



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2011년11월18일  
(11) 등록번호 10-1084520  
(24) 등록일자 2011년11월11일

(51) Int. Cl.  
H04J 11/00 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2005-7021579  
(22) 출원일자(국제출원일자) 2004년05월07일  
심사청구일자 2009년03월10일  
(85) 번역문제출일자 2005년11월11일  
(65) 공개번호 10-2006-0013653  
(43) 공개일자 2006년02월13일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/014453  
(87) 국제공개번호 WO 2004/102816  
국제공개일자 2004년11월25일  
(30) 우선권주장  
10/726,944 2003년12월03일 미국(US)  
60/470,107 2003년05월12일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
US20020145970 A1\*  
WO2001076110 A2\*  
WO2002003556 A2  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
켈컴 인코퍼레이티드  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775  
(72) 발명자  
아그라왈 아브니시  
미국 92130 캘리포니아주 샌디에고 시그너처 플레이스 13040번지29  
티그 에드워드 해리슨  
미국 92130 캘리포니아주 샌디에고 브라이어슨 테라스 4614  
(74) 대리인  
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 32 항

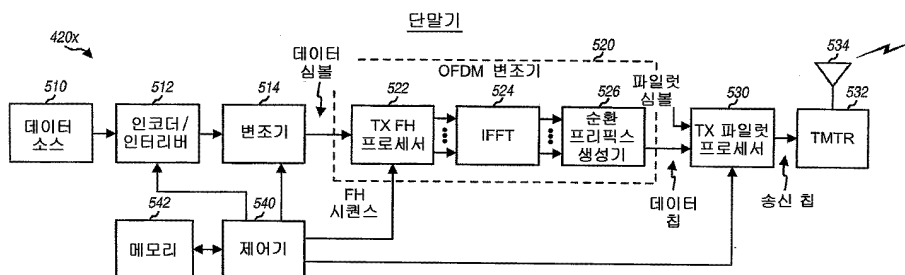
심사관 : 조남신

**(54) OFDMA 시스템에서 코드분할 멀티플렉싱 파일럿을사용한 고속 주파수 도약**

**(57) 요약**

다중-캐리어 통신 시스템 (예를 들어, OFDMA 시스템) 에서 코드 분할 멀티플렉싱된 (CDM) 파일럿을 가지는 고속 주파수 도약을 지원하는 기술이 제공된다. 시스템에서의 각 송신기 (예를 들어, 각 단말기) 는 모든 서브대역 상에서 광대역 파일럿을 송신하여, 수신기 (예를 들어, 기지국) 가 전체 채널 응답을 동시에 추정할 수 있게 한다. 각 송신기에 대한 광대역 파일럿은, 직접 시퀀스 확산 스펙트럼 프로세싱을 사용하여, 그리고 그 송신기에 할당되는 의사 랜덤 수 (PN) 코드에 기초하여 생성될 수도 있다. 이것은, 수신기가 다수의 송신기에 의해 동시에 송신되는 다수의 광대역 파일럿을 개별적으로 식별하고 복원할 수 있게 한다. 시분할 멀티플렉싱 (TDM)/CDM 파일럿 송신 방식에 있어서, 각 송신기는 광대역 파일럿을 버스트로 송신한다. 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식에 있어서, 각 송신기는 광대역 파일럿을 낮은 송신 전력 레벨에도 불구하고 연속적으로 송신한다. 임의의 주파수 도약 레이트는 파일럿 오버헤드에 영향을 주지 않고 지원될 수도 있다.

**대표도**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

무선 다중-캐리어 통신 시스템에서 광대역 파일럿을 송신하는 방법으로서,

하나 이상의 파일럿 심볼을 의사 랜덤 수 (PN) 코드로 프로세싱하여 상기 광대역 파일럿에 대한 파일럿 칩들의 시퀀스를 얻는 단계;

다중-캐리어 변조 방식에 따라 데이터 심볼들을 프로세싱하여 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는 단계;

상기 파일럿 칩들의 시퀀스를 상기 데이터 칩들의 시퀀스와 시분할 멀티플렉싱하여, 파일럿 및 데이터 칩들의 시분할 멀티플렉싱된 (TDM) 시퀀스를 얻는 단계; 및

상기 파일럿 및 데이터 칩들의 TDM 시퀀스를 송신하는 단계를 포함하고,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 복수의 서브대역들을 포함하고, 상기 데이터 심볼들은 주파수 도약 (FH) 시퀀스에 의해 결정되는 상이한 시간 간격들에서 상기 복수의 서브대역들 중 상이한 서브대역들 상에서 전송되는, 광대역 파일럿 송신 방법.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 직교 주파수 분할 다중 접속 (OFDMA) 통신 시스템이고, 상기 다중-캐리어 변조 방식은 직교 주파수 분할 멀티플렉싱 (OFDM) 인, 광대역 파일럿 송신 방법.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 파일럿 심볼은, 상기 파일럿 칩들의 시퀀스를 얻기 위해 직접 시퀀스 확산 스펙트럼 프로세싱을 사용하여 시간 도메인에서 상기 PN 코드로 스펙트럼 확산되는, 광대역 파일럿 송신 방법.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 PN 코드는 상기 광대역 파일럿의 송신 엔티티를 고유하게 식별하는, 광대역 파일럿 송신 방법.

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

제 1 항에 있어서,

상기 파일럿 칩들의 시퀀스를 스케일링 팩터로 스케일링하여 스케일링된 파일럿 칩들의 시퀀스를 얻는 단계를 더 포함하고,

상기 스케일링 팩터는 상기 광대역 파일럿에 대한 송신 전력 레벨을 나타내고, 상기 스케일링된 파일럿 칩들의 시퀀스는 상기 데이터 칩들의 시퀀스와 시분할 멀티플렉싱되는, 광대역 파일럿 송신 방법.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,

상기 파일럿 및 데이터 칩들의 TDM 시퀀스는 상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템의 역방향 링크 상에서 송신되는, 광대역 파일럿 송신 방법.

**청구항 8**

무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치로서,

하나 이상의 파일럿 심볼을 의사 랜덤 수 (PN) 코드로 프로세싱하여 광대역 파일럿에 대한 파일럿 칩들의 시퀀스를 얻는 수단;

다중-캐리어 변조 방식에 따라 데이터 심볼들을 프로세싱하여 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는 수단;

상기 파일럿 칩들의 시퀀스를 상기 데이터 칩들의 시퀀스와 시분할 멀티플렉싱하여, 파일럿 및 데이터 칩들의 시분할 멀티플렉싱된 (TDM) 시퀀스를 얻는 수단; 및

상기 파일럿 및 데이터 칩들의 TDM 시퀀스를 송신하는 수단을 포함하고,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 복수의 서브대역들을 포함하고, 상기 데이터 심볼들은 주파수 도약 (FH) 시퀀스에 의해 결정되는 상이한 시간 간격들에서 상기 복수의 서브대역들 중 상이한 서브대역들 상에서 전송되는, 무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치.

**청구항 9**

무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치로서,

다중-캐리어 변조 방식에 따라 데이터 심볼들을 프로세싱하여 데이터 칩들의 시퀀스를 얻도록 동작하는 변조기;

하나 이상의 파일럿 심볼을 의사 랜덤 수 (PN) 코드로 프로세싱하여 광대역 파일럿에 대한 파일럿 칩들의 시퀀스를 얻도록 동작하는 파일럿 생성기;

상기 파일럿 칩들의 시퀀스를 상기 데이터 칩들의 시퀀스와 시분할 멀티플렉싱 (TDM) 하여, 파일럿 및 데이터 칩들의 TDM 시퀀스를 얻도록 동작하는 멀티플렉서; 및

상기 파일럿 및 데이터 칩들의 TDM 시퀀스를 프로세싱하고 송신하도록 동작하는 송신기 유닛을 포함하고,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 복수의 서브대역들을 포함하고, 상기 데이터 심볼들은 주파수 도약 (FH) 시퀀스에 의해 결정되는 상이한 시간 간격들에서 상기 복수의 서브대역들 중 상이한 서브대역들 상에서 전송되는, 무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치.

**청구항 10**

제 9 항에 기재된 장치를 포함하는, 단말기.

**청구항 11**

제 9 항에 기재된 장치를 포함하는, 기지국.

**청구항 12**

무선 다중-캐리어 통신 시스템에서, 하나 이상의 파일럿 심볼을 의사 랜덤 수 (PN) 코드로 프로세싱하여 광대역 파일럿에 대한 파일럿 칩들의 시퀀스를 얻고;

다중-캐리어 변조 방식에 따라 데이터 심볼들을 프로세싱하여 데이터 칩들의 시퀀스를 얻고;

상기 파일럿 칩들의 시퀀스를 상기 데이터 칩들의 시퀀스와 시분할 멀티플렉싱하여, 파일럿 및 데이터 칩들의 시분할 멀티플렉싱된 (TDM) 시퀀스를 얻도록 동작할 수 있는 명령들을 저장하며,

상기 파일럿 및 데이터 칩들의 TDM 시퀀스는 프로세싱되고 상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템의 통신 채널을 통해 송신되고,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 복수의 서브대역들을 포함하고, 상기 데이터 심볼들은 주파수 도약 (FH) 시퀀스에 의해 결정되는 상이한 시간 간격들에서 상기 복수의 서브대역들 중 상이한 서브대역들 상에서 전송되는, 프로세서 판독가능 매체.

**청구항 13**

무선 다중-캐리어 통신 시스템에서 광대역 파일럿을 수신하는 방법으로서,

수신된 파일럿 및 데이터 칩들의 시분할 멀티플렉싱된 (TDM) 시퀀스를 포함하는 수신된 칩들의 시퀀스를 얻는

단계;

상기 수신된 칩들의 시퀀스를 디멀티플렉싱하여, 상기 광대역 파일럿에 대한 수신된 파일럿 칩들의 시퀀스 및 수신된 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는 단계;

복수의 서브대역들에 대한 복수의 채널 응답 추정치들을 얻기 위해, 의사 랜덤 수 (PN) 코드로 상기 수신된 파일럿 칩들의 시퀀스를 프로세싱하는 단계; 및

다중-캐리어 복조 방식 및 상기 복수의 채널 응답 추정치들에 따라 상기 수신된 데이터 칩들의 시퀀스를 프로세싱하여, 복원된 데이터 심볼들을 얻는 단계를 포함하고,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 복수의 서브대역들을 포함하고, 상기 복원된 데이터 심볼들은 주파수 도약 (FH) 시퀀스에 의해 결정되는 상이한 시간 간격들에서 상기 복수의 서브대역들 중 상이한 서브대역들로부터 얻어지는, 광대역 파일럿 수신 방법.

**청구항 14**

제 13 항에 있어서,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 직교 주파수 분할 다중 접속 (OFDMA) 통신 시스템이고, 상기 다중-캐리어 복조 방식은 직교 주파수 분할 멀티플렉싱 (OFDM) 에 대한 것인, 광대역 파일럿 수신 방법.

**청구항 15**

제 13 항에 있어서,

상기 수신된 파일럿 칩들의 시퀀스를 프로세싱하는 단계는,

상기 광대역 파일럿에 대한 복수의 전파 경로들에 대한 복수의 채널 이득 추정치들을 얻는 단계;

상기 복수의 채널 이득 추정치들을 프로세싱하여 칩-이격된 이득값들의 시퀀스를 얻는 단계; 및

상기 칩-이격된 이득값들의 시퀀스를 변환하여 상기 복수의 서브대역들에 대한 상기 복수의 채널 응답 추정치들을 얻는 단계를 포함하는, 광대역 파일럿 수신 방법.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서,

상기 복수의 채널 이득 추정치들은 복수의 핑거 프로세서들을 갖는 레이크 수신기로 얻어지고, 각각의 핑거 프로세서는 상기 복수의 전파 경로들 중 상이한 전파 경로를 프로세싱하여 상기 전파 경로에 대한 채널 이득 추정치를 제공하도록 동작하는, 광대역 파일럿 수신 방법.

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치로서,

수신된 파일럿 및 데이터 칩들의 시분할 멀티플렉싱된 (TDM) 시퀀스를 포함하는 수신된 칩들의 시퀀스를 얻는 수단;

상기 수신된 칩들의 시퀀스를 디멀티플렉싱하여, 광대역 파일럿에 대한 수신된 파일럿 칩들의 시퀀스 및 수신된 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는 수단;

상기 수신된 파일럿 칩들의 시퀀스를 의사 랜덤 수 (PN) 코드로 프로세싱하여, 복수의 서브대역들에 대한 복수의 채널 응답 추정치들을 얻는 수단; 및

다중-캐리어 복조 방식 및 상기 복수의 채널 응답 추정치들에 따라 상기 수신된 데이터 칩들의 시퀀스를 프로세싱하여, 복원된 데이터 심볼들을 얻는 수단을 포함하고,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 복수의 서브대역들을 포함하고, 상기 데이터 심볼들은 주파수 도약 (FH)

시퀀스에 의해 결정되는 상이한 시간 간격들에서 상기 복수의 서브대역들 중 상이한 서브대역들 상에서 전송되는, 무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치.

**청구항 19**

무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치로서,

수신된 파일럿 및 데이터 칩들의 시분할 멀티플렉싱된 (TDM) 시퀀스를 포함하는 수신된 칩들의 시퀀스를 디멀티플렉싱하여, 광대역 파일럿에 대한 수신된 파일럿 칩들의 시퀀스 및 수신된 데이터 칩들의 시퀀스를 제공하도록 동작하는 디멀티플렉서;

상기 수신된 파일럿 칩들의 시퀀스를 의사 랜덤 수 (PN) 코드로 프로세싱하여, 상기 광대역 파일럿에 대한 복수의 전파 경로들에 대한 복수의 채널 이득 추정치들을 얻도록 동작하는 레이크 수신기;

상기 복수의 채널 이득 추정치들을 프로세싱하여, 복수의 서브대역들에 대한 복수의 채널 응답 추정치들을 얻도록 동작하는 프로세서; 및

다중-캐리어 복조 방식 및 상기 복수의 채널 응답 추정치들에 따라 상기 수신된 데이터 칩들의 시퀀스를 프로세싱하여, 복원된 데이터 심볼들을 얻도록 동작하는 복조기를 포함하고,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 복수의 서브대역들을 포함하고, 상기 데이터 심볼들은 주파수 도약 (FH) 시퀀스에 의해 결정되는 상이한 시간 간격들에서 상기 복수의 서브대역들 중 상이한 서브대역들 상에서 전송되는, 무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치.

