조하면, 종래 기술의 채널 캘리브레이션 신호 다이어그램(100)이 도시된다. 우선, 송신 WTRU(Tx WTRU)(110)은 수신 WTRU(Rx WTRU)(120)사이의 기존 채널을 캘리브레이트할 필요가 있다. Tx WTRU(110)는 Rx WTRU(120)에 캘리브레이션 트레이닝 프레임(CTF)(131)을 송신한다. Rx WTRU(120)는 사운딩 물리 패킷 데이터 유닛(PPDU)(132)를 송신함으로써 응답한다. Tx WTRU(110)는, $H(2 \rightarrow 1)$ 으로 언급된, 채널에 대한 채널 추정 $H(133)$ 을 계산한다. Tx WTRU(110)는 채널 추정 $H(2 \rightarrow 1)$ 을 포함하는 캘리브레이션 응답(134)을 송신한다. Rx WTRU(120)는 Tx WTRU(110)에 CTF(135)을 송신함으로써 채널 추정을 수행한다. 응답으로, Tx WTRU(110)는 사운딩 PPDU(136)를 송신한다. Rx WTRU(120)는 채널 추정 $H(1 \rightarrow 2)$ 를 계산하고, 채널(137)에 대하여 캘리브레이션 행렬들 $K(1 \rightarrow 2)$ 및 $K(2 \rightarrow 1)$ 를 계산한다. 그 다음 Rx WTRU(12)는 캘리브레이션 행렬 $K(1 \rightarrow 2)$ 를 포함하는 캘리브레이션 응답(138)을 Tx WTRU(110)로 송신한다. 이 캘리브레이션 행렬 $K(1 \rightarrow 2)$ 이 그 뒤 Rx WTRU(120)로의 송신을 위한 기저대역 이득 또는 위상 보상 인자로서 Tx WTRU(110)에서 적용된다는 점에 주목해야 한다. 캘리브레이션 행렬 $K(2 \rightarrow 1)$ 는 Rx WTRU들이 Tx WTRU(110)로 신호들을 송신하는 경우 다시 기저대역 이득/위상 보상 인자로서 Rx WTRU(120)에서 적용된다. 이제 채널은 캘리브레이트되고 패킷 교환을 위한 준비가 되어 있다.

[0010] 데이터 패킷 교환을 개시하기 위하여, Tx WTRU(110)는 요청(139)을 Rx WTRU(120)에 송신하고, Rx WTRU(120)는 변조 및 코딩 기술(MCS) PPDU(140)를 전달함으로써 응답한다. Tx WTRU(110)는 스티어링 행렬 V 를 계산하기 위하여 캘리브레이션 행렬 $K(1 \rightarrow 2)$ 를 사용하고, 패킷 데이터 전달(142)이 시작된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 종래에는 스마트 안테나 기술의 사용을 고려하지 않았다. 스마트 안테나, 특히 빔형성은 방사 패턴의 지향성 또는 그 민감성을 제어하는 송신기 또는 수신기와 더불어 사용하는 신호 처리 기술이다. 신호를 수신하는 경우, 빔형성은 원하는 신호들의 방향에서의 이득은 증가시키고, 간섭 및 잡음 방향의 이득은 감소시킬 수 있다. 신호를 송신하는 경우, 빔형성은 신호가 전달되는 방향으로 이득을 증가시킬 수 있다. 빔형성 가능 안테나들이 MIMO와 조합되는 경우, 사용가능한 안테나 맵핑의 수는 매우 증가된다.

[0012] 빔형성 안테나들이 WTRU에 포함되는 경우, 사용가능한 안테나 맵핑들의 수는 매우 커질 수 있다. 2개의 WTRU들 간의 통신 링크를 최적화하기 위하여, 송신기 및 수신기 양쪽 모두에서 적절한 안테나 맵핑을 선택할 필요가 있다.

[0013] 그러므로, 복수의 빔형성 안테나를 구비한 MIMO 사용가능 무선 장치에서 사용가능한 다양한 안테나 맵핑들을 효

과적으로 이용하는 방법 및 장치가 요청된다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명은 MIMO(multiple-in/multiple-out) 사용가능 무선 통신 네트워크에서 안테나 맵핑을 선택하는 방법 및 장치이다. 측정된 장시간 채널 조건들에 기초하여, 현재 사용가능한 안테나 맵핑들의 후보 세트가 결정된다. 안테나 맵핑은 그 후보 세트로부터 선택되고, 맵핑은 수신용 무선 송수신기(WTRU)의 선택된 안테나 맵핑을 사용하여 캘리브레이트된다. 이 선택된 맵핑들이 캘리브레이트될 때, 패킷 데이터 송신이 시작된다. 다른 실시예에서, 캘리브레이션 트레이닝 프레임(CTF, calibration training frame)은, 복수의 안테나 맵핑들을 동시에 또는 순차적으로 측정하는데 사용한다. 또한, 본 발명에 따라서 안테나 맵핑 선택을 구현하기 위한 물리층 및 매체 접속 제어층 프레임 포맷들이 개시된다.

발명의 효과

[0015] 빔형성 안테나들이 WTRU에 포함되는 경우, 사용가능한 안테나 맵핑들의 수는 매우 커질 수 있다. 2 개의 WTRU들 간의 통신 링크를 최적화하기 위하여, 송신기 및 수신기 양쪽에서 적합한 안테나 맵핑을 선택할 필요가 있다. 이에 따라, 복수의 빔형성 안테나를 구비한 MIMO 사용가능 무선 장치에서 사용가능한 다양한 안테나 맵핑들을 효과적으로 이용하는 방법 및 장치가 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 종래 기술의 채널 캘리브레이션 및 패킷 데이터 전달의 신호도이다.
 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 안테나 맵핑들을 선택하기 위한 방법의 흐름도이다.
 도 3은 본 발명에 따른 AP 및 WTRU를 포함한 시스템의 블록도이다.
 도 4는 본 발명에 따른 안테나 맵핑 선택이 이용되는 경우의 채널 캘리브레이션 및 패킷 데이터 전달의 신호 타임밍도이다.
 도 5는 본 발명에 따라 안테나 맵핑 선택을 구현하기 위한 캘리브레이션 트레이닝 프레임(CTF) PPDU 프레임 포맷을 나타내는 도면이다.
 도 6은 본 발명에 따라 안테나 맵핑 선택을 구현하기 위한 사운드 PPDU 프레임 포맷을 나타내는 도면이다.
 도 7은 본 발명에 따른 안테나 맵핑 선택을 구현하기 위한 사운드 PPDU MAC 프레임 포맷의 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 아래의 명세서에 기재되는 실시예와 첨부되는 도면을 참조하여, 본 발명의 보다 상세한 설명이 이루어질 것이다.

