



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

H04B 7/04 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 25/02 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0026892

(43) 공개일자 2007년03월08일

(21) 출원번호 10-2007-7003996

(22) 출원일자 2007년02월20일

심사청구일자 2007년02월20일

번역문 제출일자 2007년02월20일

(86) 국제출원번호 PCT/US2005/023979

(87) 국제공개번호 WO 2006/019579

국제출원일자 2005년07월07일

국제공개일자 2006년02월23일

(30) 우선권주장 10/896,277 2004년07월20일 미국(US)

(71) 출원인 팔콤 인코포레이티드
미국 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라이브5775 (우 92121-1714)

(72) 발명자 왈톤, 제이, 로드니
미국 01741 매사추세츠 카리슬 하이우즈 레인 85
월래스, 마크, 에스.
미국 01730 매사추세츠 베드포드 마들 레인 4

(74) 대리인 남상선

전체 청구항 수 : 총 51 항

(54) MIMO-OFDM 시스템을 위한 적절한 파일럿 입력

(57) 요약

본 발명은 각각의 프로토콜 데이터 유니트(PDU)에서 "기본" 파일럿을 전송하는 송신측 엔티티에 관한 것이다. 수신측 엔티티는 정규(또는 최적) 채널 환경들에서 기본 파일럿으로 MIMO 채널의 매우 정확한 채널 응답 추정치를 유도할 수 있다. 송신측 엔티티는 예컨대, 채널 환경들 및/또는 다른 인자들에 기초하여 요구되는 대로 부가 파일럿을 선택적으로 송신한다. 부가 파일럿은 거의 임의의 심볼 주기 내에 PDU 내에 적절하게 입력될 수 있다. 수신측 엔티티는 부가 파일럿을 사용하여 개선된 채널 응답 추정치를 유도할 수 있다. 송신측 엔티티는 부가의 파일럿이 전송되는 것을 표시하기 위한 시그널링을 전송한다. 상기 시그널링은 대부분의 PDU에서 전송된 캐리어 파일럿을 위해 사용된 파일럿 서브 대역들의 세트를 통해 전송된 파일럿 심볼들 내에 삽입될 수 있다. 시그널링은 부가의 파일럿이 전송되는지를 표시하고, 가능하면 다른 적절한 정보를 표시한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

다중-입력 다중-출력(MIMO) 통신 시스템에서 파일럿을 전송하는 방법으로서,

송신측 엔티티와 수신측 엔티티 사이의 MIMO 채널 응답의 추정치를 유도하는데 적합한 제 1 파일럿을 각각의 프로토콜 데이터 유니트(PDU) 내에서 전송하는 단계; 및

상기 MIMO 채널 응답의 개선된 추정치를 유도하는데 적합한 부가의 파일럿을 각각의 PDU 내에서 선택적으로 전송하는 단계를 포함하는 파일럿 전송 방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 MIMO 채널의 환경을 포함하는 하나 또는 그 이상의 인자들에 기초하여 상기 부가 파일럿을 전송할지의 여부를 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 파일럿 전송 방법.

청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 부가 파일럿이 전송되었음을 표시하기 위한 시그널링을 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 파일럿 전송 방법.

청구항 4.

제 3항에 있어서,

상기 부가 파일럿을 위한 상기 시그널링은 상기 부가 파일럿과 동시에 전송되는 것을 특징으로 하는 파일럿 전송 방법.

청구항 5.

제 3항에 있어서,

상기 부가 파일럿은 부가 파일럿 전송을 위해 선택된 심볼 주기 내에 제 1 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 전송되며, 상기 시그널링은 상기 심볼 주기 내에 제 2 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 전송되는 것을 특징으로 하는 파일럿 전송 방법.

청구항 6.

제 5항에 있어서,

상기 제 2 주파수 서브 대역들의 세트는 상기 송신측 엔티티에 의해 사용되는 캐리어 신호의 위상을 추적하는데 적합한 캐리어 파일럿을 위한 것임을 특징으로 하는 파일럿 전송 방법.

청구항 7.

제 1항에 있어서,

상기 제 1 파일럿 및 상기 부가 파일럿은 상기 송신측 엔티티에서 다수의 안테나들로부터 상기 송신측 엔티티에 의한 공간 처리 없이 전송된 조종되지 않은 MIMO 파일럿들인 것을 특징으로 하는 파일럿 전송 방법.

청구항 8.

제 1항에 있어서,

상기 제 1 파일럿 및 상기 부가 파일럿은 상기 MIMO 채널의 직교 공간 채널들을 통해 전송된 조종된 MIMO 파일럿들인 것을 특징으로 하는 파일럿 전송 방법.

청구항 9.

제 1항에 있어서,

상기 부가 파일럿은 데이터 전송을 위해 사용가능한 모든 서브 대역들을 통해 전송되는 것을 특징으로 하는 파일럿 전송 방법.

청구항 10.

제 1항에 있어서,

상기 부가 파일럿은 데이터 전송을 위해 사용가능한 서브 대역들의 서브세트를 통해 전송되는 것을 특징으로 하는 파일럿 전송 방법.

청구항 11.

제 1항에 있어서,

상기 각각의 PDU는 데이터 전송을 위해 지정된 다수의 심볼 주기들의 범위를 결정하고(span), 상기 부가 파일럿은 상기 다수의 심볼 주기들의 각각에서 선택적으로 전송되는 것을 특징으로 하는 파일럿 전송 방법.

청구항 12.

제 1항에 있어서,

상기 MIMO 시스템은 직교 주파수 분할 멀티플렉싱(OFDM)을 사용하는 것을 특징으로 하는 파일럿 전송 방법.

청구항 13.

다중-입력 다중-출력(MIMO) 통신 시스템의 장치로서,

송신측 엔티티와 수신측 엔티티 사이의 MIMO 채널 응답의 추정치를 유도하는데 적합한 제 1 파일럿을 각각의 프로토콜 데이터 유니트(PDU) 내에서 전송하고, 상기 MIMO 채널 응답의 개선된 추정치를 유도하는데 적합한 부가의 파일럿을 각각의 PDU 내에서 선택적으로 전송하는 송신기 유니트; 및

각각의 PDU에서 상기 부가 파일럿의 선택적인 전송을 지시하는 제어기를 포함하는 장치.

청구항 14.

제 13항에 있어서,

상기 제어기는 추가로 상기 부가 파일럿이 전송되었음을 표시하기 위한 시그널링의 전송을 지시하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 15.

제 14항에 있어서,

상기 부가 파일럿은 부가 파일럿 전송을 위해 선택된 심볼 주기 내에 제 1 주파수 서브 대역들 세트를 통해 전송되며, 상기 시그널링은 상기 심볼 주기 내에 제 2 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 전송되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 16.

제 13항에 있어서,

상기 각각의 PDU는 데이터 전송을 위해 지정된 다수의 심볼 주기들의 범위를 결정하고, 상기 부가 파일럿은 상기 다수의 심볼 주기들 각각에서 선택적으로 전송되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 17.

다중-입력 다중-출력(MIMO) 통신 시스템의 장치로서,

송신측 엔티티와 수신측 엔티티 사이의 MIMO 채널 응답의 추정치를 유도하는데 적합한 제 1 파일럿을 각각의 프로토콜 데이터 유니트(PDU) 내에서 전송하는 수단; 및

상기 MIMO 채널 응답의 개선된 추정치를 유도하는데 적합한 부가의 파일럿을 각각의 PDU 내에서 선택적으로 전송하는 수단을 포함하는 장치.

청구항 18.

제 17항에 있어서,

상기 부가 파일럿이 전송되었음을 표시하기 위한 시그널링을 전송하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 19.

제 18항에 있어서,

상기 부가 파일럿은 부가 파일럿 전송을 위해 선택된 심볼 주기 내에 제 1 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 전송되며, 상기 시그널링은 상기 심볼 주기 내에 제 2 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 전송되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 20.

제 17항에 있어서,

상기 각각의 PDU는 데이터 전송을 위해 지정된 다수의 심볼 주기들의 범위를 결정하고, 상기 부가 파일럿은 상기 다수의 심볼 주기들 각각에서 선택적으로 전송되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 21.

직교 주파수 분할 멀티플렉싱(OFDM)을 사용하여 다중-입력 다중-출력(MIMO) 통신 시스템에서 시그널링을 전송하는 방법으로서,

다수의 시그널링 값들 사이에서 하나의 시그널링 값을 선택하는 단계;

다수의 파일럿 심볼들의 세트들에서 하나의 파일럿 심볼들의 세트를 선택하는 단계를 포함하며, 상기 다수의 파일럿 심볼들의 세트들의 각각은 상기 다수의 시그널링 값들 중 서로 다른 하나의 값에 상응하고 상기 선택된 파일럿 심볼들의 세트는 상기 선택된 시그널링 값에 상응하며; 및

상기 선택된 파일럿 심볼들의 세트를 캐리어 파일럿을 위해 사용된 제 1 주파수 서브 대역들의 세트로 멀티플렉싱하는 단계를 포함하는 시그널링 전송 방법.

청구항 22.

제 21항에 있어서,

상기 캐리어 파일럿은 수신측 엔티티가 송신측 엔티티에 의해 사용된 캐리어 신호의 위상을 추적하기 위해 사용하는데 적합한 것을 특징으로 하는 시그널링 전송 방법.

청구항 23.

제 21항에 있어서,

상기 다수의 시그널링 값들은 부가의 파일럿 심볼들이 제 2 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 전송되는 것을 표시하는 제 1 시그널링 값을 포함하는 것을 특징으로 하는 시그널링 전송 방법.

청구항 24.

제 23항에 있어서,

상기 선택된 파일럿 심볼들의 세트는 상기 제 1 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 전송되고, 상기 부가 파일럿 심볼들은 심볼 주기 내에서 상기 제 2 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 동시에 전송되는 것을 특징으로 하는 시그널링 전송 방법.

청구항 25.

제 23항에 있어서,

상기 다수의 시그널링 값들은 데이터 심볼들이 상기 제 2 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 전송되는 것을 표시하는 제 2 시그널링 값을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시그널링 전송 방법.

청구항 26.

제 21항에 있어서,

상기 선택된 시그널링 값은 전송된 부가 파일럿의 종류를 표시하는 것을 특징으로 하는 시그널링 전송 방법.

청구항 27.

제 21항에 있어서,

상기 선택된 시그널링 값은 부가 파일럿을 전송하기 위해 사용된 주파수 서브 대역들의 세트를 표시하는 것을 특징으로 하는 시그널링 전송 방법.

청구항 28.

제 21항에 있어서,

상기 선택된 시그널링 값은 전송된 부가 파일럿을 위한 송신 모드를 표시하는 것을 특징으로 하는 시그널링 전송 방법.

청구항 29.