**청구항 20**

무선 다중-캐리어 통신 시스템에서 광대역 파일럿을 송신하는 방법으로서,

하나 이상의 파일럿 심볼을 의사 랜덤 수 (PN) 코드로 프로세싱하여 상기 광대역 파일럿에 대한 파일럿 칩들의 시퀀스를 얻는 단계;

다중-캐리어 변조 방식에 따라 데이터 심볼들을 프로세싱하여 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는 단계;

상기 파일럿 칩들의 시퀀스와 상기 데이터 칩들의 시퀀스를 합산하여, 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는 단계; 및

상기 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스를 송신하는 단계를 포함하고,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 복수의 서브대역들을 포함하고, 상기 데이터 심볼들은 주파수 도약 (FH) 시퀀스에 의해 결정되는 상이한 시간 간격들에서 상기 복수의 서브대역들 중 상이한 서브대역들 상에서 전송되는, 광대역 파일럿 송신 방법.

**청구항 21**

제 20 항에 있어서,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 직교 주파수 분할 다중 접속 (OFDMA) 통신 시스템이고, 상기 다중-캐리어 변조 방식은 직교 주파수 분할 멀티플렉싱 (OFDM) 인, 광대역 파일럿 송신 방법.

**청구항 22**

제 20 항에 있어서,

상기 광대역 파일럿은 상기 데이터 칩들의 시퀀스의 지속기간동안 연속적으로 송신되는, 광대역 파일럿 송신 방법.

**청구항 23**

제 20 항에 있어서,

상기 하나 이상의 파일럿 심볼은, 상기 파일럿 칩들의 시퀀스를 얻기 위해 직접 시퀀스 확산 스펙트럼 프로세싱을 사용하여 시간 도메인에서 상기 PN 코드로 스펙트럼 확산되는, 광대역 파일럿 송신 방법.

**청구항 24**

제 20 항에 있어서,

상기 PN 코드는 상기 광대역 파일럿의 송신 엔티티를 고유하게 식별하는, 광대역 파일럿 송신 방법.

**청구항 25**

삭제

**청구항 26**

제 20 항에 있어서,

상기 파일럿 칩들의 시퀀스를 스케일링 팩터로 스케일링하여 스케일링된 파일럿 칩들의 시퀀스를 얻는 단계를 더 포함하고,

상기 스케일링 팩터는 상기 광대역 파일럿에 대한 송신 전력 레벨을 나타내고, 상기 스케일링된 파일럿 칩들의 시퀀스는 상기 데이터 칩들의 시퀀스와 합산되는, 광대역 파일럿 송신 방법.

**청구항 27**

제 20 항에 있어서,

상기 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스는 상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템의 역방향 링크 상에서 송신되는, 광대역 파일럿 송신 방법.

**청구항 28**

무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치로서,

하나 이상의 파일럿 심볼을 의사 랜덤 수 (PN) 코드로 프로세싱하여 광대역 파일럿에 대한 파일럿 칩들의 시퀀스를 얻는 수단;

다중-캐리어 변조 방식에 따라 데이터 심볼들을 프로세싱하여 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는 수단;

상기 파일럿 칩들의 시퀀스와 상기 데이터 칩들의 시퀀스를 합산하여, 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는 수단; 및

상기 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스를 송신하는 수단을 포함하고,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 복수의 서브대역들을 포함하고, 상기 데이터 심볼들은 주파수 도약 (FH) 시퀀스에 의해 결정되는 상이한 시간 간격들에서 상기 복수의 서브대역들 중 상이한 서브대역들 상에서 전송되는, 무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치.

**청구항 29**

무선 다중-캐리어 통신 시스템에서 광대역 파일럿을 수신하는 방법으로서,

송신 엔티티에 의해 송신된 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스를 포함하는 수신된 칩들의 시퀀스를 얻는 단계로서, 상기 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스는 상기 송신 엔티티에서 상기 광대역 파일럿에 대한 파일럿 칩들의 시퀀스와 데이터 칩들의 시퀀스를 합산함으로써 얻어지는, 상기 수신된 칩들의 시퀀스를 얻는 단계;

상기 송신 엔티티에 대한 복수의 서브대역들에 대한 복수의 채널 응답 추정치들을 얻기 위해, 상기 수신된 칩들의 시퀀스를 의사 랜덤 수 (PN) 코드로 프로세싱하는 단계; 및

다중-캐리어 복조 방식 및 상기 복수의 채널 응답 추정치들에 따라 상기 수신된 칩들의 시퀀스를 프로세싱하여, 상기 송신 엔티티에 대한 복원된 데이터 심볼들을 얻는 단계를 포함하고,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 복수의 서브대역들을 포함하고, 상기 데이터 심볼들은 주파수 도약 (FH) 시퀀스에 의해 결정되는 상이한 시간 간격들에서 상기 복수의 서브대역들 중 상이한 서브대역들 상에서 전송되는, 광대역 파일럿 수신 방법.

**청구항 30**

제 29 항에 있어서,

상기 수신된 칩들의 시퀀스를 PN 코드로 프로세싱하는 단계는,

상기 송신 엔티티에 대한 복수의 전파 경로들에 대한 복수의 채널 이득 추정치들을 얻는 단계;

상기 복수의 채널 이득 추정치들을 프로세싱하여 칩-이격된 이득값들의 시퀀스를 얻는 단계; 및

상기 칩-이격된 이득값들의 시퀀스를 변환하여 상기 송신 엔티티에 대한 상기 복수의 서브대역들에 대한 상기 복수의 채널 응답 추정치들을 얻는 단계를 포함하는, 광대역 파일럿 수신 방법.

**청구항 31**

제 30 항에 있어서,

상기 복수의 채널 이득 추정치들은 복수의 핑거 프로세서들을 갖는 레이크 수신기로 얻어지고, 각각의 핑거 프로세서는 상기 복수의 전파 경로들 중 상이한 전파 경로를 프로세싱하여 상기 전파 경로에 대한 채널 이득 추정치를 제공하도록 동작하는, 광대역 파일럿 수신 방법.

**청구항 32**

제 29 항에 있어서,

상기 광대역 파일럿으로 인한 간섭을 추정하는 단계; 및

상기 수신된 칩들의 시퀀스로부터 상기 추정된 간섭을 상쇄하여, 수신된 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는 단계를 더 포함하고,

상기 수신된 데이터 칩들의 시퀀스는 상기 복원된 데이터 심볼들을 얻기 위해 프로세싱되는, 광대역 파일럿 수신 방법.

**청구항 33**

제 29 항에 있어서,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 직교 주파수 분할 다중 접속 (OFDMA) 통신 시스템이고, 상기 다중-캐리어 복조 방식은 직교 주파수 분할 멀티플렉싱 (OFDM) 에 대한 것인, 광대역 파일럿 수신 방법.

**청구항 34**

무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치로서,

송신 엔티티에 의해 송신된 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스를 포함하는 수신된 칩들의 시퀀스를 얻는 수단으로서, 상기 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스는 상기 송신 엔티티에서 광대역 파일럿에 대한 파일럿 칩들의 시퀀스와 데이터 칩들의 시퀀스를 합산함으로써 얻어지는, 상기 수신된 칩들의 시퀀스를 얻는 수단;

상기 수신된 칩들의 시퀀스를 의사 랜덤 수 (PN) 코드로 프로세싱하여, 상기 송신 엔티티에 대한 복수의 서브대역들에 대한 복수의 채널 응답 추정치들을 얻는 수단; 및

다중-캐리어 복조 방식 및 상기 복수의 채널 응답 추정치들에 따라 상기 수신된 칩들의 시퀀스를 프로세싱하여, 상기 송신 엔티티에 대한 복원된 데이터 심볼들을 얻는 수단을 포함하고,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 복수의 서브대역들을 포함하고, 상기 데이터 심볼들은 주파수 도약 (FH) 시퀀스에 의해 결정되는 상이한 시간 간격들에서 상기 복수의 서브대역들 중 상이한 서브대역들 상에서 전송되는, 무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치.

**청구항 35**

무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치로서,

수신된 칩들의 시퀀스를 의사 랜덤 수 (PN) 코드로 프로세싱하여, 송신 엔티티에 대한 복수의 전파 경로들에 대

한 복수의 채널 이득 추정치들을 얻도록 동작하는 레이크 수신기로서, 상기 수신된 칩들의 시퀀스는, 상기 송신 엔티티에 의해 송신되며 상기 송신 엔티티에서 광대역 파일럿에 대한 파일럿 칩들의 시퀀스와 데이터 칩들의 시퀀스를 합산함으로써 얻어진 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스를 포함하는, 상기 레이크 수신기;

상기 복수의 채널 이득 추정치들을 프로세싱하여, 복수의 서브대역들에 대한 복수의 채널 응답 추정치들을 얻도록 동작하는 프로세서; 및

다중-캐리어 복조 방식 및 상기 복수의 채널 응답 추정치들에 따라 상기 수신된 칩들의 시퀀스를 프로세싱하여, 상기 송신 엔티티에 대한 복원된 데이터 심볼들을 얻도록 동작하는 복조기를 포함하고,

상기 무선 다중-캐리어 통신 시스템은 복수의 서브대역들을 포함하고, 상기 데이터 심볼들은 주파수 도약 (FH) 시퀀스에 의해 결정되는 상이한 시간 간격들에서 상기 복수의 서브대역들 중 상이한 서브대역들 상에서 전송되는, 무선 다중-캐리어 통신 시스템의 장치.

**명세서**

[0001] **관련 출원의 상호 참조**

[0002] 본 출원은, 2003년 5월 12일 출원되고, 본 명세서에 참조로 통합된 "Fast Frequency Hopping with a Code Division Multiplexed Pilot in an OFDMA System" 이란 명칭의 계류중인 미국 가특허출원 제 60/470,107 호에 대해 우선권을 주장한다.

[0003] **배경**

[0004] **기술분야**

[0005] 본 발명은 일반적으로 통신에 관한 것이고, 더 상세하게는, 직교 주파수 분할 다중 접속 (OFDMA) 통신 시스템에서 코드 분할 멀티플렉싱 (CDM) 파일럿을 사용한 고속 주파수 도약을 지원하는 기술에 관한 것이다.

[0006] **배경기술**

[0007] 주파수 도약 확산 스펙트럼 (FHSS) 통신 시스템에서, 데이터는 상이한 주파수 서브대역들 상에서, 또는 "도약 주기" 로 불리는 상이한 시간 간격들의 서브-캐리어들 상에서 송신된다. 이러한 주파수 서브대역들은 직교 주파수 분할 멀티플렉싱 (OFDM), 또 다른 다중-캐리어 변조 기술들, 또는 일부 다른 구성들에 의해 제공될 수도 있다. FHSS 에 있어서, 데이터 송신은 의사 랜덤 방식으로 서브대역으로부터 서브대역으로 도약한다. 이러한 도약은 주파수 다이버시티를 제공하고, 데이터 송신이 협대역 간섭, 제밍 (jamming), 페이딩 등과 같은 해로운 경로 효과들을 더 잘 견디게 한다.

[0008] OFDMA 시스템은 OFDM 을 사용하고, 다수의 사용자들을 동시에 지원할 수 있다. 주파수 도약 OFDMA 시스템에 있어서, 각 사용자에게 대한 데이터는 사용자에게 할당된 특정 주파수 도약 (FH) 시퀀스를 사용하여 송신된다. FH 시퀀스는 각 도약 주기에서 데이터 송신에 사용할 특정 서브대역을 나타낸다. 다수의 사용자들에 대한 다수의 데이터 송신들은 상이한 FH 시퀀스들을 사용하여 동시에 전송될 수도 있다. 이러한 FH 시퀀스들은 서로 직교하도록 규정되어, 하나의 데이터 송신만이 각 도약 주기에서 각 서브대역을 사용한다. 직교 FH 시퀀스들을 사용함으로써, 셀 내부의 간섭이 회피되고, 다수의 데이터 송신들은 주파수 다이버시티의 이점을 향유하면서 서로 간섭하지 않는다.

[0009] OFDMA 시스템은 다수의 셀들로 배치될 수도 있으며, 여기서 셀은 통상적으로 기지국 및/또는 그 커버리지 영역을 나타낸다. 하나의 셀에서 소정의 서브대역 상에서의 데이터 송신은 인접 셀의 동일한 서브대역 상에서의 또 다른 데이터 송신에 대해 간섭으로서 작용한다. 셀간 간섭을 랜덤화하기 위해, 통상적으로 각 셀에 대한 FH 시퀀스들은 인접 셀들에 대한 FH 시퀀스들에 대해 의사 랜덤이 되도록 규정된다. 의사 랜덤 FH 시퀀스들을 사용함으로써, 간섭 다이버시티가 달성되고, 소정 셀에서의 사용자에게 대한 데이터 송신은 충분히 긴 시간 주기 동안, 다른 셀들에서의 다른 사용자들에 대한 데이터 송신들로부터의 평균 간섭을 유지할 것이다.

[0010] 셀간 간섭은 임의의 소정 순간에 서브대역으로부터 서브대역으로 상당히 변화할 수 있다. 서브대역들에 걸친 간섭에서의 변동을 설명하기 위해, 통상적으로 데이터 송신에 대한 데이터 레이트의 선택에 마진이 사용된다. 간섭에서의 가변성이 큰 경우에, 데이터 송신에 대해 낮은 패킷 에러 레이트 (PER) 를 달성하기 위해 일반적으로 큰 마진이 요구된다. 큰 마진은 데이터 송신에 대한 데이터 레이트에서의 더 큰 감소를 야기하며, 이것은 시스템 용량을 제한한다.