[0018] 본 발명의 특징들 및 요소들이 특정한 조합들에서의 바람직한 실시예들로서 기술되었다고 하더라도, 각 특징 및 요소는 단독으로(바람직한 실시예의 다른 특징들 및 요소들없이) 사용될 수 있다. 또는 본 발명의 다른 특징들 및 요소들과 함께 또는 본 발명의 다른 특징들 및 요소들 없는 다양한 조합들에서도 사용될 수 있다.

[0019] 이하에서는 무선 송/수신 유닛(WTRU)는 사용자 장비, 이동국, 고정 또는 이동 가입자 유닛, 페이지, 또는 무선 환경에서 작동할 수 있는 다른 유형의 기기를 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다. 이하에서, 액세스 포인트(AP)는 노드-B, 싸이트 제어기, 기지국, 또는 무선 통신환경에서의 다른 유형의 인터페이스 기기를 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다. 본 명세서에서 사용된, “안테나 맵핑”이라는 용어는 특정한 RF 프로세싱 체인과 함께 안테나의 특정한 조합을 의미하거나, 빔형성 안테나의 경우에 안테나 빔의 조합을 의미한다.

[0020] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 안테나 맵핑 선택의 방법(200)이 도시되어 있다. WTRU는 현재 사용가능한 안테나 맵핑들의 후보집단으로부터 안테나 맵핑을 선택한다(S210). WTRU는 선택된 안테나 맵핑이 캘리브레이트되었는지 여부를 판정한다(S220). 만약 안테나 맵핑이 캘리브레이트되지 않은 것으로 판정된다면, WTRU는 선택된 안테나 맵핑을 캘리브레이트한다(S230). 이미 캘리브레이트된 안테나 맵핑 캘리브레이션은 부적절해질 수 있음에 유의해야 한다. 선택된 안테나 맵핑의 캘리브레이션은 이하에서 더욱 상세히 설명될 것이다. 다음으로 WTRU는 수신 WTRU가 자신의 안테나 맵핑을 변경하였는지 여부를 판정한다(S240). 만약 수신 WTRU가 안테나 맵핑을 변경하였다면, 원한다면, 새로운 송신용 안테나 맵핑을 선택하기 위해 S210 단계로 돌아간다. 만일 수신 WTRU

가 자신의 안테나 맵핑을 변경하지 않은 것으로 판정된다면, 송신 WTRU는 선택 및 캘리브레이트된 안테나 맵핑을 사용하여 패킷 데이터 전송을 시작한다(S250). 송신 WTRU가 자신의 안테나 맵핑을 변경할 수 있도록 하기 위해서 S210단계로 돌아온다.

[0021] 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 안테나 맵핑 선택을 수행하기 위한 제1 WTRU(310) 및 제2 WTRU(320)를 포함하는 무선 통신 시스템(300)이 도시되어 있다. 이하에서는, 본 발명은 송신 WTRU(310)로부터 수신 WTRU(320)로의 다운링크 전송을 참조하여 설명될 것이다. 그러나, 본 발명은, WTRU(310) 또는 WTRU(320)가 기지국인 경우 뿐만 아니라, 애드 혹 또는 메시 네트워크에서 WTRU(310)가 WTRU(320)와 직접 통신을 하는 경우에도, 업링크 및 다운링크 통신 양자 모두에 동등하게 적용가능하다.

[0022] WTRU(310)는 두개의 RF 체인(312A, 312B), 빔 선택기(314), 복수의 안테나(316A-316n)(여기서 n은 1보다 임의의 정수이다.), 및 캘리브레이션 유닛(318)을 포함한다. 본 발명의 실시예에서 안테나(316A-316n)는 복수의 빔을 생성할 수 있다. WTRU(320)는 두개의 RF 체인(322A, 322B), 빔 선택기(324), 및 복수의 안테나(326A-326m)(여기서 m은 1보다 임의의 정수)을 포함한다. 다시, 본 발명의 실시예에서 안테나(326A-326m) 중 적어도 하나는 복수의 빔을 생성할 수 있다. 특별히 WTRU(320)를 참조하면, 상기에서 도 2를 참조하며 설명한 본 발명의 방법(200)에 따르면, MIMO 송신 및 수신을 위해 빔 조합은 빔 선택기(324)에 의해서 선택된다. 선택된 안테나 맵핑은 빔 선택기(324)로부터의 제어 신호 출력에 따른 송신 및 수신을 위해 활용된다. 빔 선택기(324)는 이하에서 상세히 설명할 캘리브레이션 유닛(328)에서 생성되고 저장되는 품질 메트릭 근거하여 특정한 빔 조합을 선택한다. 본 발명의 WTRU 구성요소는, 집적 회로(IC)로 병합되거나, 또는 상호접속된 복수의 구성요소를 포함하는 회로로 구성될 수도 있다. 본 발명의 실시예가 2개의 RF 체인을 포함하지만, 이는 단지 설명의 편의를 위한 것으로, 다른 개수의 RF 체인이 이용될 수 있음을 이해하여야 할 것이다.