직교 주파수 분할 멀티플렉싱(OFDM)을 사용하는 다중-입력 다중-출력(MIMO) 통신 시스템의 장치로서,

다수의 시그널링 값들 사이에서 하나의 시그널링 값을 선택하는 제어기;

다수의 파일럿 심볼들의 세트들에서 하나의 파일럿 심볼들의 세트를 선택하는 프로세서를 포함하며, 상기 다수의 파일럿 심볼들의 세트들의 각각은 상기 다수의 시그널링 값들 중 서로 다른 하나의 값에 상응하고 상기 선택된 파일럿 심볼들의 세트는 상기 선택된 시그널링 값에 상응하며; 및

상기 선택된 파일럿 심볼들의 세트를 캐리어 파일럿을 위해 사용된 제 1 주파수 서브 대역들의 세트로 멀티플렉싱하는 멀티플렉서를 포함하는 장치.

청구항 30.

제 29항에 있어서,

상기 다수의 시그널링 값들은 부가의 파일럿 심볼들이 제 2 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 전송되는 것을 표시하는 제 1 시그널링 값을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 31.

제 30항에 있어서,

상기 선택된 파일럿 심볼들의 세트는 상기 제 1 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 전송되고, 상기 부가 파일럿 심볼들은 심볼 주기 내에서 상기 제 2 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 동시에 전송되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 32.

제 29항에 있어서,

상기 선택된 시그널링 값은 부가 파일럿을 전송하기 위해 사용된 주파수 서브 대역들의 세트를 표시하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 33.

직교 주파수 분할 멀티플렉싱(OFDM)을 사용하는 다중-입력 다중-출력(MIMO) 통신 시스템의 장치로서,

다수의 시그널링 값들 사이에서 하나의 시그널링 값을 선택하는 수단;

다수의 파일럿 심볼들의 세트들에서 하나의 파일럿 심볼들의 세트를 선택하는 수단을 포함하며, 상기 다수의 파일럿 심볼들의 세트들의 각각은 상기 다수의 시그널링 값들 중 서로 다른 하나의 값에 상응하고 상기 선택된 파일럿 심볼들의 세트는 상기 선택된 시그널링 값에 상응하며; 및

상기 선택된 파일럿 심볼들의 세트를 캐리어 파일럿을 위해 사용된 제 1 주파수 서브 대역들의 세트로 멀티플렉싱하는 수단을 포함하는 장치.

청구항 34.

제 33항에 있어서,

상기 다수의 시그널링 값들은 부가의 파일럿 심볼들이 제 2 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 전송되는 것을 표시하는 제 1 시그널링 값을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 35.

제 34항에 있어서,

상기 선택된 파일럿 심볼들의 세트는 상기 제 1 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 전송되고, 상기 부가 파일럿 심볼들은 심볼 주기 내에서 상기 제 2 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 동시에 전송되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 36.

제 33항에 있어서,

상기 선택된 시그널링 값은 부가 파일럿을 전송하기 위해 사용된 주파수 서브 대역들의 세트를 표시하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 37.

다중-입력 다중-출력(MIMO) 통신 시스템에서 파일럿을 수신하는 방법으로서,

각각의 프로토콜 데이터 유니트(PDU) 내에서 전송되고 송신측 엔티티와 수신측 엔티티 사이의 MIMO 채널 응답의 추정치를 유도하는데 적합한 제 1 파일럿을 수신하는 단계; 및

각각의 PDU 내에서 선택적으로 전송되고 상기 MIMO 채널 응답의 개선된 추정치를 유도하는데 적합한 부가의 파일럿을 수신하는 단계를 포함하는 파일럿 수신 방법.

청구항 38.

제 37항에 있어서,

각각의 PDU 내에서 상기 부가 파일럿이 전송되었음을 표시하기 위한 시그널링을 수신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 파일럿 수신 방법.

청구항 39.

제 38항에 있어서,

상기 시그널링은 제 1 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 수신되고, 상기 부가 파일럿은 제 2 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 수신되는 것을 특징으로 하는 파일럿 수신 방법.

청구항 40.

제 38항에 있어서,

상기 시그널링 및 상기 부가 파일럿은 상기 송신측 엔티티에 의해 심볼 주기 내에 동시에 전송되는 것을 특징으로 하는 파일럿 수신 방법.

청구항 41.

제 37항에 있어서,

상기 각각의 PDU는 데이터 전송을 위해 지정된 다수의 심볼 주기들의 범위를 결정하고(span) 상기 부가 파일럿은 상기 다수의 심볼 주기들의 각각에서 선택적으로 전송되는 것을 특징으로 하는 파일럿 수신 방법.

청구항 42.

제 37항에 있어서,

상기 제 1 파일럿 및 상기 부가 파일럿은 상기 송신측 엔티티에서 다수의 안테나들로부터 상기 송신측 엔티티에 의한 공간 프로세싱 없이 전송된 조종되지 않은 MIMO 파일럿들인 것을 특징으로 하는 파일럿 수신 방법.

청구항 43.

제 37항에 있어서,

상기 제 1 파일럿 및 상기 부가 파일럿은 상기 MIMO 채널의 직교 공간 채널들을 통해 전송된 조종된 MIMO 파일럿들인 것을 특징으로 하는 파일럿 수신 방법.

청구항 44.

다중-입력 다중-출력(MIMO) 통신 시스템의 장치로서,

각각의 프로토콜 데이터 유닛(PDU) 내에서 전송되고 송신측 엔티티와 수신측 엔티티 사이의 MIMO 채널 응답의 추정치를 유도하는데 적합한 제 1 파일럿을 수신하고, 각각의 PDU 내에서 선택적으로 전송되고 상기 MIMO 채널 응답의 개선된 추정치를 유도하는데 적합한 부가의 파일럿을 수신하는 수신기 유닛을 포함하는 장치.

청구항 45.

제 44항에 있어서,

각각의 PDU 내에서 상기 부가 파일럿이 전송되었음을 표시하기 위한 시그널링을 수신하는 제어기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 46.

제 45항에 있어서,

상기 시그널링은 제 1 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 수신되고, 상기 부가 파일럿은 제 2 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 수신되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 47.

제 45항에 있어서,

상기 시그널링 및 상기 부가 파일럿은 상기 송신측 엔티티에 의해 심볼 주기 내에 동시에 전송되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 48.

다중-입력 다중-출력(MIMO) 통신 시스템의 장치로서,

각각의 프로토콜 데이터 유닛(PDU) 내에서 전송되고 송신측 엔티티와 수신측 엔티티 사이의 MIMO 채널 응답의 추정치를 유도하는데 적합한 제 1 파일럿을 수신하는 수단; 및

각각의 PDU 내에서 선택적으로 전송되고 상기 MIMO 채널 응답의 개선된 추정치를 유도하는데 적합한 부가의 파일럿을 수신하는 수단을 포함하는 장치.

청구항 49.

제 48항에 있어서,

각각의 PDU 내에서 상기 부가 파일럿이 전송되었음을 표시하기 위한 시그널링을 수신하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 50.

제 49항에 있어서,

상기 시그널링은 제 1 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 수신되고, 상기 부가 파일럿은 제 2 주파수 서브 대역들의 세트를 통해 수신되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 51.

제 49항에 있어서,

상기 시그널링 및 상기 부가 파일럿은 상기 송신측 엔티티에 의해 심볼 주기 내에 동시에 전송되는 것을 특징으로 하는 장치.

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 통신에 관한 것이고, 특히 다중-입력 다중-출력(MIMO) 통신 시스템에서 파일럿을 전송하고 시그널링하기 위한 기술에 관한 것이다.

배경기술

MIMO 시스템은 데이터 전송을 위해 송신측 엔티티에서 다수(T)의 송신 안테나들을 사용하고, 수신측 엔티티에서 다수(R)의 수신 안테나들을 사용한다. T 송신 안테나들 및 R 수신 안테나들에 의해 형성된 MIMO 채널 S 공간 채널들로 분해될 수 있고, 상기 $S \leq \min\{T, R\}$ 이다. S 공간 채널들은 더 높은 스투포를 달성하기 위해 동시에 및/또는 더 큰 신뢰성을 달성하기 위해 중복하여 데이터를 전송하도록 사용될 수 있다.

직교 주파수 분할 멀티플렉싱(OFDM)은 다수(K)의 직교 주파수 서브 대역들로 전체 시스템 대역폭을 효율적으로 분할하는 다중-캐리어 변조 기술이다. 상기 서브 대역들은 톤들, 서브 캐리어들, 빈들 및 주파수 채널들로 지칭된다. OFDM을 사용하여, 각각의 서브 대역은 데이터와 변조될 수 있는 개별 서브 캐리어와 결합된다. K개까지의 변조 심볼들은 각각의 심볼 주기 내에 K개의 서브 대역들을 통해 전송될 수 있다.

MIMO-OFDM 시스템은 OFDM을 사용하는 MIMO 시스템이다. MIMO-OFDM 시스템은 K개의 서브 대역들의 각각에 대하여 S개의 공간 채널들을 갖는다. 각각의 서브 대역의 각각의 공간 채널은 "전송 채널"이라 불릴 수 있고, 각각의 심볼 주기 내에 하나의 변조 심볼을 전송하는데 사용될 수 있다. 각각의 전송 채널은 예를 들면, 페이딩, 다중 경로 및 간섭 영향들과 같은 다양한 유해 채널 환경들을 경험할 수 있다. MIMO 채널의 S · K 전송 채널들은 서로 다른 채널 환경들을 경험할 수 있고, 서로 다른 복소 이득들 및 신호대 잡음 및 간섭비들(SNRs)과 결합될 수 있다.

높은 성능을 달성하기 위해, 종종 MIMO 채널을 특성화하는 것이 필요하다. 예를 들면, 송신측 엔티티는 수신측 엔티티에 데이터를 전송하기 위해 공간 처리(하기에 설명됨)를 수행하기 위한 MIMO 채널 응답의 추정치를 요구할 수 있다. 수신측 엔티티는 일반적으로 전송된 데이터를 복원하기 위해 송신측 엔티티로부터 수신된 신호들에 수신기가 공간 처리를 수행하기 위한 MIMO 채널 응답의 추정치를 요구할 수 있다.

송신측 엔티티는 일반적으로 다수의 기능들을 수행할 때 수신측 엔티티를 보조하기 위한 파일럿을 전송한다. 파일럿은 일반적으로 공지된 방식으로 전송되는 공지된 변조 심볼들로 분해된다. 수신측 엔티티는 채널 추정, 타이밍 및 주파수 동기 포착, 데이터 검출 등등을 위해 파일럿을 사용할 수 있다. 파일럿이 시스템 내의 오버헤드를 나타내기 때문에, 파일럿을 전송하는데 사용되는 시스템 자원들의 양의 최소화하는 것이 바람직하다. 따라서 시스템은 정규(또는 최적) 채널 환경들에서 대부분의 수신측 엔티티들을 위해 적절한 양의 파일럿을 제공하는 파일럿 구조를 사용할 수 있다. 따라서, 상기 파일럿 구조는 유해한 채널 환경들을 경험하는 특정 수신측 엔티티들에는 부적합할 수 있다.

따라서, 다양한 채널 환경들을 위한 파일럿을 전송하는 기술이 요구된다.