[0011] 주파수 도약은 셀간 간섭을 평균하고, 요구되는 마진을 감소시킬 수 있다. 주파수 도약 레이트의 증가는 더 양호한 간섭 평균을 야기하고 요구되는 마진을 감소시킨다. 고속 주파수 도약 레이트는, 다수의 주파수 도약들에 걸쳐 데이터를 인코딩하며, 간섭의 해로운 영향들을 완화하기 위해 자동 재송신 요청 (ARQ) 과 같은 다른 기술들은 사용할 수 없는 특정한 타입의 송신들에 특히 이점이 있다.

[0012] 통상적으로 주파수 도약 레이트는 채널 추정 요건들에 의해 한정된다. OFDMA 시스템에 있어서, 데이터 송신에 사용되는 각 서브대역에 대한 채널 응답은 통상적으로 수신기에 의해 추정되고, 서브대역에 대한 채널 응답 추정치는 그 서브대역 상에서 수신된 데이터 심볼들을 코히어런트하게 복조하는데 사용된다. 각 서브대역에 대한 채널 추정은 일반적으로 서브대역 상에서 수신되는 파일럿 심볼들에 기초하여 달성된다. 고속 페이딩 통신 채널에서, 일반적으로 페이딩 레이트는, 수신기가 이전의 도약들로부터 동일한 서브대역 상에서 수신된 파일럿 심볼들을 결합하는 것을 방지한다. 따라서, 각 도약 주기에 대한 채널 응답을 독립적으로 추정하기 위해, 수신기가 충분히 정확한 채널 응답 추정치를 얻을 수 있도록, 충분한 수의 파일럿 심볼들이 도약 주기에서 송신되도록 요구된다. 이러한 파일럿 심볼들은 각 도약 주기에 대해 고정된 오버헤드를 나타낸다. 이 경우, 주파수 도약 레이트를 증가시키는 것은 파일럿 오버헤드를 또한 증가시킨다.

[0013] 따라서, OFDMA 시스템에서 파일럿 오버헤드를 증가시키지 않고 고속 주파수 도약을 지원하는 기술이 본 기술 분야에서 요구된다.

[0014] **요약**

[0015] 다중-캐리어 통신 시스템 (예를 들어, OFDMA 시스템) 에서 CDM 파일럿을 사용한 고속 주파수 도약을 지원하는 기술이 본 명세서에 제공된다. 시스템에서의 각 송신기 (예를 들어, 각 단말기) 는 모든 서브대역들 상에서 광대역 파일럿을 송신하여, 수신기 (예를 들어, 기지국) 로 하여금 전체 채널 응답을 동시에 추정하는 것을 허용한다. 각 송신기에 대한 광대역 파일럿은, 직접 시퀀스 확산 스펙트럼 프로세싱을 사용하여, 그리고 그 송신기에 할당된 의사 랜덤 수 (PN) 코드에 기초하여 생성될 수도 있다. 이것은, 수신기로 하여금 다수의 송신기들에 의해 동시에 송신된 다수의 광대역 파일럿들을 개별적으로 식별하고 복원하는 것을 허용한다. 시분할 멀티플렉싱된 (TDM)/CDM 파일럿 송신 방식에 있어서, 각 송신기는 광대역 파일럿을 버스트들로 송신한다. 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식에 있어서, 각 송신기는 광대역 파일럿을 낮은 송신 전력 레벨이기는 하나 연속적으로 송신한다.

[0016] 송신기에서, 하나 이상의 심볼이, 송신기에 할당된 PN 코드로 프로세싱되어, 광대역 파일럿에 대한 파일럿 칩들의 시퀀스를 얻는다. 데이터 심볼들은 다중-캐리어 변조 방식 (예를 들어, OFDM) 에 따라 프로세싱되어, 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는다. 데이터 심볼들이 주파수 도약으로 송신될 경우, 각 도약 주기에서 데이터 심볼들에 사용할 특정 서브대역은 송신기에 할당된 FH 시퀀스에 의해 결정된다. TDM/CDM 파일럿 송신 방식에 있어서, 파일럿 칩들의 시퀀스는 데이터 칩들의 시퀀스와 시분할 멀티플렉싱되어 파일럿 및 데이터 칩들의 TDM 시퀀스를 얻고, 이 TDM 시퀀스는 더 프로세싱되고 송신된다. 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식에 있어서, 파일럿 칩들의 시퀀스는 데이터 칩들의 시퀀스와 합산되어, 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스를 얻고, 이 시퀀스는 더 프로세싱되고 송신된다.

[0017] 수신기에서는, 초기에 수신된 칩들의 시퀀스가 얻어진다. TDM/CDM 파일럿 송신 방식에 있어서, 수신된 칩들의 시퀀스가 디멀티플렉싱되어 수신된 파일럿 칩들의 시퀀스 및 수신된 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는다. (TDM/CDM 파일럿 송신 방식을 위한) 수신된 파일럿 칩들의 시퀀스 또는 (연속적인 CDM 파일럿 송신 방식을 위한) 수신된 칩들의 시퀀스가, 송신기에 할당된 PN 코드로 프로세싱되어, 송신기로부터 수신기로의 다중 전파 경로들에 대한 시간 도메인 채널 이득 추정치를 얻는다. 레이크 수신기가 수신기에서의 파일럿 프로세싱에 사용될 수도 있다. 채널 이득 추정치는 더 프로세싱되고 (예를 들어, 보간되고) 변환되어, 다수의 서브대역들에 대한 주파수 도메인 채널 응답 추정치를 얻는다.

[0018] 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식에 있어서, 파일럿 간섭 상쇄가 수신된 칩들의 시퀀스에 대해 (채널 이득 추정치에 기초하여) 수행되어, 수신된 데이터 칩들의 시퀀스를 얻을 수도 있다. 2 가지 파일럿 송신 방식들 모두에 있어서, (사용가능하다면) 수신된 데이터 칩들의 시퀀스 또는 수신된 칩들의 시퀀스가 다중-캐리어 복조 방식 (예를 들어, OFDM 을 위한 방식) 및 채널 응답 추정치에 따라 프로세싱되어, 복원된 데이터 심볼들을 얻으며, 이것은 송신기에 의해 송신된 데이터 심볼들의 추정치이다. 데이터 심볼들이 주파수 도약으로 송신되었던 경우에, 각 도약 주기에서 복원된 데이터 심볼들을 얻기 위한 특정 서브대역은 송신기에서 사용된 동일한 FH 시퀀스에 의해 결정된다.

[0019] 본 명세서에서 설명하는 기술은 파일럿 오버헤드에 영향을 주지 않고 임의의 주파수 도약 레이트를 지원할 수 있는 능력을 포함하는 다양한 이점을 제공할 수 있다. 실제로, 주파수 도약 레이트는 도약 주기당 하나의 OFDM 심볼만큼 고속일 수도 있다. 고속 주파수 도약 레이트는 간섭 평균을 개선시키고, 요구되는 마진을 감소시킬 수도 있으며, 이것은 시스템의 사용 용량을 개선시킬 수 있다.

[0020] 이하, 본 발명의 다양한 양태 및 실시형태를 더 상세히 설명한다.

[0021] **도면의 간단한 설명**

[0022] 본 발명의 특징, 성질 및 이점은 유사한 참조 부호가 전반적으로 대응하게 식별하는 도면을 참조하여 이하 기술하는 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

[0023] 도 1 은 주파수 도약 OFDMA 시스템에 대한 종래의 파일럿 송신 방식을 도시한다.

[0024] 도 2 는 TDM/CDM 파일럿 송신 방식을 도시한다.

[0025] 도 3 은 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식을 도시한다.

[0026] 도 4 는 예시적인 OFDMA 시스템을 도시한다.

[0027] 도 5a 및 5b 는 단말기 및 기지국의 블록도를 각각 도시한다.

[0028] 도 6a 및 6b 는 송신 (TX) 파일럿 프로세서의 블록도 및 TDM/CDM 파일럿 송신 방식에 대한 타이밍도를 각각 도시한다.

[0029] 도 6c 및 6d 는 TX 파일럿 프로세서의 블록도 및 연속적인 CDM 파일럿 송신방식에 대한 타이밍도를 각각 도시한다.

[0030] 도 7a 는 TDM/CDM 파일럿 송신 방식에 대한 수신 (RX) 파일럿 프로세서의 블록도를 도시한다.

[0031] 도 7b 및 7c 는 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식에 대한 RX 파일럿 프로세서의 블록도 및 파일럿 간섭 상쇄기의 블록도를 각각 도시한다.

[0032] 도 8a 는 TDM/CDM 파일럿 송신 방식으로 광대역 파일럿을 송신하는 프로세스를 도시한다.

[0033] 도 8b 는 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식으로 광대역 파일럿을 송신하는 프로세스를 도시한다.

[0034] 도 8c 는 TDM/CDM 파일럿 송신 방식으로 광대역 파일럿을 수신하는 프로세스를 도시한다.

[0035] 도 8d 는 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식으로 광대역 파일럿을 수신하는 프로세스를 도시한다.

[0036] **상세한 설명**

[0037] 본 명세서에서 용어 "예시" 는 "예, 예증, 실례로서 제공되는 것" 을 의미하는 것으로 사용된다. 본 명세서에서 "예시" 로서 설명되는 실시형태 또는 설계는 또 다른 실시형태 또는 설계보다 바람직하거나 이점이 있는 것으로 해석될 필요는 없다.

[0038] 다음의 설명에서, "채널 이득 추정치" 는 송신기로부터 수신기로의 전파 경로에 대한 복소 채널 이득의 시간-도메인 추정치이다. "채널 주파수 응답 추정치" (또는 단순히, "채널 응답 추정치") 는 송신기와 수신기 사이에서 통신 채널의 특정 서브대역에 대한 채널 응답의 주파수-도메인 추정치이다. (통신 채널은 다수의 전파 경로들을 포함할 수도 있다.) 전술한 바와 같이, 채널 이득 추정치는 채널 응답 추정치를 얻기 위해 프로세싱되고 변환될 수도 있다. "채널 추정치" 는 채널 이득 추정치, 채널 응답 추정치, 또는 통신 채널에 대한 일부 다른 타입의 추정치를 포괄적으로 나타낼 수 있다.

[0039] OFDMA 시스템은, 전체 시스템 대역폭을 다수 (N) 의 직교 서브대역들로 효과적으로 분할하는 다중-캐리어 변조 기술인 OFDM 을 사용한다. 또한, 이러한 서브대역들은 일반적으로 톤, 서브-캐리어, 빈 (bin) 및 주파수 서브채널이라고도 한다. OFDM 을 사용하여, 각 서브대역은, 데이터로 변조될 수도 있는 각각의 서브-캐리어와 관련된다. 일부 OFDM 시스템들에서는,  $N_{data}$  개의 서브대역들만이 데이터 송신에 사용되고,  $N_{pilot}$  개의 서브대역들이 파일럿 송신에 사용되고,  $N_{guard}$  개의 서브대역들은 사용되지 않고 시스템들이 스펙트럼 마스크 요건들을 충족시킬 수 있게 가드 서브대역들로서 기능하며, 여기서  $N = N_{data} + N_{pilot} + N_{guard}$  이다. 단순화를 위해, 다음의 설명에서는 모든 N 개의 서브대역들이 데이터 송신을 위해 사용될 수 있는 것으로 가정한다.