[0023] 단순화를 위하여, 도 3은 빔형성 안테나에 설치되는 송신 WTRU(310) 및 수신 WTRU(320) 모두를 도시하며, 그 각각은 세계(3)의 빔을 발생한다. 그러나, 도 3에 도시된 구성은 예로서 제공된 것이며, 이에 한정되는 것은 아니다. 임의의 개수의 빔을 갖는 안테나 타입들의 임의의 조합, 또는 빔형성 또는 빔전환 타입이 아닌 안테나가 이용될 수도 있다.

[0024] 안테나는, 스위치드 기생 안테나(SPA), 위상 어레이 안테나 또는 임의 타입의 지향성 빔형성 안테나일 수 있다. SPA는 축소 사이즈로서 WLAN 소자에 적합하도록 한다. SPA가 사용되는 경우, 하나 이상의 수동(passive) 안테나 요소에 결합된 단일 활성 안테나 요소가 사용될 수 있다. 수동 안테나 요소의 임피던스를 조정함으로써 안테나 빔 패턴이 조정되며 임피던스 조정은 안테나 요소에 접속된 스위치 세트를 제어함으로써 수행될 수 있다. 또한, 안테나는 모두 전방향성(omni-directional) 안테나인 다중 안테나를 구비하는 혼성체일 수 있다. 예를 들어, 선택된 물리 간격(physical spacing)을 갖는 세계의 전방향성 안테나가 각 안테나(326A-326m)로 사용될 수 있으며, 전방향성 안테나는 다른 빔 조합을 정의하기 위해 빔 선택기(324)로부터의 제어 신호에 따라 온 오프가 전환될 수 있다.

[0025] 설명하기 위해, 도 3을 참조한다. (본 명세서에서 Tx WTRU로도 언급되는) 송신 WTRU(310)는 2개의 RF 체인(312A, 312B)를 갖는다. 빔 선택기(314)는 여러 개의 전방향성 안테나(316A-316n)를 RF 체인(312A, 312B)에 결합한다. 따라서 송신기 WTRU(310)를 위한 가능한 안테나 맵핑(mapping)의 수는 RF 체인의 수의 n배이다. 수신 WTRU(320)(여기서 Rx WTRU로도 참조됨) 또한 두개의 RF 체인(322A, 322B)을 갖는다. 빔 선택기(324)는 여러개의 빔형성 안테나(326A-326m)를 RF 체인(322A, 322B)에 연결한다. 전술한 바와 같이, 이러한 예시적인 실시예에서는, 각 빔형성 안테나(326A-326m)는 세계의 방향성의 빔을 형성할 수 있다. 그러므로, 수신 WTRU(320)는 $m \times$ 빔의 수 \times RF 체인 수의 총 안테나 맵핑을 갖는다. 어떤 송신국에든 채택될 수 있는 모든 가능한 안테나 맵핑의 세트는 "수퍼세트"로 칭해지며, 수퍼세트의 크기는 N_{superset} 로 표시된다. N_{superset} 는 매우 클 수 있으며, 주어진 시간에 모든 가능한 안테나 맵핑을 이용하기에 실용가능하지 않을 수 있다.

[0026] 후보 세트는 수퍼세트의 서브세트이고 주어진 시간에서의 선택 가능한 안테나 맵핑의 집합이다. 바람직하게는, 후보 세트의 크기는 8 에서 32 사이의 안테나 맵핑으로 한정된다. 후보 세트는 정적이지 않으며, 오히려 동적이고, 변화하는 채널 조건을 반영하도록 시간에 따라 변경될 수 있다. 예를 들어, 송신국은 현재 또는 계속적으로 또는 주기적으로 후보 세트에서의 모든 안테나 맵핑의 채널 조건을 모니터링할 수 있고, 측정된 채널 조건이 미리결정된 시간에 대한 미리결정된 임계치를 충족시키지 못할 경우 송신국은 후보 세트를 수정할 수 있다. 이는 현재 후보 세트로부터 몇개의 안테나 맵핑을 버리고, 몇개의 새로운 안테나 맵핑을 도입하고, 및/또는 몇개의 안테나 맵핑을 유지시킴으로써 수행될 수 있다. 고속 이동 애플리케이션에 있어서, 후보 세트는 감축되거나 안테나 맵핑의 선택이 완전히 정지될 수 있다.