발명의 상세한 설명

우수한 성능을 달성하기 위해 예컨대 채널 환경들 및/또는 다른 인자들에 기초하여 부가 파일럿을 적절하고 융통성 있게 전송하기 위한 기술이 개시된다. 송신측 엔티티는 각각의 프로토콜 데이터 유닛(PDU) 내의 "부가" 파일럿을 전송한다. 수신측 엔티티는 정규(또는 최적) 채널 환경들에서 기본 파일럿을 사용하여 송신측 및 수신측 엔티티들 사이의 MIMO 채널의 매우 정확한 채널 응답 추정치를 유도할 수 있다. 송신측 엔티티는 채널 환경들 및/또는 다른 인자들에 기초하여 요구되는 대로 부가의 파일럿을 선택적으로 전송한다. 부가 파일럿은 다른 전송들이 지정된 심볼 주기들을 제외하고 임의의 심볼 주기에 PDU 내에 적절히 입력될 수 있다. 수신측 엔티티는 부가 파일럿을 사용하여 개선된 채널 응답 추정치를 유도할 수 있다. 기본 파일럿은 고정된 오버헤드를 나타내며, 정규(또는 최적) 채널 환경들에서 우수한 성능을 제공하도록 선택된다. 부가 파일럿은 요구될 때 전송될 수 있고, 파일럿에 대한 고정된 높은 오버헤드를 발생하지 않고 유해한 채널 환경들에 대하여 우수한 성능을 제공할 수 있다.

송신측 엔티티는 부가의 파일럿이 전송되는 것을 표시하기 위한 시그널링을 전송한다. 상기 시그널링은 편리하게 대부분의 PDU에서 지정된 P 서브 대역들의 세트(예를 들면, $P=4$)를 통해 전송되는 캐리어 파일럿 내에 삽입될 수 있다. P 파일럿 심볼들의 세트는 캐리어가 전송되는 각각의 심볼 주기 내에 P 서브 대역들의 세트를 통해 전송된다. 서로 다른 P 파일럿 심볼들의 세트들은 서로 다른 시그널링 값들을 위해 형성되고, 예를 들어, 하나의 시그널링 값은 데이터 심볼들이 남아있는 사용가능한 서브 대역들을 통해 전송되는 것을 표시하고, 또다른 시그널링 값은 부가 파일럿 심볼들이 전송되는 것을 표시한다. 부가 파일럿을 위한 시그널링은 적절한 P 파일럿 심볼들의 세트를 선택하고, 상기 P 파일럿 심볼들을 캐리어 파일럿을 위해 사용되는 P 서브 대역들을 통해 전송함으로써 전송될 수 있다. 부가 파일럿 및 그 시그널링은 거의 임의의 심볼 주기에서 PDU 내에서 선택적이고 동시에 전송될 수 있다. 부가 파일럿을 위한 시그널링은 임의의 다른 방식들로 전송될 수 있다.

본 발명의 다양한 양상들 및 실시예들은 하기에 더 상세하게 개시된다.

실시예

용어 "예시적인"은 본 명세서에서 "일 예, 경우, 또는 설명으로서 제공되는"을 의미하도록 사용된다. 본 명세서에 "예시적인" 것으로 설명된 임의의 실시예는 다른 실시예들에 대하여 바람직하거나 유리한 것으로 간주될 필요는 없다.

본 명세서에 개시된 파일럿 전송 및 시그널링 기술들은 단일-입력 단일-출력(SISO) 시스템, 단일-입력 다중-출력(SIMO) 시스템, 다중-입력 단일-출력(MISO) 시스템, 및 MIMO 시스템을 위해 사용될 수 있다. 상기 기술들은 다른 다중-캐리어 통신 시스템들 및 OFDM 기반 시스템을 위하여 사용될 수 있다. 상기 기술들은 다수의 OFDM 서브 대역 구조들과 함께 사용될 수 있다. 명확함을 위해, 상기 기술들은 IEEE 802.11a에 의해 정의된 OFDM 서브 대역 구조를 사용하여 MIMO-OFDM 시스템에 대하여 하기에 설명된다.

IEEE 802.11 OFDM 서브 대역 구조는 전체 시스템 대역폭을 64개의 직교하는 서브 대역들(즉, $K=64$)로 분할하며, 상기 서브 대역들에는 -32 내지 $+31$ 의 인덱스들이 할당된다. 상기 64개의 서브 대역들 중 $\pm\{1, \dots, 6, 8, \dots, 20, 22, \dots, 26\}$ 의 인덱스를 갖는 48개의 서브 대역들은 데이터 및 파일럿 전송을 위해 사용될 수 있고, "데이터" 서브 대역들이라 불리며, \pm

{7, 21}의 인덱스를 갖는 4개의 서브 대역들은 캐리어 파일럿 및 가능하면 시그널링을 위해 사용될 수 있고 "파일럿" 서브 대역들이라 불리며, 0의 인덱스를 갖는 DC 서브 대역은 사용되지 않고, 11개의 남아있는 서브 대역들 또한 사용되지 않고 보호 서브 대역들로 제공된다. 따라서, 전체 64개의 서브 대역들은 48개의 데이터 서브 대역들과 4개의 파일럿 서브 대역들로 구성된 52개의 "사용" 서브 대역들 및 12개의 "미사용" 서브 대역들을 포함한다. 상기 OFDM 서브 대역 구조는 공개적으로 사용될 수 있는 1999년 9월자의 "Part 11: Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: High-speed Physical Layer in the 5 GHz Band"라는 명칭의 IEEE 표준 802.11a 문서에 개시된다. 일반적으로, OFDM-기반의 시스템은 임의의 개수의 데이터, 파일럿 및 보호 서브 대역들을 가지는 임의의 OFDM 서브 대역 구조를 사용할 수 있다.

도 1은 IEEE 802.11에 의해 정의되고 다양한 통신 시스템들을 위해 사용가능한 PDU 포맷을 도시한다. IEEE 802.11을 위한 프로토콜 스택 내부의 물리(PHY) 계층에서, 데이터는 간략하게 "PDUs"라 불리는 PHY 프로토콜 데이터 유니트들(PPDUs)에서 처리되고 전송된다. IEEE 802.11을 위한 각각의 PDU(110)는 프리앰블 섹션(120), 신호 섹션(130), 및 데이터 섹션(150)을 포함한다. 프리앰블 섹션(120)은 하기에서 설명되는 짧은 및 긴 트레이닝 심볼들을 전송한다. 신호 섹션(130)은 PDU의 시그널링을 위해 하나의 OFDM 심볼을 전송한다. 데이터 섹션(150)은 PDU의 트래픽/패킷 데이터를 위해 다수의 OFDM 심볼들을 전송한다.

데이터 섹션(150)의 길이는 신호 섹션(130) 내의 시그널링에 의해 표시된다. 프리앰블 섹션(120)은 2개의 OFDM 심볼 주기들에서 전송된 10개의 짧은 트레이닝 심볼들 이후에 2개의 OFDM 심볼 주기들에서 전송된 2개의 긴 트레이닝 심볼들을 전송한다. 4개의 짧은 트레이닝 심볼들은 {-24, -20, -16, -12, -8, -4, 4, 8, 12, 16, 20 및 24}의 인덱스를 가지는 12개의 서브 대역들을 통해 전송된 12개의 파일럿 심볼들의 특정 세트에 이산 푸리에 역변환(IDFT)을 수행하여 형성된다. "파일럿 심볼"은 파일럿을 위한 변조 심볼이며, 송신측 및 수신측 엔티티들 모두에 의해 선형적으로 공지된다. 12개의 파일럿 심볼들의 동일한 세트는 모두 짧은 트레이닝 심볼들을 위해 사용된다. 각각의 긴 트레이닝 심볼은 52개의 사용가능한 서브 대역들을 통해 전송된 52개의 파일럿 심볼들의 특정 세트에 IDFT를 수행하여 형성된다. 52개의 파일럿 심볼들의 동일한 세트는 모두 긴 트레이닝 심볼들을 위해 사용된다. 수신측 엔티티는 신호 검출, 조밀한 주파수 오프셋 추정, 타이밍 동기화, 자동 이득 제어(AGC) 등등을 위해 짧은 트레이닝 심볼들을 사용할 수 있다. 수신측 엔티티는 채널 추정, 세밀한 주파수 오프셋 추정 등등을 위해 긴 트레이닝 심볼들을 사용할 수 있다.

시그널링 및 데이터는 각각 신호 섹션(130) 및 데이터 섹션(150)에서 48개의 데이터 서브 대역들을 통해 전송된다. 캐리어 파일럿은 신호 및 데이터 섹션 내의 4개의 파일럿 서브 대역들을 통해 전송된다. 캐리어 파일럿은 신호 및 데이터 섹션들의 4개의 파일럿 서브 대역들을 통해 전송된 4개의 파일럿 심볼들로 구성된다. 전송 이전에, 각각의 파일럿 서브 대역을 위한 파일럿 심볼에는 127-칩의 주기적으로 연장되는 난수(PN) 시퀀스가 곱해져서 파일럿 서브 대역을 위한 미리결정된 심볼 시퀀스가 발생된다. 수신측 엔티티는 신호 및 데이터 섹션들에서 캐리어 신호의 위상을 추적하기 위해 캐리어 파일럿을 사용할 수 있다.

도 1에 도시된 파일럿 구조는 10개의 짧은 트레이닝 심볼들, 2개의 긴 트레이닝 심볼들 및 캐리어 파일럿을 포함한다. 상기 파일럿 구조는 일반적으로 SISO 시스템에 적합하다.

MIMO 시스템은 타이밍 및 주파수 동기 포착, 채널 추정, 조정과 같은 적절한 시스템 동작들에 필요한 다양한 기능을 지원하기 위해 서로 다른 종류의 파일럿을 사용할 수 있다. 테이블 1은 파일럿의 종류 및 그 간단한 설명을 열거한다. 파일럿은 이른바 "기준"이라 불리며, 상기 2가지 용어들은 서로 교환가능하게 사용된다.

테이블 1- 파일럿 종류들

파일럿 종류	설명
비컨 파일럿	모든 송신 안테나들로부터 전송되며 타이밍 및 주파수 동기 포착을 위해 사용되는 파일럿
조종되지 않은 MIMO 파일럿	모든 송신 안테나들로부터 전송되고 채널 추정을 위해 사용되는 파일럿, 각각의 송신 안테나로부터의 파일럿 전송은 수신측 엔티티에 의해 식별가능함
조종된 MIMO 파일럿	MIMO 채널의 "고유모드들"을 통해 전송되고 채널 추정 및 가능하게 레이트 제어를 위해 사용되는 파일럿
캐리어 파일럿	캐리어 신호의 위상 추적을 위해 사용되는 파일럿

조종되지 않거나 조종된 MIMO 파일럿들이 하기에 상세히 도시된다.