- [0040] 도 1 은 주파수 도약 OFDMA 시스템에 대한 종래의 파일럿 송신 방식 (100) 을 도시한다. 도 1 은 주파수-시간 평면에서 파일럿 및 데이터 송신을 도시하며, 수직축은 주파수를 나타내고 수평축은 시간을 나타낸다. 이 예에서,  $N=8$  이고, 8 개의 서브대역이 1 내지 8 의 인덱스로 할당된다. 8 개의 트래픽 채널들까지 규정될 수도 있고, 각 트래픽 채널은 각 도약 주기에서 8 개의 서브대역들 중 하나를 사용한다. 도약 주기는 소정의 서브대역에서 소모되는 지속기간이고, 하나 또는 다수의 OFDM 심볼들과 동일하도록 규정될 수도 있다.
- [0041] 각 트래픽 채널은 상이한 FH 시퀀스와 관련된다. 모든 트래픽 채널들에 대한 FH 시퀀스들이 FH 함수  $f(k,T)$  로 생성될 수도 있으며, 여기서  $k$  는 트래픽 채널 수를 나타내고,  $T$  는 도약 주기들의 단위들로 주어지는 시스템 시간을 나타낸다.  $N$  개의 상이한 FH 시퀀스들이 FH 함수  $f(k,T)$  의  $N$  개의 상이한  $k$  값들로 생성될 수도 있다. 각 트래픽 채널에 대한 FH 시퀀스는 각 도약 주기에서 트래픽 채널에 대해 사용할 특정 서브대역을 나타낸다. 명확화를 위해, 도 1 은 하나의 트래픽 채널에 대해 사용되는 서브대역들을 도시한다. 도 1 에서, 이 트래픽 채널이 FH 시퀀스에 의해 결정된 의사 랜덤 방식으로 서브대역으로부터 서브대역으로 도약함을 알 수 있다.
- [0042] 종래의 파일럿 송신 방식 (100) 에 있어서,  $P$  개의 파일럿 심볼들 (같은 박스로 표시) 의 그룹이, 각 도약 주기에서 데이터 심볼들 (사선 박스로 표시) 의 그룹과 함께 TDM 방식으로 송신되며, 여기서  $P \geq 1$  이다. 통상적으로,  $P$  는, 수신기로 하여금 각 도약 주기에서 채널 응답을 독립적으로 추정하는 것을 허용하는데 요구되는 파일럿 심볼들의 수이다.  $P$  개의 파일럿 심볼들은 각 도약 주기에 대해 요구되는 고정된 오버헤드를 나타낸다. 이 고정된 오버헤드는 도약 주기가 감소함에 따라 송신의 더 큰 퍼센티지가 된다. 따라서, 주파수 도약 레이트는 파일럿 오버헤드에 의해 제한된다.
- [0043] 본 명세서에서는, 다중-캐리어 송신 시스템에서 고속 주파수 도약에 사용되기 적절한 파일럿 송신 방식들이 제공된다. 이러한 파일럿 송신 방식들은 역방향 링크 상에서 사용하기에 적절하지만, 순방향 링크에 대해 사용될 수도 있다. 명확화를 위해, 이하, 파일럿 송신 방식들을 OFDMA 시스템의 역방향 링크에 대해서 상세하게 설명한다.
- [0044] 도 2 는 주파수 도약 OFDMA 시스템을 위한 TDM/CDM 파일럿 송신 방식 (200) 을 도시한다. 이러한 파일럿 송신 방식에 있어서, 각 사용자는, 사용자의 데이터 송신과 시분할 멀티플렉싱되는 광대역 파일럿을 송신한다. 광대역 파일럿은 모든  $N$  개의 서브대역들 상에서 송신되고, 수신기 (예를 들어, 기지국) 로 하여금 전체 채널 응답을 동시에 추정하는 것을 허용한다. 광대역 파일럿은 전술한 바와 같이, 직접 시퀀스 확산 스펙트럼 프로세싱을 사용하여 시간 도메인에서 생성될 수도 있다.
- [0045] 광대역 파일럿은  $T_p$  초의 지속기간, 또는,  $T_p = N_p \cdot T_s$  를 가지며, 여기서  $N_p$  는 광대역 파일럿이 송신되는 OFDM 심볼 주기들의 수이고,  $T_s$  는 하나의 OFDM 심볼의 지속기간이다. 도 2 에 도시된 예에서,  $T_p = 2 \cdot T_s$  이며, 여기서 하나의 도약 주기는 하나의 OFDM 심볼 주기에 대응한다. 일반적으로, 수신기로 하여금 사용자들의 각각에 대해 충분히 정확한 채널 응답 추정치를 얻는 것을 허용하도록, 파일럿 지속기간  $T_p$  는 충분히 길게 선택된다. 파일럿 지속기간  $T_p$  는, 각 사용자에게 사용가능한 송신 전력의 양, 모든 사용자에게 대한 예측되는 최악의 채널 조건들 등과 같은 다양한 팩터들에 의존할 수도 있다.
- [0046] 광대역 파일럿은 매  $T_w$  초마다 송신되고,  $T_w$  초의 주기성을 가진다. 도 2 에 나타난 예에 대하여,  $T_w = 14 \cdot T_s$  이다. 일반적으로, 파일럿 주기  $T_w$  는 통신 채널의 코히어런스 시간  $\tau$  보다 더 짧게, 즉  $T_w < \tau$  로, 선택될 수도 있다. 코히어런스 시간은, 통신 채널이 본질적으로 일정한 시간 간격이다.  $T_w < \tau$  로 선택함으로써, 채널 응답 추정치가 광대역 파일럿 버스트들 사이에서 전체  $T_w$  초동안 유효한 것으로 보장될 수 있다.
- [0047] TDM/CDM 파일럿 송신 방식에 있어서, 파일럿 오버헤드는, 통신 채널의 특정한 특징들 (예를 들어, 코히어런스 시간) 에 의존하는 파일럿 지속기간  $T_p$  및 파일럿 주기성  $T_w$  에 의해 결정된다. 이 파일럿 송신 방식은 파일럿 오버헤드에 영향을 주지 않고 임의의 주파수 도약 레이트를 지원할 수 있다. 실제로, 주파수 도약 레이트는 도약 주기당 하나의 OFDM 심볼 (즉, 심볼-레이트 도약) 만큼 고속될 수도 있으며, 이는 전술한 이유때문에 매우 바람직하다.
- [0048] 도 2 에 도시된 바와 같이, 각 사용자에게 대한 광대역 파일럿은 버스트들로 송신되고 그 사용자에게 대한 데이터 송신을 간섭하지 않는다. 셀에서 모든 사용자에게 대한 파일럿 대 데이터 간섭을 회피하기 위해, 사용자들

은 그들의 광대역 파일럿들을 동일한 시간 간격에서 송신할 수 있다. 이러한 경우, 각 셀의 모든 사용자들에 대한 광대역 파일럿들은 그들의 데이터 송신들을 간섭하지 않을 것이다. 또한, 사용자들이 직교 FH 시퀀스들을 사용하기 때문에, 각 셀의 모든 사용자들의 데이터 송신들은 서로 간섭하지 않을 것이다.

[0049] 동시에 모든 사용자들에 의한 광대역 파일럿들의 송신은, 이 광대역 파일럿들이 서로 간섭할 것임을 의미한다. 파일럿 대 파일럿 간섭을 완화하기 위해, 모든 사용자들에 대한 광대역 파일럿들은 "직교화" 될 수도 있다. 광대역 파일럿들의 직교화는 다양한 방법으로 달성될 수도 있으며, 이하 그 일부를 설명한다.

[0050] 일 실시형태에서, 각 사용자에 대한 파일럿 심볼은 그 사용자에 고유한 직교 코드로 "커버링" 된다. 커버링은, 송신될 파일럿 심볼이 W-칩 직교 코드의 모든 W 개의 칩들에 의해 승산되어 W 개의 커버링된 칩들을 얻는 프로세스이며, 그 W 개의 커버링된 칩들은 추가적으로 프로세싱되고 송신된다. 직교 코드는 왈시 코드, 직교 가변 확산 팩터 (OVSF; orthogonal variable spreading factor) 코드, 준직교 함수 (QOF; quasi-orthogonal function) 등일 수도 있다. 그 후, 각 사용자에 대한 커버링된 파일럿은 모든 사용자들에게 공통된 PN 코드로 모든 N 개의 서브대역들에 걸쳐 스펙트럼 확산된다. 일반적으로, 양호한 PN 코드와 통상적으로 관련되는 특징들 (예를 들어, 평탄한 스펙트럼 응답, 상이한 시간 오프셋들에서 낮거나 제로의 상호 상관 등) 을 가지는 임의의 PN 코드가 스펙트럼 확산에 사용될 수도 있다. 또한, PN 코드는 스크램블링 코드 또는 일부 다른 용어로 불릴 수도 있다.

[0051] 또 다른 실시형태에서, 각 사용자에 대한 파일럿 심볼은 그 사용자에 고유한 PN 코드로 모든 N 개의 서브대역들에 걸쳐 스펙트럼 확산된다. 이 실시형태에서, PN 코드는 직교화 및 스펙트럼 확산 모두에 사용된다. 사용자 특정 PN 코드들은, IS-95 및 IS-2000 시스템들에서 상이한 기지국들에 대한 짧은 PN 코드들의 상이한 시간 시프트들의 사용과 유사하게, 공통 PN 코드의 상이한 시간 시프트들로 규정될 수도 있다. 이 경우, 각 사용자에게 고유한 시간 시프트가 할당되고, 그 사용자에 대한 PN 코드는 할당된 시간 시프트에 의해 식별될 수 있다. 공통 PN 코드는 PN(n) 으로서 표시될 수도 있고, 사용자 x 에게 할당된 시간 시프트는  $\Delta T_x$  로서 표시될 수도 있고, 사용자 x 에 대한 PN 코드는 PN(n+ $\Delta T_x$ ) 로서 표시될 수도 있다.

[0052] 2 가지 실시형태 모두에서, 각 사용자에 대한 광대역 파일럿은 코드 분할 멀티플렉싱되고 시분할 멀티플렉싱된다. 명확화를 위해, 각 사용자에 대한 광대역 파일럿이 사용자 특정 PN 코드로 스펙트럼 확산되어 다른 사용자들로부터의 파일럿 간섭을 억제하는 실시형태를 설명한다.

[0053] 도 2 를 참조하면, 광대역 파일럿은 CDM 을 사용하여 송신되고, 데이터 송신은 OFDM 을 사용하여 송신된다. 이하, CDM/TDM 파일럿 송신 방식을 위한 송신기 및 수신기에서의 프로세싱을 설명한다.

[0054] 도 3 은 주파수 도약 OFDMA 시스템에 대한 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식 (300) 을 도시한다. 이러한 파일럿 송신 방식에 있어서, 각 사용자는, 데이터 송신 상에 중첩되는 (즉, 추가되는) 광대역 파일럿을 연속적으로 송신한다. 또한, 광대역 파일럿이 모든 N 개의 서브대역들 상에서 송신되고, 수신기 (예를 들어, 기지국) 로 하여금 전체 채널 응답을 추정하는 것을 허용한다.

[0055] 수신기로 하여금 고품질의 채널 응답 추정치를 얻을 수 있게 하면서 연속적인 광대역 파일럿이 낮은 전력 레벨에서 송신될 수도 있다. 이것은, CDMA 시스템에서 달성되는 이득과 유사하게, 수신기가 많은 수신된 파일럿 칩들을 통합/누산하여 CDM 통합으로부터 상당한 신호 프로세싱 이득을 실현할 수 있기 때문이다. 통신 채널이 다수의 OFDM 심볼 주기들에 걸쳐 코히어런트하기 때문에, 많은 수신된 파일럿 칩들에 걸친 통합이 가능하다.

[0056] 각 사용자에 대한 연속적인 광대역 파일럿은 서로 간섭한다. TDM/CDM 파일럿 송신 방식과 유사하게, 모든 사용자들에 대한 광대역 파일럿들은 직교화되어 파일럿 대 파일럿 간섭을 완화시킬 수도 있다. 모든 사용자들에 대한 광대역 파일럿의 직교화 및 스펙트럼 확산은 전술한 바와 같이, (1) 상이한 직교 코드들 및 공통 PN 코드, 또는 (2) 상이한 사용자 특정 PN 코드들로 달성될 수도 있다. 명확화를 위해, 다음의 설명에서는, 각 사용자에 대한 광대역 파일럿이 직교화되고, 사용자 특정 PN 코드로 스펙트럼 확산되어 다른 사용자들로부터의 파일럿 간섭을 억제하는 것으로 가정한다.

[0057] 또한, 각 사용자에 대한 연속적인 광대역 파일럿은 그 사용자에 대한 데이터 송신뿐만 아니라 다른 사용자들에 대한 데이터 송신들도 간섭한다. 이러한 파일럿 대 데이터 간섭은 도 3 에 도시되어 있으며, 데이터 심볼들에 대한 박스들은, 광대역 파일럿이 이러한 데이터 심볼들 상에 중첩됨을 나타내도록 음영되어 있다. 그러나, 전술한 바와 같이, 각 사용자에 대한 연속적인 광대역 파일럿을 위해서 송신 전력의 단지 적은 양만이 요구된다. 따라서, 모든 사용자들에 대한 광대역 파일럿들로 인해, 각 사용자에 대한 데이터 송신에 의해 관측

되는 총 파일럿 간섭은 크기가 작다. 또한, 전술한 바와 같이, 수신기는 광대역 파일럿들로 인한 간섭을 추정하고 상쇄할 수도 있다.