- [0027] 본 발명의 바람직한 실시예에서는, WTRU(310)은 후보 세트로부터 어떤 안테나 맵핑이든 선택할 수 있다. 안테나 맵핑의 선택은 장시간의 기준에 기초한다. 패킷마다의 채널 추적이 수행되지 않고, 그에 따라 안테나 맵핑의 선택은 채널의 빠른 변화 또는 마이크로-구조를 추적하지 않는다. 후보 세트에 있어서 안테나 맵핑의 어떤 변화도 데이터 패킷의 어떤 활성 송신 또는 수신을 벗어나 일어날 수 있다.
- [0028] 여전히 도 3을 참조하면, 동작 중에, 수신 WTRU(310)의 캘리브레이션 유닛(318)은 현재의 후보 세트의 안테나 빔 또는 빔 조합들 각각에 대해 선택된 품질 메트릭을 측정하고, 품질 메트릭 측정 데이터를 빔 선택기(314)에 출력한다. 빔 선택기(314)는 품질 메트릭 측정에 기초하여 수신 WTRU(320)와의 데이터 통신을 위한 바람직한 안테나 맵핑을 선택한다. 캘리브레이션 유닛(318)은 필요한 경우 주기적인 (또는 비주기적인) 사운딩 요청, 캘리브레이션 트레이닝 프레임 및 캘리브레이션 요청에 응답하는 사운딩 PPDU를 더 발생한다. 상기 캘리브레이션 유닛(318)은 수신된 사운딩 패킷(sounding packet)들에 기초하여 채널 추정 행렬과 캘리브레이션 행렬을 계산하는 프로세서와, 채널 추정 행렬들과 캘리브레이션 행렬들을 저장하는 메모리를 포함한다. 상기 캘리브레이션 유닛(318)은 바람직하게는 IEEE 802.11 표준 계열, 더 바람직하게는 IEEE 802.11n 표준과 같은 IEEE 표준에 따라 시그널링과 메시지 송수신을 수행한다.
- [0029] 원하는 안테나 맵핑을 결정하기 위하여 다양한 품질 메트릭들이 사용될 수 있다. 물리 계층(PHY), 매체 접근 계층(MAC) 또는 상위 계층 메트릭들이 적절하다. 바람직한 품질 메트릭들은 채널 추정, 신호대 잡음 간섭비(SNIR), 수신 신호 세기 식별자(RSSI), 단기 데이터 쓰루풋, 패킷 에러율, 데이터율, WTRU 동작 모드, 수신 채널 추정 행렬의 최대 고유치(eigen-value)의 절대값등을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0030] 도 2를 참조하여 설명된 안테나 맵핑 선택 방법(200)을 설명하기 위하여, 안테나 맵핑 선택의 신호 타이밍도(400)가 도 4에 도시되어 있다. 제 1 송신 WTRU(410)은 안테나 맵핑(p)를 이용하여 사운딩 PPDU(430)를 수신 WTRU(420)에 송신한다. 그리고 나서 송신 WTRU(410)는 캘리브레이션을 요청하는 캘리브레이션 트레이닝 프레임(432)을 송신한다. 수신 WTRU(420)는 현재 안테나 맵핑(x)를 이용하고 있으며, CTF(432)에 안테나 맵핑(x)를 이용하여 보내진 사운딩 PPDU(434)를 가지고 응답한다. 송신 WTRU(410)은 송신 WTRU(410)과 수신 WTRU(420) 양측에서 이용하는 안테나 맵핑, 즉, 안테나 맵핑(p)과 안테나 맵핑(x) 각각을 위하여 채널 추정(436)을 수행한다. 채널 추정 행렬 $H(x \rightarrow p)$ 가 계산된다. 송신 WTRU(410)은 상기 계산된 채널 추정을 포함하는 캘리브레이션 응답(438)을 전송한다. 그리고 나서, 상기 수신 WTRU(420)은 자신의 CTF(440)를 상기 송신 WTRU(410)에 전송한다. 상기 송신 WTRU(410)은 사운딩 PPDU(442)로 응답한다. 수신 WTRU(420)은 채널 추정 $H(p \rightarrow x)$ 과 현재 선택된 안테나 맵핑 $K(p \rightarrow x)$, $K(x \rightarrow p)$ 에 대한 캘리브레이션 행렬을 계산(444)하기 위해 상기 사운딩 PPDU(442)를 이용한다. 그리고 나서 수신 WTRU(420)는 캘리브레이션 응답(446)을 송신 WTRU(410)에 전송한다. 상기 캘리브레이션 응답(446)은 송신 WTRU(410)에 대한 관심대상의 채널 캘리브레이션 행렬, 즉, $K(p \rightarrow x)$ 을 포함한다. 안테나 맵핑 $p \rightarrow x$ 는 448에서 캘리브레이트된다.
- [0031] 그리고 나서, 상기 WTRU들은 상기 캘리브레이션된 채널을 이용하여 데이터 패킷 교환 개시가 자유로워진다. 송신 WTRU(410)은 송신 요청(TRQ, 450)을 수신 WTRU(420)에 전송한다. 수신 WTRU(420)은 안테나 맵핑(x)를 이용하여 송신된 사운딩 PPDU(452)로 응답한다. 그리고 나서 송신 WTRU(410)는 상기 캘리브레이션 행렬 $K(x \rightarrow p)$ (454)를 이용하여 스티어링 행렬 V (steering matrix V)를 계산한다. 이에 따라 패킷 데이터 전달(456)이 발생한다.
- [0032] 채널 품질 메트릭을 이용하여 측정된 채널 상태의 변화, 또는 어느 한 WTRU 이동과 같은 다양한 이유 때문에, 수신 WTRU(420)은 안테나 맵핑을 x에서 y로 변경한다(458). 그리고 나서 안테나 맵핑 $p \rightarrow y$ 가 캘리브레이트되었는지를 결정한다. 본 실시예에서는, 상기 안테나 맵핑 $p \rightarrow y$ 가 캘리브레이트되지 않았으므로, 캘리브레이션이 필요하다. 수신 WTRU(420)는 안테나 맵핑 y를 이용하여 사운딩 PPDU(464)로 응답한다. 송신 WTRU(410)는 안테나 맵핑(p)상에서 사운딩 PPDU(460)를 송신하고, 그 다음 CTF(462)를 송신한다. 채널 추정 $H(y \rightarrow p)$ (466)이 송신 WTRU(410)에서 발생하고, 채널 추정을 포함하여 캘리브레이션 응답(468)이 전송되어진다. 그리고 나서 수신 WTRU(420)는 캘리브레이션(470)을 요청하고 송신 WTRU는 사운딩 PPDU(472)를 수락한다. 수신 WTRU(420)는 채널 추정 $H(p \rightarrow y)$ 와 캘리브레이션 행렬 $K(p \rightarrow y)$ 및 $K(y \rightarrow p)$ 를 계산한다(474). 그 다음, 송신 WTRU(410)에 대한 관심대상의 캘리브레이션 행렬을 포함하여 캘리브레이션 응답(476)이 송신 WTRU(410)으로 송신된다. 478에서 안테나 맵핑 $p \rightarrow y$ 가 캘리브레이트되고 데이터 패킷 교환이 준비된다.
- [0033] 송신 WTRU(410)가 사운딩(480)을 요청하고, 수신 WTRU(420)가 안테나 맵핑 y를 이용하여 전송된 사운딩 PPDU(482)로 응답함으로써, 데이터 패킷 교환이 개시된다. 그 다음, 상기 캘리브레이션 $K(p \rightarrow y)$ 에 기초하여 스티어링 행렬(V)이 계산되고, 이에 따라 패킷 데이터 전달(486)이 발생한다.