도 2는 MIMO 시스템에 적합한 예시적인 PDU 포맷(200)을 도시한다. 상기 포맷을 위한 PDU(210)은 프리앰블 섹션(220), 신호 섹션(230), MIMO 파일럿 섹션(240) 및 데이터 섹션(250)을 포함한다. 프리앰블 섹션(220)은 비컨 파일럿을 전달한다. 도 2에 도시된 실시예에 대하여, 비컨 파일럿은 10개의 짧은 트레이닝 심볼들 및 2개의 긴 트레이닝 심볼들로 구성된다. 프리앰블 섹션(220)은 도 1의 프리앰블 섹션(120)과 유사하다. 신호 섹션(230)은 PDU(210)를 위한 시그널링을 전송하며, (1) PDU가 포맷(200)을 가지는지 아니면 어떤 다른 포맷(예를 들면, 포맷(100))을 가지는지의 여부를 표시하는 필드 및 (2) MIMO 파일럿 섹션(240)의 길이를 표시하는 필드를 포함할 수 있다. MIMO 파일럿 섹션(240)은 조종되지 않거나 조종될 수 있는 "기본" MIMO 파일럿을 전송한다. 기본 MIMO 파일럿은 일반적으로 각각의 PDU내에서 전송되며, PDU내의 데이터와 동일한 방식으로 전송될 수 있다. 데이터 섹션(250)은 PDU(210)를 위한 데이터를 전송한다. 캐리어 파일럿은 신호 섹션(230), MIMO 파일럿 섹션(240), 데이터 섹션(250) 내의 4개의 파일럿 서브 대역들을 통해 전송된다. PDU는 또한 패킷, 데이터 유닛, 프레임, 슬롯, 블록 또는 임의의 다른 용어로 불릴 수 있다.

PDU 포맷(200)은 MIMO 시스템을 위한 예시적인 파일럿 구조를 포함한다. 오버헤드를 최소화하기 위해, 파일럿 구조는 정상적인 채널 조건들에서 적절한 시스템 동작을 위해 요구되는 최소(또는 정규) 양의 파일럿(기본 파일럿)을 포함할 수 있다. 예를 들어, MIMO 파일럿 섹션(240)은 T개의 송신 안테나들을 위한 MIMO 파일럿을 위해 T개의 OFDM 심볼들을 전송할 수 있다. 부가 파일럿이 적절하게 입력될 수 있고, 가능하면 개선된 성능을 달성하기 위해 요구되는 바에 따라 전송된다. 부가의 파일럿은 도플러 영향, 변화하는 간섭 및/또는 전파 방해(jamming) 특성들 등등으로 인해 페이드 레이트들이 증가하는 것과 같은 특정 유해 채널 환경들에 유리할 수 있다. 부가 파일럿은 예를 들어, 확인 응답(ACK)이 PDU의 이전 전송 동안 수신되지 않았기 때문에 PDU가 재전송되어야 하는 경우와 같은 다른 인자들에 기초하여 전송될 수 있다. 부가 파일럿은 PDU의 데이터 섹션에 입력될 수 있다. 부가 파일럿의 전송을 표시하기 위한 시그널링은 하기와 같이 캐리어 파일럿 내에 효율적으로 삽입되거나 신호 섹션(230) 내에서 전송될 수 있다.

송신측 엔티티 및 수신측 엔티티 사이의 MIMO 채널은 하기와 같이 표현될 수 있는 각각의 서브 대역 k에 대한 R×T 채널 응답 행렬 $\underline{\mathbf{H}}(k)$ 에 의해 특징지어진다:

$$\underline{\mathbf{H}}(k) = \begin{bmatrix} h_{1,1}(k) & h_{1,2}(k) & \cdots & h_{1,T}(k) \\ h_{2,1}(k) & h_{2,2}(k) & \cdots & h_{2,T}(k) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{R,1}(k) & h_{R,2}(k) & \cdots & h_{R,T}(k) \end{bmatrix}, \quad \text{for } k=1 \dots K, \quad \text{식(1)}$$

상기 $i=1 \dots R$ 및 $j=1 \dots T$ 에 대한 입력 $h_{i,j}(k)$ 은 서브 대역 k에 대한 송신 안테나 j 및 수신 안테나 i 사이의 결합 또는 복소 채널 이득을 표시한다. 명확함을 위해, MIMO 채널은 $S=T \leq R$ 을 가지는 전체 열로 가정된다.

수신측 엔티티는 송신측 엔티티에 의해 전송된 조종되지 않는 MIMO 파일럿에 기초하여 각각의 서브 대역 k에 대한 $\underline{\mathbf{H}}(k)$ 의 추정치를 획득할 수 있다. 비조종된 MIMO 파일럿은 T개의 송신 안테나들로부터 전송된 T개의 파일럿 전송들을 포함하며, 상기 경우에 각각의 송신 안테나로부터의 파일럿 전송은 수신측 엔티티에 의해 식별가능하다. 이는 코드 멀티플렉싱을 사용하는 서로 다른 직교(예를 들면, 월시) 시퀀스를 가지고, 서브 대역 멀티플렉싱을 사용하는 서로 다른 서브 대역을 통해, 시간 멀티플렉싱을 사용하는 서로 다른 심볼 주기 내에 각각의 송신 안테나에 대한 파일럿 전송을 전송함으로써 달성될 수 있다. 비조종 MIMO 파일럿은 하기와 같이 표현될 수 있는 코드 멀티플렉싱을 사용하여 전송된다:

$$\underline{\mathbf{x}}_{pilot}^u(k, n) = \underline{\mathbf{W}}(n) \cdot \underline{\mathbf{p}}(k, n), \quad \text{for } k \in K_u, \quad \text{식(2)}$$

상기 $\underline{\mathbf{p}}(k, n)$ 은 심볼 주기 n 내의 서브 대역 k를 통해 T개의 송신 안테나들로부터 전송될 T개의 파일럿 심볼들의 벡터이고;

$\underline{\mathbf{W}}(n)$ 는 심볼 주기 n 내의 T개의 송신 안테나들을 위한 대각 월시 행렬이며;

$\underline{\mathbf{x}}_{pilot}^u(k, n)$ 는 심볼 주기 n내의 서브 대역 k를 위한 비조종 MIMO 파일럿의 송신 심볼들의 벡터이며,

K_u 는 비조종 MIMO 파일럿이 전송되는 서브 대역들의 세트이다.

"송신 심볼"은 송신 안테나로부터 전송될 심볼이다. 동일한 윌시 행렬 $\underline{W}(n)$ 은 모든 서브 대역들을 위해 사용될 수 있고, 따라서 서브 대역 인덱스 k 의 함수가 될 수 있다.

예를 들어, $T=4$ 인 경우에, 4개의 송신 안테나들에는 $W_1=\{1,1,1,1\}$, $W_2=\{1,-1,1,-1\}$, $W_3=\{1,1,-1,-1\}$, $W_4=\{1,-1,-1,1\}$ 의 4개의 윌시 시퀀스들이 할당될 수 있다. 윌시 행렬 $\underline{W}(1)$ 은 그후에 4개의 윌시 시퀀스들과 그 대각 행렬들을 가지는 제 1 엘리먼트를 포함하고, $\underline{W}(2)$ 은 4개의 윌시 시퀀스들의 제 2 엘리먼트를 포함하고, $\underline{W}(3)$ 은 4개의 윌시 시퀀스들의 제 3 엘리먼트를 포함하고, $\underline{W}(4)$ 는 4개의 윌시 시퀀스들의 제 4 엘리먼트를 포함한다. 4개의 윌시 행렬들 $\underline{W}(1)$ 내지 $\underline{W}(4)$ 은 비조종 MIMO 파일럿을 전송하기 위해 4개의 심볼 주기들에서 사용될 수 있다. 일반적으로 완전한 비조종 MIMO 파일럿은 코드 멀티플렉싱을 사용하는 T 개의(연속적인 또는 비연속적인) 심볼 주기들 또는 직교 시퀀스의 각 칩을 위한 하나의 심볼 주기내에 전송될 수 있다. 완전한 비조종 MIMO 파일럿을 수신하면, 수신측 엔티티는 $\underline{H}(k)$ 을 추정하기 위해 수신된 파일럿에 상호 보완 처리를 수행할 수 있다.

송신측 엔티티는 개선된 성능을 달성하기 위해 각각의 서브 대역 k 에 대한 채널 응답 행렬 $\underline{H}(k)$ 의 S 개의 고유모드들에서 데이터를 전송할 수 있다. 각각의 서브 대역 k 에 대한 채널 응답 행렬 $\underline{H}(k)$ 은 상기 서브 대역을 위한 MIMO 채널의 S 개의 고유 모드들을 획득하기 위해 "대각화"될 수 있다. 상기 대각화는 $\underline{H}(k)$ 의 단일 값 분해 또는 $\underline{R}(k) = \underline{H}^H(k) \cdot \underline{H}(k)$ 인 $\underline{H}(k)$ 의 상관 행렬의 고유값 분해를 수행함으로써 달성될 수 있고, 상기 \underline{H}^H 은 \underline{H} 의 공액 변환을 표시한다. $\underline{H}(k)$ 의 단일값 분해는 하기와 같이 표현될 수 있다:

$$\underline{H}(k) = \underline{U}(k) \cdot \underline{\Sigma}(k) \cdot \underline{V}^H(k), \text{식(3)}$$

상기 $\underline{U}(k)$ 은 $\underline{H}(k)$ 의 좌측 고유 벡터들의 $R \times R$ 단위 행렬이고,

$\underline{\Sigma}(k)$ 은 $\underline{H}(k)$ 의 단일 값들의 $R \times T$ 대각 행렬이고,

$\underline{V}(k)$ 은 $\underline{H}(k)$ 의 우측 고유 벡터들의 $T \times T$ 단위 행렬이다.

단위 행렬 \underline{M} 은 특성 $\underline{M}^H \underline{M} = \underline{I}$ 에 의해 특징지어지며, 상기 \underline{I} 은 항등 행렬이다. 항등 행렬의 컬럼들을 서로 직교한다. 송신측 엔티티는 공간 처리가 $\underline{H}(k)$ 의 S 개의 고유 모드들을 통해 데이터를 전송하기 위해 $\underline{V}(k)$ 내의 우측 고유 벡터들을 사용할 수 있다. 수신측 엔티티는 수신기 공간 처리가 $\underline{H}(k)$ 의 S 개의 고유 벡터들을 통해 전송된 데이터를 복원하도록 $\underline{U}(k)$ 내의 좌측 고유 벡터들을 사용할 수 있다. 대각 행렬 $\underline{\Sigma}(k)$ 은 대각선을 따라 음수가 아닌 실수값들을 포함하고, 그밖에 0을 포함한다. 상기 대각 입력들은 $\underline{H}(k)$ 의 단일 값들이라 지칭되고, $\underline{H}(k)$ 의 S 개의 고유 모드들을 위한 채널 이득들을 표시한다. 단일값 분해는 1980년 Academic Press의 Gilbert Strang에 의한 "Linear Algebra and Its Applications", second edition에 개시된다.

송신측 엔티티는 하기와 같이 조종된 MIMO 파일럿을 전송할 수 있다:

$$\underline{x}_{pilot,m}^s(k) = \underline{v}_m(k) \cdot p_m(k), \quad \text{for } k \in K_s, \text{식(4)}$$

상기 $\underline{\mathbf{v}}_m(k)$ 는 $\underline{\mathbf{V}}(k)$ 의 m번째 고유벡터/컬럼이고,

$p_m(k)$ 은 $\underline{\mathbf{H}}(k)$ 의 m번째 고유 모드에서 전송될 파일럿 심볼이며,

$\underline{\mathbf{x}}_{pilot,m}^s(k)$ 은 $\underline{\mathbf{H}}(k)$ 의 m번째 고유 모드를 위해 조종된 MIMO 파일럿을 위한 송신 벡터이며,

K_s 는 조종된 MIMO 파일럿이 전송되는 서브 대역들의 세트이다.