- [0058] 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식 (및 TDM/CDM 파일럿 송신 방식) 에 있어서, 파일럿 오버헤드는, 광대역 파일럿에 사용되는 송신 전력의 양 대 데이터 송신에 사용되는 송신 전력의 양에 의해 결정된다. 따라서, 파일럿 오버헤드는 고정되고, 주파수 도약 레이트에 의존하지 않는다. 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식은 파일럿 오버헤드에 영향을 주지 않고 임의의 주파수 도약 레이트 (심볼-레이트 도약 포함) 를 지원할 수 있다.
- [0059] TDM/CDM 파일럿 송신 방식 및 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식 모두에 있어서, 통상적으로 각 사용자로부터의 광대역 파일럿은 소정의 전력 레벨에서 송신된다. 그러나, 또한 광대역 파일럿은 폐쇄 전력 제어 루프에 의해 제어될 수도 있는 전력 레벨에서 송신될 수도 있다.
- [0060] 도 4 는 다수의 사용자들을 지원하는 예시적인 OFDMA 시스템 (400) 을 도시한다. 시스템 (400) 은 다수의 단말기들 (420) 에 통신을 제공하는 다수의 기지국들 (410) 을 포함한다. 기지국은 단말기들과 통신하는데 사용되는 고정국이고, 기지국 트랜시버 서브시스템 (BTS), 액세스 지점, 노드 B, 또는 일부 다른 용어로 불릴 수도 있다. 통상적으로 단말기들 (420) 은 시스템 전반적으로 산재되고, 각 단말기는 고정식일 수도 있고, 이동식일 수도 있다. 또한, 단말기는 이동국, 사용자 장비 (UE), 무선 통신 디바이스 또는 일부 다른 용어로 불릴 수도 있다. 각 단말기는 순방향 링크 상에서 하나 이상의 기지국들과 통신할 수도 있고/있거나 임의의 소정의 순간에 역방향 링크 상에서 하나 이상의 기지국들과 통신할 수도 있다. 이것은, 단말기가 활성인지 여부, 소프트 핸드오프가 지원되는지 여부, 단말기가 소프트 핸드오프 중인지 여부에 의존한다. 순방향 링크 (즉, 다운링크) 는 기지국으로부터 단말기로의 통신 링크를 말하고, 역방향 링크 (즉, 업링크) 는 단말기로부터 기지국으로의 통신 링크를 말한다. 단순화를 위해, 역방향 링크 상에서의 송신들만 도 4 에 도시되어 있다.
- [0061] 시스템 제어기 (430) 는 기지국들 (410) 에 커플링하고, (1) 이 기지국들에 대한 조정 및 제어, (2) 이 기지국들 간의 데이터의 라우팅, 및 (3) 이 기지국들에 의해 서빙되는 단말기들의 액세스 및 제어와 같은 다수의 기능들을 수행할 수도 있다.
- [0062] 도 5a 는 OFDMA 시스템 (400) 에서의 단말기들 중 하나인 단말기 (420x) 의 실시형태의 블록도를 도시한다. 단순화를 위해, 단말기 (420x) 의 송신기 부분만 도 5a 에 도시되어 있다.
- [0063] 단말기 (420x) 내에서, 인코더/인터리버 (512) 가 데이터 소스 (510) 로부터 트래픽 데이터를 수신하고, 그 데이터 및 제어기 (540) 로부터의 다른 데이터를 제어할 수 있다. 인코더/인터리버 (512) 는 수신된 데이터를 포맷하고, 인코딩하고, 인터리빙하여 코딩된 데이터를 제공한다. 그 후, 변조기 (514) 는 하나 이상의 변조 방식들 (예를 들어, QPSK, M-PSK, M-QAM 등) 에 따라 코딩된 데이터를 변조하여 변조 심볼들 (또는 단순히 "데이터 심볼") 을 제공한다. 각 변조 심볼은, 그 변조 심볼에 사용되는 변조 방식에 대한 신호 성상도 (constellation) 내에서 특정한 포인트에 대한 복소값이다.
- [0064] OFDM 변조기 (520) 는 주파수 도약 및 데이터 심볼들에 대한 OFDM 프로세싱을 수행한다. OFDM 변조기 (520) 내에서, TX FH 프로세서 (522) 가 데이터 심볼들을 수신하고, 단말기 (420x) 에 할당된 트래픽 채널에 대한 FH 시퀀스에 의해 결정되는 적절한 서브대역들 상에 이 데이터 심볼들을 제공한다. 이 FH 시퀀스는 각 도약 주기에서 사용할 특정 서브대역을 나타내고, 제어기 (540) 에 의해 제공된다. TDM/CDM 파일럿 송신 방식에 있어서, TX FH 프로세서 (522) 는 도 2 에 도시된 바와 같이 데이터 송신 주기들 동안에만 데이터 심볼들을 제공한다. 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식에 있어서, TX FH 프로세서 (522) 는 도 3 에 도시된 바와 같이 각 도약 주기 동안 연속적으로 데이터 심볼들을 제공한다. 이 경우, 데이터 심볼들이 FH 시퀀스에 의해 결정되는 의사 랜덤 방식으로 서브대역으로부터 서브대역으로 동적으로 도약한다. 각 OFDM 심볼 주기에 있어서, TX FH 프로세서 (522) 가 N 개의 서브대역들에 대한 N 개의 "송신" 심볼들을 제공한다. 이 N 개의 송신 심볼들은 (데이터가 송신되는 경우) 데이터 송신에 사용되는 서브대역에 대한 하나의 데이터 심볼과 데이터 송신에 사용되지 않는 각 서브대역에 대한 제로의 신호 값으로 구성된다.
- [0065] 고속 푸리에 역변환 (IFFT) 유닛 (524) 이 각 OFDM 심볼 주기동안 N 개의 송신 심볼들을 수신한다. 그 후, IFFT 유닛 (524) 이 N-포인트 IFFT 를 사용하여 N 개의 송신 심볼들을 시간 도메인으로 변환하여, N 개의 시간 도메인 "데이터" 칩들을 포함하는 "변환된" 심볼을 얻는다. 각 데이터 칩은 하나의 칩 주기에서 변환되는 복소값이다. (칩 레이트는 시스템의 전반적인 대역폭에 관련된다.) 순환 프리픽스 생성기 (526) 가 각각의 변환된 심볼에 대한 N 개의 데이터 칩들을 수신하고, 변환된 심볼의 일부를 반복하여  $N+C_p$  개의 데이터 칩

들을 포함하는 OFDM 심볼을 형성하며, 여기서  $C_p$  는 반복되는 데이터 칩들의 수이다.      반복된 부분을 흔히 순환 프리픽스라고 하며, 주파수 선택 페이딩에 의해 유발되는 심볼간 간섭 (ISI) 을 억제하는데 사용한다. OFDM 심볼 주기는,  $N+C_p$  칩 주기들인 하나의 OFDM 심볼의 지속시간에 대응한다.      순환 프리픽스 생성기 (526) 가 OFDM 심볼들의 스트림에 대한 데이터 칩들의 스트림을 제공한다.

[0066] 송신 (TX) 파일럿 프로세서 (530) 가 데이터 칩들의 스트림 및 하나 이상의 파일럿 심볼을 수신한다.      TX 파일럿 프로세서 (530) 는, (TDM/CDM 파일럿 송신 방식을 위해) 데이터 칩들과 시분할 멀티플렉싱되거나 또는 (연속적인 CDM 파일럿 송신 방식을 위해) 데이터 칩들 상에 중첩되는 광대역 파일럿을 생성한다.      TX 파일럿 프로세서 (530) 는 "송신" 칩들의 스트림을 제공한다.      TDM/CDM 파일럿 송신 방식에 있어서, 각 송신 칩은 데이터 칩이거나 또는 파일럿 칩이다.      연속적인 CDM 파일럿 송신 방식에 있어서, 각 송신 칩은 데이터 칩 및 파일럿 칩의 합이다.      송신기 유닛 (532; TMTR) 은 송신 칩들의 스트림을 프로세싱하여, 안테나 (534) 로부터 기지국으로 송신되는 변조된 신호를 얻는다.

[0067] 도 5b 는, OFDMA 시스템 (400) 에서 기지국들 중 하나인 기지국 (410x) 의 실시형태의 블록도이다.      단순화를 위해, 기지국 (410x) 의 수신기 부분만 도 5b 에 도시되어 있다.

[0068] 단말기 (420x) 에 의해 송신되는 변조된 신호는 안테나 (552) 에 의해 수신된다.      안테나 (552) 로부터 수신된 신호가 수신기 유닛 (554; RCVR) 에 제공되고 프로세싱되어 샘플들을 제공한다.      수신기 유닛 (554) 은 샘플 레이트 컨버전 (수신기 샘플링 레이트로부터 칩 레이트로), 주파수/위상 정정, 및 샘플들에 대한 다른 전처리를 더 수행할 수도 있다.      수신기 유닛 (554) 은 "수신된" 칩들의 스트림을 제공한다.

[0069] 수신 (RX) 파일럿 프로세서 (560) 가 수신된 칩들의 스트림을 수신하고 프로세싱하여, 단말기 (420x) 에 의해 송신된 광대역 파일럿 및 데이터 칩들을 복원한다.      이하, RX 파일럿 프로세서 (560) 에 대한 몇몇 설계를 설명한다.      RX 파일럿 프로세서 (560) 가 수신된 데이터 칩들의 스트림을 OFDM 복조기 (570) 에 제공하고, 채널 이득 추정치를 디지털 신호 프로세서 (562; DSP) 에 제공한다.      DSP (562) 는 채널 이득 추정치를 프로세싱하여, 전송한 바와 같이 데이터 복조에 사용되는 채널 응답 추정치를 얻는다.

[0070] OFDM 복조기 (570) 내에서, 순환 프리픽스 제거 유닛 (572) 이 수신된 데이터 칩들의 스트림을 수신하고, 각각의 수신된 OFDM 심볼에 첨부된 순환 프리픽스를 제거하여 수신된 변환된 심볼을 얻는다.      그 후, FFT 유닛 (574) 이 N-포인트 FFT 를 사용하여 각각의 수신된 변환된 심볼을 주파수 도메인으로 변환하여, N 개의 서브대역들에 대한 N 개의 수신된 심볼들을 얻는다.      RX FH 프로세서 (576) 는 각 OFDM 심볼 주기에 대한 N 개의 수신된 심볼들을 얻고, 그 OFDM 심볼 주기에 대한 수신된 데이터 심볼로서 적절한 서브대역으로부터의 수신된 심볼을 제공한다.      각 OFDM 심볼 주기에서의 수신된 데이터 심볼을 얻기 위한 특정 서브대역은 단말기 (420x) 에 할당되는 트래픽 채널에 대한 FH 시퀀스에 의해 결정된다.      이 FH 시퀀스는 제어기 (590) 에 의해 제공된다.      단말기 (420x) 에 의한 데이터 송신은 서브대역으로부터 서브대역으로 동적으로 도약하기 때문에, RX FH 프로세서 (576) 는 단말기 (420x) 내의 TX FH 프로세서 (522) 와 조화하여 동작하고, 적절한 서브대역들로부터의 수신된 데이터 심볼들을 제공한다.      기지국 (410x) 내의 RX FH 프로세서 (576) 에 의해 사용되는 FH 시퀀스는 단말기 (420x) 내의 TX FH 프로세서 (522) 에 의해 사용되는 FH 시퀀스와 동일하다.      또한, 기지국 (410x) 및 단말기 (420x) 에서의 FH 시퀀스들은 동기화된다.      RX FH 프로세서 (576) 는 수신된 데이터 심볼들의 스트림을 복조기 (580) 에 제공한다.

[0071] 복조기 (580) 는 수신된 데이터 심볼들을 수신하고 DSP (562) 로부터의 채널 응답 추정치로 코히어런트하게 복조하여, 복원된 데이터 심볼들을 얻는다.      채널 응답 추정치는 데이터 송신에 사용되는 서브대역들에 관한 것이다.      복조기 (580) 는 복원된 데이터 심볼들을 추가적으로 디매핑하여 복조된 데이터를 얻는다.      그 후, 디인터리버/디코더 (582) 가 복조된 데이터를 디인터리빙하고 디코딩하여, 저장을 위해 데이터 싱크 (584) 에 제공될 수도 있는 디코딩된 데이터를 제공한다.      일반적으로, 기지국 (410x) 에서의 유닛들에 의한 프로세싱은 단말기 (420x) 에서의 대응 유닛들에 의해 수행되는 프로세싱과 상보적이다.

[0072] 제어기들 (540 및 590) 은 단말기 (420x) 및 기지국 (410x) 에서의 동작을 각각 지시한다.      메모리 유닛들 (542 및 592) 은 제어기들 (540 및 590) 에 의해 사용되는 데이터 및 프로그램 코드들을 위한 저장을 각각 제공한다.      또한, 제어기들 (540 및 590) 은 파일럿 관련 프로세싱을 수행할 수도 있다.      예를 들어, 제어기들 (540 및 590) 은 단말기 (420x) 에 대한 광대역 파일럿이 각각 송신되고 수신되어야 하는 시간 간격들을 결정할 수도 있다.

[0073] 명확화를 위해, 도 5a 및 5b 는 역방향 링크 상에서의 파일럿 및 데이터의 송신 및 수신을 각각 도시한다.

순방향 링크 상에서 파일럿 및 데이터 송신에 대해 유사하거나 또는 상이한 프로세싱이 수행될 수도 있다.

- [0074] 도 6a 는 TDM/CDM 파일럿 송신 방식에 사용될 수도 있는 TX 프로세서 (530a) 의 블록도이다. TX 파일럿 프로세서 (530a) 는 도 5a 에서의 TX 파일럿 프로세서 (530) 의 일 실시형태이고, 파일럿 생성기 (610), 승산기 (616) 및 멀티플렉서 (618; MUX) 를 포함한다.
- [0075] 파일럿 생성기 (610) 내에서, 승산기 (612) 가 파일럿 심볼을 수신하고 PN 코드  $PN_x(n)$  과 승산하며 파일럿 칩들의 스트림을 제공한다. 파일럿 심볼은 단말기 (420x) 및 기지국 (410x) 모두에 의해 선형적으로 알려진 임의의 실수 또는 복소값일 수도 있다. PN 코드  $PN_x(n)$  은 단말기 (420x) 에 할당된 코드이며, 여기서 "n" 은 칩 인덱스이다. PN 코드는, 각 사용자에게 공통 PN 코드  $PN(n)$  의 상이한 시간 시프트  $\Delta T_x$  가 할당되는 실시형태에서  $PN_x(n)=PN(n+\Delta T_x)$  로서 표현될 수도 있다. 승산기 (614) 는 파일럿 칩들의 스트림을 수신하고 스케일링 팩터  $K_p$  로 스케일링하며 스케일링된 파일럿 칩들의 스트림을 제공한다. 승산기 (616) 는 데이터 칩들의 스트림을 수신하고 스케일링 팩터  $K_d$  로 스케일링하며 스케일링된 데이터 칩들의 스트림을 제공한다. 스케일링 팩터들  $K_p$  및  $K_d$  는 각각 광대역 파일럿 및 데이터 심볼들에 사용되는 송신 전력들을 결정한다. 멀티플렉서 (618) 는 스케일링된 데이터 칩들의 스트림을 수신하고 스케일링된 파일럿 칩들의 스트림과 멀티플렉싱하며 송신 칩들의 스트림을 제공한다. 멀티플렉싱은 제어기 (540) 에 의해 제공되는 TDM 제어에 따라 수행된다.
- [0076] 도 6b 는 TDM/CDM 파일럿 송신 방식에 대한 타이밍도를 도시한다. TX 파일럿 프로세서 (530a) 로부터의 송신 칩들은 파일럿 칩들과 시분할 멀티플렉싱된 데이터 칩들로 구성된다. TDM 제어는 언제 데이터 칩들 및 파일럿 칩들이 송신 칩들로서 제공되는지를 결정한다. PN 코드  $PN_x(n)$  의 길이는 하나의 광대역 파일럿 버스트의 지속기간과 동일하게 선택될 수도 있고, 이것은  $N_p \cdot (N+C_p)$  칩들이다. 또한, PN 코드 길이는 다수의 OFDM 심볼들의 지속기간, 다수의 광대역 파일럿 버스트들의 지속기간, 또는 일부 다른 지속기간과 동일하게 선택될 수도 있다.
- [0077] 도 6c 는 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식에 사용될 수도 있는 TX 파일럿 프로세서 (530b) 의 블록도를 도시한다. TX 파일럿 프로세서 (530b) 는 도 5a 에서의 TX 파일럿 프로세서 (530) 의 또 다른 실시형태이고, 파일럿 생성기 (620), 승산기 (626) 및 합산기 (628) 를 포함한다.
- [0078] 파일럿 생성기 (620) 내에서, 승산기 (622) 는 파일럿 심볼을 수신하고 단말기 (420x) 에 할당된 PN 코드  $PN_x(n)$  와 승산하며 파일럿 칩들의 스트림을 제공한다. 승산기 (624) 는 파일럿 칩들의 스트림을 수신하고 스케일링 팩터  $K_p$  로 스케일링하며 스케일링된 파일럿 칩들의 스트림을 제공한다. 승산기 (626) 는 데이터 칩들의 스트림을 수신하고 스케일링 팩터  $K_d$  로 스케일링하며 스케일링된 데이터 칩들의 스트림을 제공한다. 합산기 (628) 는 스케일링된 데이터 칩들의 스트림을 수신하고 스케일링된 파일럿 칩들의 스트림과 합산하며 송신 칩들의 스트림을 제공한다.
- [0079] 도 6d 는 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식에 대한 타이밍도를 도시한다. TX 파일럿 프로세서 (530b) 로부터의 송신 칩들은 파일럿 칩들 상에 중첩된 (즉, 추가된) 데이터 칩들로 구성된다. PN 코드  $PN_x(n)$  의 길이는 하나의 OFDM 심볼의 지속기간과 동일하게 선택될 수도 있으며, 이것은  $N+C_p$  칩들이다. 또한, PN 코드 길이는 다수의 OFDM 심볼들의 지속기간 또는 일부 다른 지속기간과 동일하게 선택될 수도 있다.
- [0080] 도 6a 및 6c 는 직접 시퀀스 확산 스펙트럼 프로세싱을 사용하는 시간 도메인에서 광대역 파일럿의 생성을 도시한다. 또한, 광대역 파일럿은 다른 방식으로 생성될 수도 있고, 이것은 본 발명의 범주 내이다. 예를 들어, 광대역 파일럿은 주파수 도메인에서 생성될 수도 있다. 이 실시형태에서, 파일럿 심볼은, TDM 파일럿 송신 방식에 대한 파일럿 버스트 동안 또는 연속적인 파일럿 송신 방식에 대해 연속적으로 N 개의 서브대역들의 각각 상에서 송신될 수도 있다. N 개의 서브대역들 상의 N 개의 파일럿 심볼들은 직교 코드 또는 PN 코드로 직교화되어, 기지국으로 하여금 다수의 단말기들에 의해 동시에 송신된 다수의 주파수 도메인 광대역 파일럿들을 개별적으로 식별하고 복원하는 것을 허용한다.
- [0081] 도 7a 는 TDM/CDM 파일럿 송신 방식에 사용될 수도 있는 RX 파일럿 프로세서 (560a) 의 블록도를 도시한다. RX 파일럿 프로세서 (560a) 는 도 5b 에서의 RX 파일럿 프로세서 (560) 의 일 실시형태이고, 디멀티플렉서