- [0034] 또 다른 실시예에서는, 데이터 패킷 전달에 앞서, 복수의 안테나 맵핑의 캘리브레이션이 순차적으로 발생한다. 도 4에 도시된 430 내지 448의 캘리브레이션 시그널링과 유사하게, 수신 WTRU는 현재의 후보 세트로부터 선택된 복수의 안테나 맵핑을 이용하여 CTF에 응답할 수 있다. 결과의 캘리브레이션 행렬들은 추후의 참조를 위해 저장될 수 있다. 예를 들어, 송신 WTRU는 안테나 맵핑(f)를 선택하여 CTF를 캘리브레이션을 요구하는 수신 WTRU에 송신할 수도 있다. 수신 WTRU는, 현재의 이용가능한 후보 세트로부터 선택된 각 안테나 맵핑 q, r, s를 이용하여 사운드 PPDU로 순차적으로 응답할 수 있다. 송신 WTRU는 안테나 맵핑 f->q, f->r, f->s에 대응하여 채널을 캘리브레이트하고, 패킷 데이터 전송에 앞서, 추후 참조를 위해 캘리브레이션 행렬을 메모리에 저장한다. 만약 수신 WTRU가 그 안테나 맵핑을, 예를 들어 안테나 맵핑 r로 변경하면, 송신 WTRU는 메모리로부터 적절한 캘리브레이션 행렬을 검색하여, 캘리브레이션을 다시 수행하지 않고서 데이터 패킷 전송을 시작할 수 있다.
- [0035] 대안으로서, 다중 안테나 맵핑의 캘리브레이션은 병렬적으로(즉 동시에) 발생하여 시그널링을 감소시킬 수 있다. 이 실시예에서, 예를 들어 맵핑 b와 같은 선택된 안테나 맵핑을 사용하여 송신 WTRU에 의해 하나의 사운드 PPDU가 전송된다. 현재 이용가능한 안테나 맵핑 t, u, v를 갖는 수신 WTRU는 이용가능한 안테나 맵핑 t, u, v 각각을 사용하여 단일 CTF에 응답하고, 각각의 안테나 맵핑 b->t, b->u, b->v에 대해 캘리브레이션 행렬이 계산된다. 이런 식으로, 필요한 캘리브레이션 시그널링이 감소되어 캘리브레이션 지연을 감소시키고 처리량을 증가시킨다.
- [0036] 대체 실시예에서, 무선 통신 시스템이 IEEE 802.x 표준을 따르는 경우, 사운드 PPDU는 변조 제어 시퀀스(MCS) 비트 필드를 포함한다. 이 MCS 비트 필드는, 현재의 수신 WTRU 안테나 맵핑 후보 세트 크기와, 수신 WTRU에서 현재 선택된 안테나 맵핑을 표시하는 MAC 정보 요소(IE)이다. 양호하게는 MCS 비트 필드는 5비트 길이를 가진다. 선택사항으로서, MCS 비트 필드는, 수신 WTRU가 현재의 안테나 맵핑 후보 세트를 변경할 것을 송신 WTRU가 요청할 수 있도록 허용하는 1 비트 '반복 길이(run-length) 표시자'를 포함한다.
- [0037] 예를 들어, 만일 송신 WTRU가 그 품질 요건을 만족하는 안테나 맵핑을 수신기에서 찾을 수 없다면, 수신 WTRU가 안테나 맵핑 후보 세트를 바꿀 것을 송신 WTRU가 요청할 수 있다. 이런 상황에서, 만약 수신 WTRU가 그 후보 세트를 바꿀 수 있다면, 수신 WTRU는 새로운 MAC 관리 프레임을 사용하여 그 안테나 맵핑 후보 세트를 즉시 바꿀 것을 표시할 수 있다.
- [0038] 송신 WTRU가 어떤 다양한 이유들 때문에 그 후보 세트를 바꾸기를 희망한다면(예를 들어 만약 송신 WTRU가 현재의 이용가능한 후보 세트로부터 그 품질 요건을 만족하는 안테나 맵핑을 찾을 수 없다면), 송신 WTRU는 MAC 관리 프레임을 수신 WTRU에 보냄으로써 후보 세트 변경을 표시할 수 있다. 그러면, 송신 WTRU는 그 안테나 맵핑 후보 세트를 즉시 바꾸고, 새로운 후보 세트 내의 맵핑들 중에서 적절한 안테나 맵핑을 송신용으로 선택할 수 있다.
- [0039] 대체 실시예에서, 송신 WTRU는 수신 WTRU가 안테나 맵핑을 전적으로 디스에이블할 것을 요청할 수 있다. 이 요청은 수신 WTRU에 PPDU로 전송될 수 있다. 요청과 함께 PPDU를 수신하면, 수신 WTRU는 그 요청에 응하거나 응하지 않을 수 있다. 승낙은 수신 WTRU에 의해 사운드 PPDU로 표시될 수 있다. 수신 WTRU가 그 요청에 응하는 경우, 수신 WTRU에서 현재 선택된 안테나 맵핑은 고정되어 변경되지 않을 것이다.
- [0040] 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 캘리브레이션 트레이닝 프레임(CTF) PPDU(500)의 PPDU 프레임 형식도가 도시되어 있다. 도 5에 도시된 프레임 형식이 IEEE 802.11n 표준을 따르고 있지만, 본 발명은 임의의 IEEE 표준에도 적용될 수 있다는 것을 알아야 한다. 채널 캘리브레이션을 위해 수신 WTRU로부터 사운드 패킷의 전송을 요청하는데에 CTF가 사용된다. CTF PPDU(500)는, 레거시 슛-트레이닝 필드(L-STF)(510), HT-LTF(520), HT-SIG(530), 데이터 필드(540)를 가진다. L-STF(510)은 레거시(pre-802.11n) 슛 트레이닝 필드와 동일한 형식(format)을 가진다. HT-LTF(520)은 802.11n PHY에서 정의된 필드이고 MIMO 전송 트레이닝과 함께 사용된다. HT-SIG(530)은 802.11n에서 정의된 필드이고 선택된 변조와 부호화 방식 및 MAC 서비스 데이터 유닛(MSDU)의 크기를 표시한다.
- [0041] MCS 영역(535)에는 1) PPDU의 전송에 사용되는 선택된 안테나 맵핑의 표시, 2) 전체 후보 세트 측정에 대한 직렬 또는 병렬 요구 표시, 3) 상기 후보 세트 크기를 변경하기 위한 요구 표시와, 4) 수신하는 WTRU의 안테나 맵핑 후보 세트의 갱신 요구에 대한 반복 길이 비트, 5) 안테나 맵핑 선택을 일시적으로 유지하기 위한 수신하는 WTRU에 대한 요구 표시와 같은 캘리브레이션 및 안테나 맵핑 선택과 관련된 정보를 포함하고 있다.
- [0042] 도 6을 참조하면, 사운드 PPDU(600) 프레임 포맷을 도시하고 있다. 또한, 도시된 프레임 포맷이 IEEE 802.11n 규격을 따르고 있지만, 본 발명은 임의의 IEEE 규격에 적용될 수 있는 점에 주목할 필요가 있다. 이 사운드