수신측 엔티티에서 수신된 조종된 MIMO 파일럿은 하기와 같이 표현될 수 있다:

$$\begin{aligned} \underline{\mathbf{r}}_{pilot,m}^s(k) &= \underline{\mathbf{H}}(k) \cdot \underline{\mathbf{x}}_{pilot,m}^s(k) + \underline{\mathbf{n}}(k) , \\ &= \underline{\mathbf{U}}(k) \cdot \underline{\Sigma}(k) \cdot \underline{\mathbf{V}}^H(k) \cdot \underline{\mathbf{v}}_m(k) \cdot p_m(k) + \underline{\mathbf{n}}(k) , \quad \text{for } k \in K_s , \\ &= \underline{\mathbf{u}}_m(k) \cdot \sigma_m(k) \cdot p_m(k) + \underline{\mathbf{n}}(k) , \end{aligned} \quad \text{식(5)}$$

상기 $\underline{\mathbf{r}}_{pilot}^s(k)$ 은 $\underline{\mathbf{H}}(k)$ 의 m번째 고유 모드의 조종된 MIMO 파일럿을 위한 수신된 심볼들의 벡터이고,

$\sigma_m(k)$ 은 $\underline{\Sigma}(k)$ 의 m번째 대각 엘리먼트이며,

$\underline{\mathbf{u}}_m(k)$ 은 $\underline{\mathbf{U}}(k)$ 의 m번째 고유 벡터/컬럼이다.

"수신된 심볼"은 수신 안테나로부터 획득된 심볼이다. 송신측 엔티티는 예를 들면, 식(4)에 도시된 것과 같이 시간 멀티플렉싱을 사용하여 심볼 주기당 하나의 고유 모드를 통해 S개의 심볼 주기들에서 모두 S개의 $\underline{\mathbf{H}}(k)$ 의 고유모드들을 통해 전체의 조종된 MIMO 파일럿을 전송할 수 있다. 수신측 엔티티는 $\underline{\mathbf{U}}(k)$ 의 추정치, 즉 식(5)에 도시된 것과 같이 시간 멀티플렉싱을 사용하여 전송된 조종된 MIMO 파일럿에 기초하여 한번에 하나의 컬럼을 획득할 수 있다.

송신측 엔티티는 코드 멀티플렉싱을 사용하여 S 심볼 주기 내에 동시에 $\underline{\mathbf{H}}(k)$ 의 모든 S개의 고유 모드들을 통해 조종된 MIMO 파일럿을 전송할 수 있다. 코드 멀티플렉싱을 사용하여 조종된 MIMO 파일럿은 다음과 같이 표현될 수 있다:

$$\underline{\mathbf{x}}_{pilot}^s(k,n) = \underline{\mathbf{V}}(k,n) \cdot \underline{\mathbf{W}}(n) \cdot \underline{\mathbf{p}}(k,n) , \quad \text{for } k \in K_s , \quad \text{식(6)}$$

상기 $\underline{\mathbf{V}}(k,n)$ 는 심볼 주기 n내에 서브 대역 k에 대한 $\underline{\mathbf{H}}(k,n)$ 의 우측 고유벡터들의 행렬이다. 수신측 엔티티는 완전한 조종된 MIMO 파일럿을 수신한 후에 $\underline{\mathbf{U}}(k,n)$ 의 추정치를 획득할 수 있다.

송신측 엔티티는 서브 대역 멀티플렉싱을 사용하여 하나의 심볼 주기 내에 S개의 서브 대역들 k 내지 k+S-1을 통해 $\underline{\mathbf{H}}(k)$ 의 모두 S개의 고유 모드들에 대한 완전한 조종된 MIMO 파일럿을 전송할 수 있다. 송신측 엔티티는 S개 미만의 고유모드들을 통해 조종된 MIMO 파일럿을 전송할 수 있다. 예를 들어, 송신측 엔티티는 하나의 심볼 주기들에서 최적 또는 주요 고유 모드, 2개의 심볼 주기들에서 2개의 최적 고유 모드들 등등을 통해 조종된 MIMO 파일럿을 전송할 수 있다.

일반적으로, 송신측 엔티티는 코드, 서브 대역, 및/또는 시간 멀티플렉싱을 사용하여 다양한 방식으로 비조종 및 조종 MIMO 파일럿들을 전송할 수 있다. 코드 멀티플렉싱은 송신측 엔티티가 채널 추정 성능을 개선할 수 있는 파일럿 전송을 위해 각각의 송신 안테나에 사용가능한 최대 송신 전력을 사용하도록 한다.

부가의 파일럿은 전송된 것과 같은 MIMO 파일럿이 될 수 있다. 부가의 파일럿은 몇몇 다른 종류의 파일럿일 수 있다. 예를 들어, 송신측 엔티티는 단일 고유 모드에서 파일럿 심볼들의 단일 스트림을 전송할 수 있거나 몇몇 다른 방식들에서 파일럿 심볼들의 단일 스트림을 빔 조종할 수 있다. 상기 부가 파일럿은 예를 들면, 타이밍 오프셋, 정확한 잔여 주파수 오프셋 등등을 유도하기 위해 사용될 수 있다.

파일럿 구조는 정규 파일럿 환경들에서 양호한 성능을 제공하는 기본 파일럿(도 2의 MIMO 파일럿 섹션(240))을 포함한다. 이로 인해 파일럿에 대하여 낮은 오버헤드가 발생한다. 부가의 파일럿은 만약의 경우 및 요구되는 경우에 전송될 수 있다. 전송될 부가 파일럿의 양뿐만 아니라 PDU내의 부가 파일럿의 배치는 채널 환경들 및/또는 다른 인자들에 기초하여 융통성있게 선택될 수 있다. 예를 들어, 부가 파일럿의 더 많은 양은 더 엄격한 채널 환경들에서 전송될 수 있다. 부가 파일럿은 PDU의 시작에서 또는 그에 인접하여 전송될 수 있고, 이는 채널 추정 및 데이터 검출을 간략하게 할 수 있고, 추가로 버퍼링 요구조건을 감소시킬 수 있다. 부가 파일럿은 PDU 전체에 걸쳐 분포될 수 있고, 이는 시간에 따라 변화하는 채널에 대한 성능을 개선할 수 있다.

도 2를 참조하여, 4개의 파일럿 심볼들은 데이터 섹션(250) 내의 각각의 심볼 주기에서 4개의 파일럿 서브 대역들을 통해 전송될 수 있다. 상기 파일럿 심볼들은 48개의 데이터 서브 대역들을 통해 전송된 콘텐츠를 표시/시그널링하기 위해 사용될 수 있다. 만약 각각의 파일럿 심볼이 B개의 비트들로 형성되면, 2^{4B} 개 까지의 서로 다른 시그널링 값들이 4개의 파일럿 서브 대역들을 통해 전송된 4개의 파일럿 심볼들과 함께 정의될 수 있다. 예를 들어, 이진 위상 쉼프트 키잉(BPSK)을 사용하여, 각각의 파일럿 심볼은 하나의 비트를 사용하여 형성되고, $2^4=16$ 개의 서로 다른 시그널링 값들이 4개의 파일럿 심볼들과 함께 정의될 수 있다.

일반적으로, 4개의 파일럿 심볼들 내에 삽입된 시그널링을 위한 검출 성능은 상기 파일럿 심볼들을 위해 정의된 시그널링 값들의 수를 부분적으로 감소시킨다. 수신측 엔티티는 4개의 파일럿 심볼들의 잡음 버전들을 수신하고, 상기 수신된 잡음 파일럿 심볼들에 기초하여 송신측 엔티티에 의해 전송된 특정 시그널링 값들을 확인해야 한다. 수신측 엔티티는 수신된 심볼들 사이의 메트릭(예를 들면, 거리) 및 각각의 유효한 시그널링 값에 대한 파일럿 심볼들의 세트를 계산할 수 있다. 수신측 엔티티는 송신측 엔티티에 의해 전송된 값과 같은 최적의 메트릭(예를 들면, 가장 짧은 거리)을 가지는 시그널링 값을 선택한다. 검출 예러는 선택할 더 많은 유효한 시그널링 값들이 제공되는 경우에 더 가능하다.

일 실시예에서, 4개의 파일럿 심볼들은 OFDM 심볼 내에서 데이터가 전송되는지 또는 부가의 파일럿이 전송되는지의 여부를 표시하기 위해 사용된다. 테이블 2은 BPSK를 사용하는 4개의 파일럿 심볼들에 의해 전송된 4개의 비트들 b_1, b_2, b_3, b_4 을 가지는 상기 실시예에 대한 예시적인 시그널링 세트를 도시한다.

테이블 2

비트들	값	정의
b_1, b_2, b_3, b_4	'0000'	데이터는 OFDM 심볼 내에서 전송됨
	'1111',	MIMO 파일럿은 OFDM 심볼 내에서 전송됨

부가의 MIMO 파일럿은 예를 들면, PDU내의 데이터 심볼들과 동일한 방식으로 전송될 수 있는 것과 같이 조종되거나 조종되지 않을 수 있다. "데이터 심볼"은 데이터를 위한 변조 심볼이다.

또다른 실시예에서, 4B 비트들은 부가의 파일럿이 OFDM내에서 전송되는지의 여부 및 전송되는 경우에 부가 파일럿을 위한 특정 정보를 표시하기 위해 사용된다. 테이블 3은 BPSK를 사용하는 4개의 파일럿 심볼들에 의해 전송되는 4개의 비트들 b_1, b_2, b_3, b_4 을 가지는 상기 실시예에 대한 예시적인 시그널링 세트를 도시한다.