(712; Demux) 및 레이크 수신기 (720) 를 포함한다.

- [0082] 디멀티플렉서 (712) 는 수신기 유닛 (554) 으로부터 수신된 칩들의 스트림을 수신하고, 이러한 칩들을 단말기 (420x) 에 의해 수행된 멀티플렉싱과 상보적인 방식으로 디멀티플렉싱한다. 디멀티플렉싱은 도 6b 에 도시된 바와 같이 제어기 (590) 에 의해 제공되는 TDM 제어로 수행된다. 디멀티플렉서 (712) 는 수신된 데이터 칩들을 OFDM 복조기 (570) 에 제공하고, 수신된 파일럿 칩들을 레이크 수신기 (720) 에 제공한다.
- [0083] 기지국 (410x) 에서의 수신된 신호는 단말기 (420x) 에 의해 송신되는 변조된 신호의 다수의 인스턴스들 (또는 다중경로 성분들) 을 포함할 수도 있다. 각 다중경로 성분은 특정한 복소 채널 이득 및 특정한 기지국 (410x) 에의 도달 시간과 관련된다. 각 다중경로 성분에 대한 채널 이득 및 도달 시간은 그 다중경로 성분 에 대한 전파 경로에 의해 결정된다. 탐색기 (도 7a 에는 미도시) 는 수신된 신호에서 강한 다중경로 성분 들을 탐색하고, 충분한 강도를 가진 각각의 발견된 다중경로 성분의 타이밍을 제공한다. 탐색기는, CDMA 시스템에서 수행되는 탐색 프로세싱과 유사하게, 강한 다중경로 성분들을 탐색하기 위해 다양한 시간 오프셋들에서 수신된 칩들을 PN 코드  $PN_x(n)$  과 상관시킨다. 불연속적인 (즉, 게이트된) 파일럿의 탐색 기술은, 2001년 5월 1일 출원되고 "Method and Apparatus for Searching a Gated Pilot" 이란 명칭의 공통 양도된 미국 특허 출원 번호 09/846,963 호에 설명되어 있다.
- [0084] 레이크 수신기 (720) 는 M 개의 평가 프로세서들 (722a 내지 722m) 을 포함하며, 여기서  $M > 1$  이다. 각 평가 프로세서 (722) 는 탐색기에 의해 발견된 상이한 다중경로 성분을 프로세싱하도록 할당될 수도 있다. 각각 할당된 평가 프로세서 (722) 내에서, 승산기 (724) 는 수신된 파일럿 칩들을 지연된 PN 코드  $PN_x(n + \tau_i)$  와 승산하고 역확산된 칩들을 제공한다. PN 코드  $PN_x(n + \tau_i)$  는 단말기 (420x) 에 할당된 PN 코드  $PN_x(n)$  의 지연된 버전이며, 여기서  $\tau_i$  는 평가 프로세서에 의해 프로세싱되는 i 번째 다중경로 성분의 도달 시간에 대응하는 시간 오프셋이다. 그 후, 누산기 (726; ACC) 는  $N_{acc}$  칩 주기들 동안 역확산된 칩들을 누산하고, 할당된 다중경로 성분 에 대한 채널 이득 추정치  $G_i$  를 제공한다. 누산 간격  $N_{acc}$  는 ACC 제어에 의해 결정되고, 파일럿 버스트 지속기간, PN 코드 길이, 또는 일부 다른 시간 간격과 동일하도록 선택될 수도 있다. (파일럿 버스트 지속기간은 PN 코드 길이와 동일하거나 동일하지 않을 수도 있다.) M 개의 평가 프로세서들 (722a 내지 722m) 은 상이한 시간 오프셋들을 가진 M 개의 상이한 다중경로 성분들까지에 대한 M 개의 채널 이득 추정치까지 제공할 수 있다. 멀티플렉서 (728) 는 할당된 평가 프로세서들 (722) 로부터의 채널 이득 추정치를 멀티플렉싱한다. 레이크 수신기 (720) 로부터의 채널 이득 추정치는 단말기 (420x) 에 대한 통신 채널에 대해 불균일하게 이격된 시간 도메인 채널 임펄스 응답을 나타내며, 여기서 이격은 이러한 채널 이득 추정치와 관련된 시간 오프셋  $\tau_i$  에 의해 결정된다.
- [0085] 또한 도 7a 는 도 5b 에서의 DSP (562) 의 일 실시형태인 DSP (562a) 를 도시한다. DSP (562a) 내에서, 보간기 (752) 는 레이크 수신기 (720) 로부터의 채널 이득 추정치를 수신하고, 불균일하게 이격된 채널 이득 추정치에 대해 보간을 수행하고, 단말기 (420x) 에 대한 추정된 채널 임펄스 응답을 나타내는 N 개의 칩 이격된 이득값들을 제공한다. 채널 이득 추정치의 보간은 관련된 시간 오프셋  $\tau_i$  에 기초하여 수행된다. 또한, 보간은 선형 보간 또는 공지된 일부 다른 보간 기술을 사용하여 수행될 수도 있다. FFT 유닛 (754) 은 보간기 (752) 로부터 N 개의 칩-이격된 이득값들을 수신하고, 이 N 개의 이득값들에 대해 N-포인트 FFT 를 수행하며, N 개의 주파수 도메인 값들을 제공한다. 이러한 N 개의 주파수 도메인 값들은 단말기 (420x) 에 대한 통신 채널의 N 서브대역들에 대한 채널 응답의 추정치이다.
- [0086] TDM/CDM 파일럿 송신 방식에 대하여, 광대역 파일럿은 버스트들로 송신되고, 데이터 심볼들은 도 2 에 도시된 바와 같이, 이러한 파일럿 버스트들 사이에서 송신된다. FFT (754) 는 각 광대역 파일럿 버스트에 대한 채널 응답 추정치를 제공한다. 보간기 (756) 는 FFT (754) 로부터 채널 응답 추정치를 수신하고 보간하며, 데이터 송신에 사용되는 각 서브대역에 대한 보간된 채널 응답 추정치를 제공한다. 보간기 (756) 는 선형 보간 또는 일부 다른 타입의 보간을 수행할 수도 있다. 복조기 (580) 는 보간된 채널 응답 추정치를 사용하여 수신된 데이터 심볼들을 코히어런트하게 복조한다. 또한, 보간기 (756) 는 데이터 송신에 사용되는 각 서브대역에 대해 가장 인접한 파일럿 버스트로부터 얻어진 채널 응답 추정치를 단순하게 제공할 수도 있다.
- [0087] 도 7b 는, 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식에 사용될 수도 있는 RX 파일럿 프로세서 (560b) 의 블록도를 도시한다. RX 파일럿 프로세서 (560b) 는 도 5b 에서의 RX 파일럿 프로세서 (560) 의 또 다른 실시형태이고, 레이크 수신기 (720) 및 선택적인 파일럿 간섭 상쇄기 (730) 를 포함한다.



- [0088] 파일럿 간섭 상쇄기 (730) 는 수신기 유닛 (554) 으로부터 수신된 칩들의 스트림을 수신하고, 후술할 방식으로 이 칩들을 프로세싱하여, 수신된 데이터 칩들을 제공한다. 파일럿 간섭 상쇄기 (730) 가 존재하지 않는 경우에, 수신된 칩들은 수신된 데이터 칩들로서 직접 제공될 수도 있다. 레이크 수신기 (720) 는 도 7a 에 대해 전술한 방식으로 수신된 칩들을 수신하고 프로세싱한다. 각 누산기 (726) 에 대한 누산 간격  $N_{acc}$  는 하나의 OFDM 심볼 주기, 다수의 OFDM 심볼 주기들, PN 코드 길이 또는 일부 다른 시간 간격으로 선택될 수도 있다. 레이크 수신기 (720) 내의 M 개의 핑거 프로세서들 (722a 내지 722m) 은 단말기 (420x) 에 대한 추정된 채널 임펄스 응답에 대해 M 개의 채널 이득 추정치까지 제공할 수 있다.
- [0089] DSP (562b) 는 레이크 수신기 (720) 로부터 채널 이득 추정치를 수신하고 프로세싱하여, 단말기 (420x) 에 대한 채널 응답 추정치를 제공한다. DSP (562b) 는 보간기 (762), FFT 유닛 (764) 및 필터 (766) 를 포함한다. 보간기 (762) 및 FFT 유닛 (764) 은 도 7a 에서의 보간기 (752) 및 FFT 유닛 (754) 에 대해 각각 전술한 방식으로 동작한다. 필터 (766) 는 채널 응답 추정치를 필터링하고, 데이터 송신에 사용된 각 서브대역에 대한 필터링된 채널 응답 추정치를 제공한다. 복조기 (580) 는 필터링된 채널 응답 추정치를 사용하여 수신된 데이터 심볼들을 코히어런트하게 복조한다.
- [0090] 도 7c 는 RX 프로세서 (560b) 내의 파일럿 간섭 상쇄기 (730) 의 실시형태의 블록도이다. 파일럿 간섭 상쇄기 (730) 는 K 개의 파일럿 간섭 추정기 (760a 내지 760k) 를 포함하며, 여기서  $K \geq 1$  이다. 각 파일럿 간섭 추정기 (760) 는 하나의 단말기로 인한 파일럿 간섭을 추정하는데 사용될 수도 있다. 명확화를 위해, 단말기 (420x) 로부터의 파일럿 간섭을 추정하는데 사용되는 하나의 파일럿 간섭 추정기 (760x) 를 설명한다.
- [0091] 파일럿 간섭 추정기 (760x) 는 M 개의 파일럿 생성기들 (762a 내지 762m) 및 합산기 (768) 를 포함한다. 각 파일럿 생성기 (762) 는 레이크 수신기 (720) 에 의해 프로세싱되는 상이한 다중경로 성분에 할당될 수도 있으며, 즉, 하나의 파일럿 생성기 (762) 는 각각 할당된 핑거 프로세서 (722) 와 관련된다. 각 파일럿 생성기 (762) 에 할당된 다중경로 성분은 관련된 핑거 프로세서 (722) 에 의해 제공되는 채널 이득 추정치  $G_i$  및 지연된 PN 코드  $PN_x(n + \tau_i)$  와 관련된다. 각 파일럿 생성기 (762) 내에서, 파일럿 심볼은 승산기 (764) 에 의해 지연된 PN 코드  $PN_x(n + \tau_i)$  와 승산되고, 승산기 (766) 에 의해 채널 이득 추정치  $G_i$  와 또한 승산되어, 할당된 다중경로 성분에 대한 파일럿 칩 추정치를 제공한다. 그 후, 합산기 (768) 는 할당된 파일럿 프로세서들 (762) 모두로부터 파일럿 칩 추정치를 합산하고, 단말기 (420x) 로 인한 파일럿 간섭을 제공한다.
- [0092] 합산기 (770) 는 프로세싱되는 모든 단말기들에 대한 파일럿 간섭을 수신하고 합산하며 총 파일럿 간섭을 제공한다. 합산기 (772) 는 수신된 칩들로부터 총 파일럿 간섭을 감산하여 수신된 데이터 칩들을 제공한다.
- [0093] 도 8a 는 무선 다중-캐리어 통신 시스템 (예를 들어, OFDMA 시스템) 에서 TDM/CDM 파일럿 송신 방식으로 광대역 파일럿을 송신하는 프로세스 (810) 의 흐름도를 도시한다. 하나 이상의 파일럿 심볼이 PN 코드로 (예를 들어, 직접 시퀀스 확산 스펙트럼 프로세싱을 사용하여 시간 도메인에서) 프로세싱되어, 광대역 파일럿에 대한 파일럿 칩들의 시퀀스를 얻는다 (단계 812). PN 코드는 파일럿 심볼을 스펙트럼 확산하고 광대역 파일럿의 송신 엔티티를 고유하게 식별하는데 사용된다. 데이터 심볼들은 다중-캐리어 변조 방식 (예를 들어, OFDM) 에 따라 프로세싱되어 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는다 (단계 814). 데이터 심볼들이 주파수 도약으로 송신될 것인 경우에, 각 도약 주기에서 데이터 심볼들에 사용할 특정한 서브대역이 FH 시퀀스에 의해 결정된다. 파일럿 칩들의 시퀀스 및 데이터 칩들의 시퀀스는 2 개의 스케일링 팩터들로 스케일링되어, 광대역 파일럿 및 데이터 심볼들을 위한 송신 전력들을 제어할 수도 있다. 파일럿 칩들의 시퀀스는 데이터 칩들의 시퀀스와 시분할 멀티플렉싱되어 파일럿 및 데이터 칩들의 TDM 시퀀스를 얻는다 (단계 816). 파일럿 및 데이터 칩들의 TDM 시퀀스가 더 프로세싱되고 송신된다 (단계 818).
- [0094] 도 8b 는 무선 다중-캐리어 통신 시스템에서 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식으로 광대역 파일럿을 송신하는 프로세스 (830) 의 흐름도이다. 하나 이상의 파일럿 심볼이 PN 코드로 프로세싱되어 파일럿 칩들의 시퀀스를 얻는다 (단계 832). 데이터 심볼들이 프로세싱되어 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는다 (단계 834). 단계 832 및 834 는 도 8a 에서의 단계 812 및 814 에 각각 대응한다. 파일럿 칩들의 시퀀스는 데이터 칩들의 시퀀스와 합산되어, 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는다 (단계 836). 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스가 더 프로세싱되고 송신된다 (단계 838).
- [0095] 도 8c 는 무선 다중-캐리어 통신 시스템에서 TDM/CDM 파일럿 송신 방식으로 송신된 광대역 파일럿을 수신하는 프로세스 (850) 의 흐름도이다. 수신된 칩들의 시퀀스가 얻어지고 (단계 852) 디멀티플렉싱되어 수신된 파일럿 칩들의 시퀀스 및 수신된 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는다 (단계 854). 수신된 파일럿 칩들의 시퀀스가