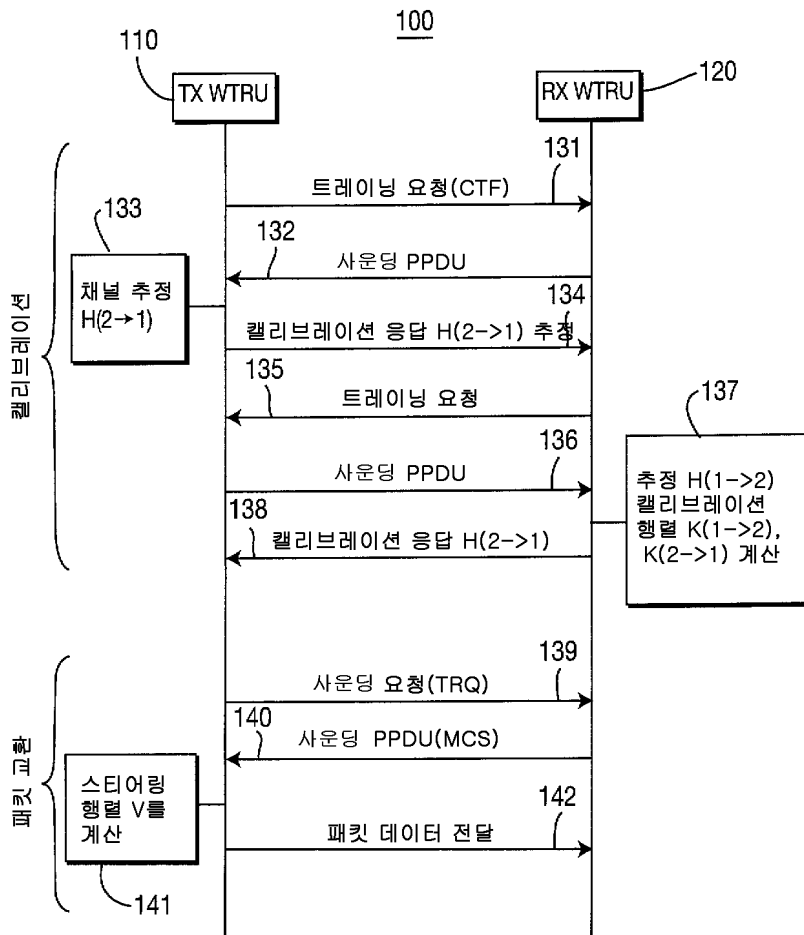
PPDU는 L-STF(legacy short-training field)(610), HT-LTF(high-throughput long training field)(615), HT-SIG(high-throughput SIGNAL field)(620), 변조 제어 시퀀스(MCS; Modulation and Control Sequence) 영역(625)과 이에 후속하는 복수 개의 추가의 HT-LTF($630_1 \sim 630_N$), 및 데이터 영역(635)을 포함하고 있다. HT-SIG(620)는 후보 세트의 크기를 나타내는 2 비트와, PPDU 내에 포함되는 HT-LTF(630)의 총 갯수를 나타내는 5 비트를 포함한다. 따라서, 후보 세트의 각각의 안테나 맵핑을 위한 하나의 HT-LTF가 PPDU 내에 포함될 수 있다. 바람직하게, 전술한 바와 같이 상기 후보 세트의 크기는 작게는 1, 크게는 32일 수 있다. PPDU 내의 HT-LTF(615, 630)의 각각은 상기 후보 세트로부터 선택된 상이한 안테나 맵핑을 이용하여 전송된다. HT-LTF(615) 뿐만 아니라 데이터 영역(635)의 전달시에 사용되는 선택된 안테나 맵핑은 MCS 영역(625) 내에 나타내고 있다. 상기 MCS 영역은 또한 1) 수신국에서의 연속된 안테나 맵핑 선택의 HOLD/RELEASE 요구, 2) 이전에 수신된 HOLD/RELEASE 요구에 응답하여 안테나 맵핑 변경의 HOLD/RELEASE 확인, 3) 폴 후보 세트 검색을 위한 CTF(Calibration Training Frame)에서 이전에 수신된 요구의 확인, 및 4) 상기 후보 세트 크기 변경에 대해 CTF에서 이전에 수신된 요구의 확인을 나타내기 위한 추가의 비트를 포함할 수 있다.