테이블 3

비트들	값	정의
b_1, b_2	'00'	데이터는 OFDM 심볼 내에서 전송된다
	'01'	조종된 MIMO 파일럿은 OFDM 심볼 내에서 전송된다
	'10'	비조종된 MIMO 파일럿은 OFDM 심볼 내에서 전송된다
	'11'	예약된다

b ₃	'0'	부가 파일럿은 코드 멀티플렉싱을 사용하여 전송된다
	'1'	부가 파일럿은 서브 대역 멀티플렉싱을 사용하여 전송된다
b ₄	'0'	부가 파일럿은 48 데이터 서브 대역들을 통해 전송된다
	'1'	부가 파일럿은 24 데이터 서브 대역들을 통해 전송된다

테이블 3에 도시된 실시예에 대하여, 비트들 b₁ 및 b₂은 OFDM 심볼 내에서 비조종 MIMO 파일럿이 전송되는지, 조종 MIMO 파일럿이 전송되는지, 또는 어떤 부가 파일럿도 전송되지 않는지의 여부를 표시한다. 비트 b₃는 MIMO 파일럿이 코드/타임 멀티플렉싱을 사용하여 전송되는지 또는 서브 대역 멀티플렉싱을 사용하여 전송되는지의 여부를 표시한다. 코드 멀티플렉싱에 대하여, MIMO 파일럿은 직교 시퀀스들을 사용하여 다수의 심볼 주기들에서 전송된다. 예를 들어, 비조종된 MIMO 파일럿은 식(2)에 도시된 것과 같이 4-칩 월시 시퀀스들을 사용하여 4개의 심볼 주기들에서 4개의 송신 안테나들로부터 전송될 수 있다. 조종된 MIMO 파일럿은 식(6)에 도시된 것과 같이 4-칩 월시 시퀀스들을 사용하여 4개의 심볼 주기들에서 동시에 모두 4개의 고유 모드들을 통해 전송될 수 있다. 서브 대역 멀티플렉싱을 위해, MIMO 파일럿은 하나의 심볼 주기 내에 다수의 서브 대역들을 통해 전송된다. 예를 들어, 비조종된 MIMO 파일럿은 하나의 심볼 주기 내에 4개의 서로 다른 서브 대역들에서 4개의 송신 안테나들로부터(예를 들면, 서브 대역 k에서 송신 안테나 1로부터, 서브 대역 k+1에서 송신 안테나 2로부터, 서브 대역 k+2에서 송신 안테나 3로부터, 서브 대역 k+3에서 송신 안테나 4로부터와 같이) 전송될 수 있다. 조종된 MIMO 파일럿은 하나의 심볼 주기 내에 4개의 서로 다른 서브 대역들을 사용하여 4개의 고유 모드들을 통해(예를 들면, 서브 대역 k를 사용하여 고유 모드 1을 통해, 서브 대역 k+1을 사용하여 고유 모드 2를 통해, 서브 대역 k+2를 사용하여 고유 모드 3을 통해, 서브 대역 k+3을 사용하여 고유 모드 4를 통해서와 같이) 전송될 수 있다. 비트 b₄는 부가 파일럿을 위해 사용되는 서브 대역들의 수를 표시한다. 예를 들어, 부가 파일럿 심볼들은 모두 38개의 데이터 서브 대역들 또는 단지 24개의 데이터 서브 대역들(예를 들면, 모든 다른 데이터 서브 대역)을 통해 전송될 수 있다.

테이블들 2 및 3은 BPSK를 사용하여 4개의 비트들이 4개의 파일럿 서브 대역들에 삽입되는 시그널링의 2가지 특정 실시예들을 도시한다. 일반적으로, 캐리어 파일럿을 위한 4B 비트들은 (1) 부가 파일럿이 전송되는지의 여부, (2) 부가 파일럿의 어떤 종류(예를 들면, 비조종된 MIMO 파일럿, 조종된 MIMO 파일럿 등등)가 전송되는지, (3) 파일럿이 전송되는 방식(예를 들면, 코드 멀티플렉싱, 서브 대역 멀티플렉싱, 시간 멀티플렉싱 등등), (4) 부가 파일럿을 위해 사용되는 서브 대역들의 수(예를 들면, 전체, 1/2, 1/4 또는 몇몇 다른 개수의 데이터 서브 대역들) 및 (5) 가능하면 다른 적절한 정보와 같이 부가 파일럿을 위한 임의의 종류의 정보를 전달하기 위해 사용될 수 있다. 더 많은 시그널링 값들은 부가 파일럿의 전송에서 더 큰 용통성을 제공한다. 그러나, 검출 성능은 더 많은 시그널링 값들을 사용할 때 더 불량하다. 검출 성능과 파일럿 입력 용통성 사이에 거래가 수행될 수 있다.

주어진 PDU 내의 부가의 파일럿을 위한 시그널링은 PDU의 신호 섹션(230)에서 전송될 수 있다. 상기 시그널링은 부가 파일럿을 위해 전송된 가능한 몇몇 또는 모든 정보를 표시할 수 있다. 또한, 상기 시그널링은 부가 파일럿이 전송될 특정 심볼 주기들에서 특정 심볼 주기들(예를 들면, 데이터 섹션(250)의 중간 지점, 데이터 섹션의 모든 1/4 지점, 모든 L번째 심볼 주기 등등)을 표시할 수 있다.

캐리어 파일럿은 전송된 것과 같은 부가 파일럿을 위한 시그널링을 전송하기 위해 사용될 수 있다. 캐리어 파일럿은 또한 예를 들면, PDU가 전송되는데 사용된 레이트(예를 들면, 코딩 및 변조 방식), 다른 링크(예를 들면, 업링크 또는 다운 링크)를 위해 사용될 레이트, 전력 제어 정보(예를 들면, 송신 전력을 조절하기 위해 사용된 업 및 다운 전력 제어 명령들), 송신 파라미터들(예를 들면, 할당된 트래픽 채널들, 주파수 서브 대역들 등등), 다른 링크를 통해 수신된 PDU를 위한 확인 응답(ACK) 또는 부정 확인응답(NAK), 통신을 위해 사용할 기지국(들)의 세트 등등과 같은 다른 종류의 시그널링을 전송하기 위해 사용될 수 있다. 서로 다른 종류의 시그널링은 서로 다른 신뢰성 요구조건들을 가질 수 있고, 서로 다른 인코딩 방식들 및/또는 서로 다른 시그널링 세트들을 사용할 수 있다. 전송될 시그널링의 종류와 상관없이, 송신측 엔티티는 상기 시그널링을 파일럿 서브 대역들을 통해 편리하게 전송할 수 있고, 수신측 엔티티는 상기 시그널링을 신속하게 검출할 수 있다.

도 3은 부가 파일럿을 전송하기 위해 송신측 엔티티에 의해 수행되는 프로세스(300)의 흐름도를 도시한다. 프로세스(300)는 각각의 PDU를 위해 수행될 수 있다. 송신측 엔티티는 PDU내의 기본 파일럿을 멀티플렉싱하여 전송한다(블록 310). 송신측 엔티티는 또한 예를 들면, 채널 환경들 및/또는 다른 인자들에 기초하여 PDU내의 부가 파일럿을 전송할지의 여부를 결정한다(블록 312). 만약 블록 314에서 결정된 것과 같이 부가 파일럿이 PDU내에서 전송되지 않으면, 송신측 엔티티는 임의의 부가 파일럿 없이 정규 방식으로 PDU를 처리하여 전송할 것이다(블록 316). 그렇지 않으면, 만약 부가 파일럿이 전송되면, 송신측 엔티티는 예를 들면, 채널 환경들 및/또는 다른 인자들에 기초하여 PDU내에서 전송될 부가 파일럿의 양, 종류, 위치 등등을 결정한다(블록 318). 송신측 엔티티는 예를 들면, 4개의 서브 대역들을 통해 전송된 파일럿 심볼들에 삽

입된 것과 같이, PDU 내의 부가 파일럿을 위해 시그널링을 전송한다(블럭 320). 송신측 엔티티는 시그널링에 의해 표시된 것과 같이 부가 파일럿을 멀티플렉싱하여 전송한다(블럭 322). 송신측 엔티티는 또한 부가 파일럿의 관점에서 PDU를 처리하여 송신한다(블럭 324). 예를 들면, PDU의 길이는 PDU내에서 전송된 부가 파일럿의 양만큼 연장될 수 있다.

도 4는 부가 파일럿을 수신하여 사용하기 위해 수신측 엔티티에 의해 수행되는 프로세스(400)의 흐름도를 도시한다. 프로세스(400)는 각각의 PDU에 대하여 수행될 수 있다. 수신측 엔티티는 기본 파일럿(예를 들면, MIMO 파일럿 섹션(240)에서 전송된 MIMO 파일럿과 같은)을 수신하고, 수신된 기본 파일럿에 기초하여 MIMO 채널 응답을 유도한다(블럭 410). 수신측 엔티티는 예를 들면, 4개의 파일럿 서브 대역들을 통해 전송된 파일럿 심볼들로부터 부가의 파일럿에 대한 시그널링을 수신한다(블럭 412). 수신측 엔티티는 부가의 파일럿이 수신된 시그널링을 기초하여 전송되는지의 여부를 결정한다(블럭 414). 만약 부가의 파일럿이 전송되지 않으면, 프로세스는 블럭 420으로 진행한다. 그렇지 않으면, 수신측 엔티티는 수신된 시그널링에 의해 표시된 것과 같이 부가의 파일럿을 수신하여 디멀티플렉싱한다(블럭 416). 수신측 엔티티는 그후에 부가의 파일럿을 사용하여 개선된 MIMO 채널 응답 추정치를 유도한다(블럭 418). 수신측 엔티티는 PDU를 위해 수신된 데이터 심볼들에 데이터 검출을 수행하기 위해 상기 채널 응답 추정치를 사용한다(블럭 420).

도 5는 MIMO 시스템(500)에서 송신측 엔티티(510) 및 수신측 엔티티(550)의 블럭 다이어그램을 도시한다. 송신측 엔티티(510)는 사용자 단말기 또는 액세스 포인트가 될 수 있다. 수신측 엔티티(550)는 액세스 포인트 또는 사용자 단말기가 될 수 있다.

송신측 엔티티(510)에서, TX 데이터 프로세서(512)는 데이터 심볼들을 처리하기 위해 트래픽/패킷 데이터를 처리한다(예를 들면, 인코딩, 인터리빙 및 심볼 맵핑한다). TX 공간 프로세서(520)는 파일럿 및 데이터 심볼들을 수신하여 적절한 서브 대역에서 디멀티플렉싱하고, 적절하게 공간 처리하여 T개의 송신 안테나들을 위한 T개의 송신 심볼들의 스트림들을 T개의 OFDM 변조기들(Mod;530a 내지 530t)로 제공한다. 각각의 OFDM 변조기(530)는 개별 송신 심볼 스트림에 OFDM 변조를 수행하여 결합된 송신기 유니트(TMTR;532)에 샘플들의 스트림을 제공한다. 각각의 송신기 유니트(532)는 그 샘플 스트림을 처리하여(예를 들면, 아날로그 변환, 증폭, 필터링 및 주파수 상향 변환하여) 변조된 신호를 발생한다. 송신기 유니트들(532a 내지 532t)은 각각 T개의 안테나들(534a 내지 534t)로부터 송신을 위한 T개의 변조 신호들을 제공한다.

수신측 엔티티(550)에서, R개의 안테나들(552a 내지 552r)은 T개의 송신된 신호들을 수신하고, 각각의 안테나(552)는 개별 수신기 유니트(RCVR;554)에 수신된 신호를 제공한다. 각각의 수신기 유니트(554)는 수신된 신호를 처리하여 상응하는 샘플 스트림을 결합된 OFDM 복조기(Demod;560)에 제공한다. 각각의 OFDM 복조기(560)는 그 샘플 스트림에 OFDM 복조를 수행하여 수신된 데이터 심볼들을 수신(RX) 공간 프로세서(570)에 제공하고, 수신된 파일럿 심볼들을 제어기(580) 내의 채널 추정기(584)에 제공한다. 채널 추정기(584)는 데이터 전송을 위해 사용되는 서브 대역들에 대하여 송신측 엔티티(510) 및 수신측 엔티티(550) 사이의 MIMO 채널을 위한 채널 응답 추정치들을 유도한다. 채널 응답 추정치들은 송신측 엔티티(510)에 의해 전송된 기본 파일럿 및/또는 부가 파일럿을 사용하여 유도될 수 있다. 제어기(580)는 MIMO 채널 응답 추정치들에 기초하여 공간 필터 행렬들을 유도한다. RX 공간 프로세서(570)는 각각의 서브 대역에 대하여 수신된 데이터 심볼들에 상기 서브 대역에 대하여 유도된 공간 필터 행렬을 사용하여 수신기 공간 처리(또는 공간 매치 필터링)를 수행하고, 상기 서브 대역에 대하여 검출된 데이터 심볼들을 제공한다. 각각의 검출된 데이터 심볼은 송신측 엔티티(510)에 의해 전송된 데이터 심볼의 추정치이다. RX 데이터 프로세서(572)는 모든 서브 대역들에 대하여 검출된 데이터 심볼들을 처리하여 디코딩된 데이터를 제공한다.