PN 코드로 (예를 들어, 레이크 수신기를 사용하여) 프로세싱되어, 다수의 전파 경로들에 대한 채널 이득 추정치를 얻는다 (단계 856). 이 PN 코드는, 광대역 파일럿이 프로세싱되는 송신 엔티티에 할당되는 코드이다.

채널 이득 추정치는 더 프로세싱되어 (예를 들어, 보간되어) 칩-이격된 이득값들의 시퀀스를 얻고, 그 후, 칩-이격된 이득값들은 변환되어 다수의 서브대역들에 대한 채널 응답 추정치를 얻는다 (단계 858).

[0096] 수신된 데이터 칩들의 시퀀스는 다중-캐리어 복조 방식 (예를 들어 OFDM) 및 채널 응답 추정치에 따라 프로세싱되어, 송신 엔티티에 의해 송신된 데이터 심볼들의 추정치인 복원된 데이터 심볼들을 얻는다 (단계 860). 데이터 심볼들이 주파수 도약으로 송신되었던 경우에, 각 도약 주기에서 복원된 데이터 심볼들을 얻기 위한 특정 서브대역은 송신 엔티티에서 사용된 동일한 FH 시퀀스에 의해 결정된다.

[0097] 도 8d 는 무선 다중-캐리어 통신 시스템에서 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식으로 송신된 광대역 파일럿을 수신하는 프로세스 (870) 의 흐름도를 도시한다. 송신 엔티티에 의해 송신된 결합된 파일럿 및 데이터 칩들의 시퀀스를 포함하는 수신된 칩들의 시퀀스가 얻어진다 (단계 872). 수신된 칩들의 시퀀스가 송신 엔티티에 대한 PN 코드로 프로세싱되어 채널 이득 추정치를 얻는다 (단계 874). 채널 이득 추정치는 더 프로세싱되어 다수의 서브대역들에 대한 채널 응답 추정치를 얻는다 (단계 876).

[0098] 파일럿 간섭 상쇄가 수신된 칩들의 시퀀스에 대해 수행되어 수신된 데이터 칩들의 시퀀스를 얻을 수도 있다 (단계 878). 단계 878 은 옵션이며 점선 박스에 의해 표시된다. 파일럿 간섭 상쇄는, (1) 광대역 파일럿으로 인한 간섭을 추정하고 (2) 수신된 칩들의 시퀀스로부터 추정된 간섭을 상쇄함으로써 수행되어, 수신된 데이터 칩들의 시퀀스를 얻는다. 다수의 송신 엔티티들로 인한 파일럿 간섭이 유사한 방식으로 추정되고 상쇄될 수도 있다. 수신된 데이터 칩들의 시퀀스 (파일럿 간섭 상쇄가 수행된 경우) 또는 수신된 칩들의 시퀀스 (파일럿 간섭 상쇄가 수행되지 않은 경우) 가 다중-캐리어 복조 방식 및 채널 응답 추정치에 따라 프로세싱되어, 복원된 데이터 심볼들을 얻는다 (단계 880).

[0099] 본 명세서에서 설명하는 CDM 파일럿 송신 방식은 OFDMA 시스템에 대한 다양한 이점을 제공할 수 있다. TDM/CDM 파일럿 송신 방식에 대하여, 수신기는 하나의 파일럿 송신으로 전체 광대역 채널의 추정치를 유도할 수 있다. 연속적인 CDM 파일럿 송신 방식에 대하여, 사용자가 데이터 및 주파수 도약을 송신하고 있는 경우에도, 수신기는 전체 광대역 채널의 추정치를 유도할 수 있다. 2 가지 파일럿 송신 방식 모두에 대하여, 주파수 도약 레이트는 파일럿 오버헤드에 더 이상 영향을 미치지 않는다. 또한, 데이터 송신은 OFDM 심볼 주기마다 하나의 도약을 포함하여 임의의 주파수 도약 레이트에서 도약할 수 있다.

[0100] 광대역 파일럿은 CDM 파일럿이기 때문에, 또한 OFDMA 시스템은 CDMA 시스템의 다양한 장점으로부터 이점을 얻는다. 이러한 이점은:

[0101] 더 고속의 전력 제어;

[0102] 소프트 핸드오프 (기지국이 동기화되면 성능이 더 양호하다); 및

[0103] 더 양호한 시간 해상도, 및 따라서 더 양호한 시간 트래킹을 포함한다.

[0104] 다수의 단말기로부터 변조된 신호는 기지국에 의해 동시에 수신될 수도 있다. 각 단말기에 대한 CDM 파일럿은 수신 파일럿 강도, 타이밍 및 주파수 복원 등과 같은 단말기에 대한 다양한 측정값들을 얻기 위해 프로세싱될 수도 있다. 이러한 측정값들은 전력 제어, 소프트 핸드오프 및 다른 기능들을 지원하는데 사용될 수도 있다. 통상적으로 각 단말기의 송신 전력은, 기지국에서 수신되는 변조 신호가 기지국의 수신 유닛 내의 특정한 구성요소 (예를 들어, ADC) 의 전체 동적 범위를 점유하지 않도록 제어된다. 파일럿 프로세싱은 OFDM 심볼 대신에 칩 상에서 수행되기 때문에, 더 고속의 전력 제어는 CDM 파일럿으로 달성될 수도 있다. 더 고속의 전력 제어는 모든 단말기에 대해 개선된 성능을 제공할 수도 있다. 또한, OFDM 심볼 레벨 대신에 칩 레벨에서 파일럿 프로세싱을 수행하는 것으로부터 개선된 시간 해상도가 얻어질 수도 있다. 또한, 소프트 핸드오프는 CDM 파일럿으로부터의 개선된 파일럿 신호 강도 측정값을 사용하여 더 용이하게 촉진될 수도 있다.

[0105] 본 명세서에서 설명하는 기술은 주파수 도약 OFDMA 시스템 및 다른 무선 다중-캐리어 통신 시스템에 사용될 수도 있다. 예를 들어, 이러한 기술들은, 이산 다중-톤 (DMT; discrete multi-tone) 과 같은 다른 다중-캐리어 변조 기술을 이용하는 시스템에 사용될 수도 있다. CDM 파일럿은 주파수 도약과 함께 또는 주파수 도약 없이 사용될 수도 있다.

[0106] 본 명세서에서 설명하는 기술은 송신기 및 수신기에서 다양한 수단에 의해 구현될 수도 있다. 송신기 및 수신기에서 프로세싱되는 파일럿 및 데이터는 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합으로 수행될 수도 있다.

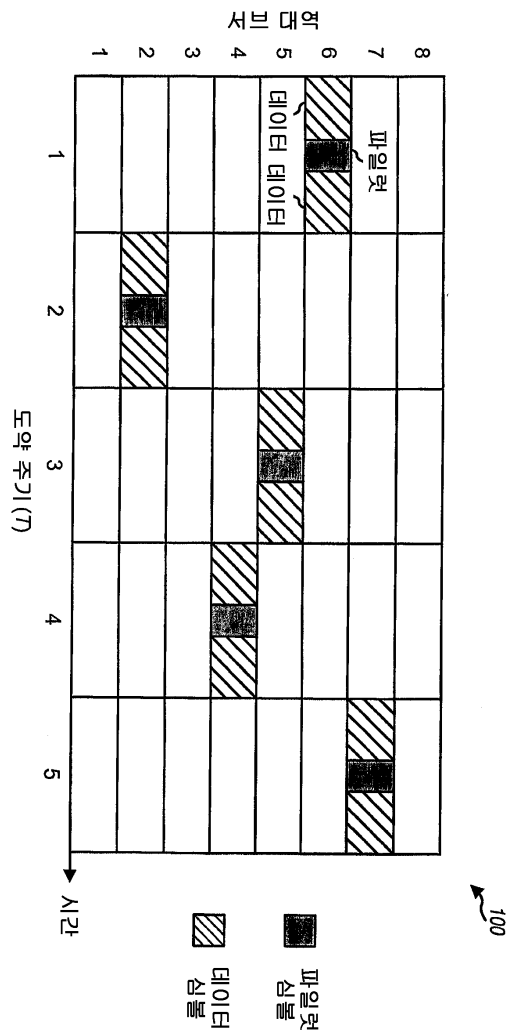
하드웨어 구현에 대하여, 프로세싱 유닛 (예를 들어, TX 파일럿 프로세서 (530), RX 파일럿 프로세서 (560), DSP (562) 등) 이 하나 이상의 주문형 집적 회로 (ASIC), 디지털 신호 프로세서 (DSP), 디지털 신호 프로세싱 디바이스 (DSPD), 프로그래밍가능 로직 디바이스 (PLD), 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이 (FPGA), 프로세서, 제어기, 마이크로-제어기, 마이크로프로세서, 본 명세서에서 설명하는 기능들을 수행하도록 설계된 다른 전자 유닛 내에서 또는 이들의 조합으로 구현될 수도 있다.

[0107] 소프트웨어 구현에 대하여, 송신기 및 수신기에서의 파일럿 및 데이터 프로세싱은 본 명세서에서 설명하는 기능들을 수행하는 모듈 (예를 들어, 과정, 기능 등) 로 구현될 수도 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛 (예를 들어, 도 5a 및 5b 에서의 메모리 유닛 (542 및 592)) 에 저장되고 프로세서 (예를 들어, 제어기 (540 및 590)) 에 의해 실행될 수도 있다. 메모리 유닛은 프로세서의 내부에서 구현될 수도 있고, 또는 프로세서의 외부에서 구현될 수도 있으며, 이 경우 메모리 유닛은 공지의 다양한 수단을 통해 프로세서와 통신가능하게 결합될 수 있다.

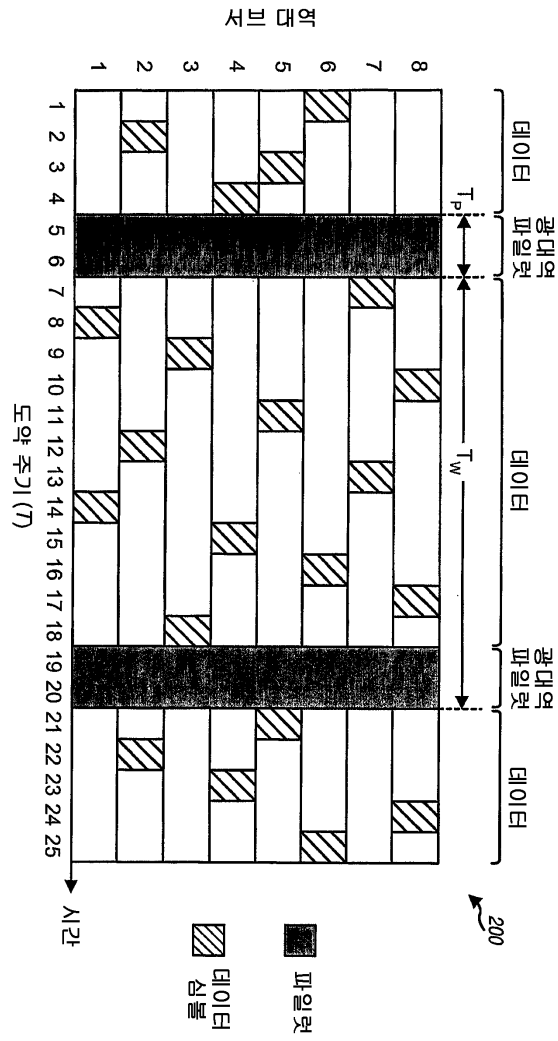
[0108] 상술한 실시형태들은 당업자가 본 발명의 이용 또는 제조할 수 있게 제공된 것이다. 이 실시형태들의 다양한 변형은 당업자에게 자명할 것이며, 명세서내에 규정된 일반 원리는 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 또 다른 실시형태에 적용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 상술한 실시형태로 제한되는 것이 아니며, 명세서에 개시한 원리와 신규 특징에 부합하는 가장 광범위한 범위를 부여한다.