[0043] 도 7을 참조하면, 도 6의 사운딩 PPDU 데이터 프레임의 MAC 프레임 포맷(700)을 도시하고 있다. MAC 영역에는 프레임 제어 영역(705), 기간/ID 영역(710), 수신기 어드레스(RA) 영역(715), 송신기 어드레스(TA) 영역(720), MAC 서비스 데이터 유닛(MSDU) 영역(725) 및 프레임 체크 시퀀스(FCS) 영역(730)을 포함한다. 본 발명의 일 실시예에 있어서, MSDU 영역(725)에는 도 5를 참조하여 전술한 바와 같이 수신된 HOLD/RELEASE 요구에 응답하여 안테나 맵핑 변경의 HOLD/RELEASE 확인을 나타내는 비트와 MCS 영역(535)을 포함한다. 후보 세트를 감소시키는 것에 의해 갱신, 캘리브레이션 및 관련 시그널링도 감소될 수 있게 되어, 처리량을 증가시킨다.

[0044] 본 발명의 이러한 특징 및 소자들을 특정 조합의 바람직한 실시예에서 설명하였지만, 당업자라면 본 발명의 바람직한 실시예들의 다른 특징 및 소자들을 구비하지 않고서 각각의 특징이나 소자를 단독으로 사용할 수 있거나 또는 각각의 특징이나 소자는 본 발명의 다른 특징 및 소자들을 구비하거나 구비하고 있지 않고서도 다양한 조합이 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