제어기들(540 및 580)은 각각 송신측 엔티티(510) 및 수신측 엔티티(550)에서 처리 유니트들의 동작을 제어한다. 메모리 유니트들(542 및 582)은 각각 제어기들(540 및 580)에 의해 사용된 데이터 및/또는 프로그램 코드들을 저장한다.

도 6은 송신측 엔티티(510)에서 TX 공간 프로세서(520)의 일 실시예의 블럭 다이어그램을 도시한다. 프로세서(520) 내에서, TX 데이터 공간 프로세서(610)는 T개의 송신 안테나들을 통한 전송을 위한 데이터 심볼들 또는 각각의 데이터 서브 대역의 S개의 고유 모드들을 수신하여 공간 처리를 수행한다. TX 데이터 공간 프로세서(610)는 T개의 심볼 멀티플렉서들(Mux;640a 내지 640t)에 T개의 송신 안테나들을 위해 공간 처리된 데이터 심볼들의 T개의 스트림들을 제공한다. TX 파일럿 공간 프로세서(620)는 파일럿 심볼들에 공간 처리를 수행하여 (1) T개의 송신 안테나들로부터의 전송을 위해 조종되지 않은 MIMO 파일럿 또는 (2) 파일럿 전송을 위해 사용된 각각의 서브 대역의 S개까지의 고유 모드들에서의 전송을 위해 조종된 MIMO 파일럿을 제공한다. TX 파일럿 공간 프로세서(620)는 T개의 심볼 멀티플렉서들(640a 내지 640t)에 대한 공간 처리된 파일럿 심볼들을 제공한다.

TX 파일럿 시그널링 프로세서(630)는 임의의 경우에 전송된 부가 파일럿에 대한 시그널링을 발생한다. 도 6에 도시된 실시예에 대하여, 부가 파일럿을 위한 시그널링은 캐리어 파일럿을 위한 4개의 파일럿 서브 대역들을 통해 전송된 파일럿 심볼들 내에 삽입된다. TX 파일럿 시그널링 프로세서(630)는 그 내부에 삽입된 시그널링과 함께 파일럿 심볼들을 심볼 멀티

플렉서들(640a 내지 640t)로 전송한다. 각각의 심볼 멀티플렉서(640)는 공간 처리된 데이터 심볼들, 공간 처리된 파일럿 심볼들 및 송신 안테나를 위한 캐리어 파일럿 심볼들을 수신하여 적절한 서브 대역 및 심볼 주기로 멀티플렉싱한다. T개의 심볼 멀티플렉서들(640a 내지 640t)은 T개의 송신 안테나들을 위한 송신 심볼들의 T개의 스트림들을 T개의 OFDM 변조기들(530a 내지 530t)에 제공한다.

각각의 OFDM 변조기(530)는 개별 송신 심볼 스트림에 OFDM 변조를 수행하여 상응하는 OFDM 심볼 스트림을 제공한다. 각각의 심볼 주기 동안, OFDM 변조기(530)는 예를 들면, 48개의 데이터 서브 대역들을 통해 전송될 48개의 데이터 및/또는 파일럿 심볼들, 4개의 파일럿 서브 대역들을 통해 전송될 4개의 캐리어 파일럿 심볼들 및 12개의 미사용 서브 대역들을 위한 12개의 0의 신호 값들과 같은 K개의 주파수 영역 값들을 획득한다. 고속 푸리에 역변환(IFFT) 유니트(650)는 K개의 주파수 영역 값들을 K-포인트 IFFT를 가지는 시간 영역으로 변환하여 K개의 시간 영역 칩들을 포함하는 "변환된" 심볼을 제공한다. 주파수 선택성 페이딩에 의해 발생하는 심볼간 간섭(ISD)을 제거하기 위해, 순환 전치 발생기(652)는 상응하는 OFDM 심볼을 형성하기 위해 각각의 변환된 심볼의 일부분을 반복한다. 반복되는 부분은 종종 순환 전치 또는 보호 대역이라 지칭된다. OFDM 심볼 주기(또는 간단하게, 심볼 주기)는 하나의 OFDM 심볼의 간격이다.

도 7는 TX 파일럿 시그널링 프로세서(630)의 일 실시예의 블럭 다이어그램을 도시한다. 제어기(540)는 부가 파일럿을 위한 시그널링 값을 시그널링 검색 테이블(LUT;710)에 제공하고, 상기 테이블은 그후에 상기 시그널링 값에 상응하는 4개의 파일럿 심볼들을 4개의 곱셈기들(712a 내지 712d)에 제공한다. 각각의 곱셈기(712)는 PN 발생기(714)로부터 PN 시퀀스를 수신하며, 각각의 심볼 주기동안 상기 심볼 주기의 파일럿 심볼에 상기 심볼 주기의 PN 값을 곱하여 스크램블된 파일럿 심볼을 발생한다. 곱셈기들(712a 내지 712d)은 4개의 파일럿 서브 대역들에 대한 4개의 스크램블된 파일럿 심볼들을 T개의 심볼 멀티플렉서들(640a 내지 640t)에 제공한다. $i=1 \dots T$ 에 대한 각각의 심볼 멀티플렉서(640i)는 스크램블된 파일럿 심볼들을 캐리어 파일럿을 위해 사용된 4개의 파일럿 서브 대역들로 멀티플렉싱하며, 추가로 송신 안테나 i 를 위해 공간 처리된 데이터 및 파일럿 심볼들을 데이터 서브 대역들로 멀티플렉싱한다.

본 명세서에 개시된 파일럿 전송 및 시그널링 기술들은 다양한 수단들에 의해 구현될 수 있다. 예를 들면, 상기 기술들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합에서 구현될 수 있다. 하드웨어 구현을 위해, 부가의 파일럿 및 시그널링을 전송하는데 사용된 처리 유니트들은 하나 또는 그 이상의 애플리케이션용 집적 회로들(ASICs), 디지털 신호 처리기들(DSPs), 디지털 신호 처리 디바이스들(DSPDs), 프로그램가능한 로직 디바이스들(PLDs), 현장 프로그램 가능한 게이트 어레이들(FPGAs), 프로세서들, 제어기들, 마이크로-제어기들, 마이크로 프로세서들, 본 명세서에 개시된 기능들을 수행하도록 설계된 다른 전자 유니트들 또는 이들의 조합 내에서 구현될 수 있다. 부가 파일럿 및 시그널링을 수신하기 위해 사용된 처리 유니트들은 하나 또는 그 이상의 ASICs, DSPs 등등에서 구현될 수 있다.

소프트웨어 구현을 위해, 본 명세서에 개시된 기술들은 본 명세서에 개시된 기능들을 수행하는 모듈들(예를 들면, 절차들, 기능들 등등)을 사용하여 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드들은 메모리 유니트(예를 들면, 도 5의 메모리 유니트들(542 및/또는 582)에 저장되어 프로세서(예를 들면, 도 5의 제어기(540 및/또는 580)에 의해 실행될 수 있다. 메모리 유니트는 프로세서 내부 또는 외부에서 구현될 수 있고, 상기 경우에 공지된 것과 같이 다양한 수단을 통해 프로세서에 통신가능하게 접속될 수 있다.

개시된 실시예의 전술된 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 이용하기에 용이하도록 하기 위하여 제공되었다. 이들 실시예에 대한 여러 가지 변형은 당업자에게 자명하며, 여기서 한정된 포괄적인 원리는 본 발명의 사용 없이도 다른 실시예에 적용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 설명된 실시예에 한정되는 것이 아니며, 여기에 개시된 원리 및 신규한 특징에 나타낸 가장 넓은 범위에 따른다.

도면의 간단한 설명

도 1은 IEEE 802.11에 의해 사용되는 OFDM 서브 대역 구조를 도시한다.

도 2는 MIMO 시스템에 적합한 예시적인 PDU 포맷을 도시한다.

도 3은 부가 파일럿을 전송하기 위한 프로세스를 도시한다.

도 4는 부가 파일럿을 수신하고 사용하기 위한 프로세스를 도시한다.

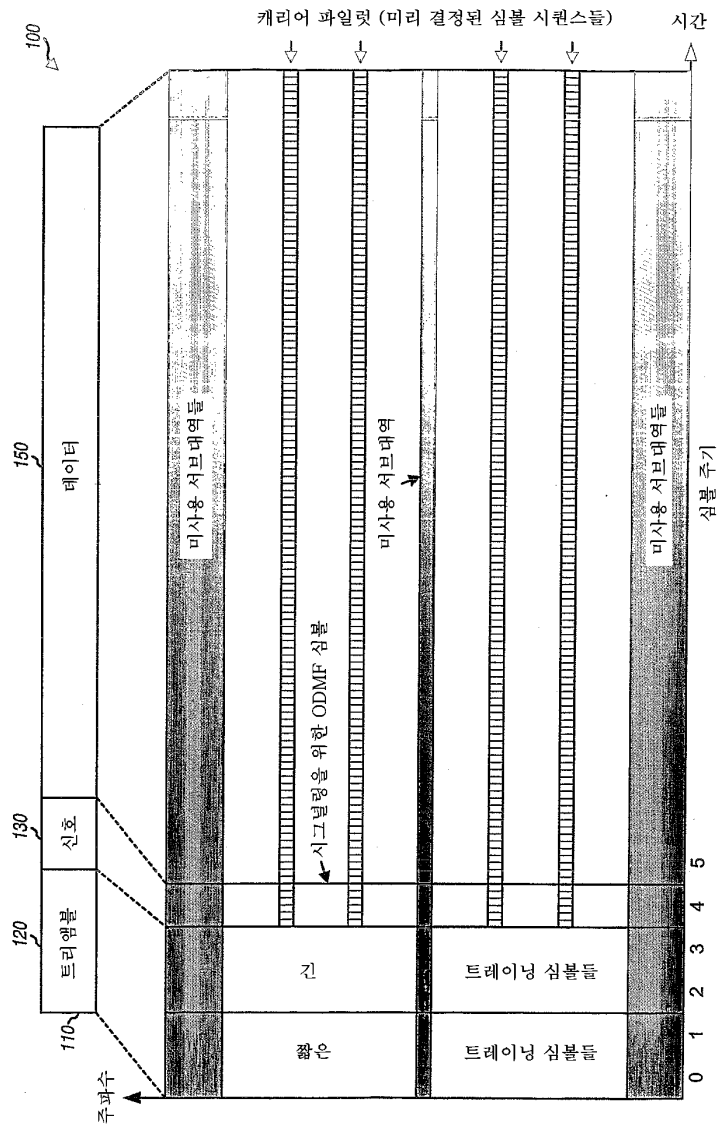
도 5는 송신측 엔티티 및 수신측 엔티티의 블럭 다이어그램을 도시한다.