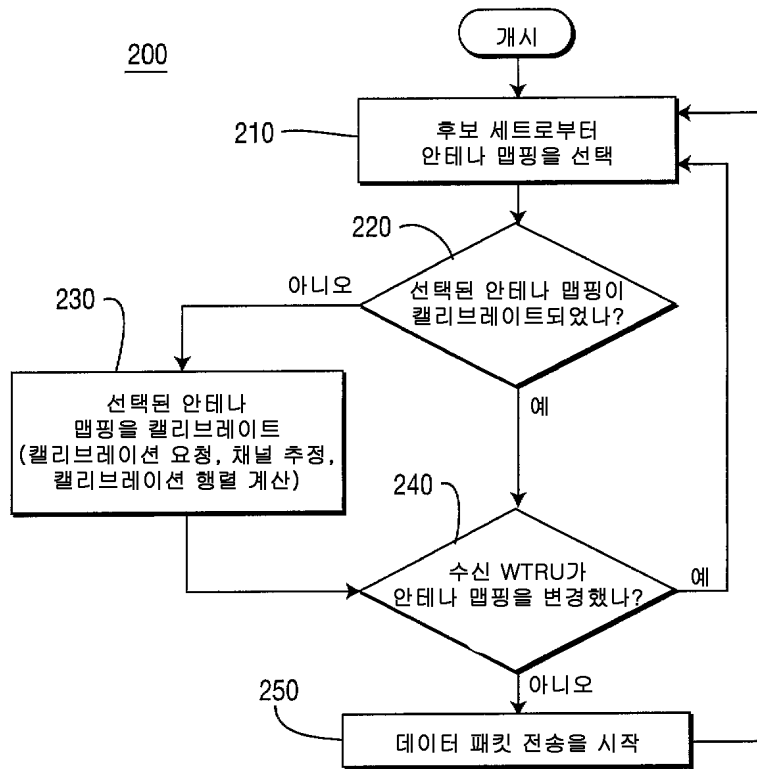
도면

도면1

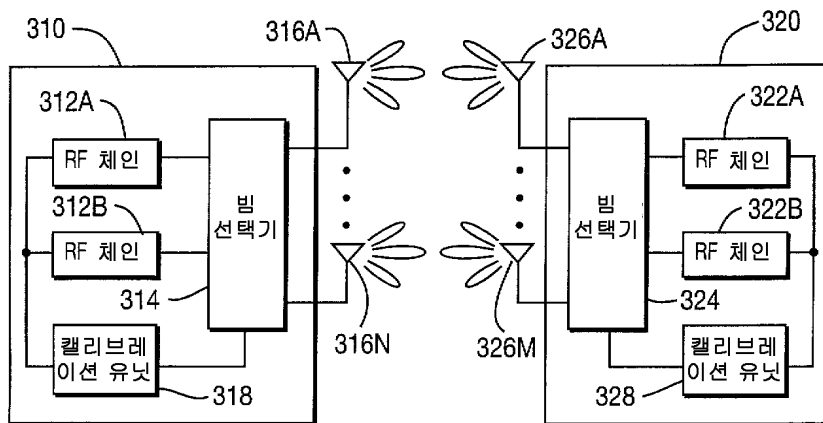


종래 기술

도면2



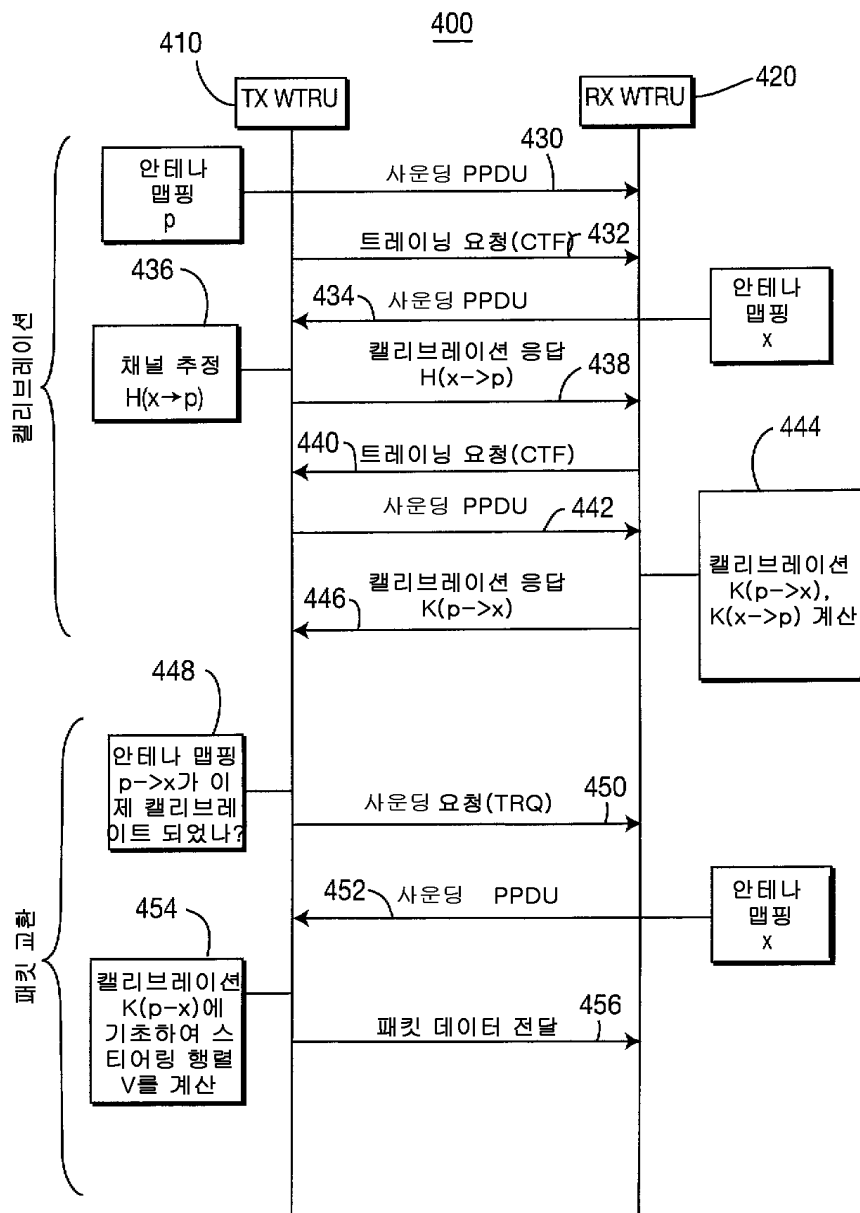
도면3



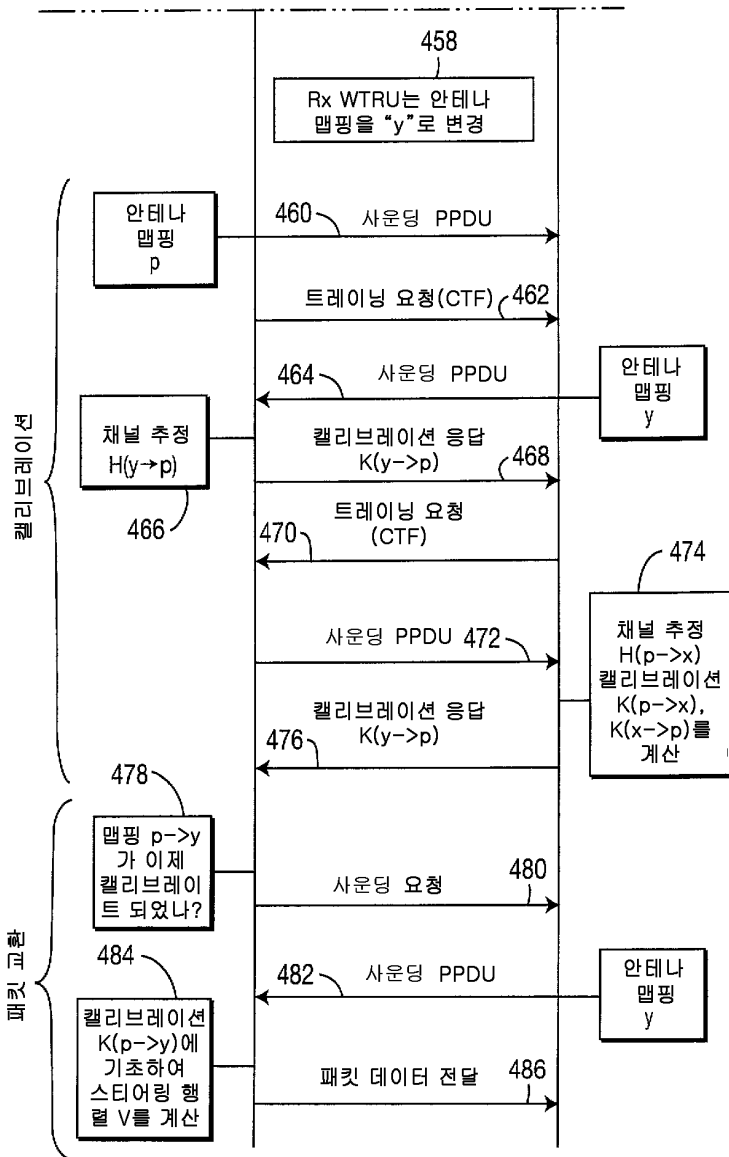
도면4

도 4a
도 4b

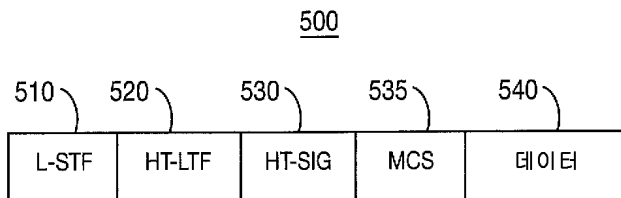
도면4a



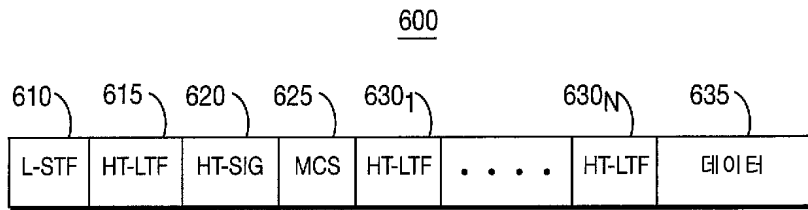
도면4b



도면5



도면6



도면7