도 6은 송신(TX) 공간 프로세서의 블록 다이어그램을 도시한다.

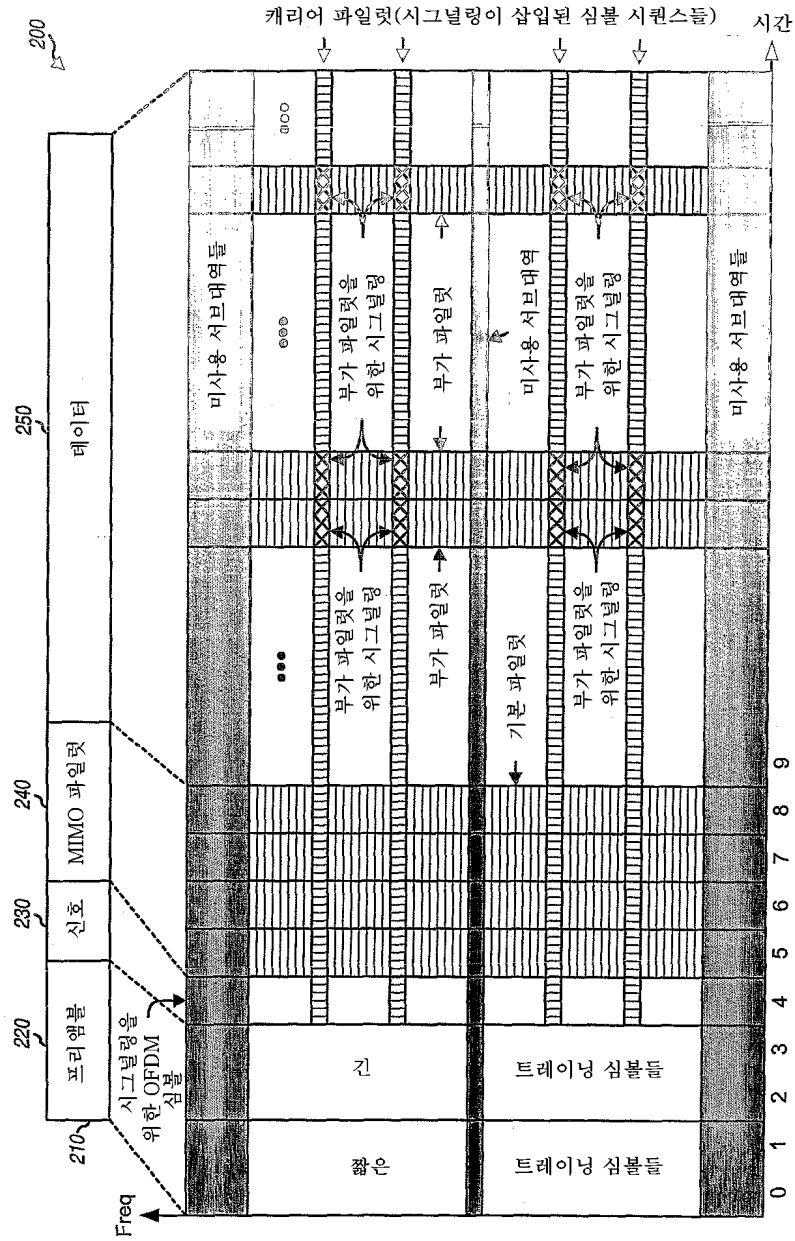
도 7은 TX 파일럿 시그널링 프로세서의 블록 다이어그램을 도시한다.

도면

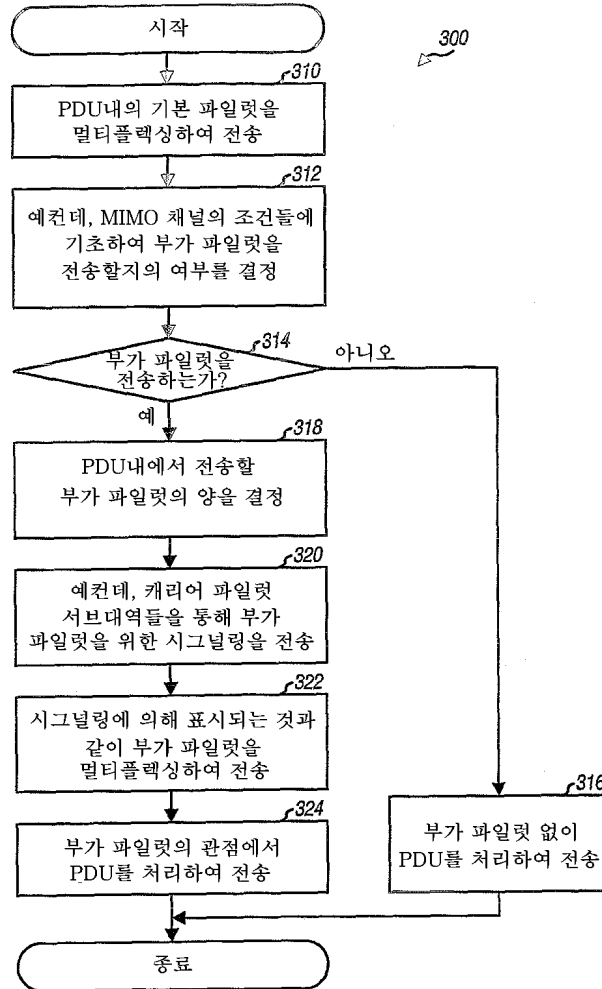
도면1



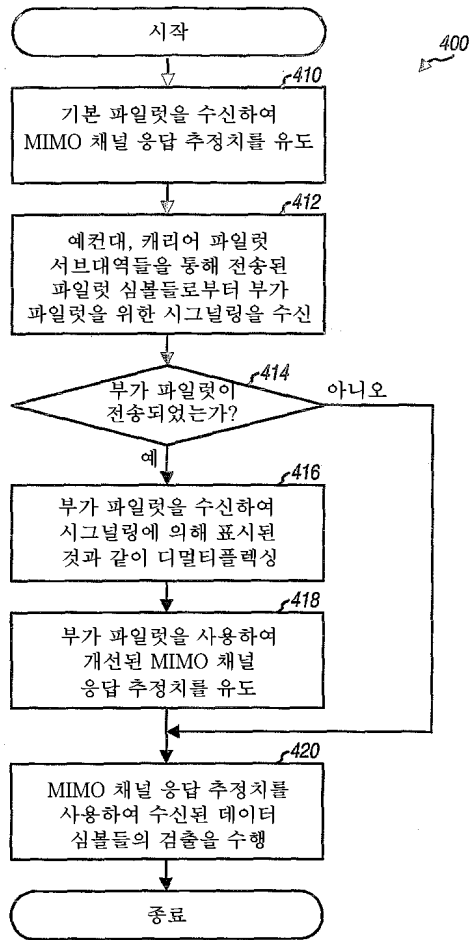
도면2



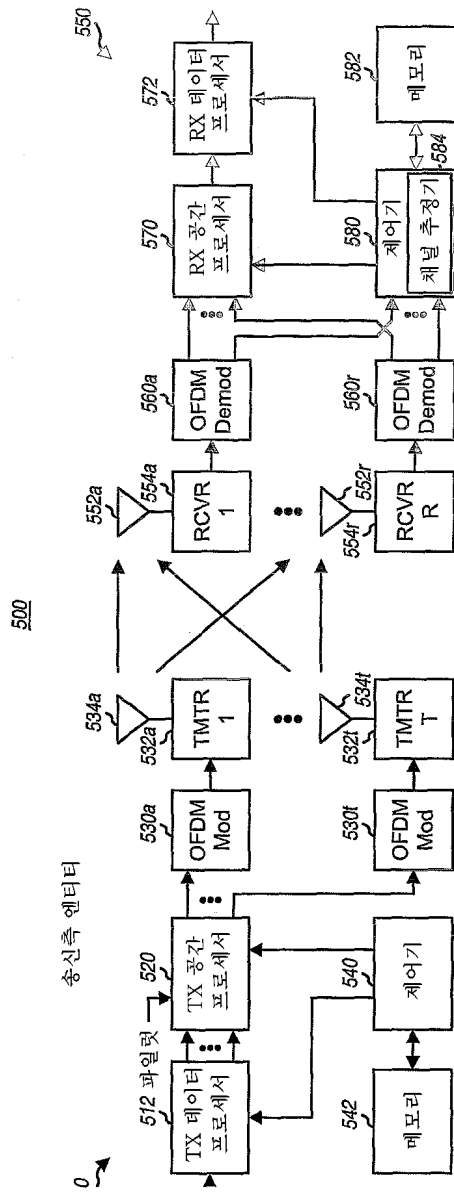
도면3



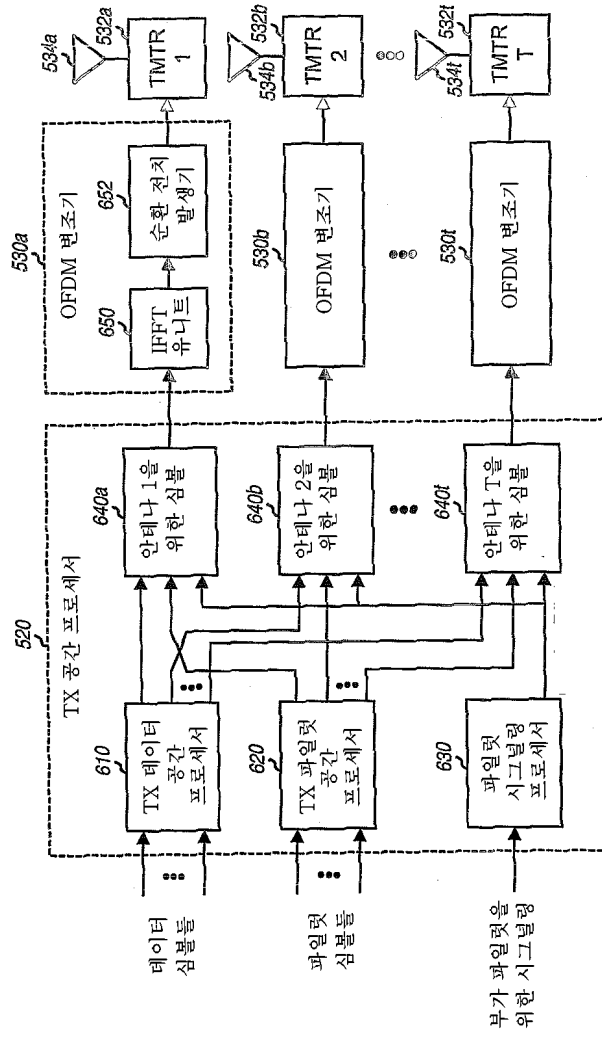
도면4



도면5



도면6



도면7