**도면**

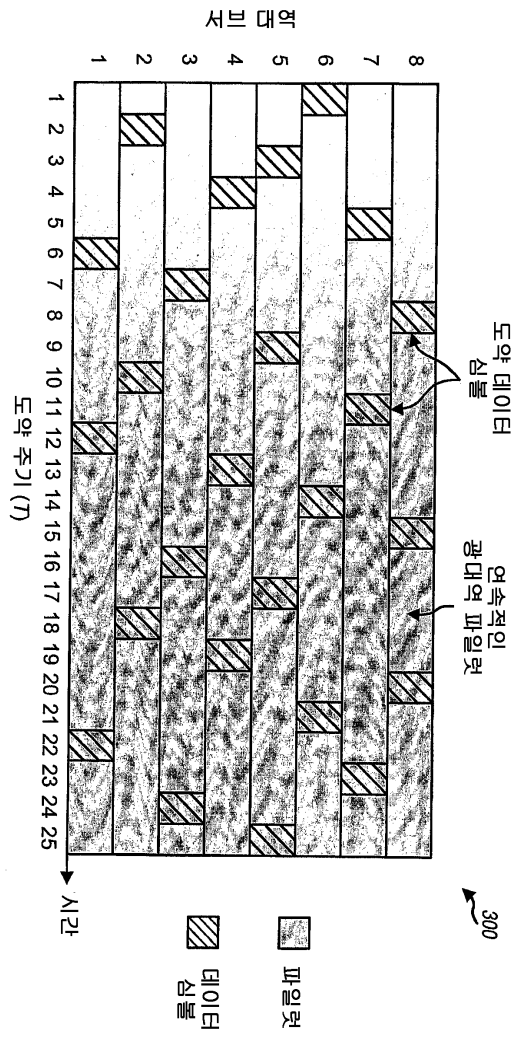
**도면1**



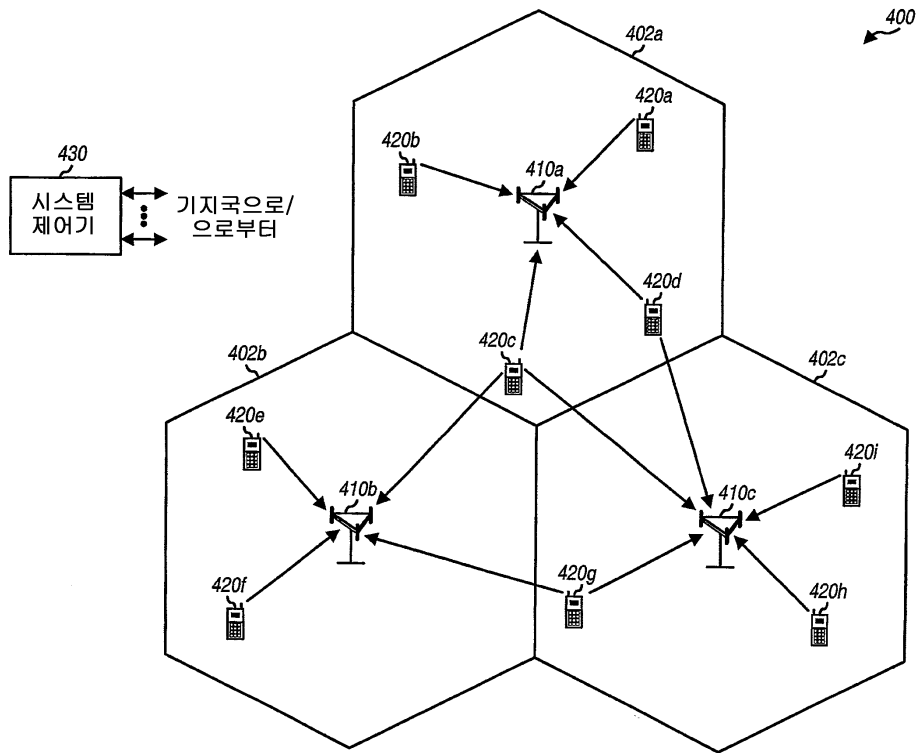
도면2



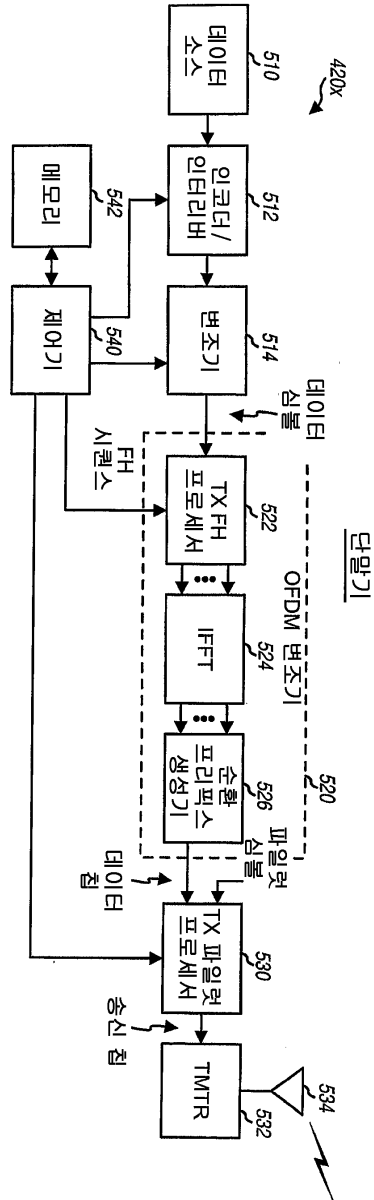
도면3



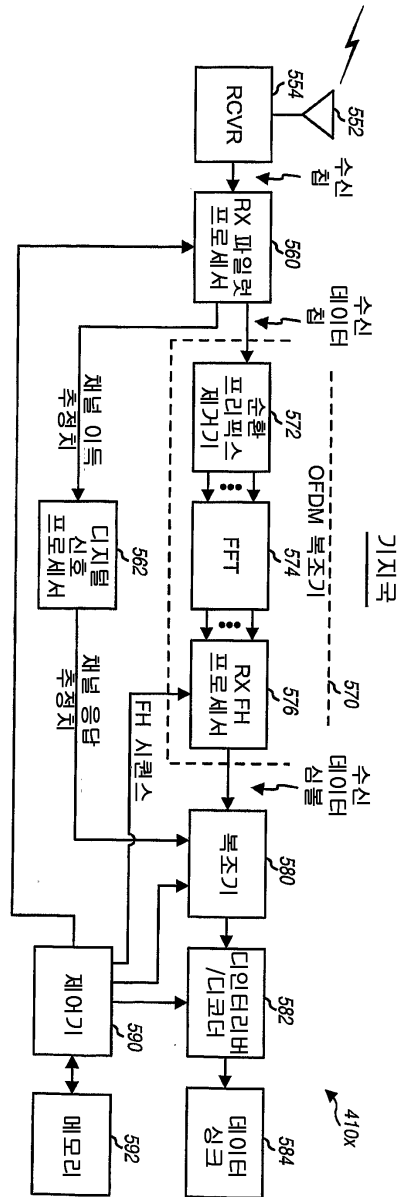
도면4



도면5a

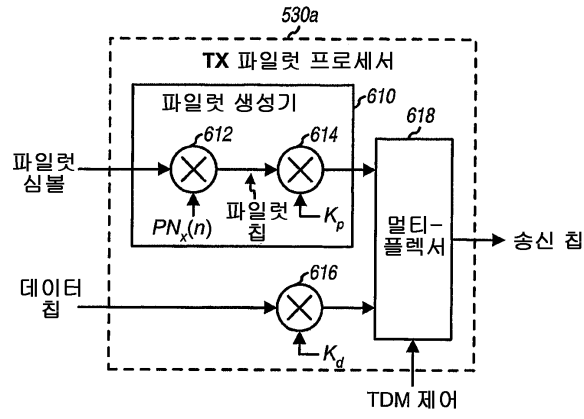


도면5b

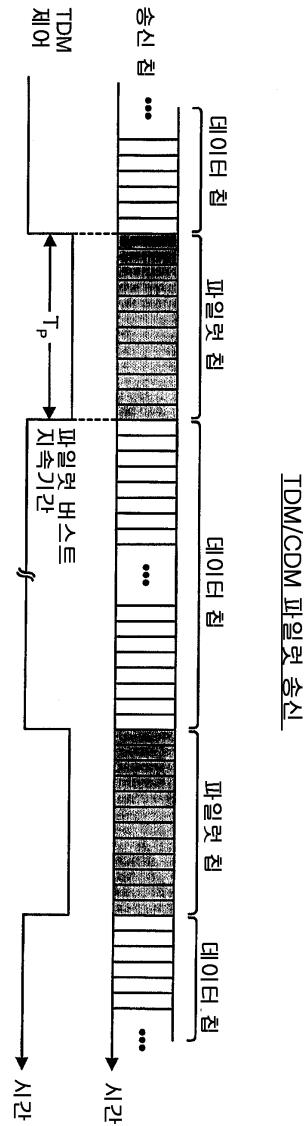




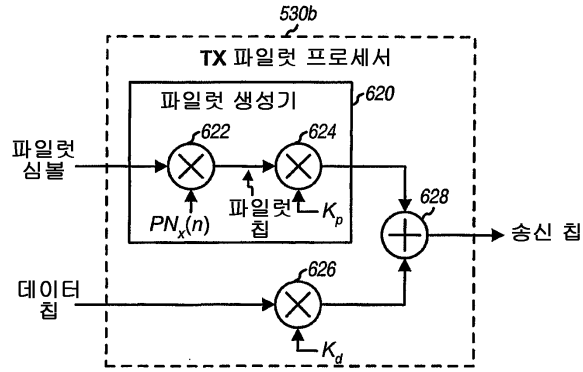
도면6a



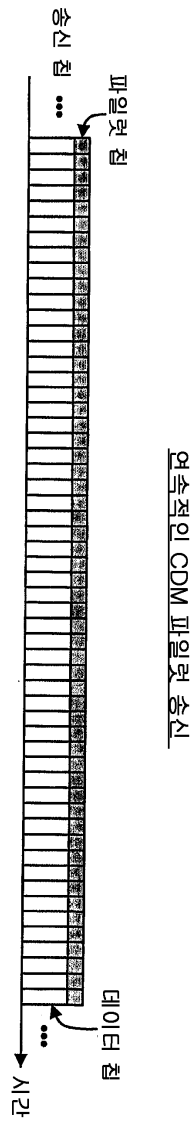
도면6b



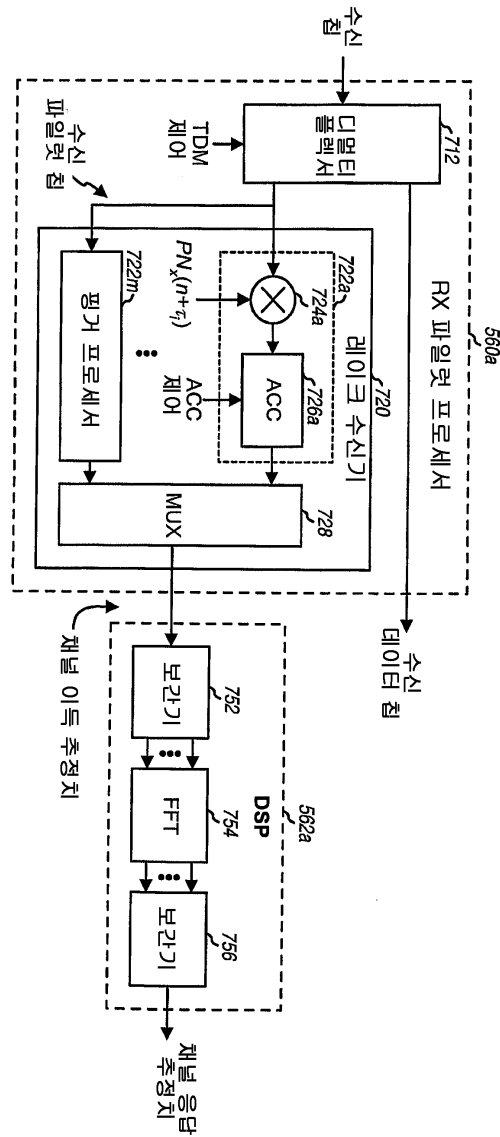
도면6c



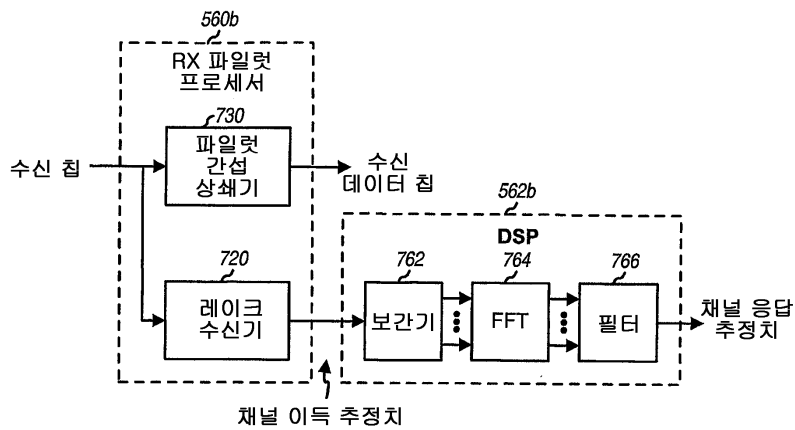
도면6d



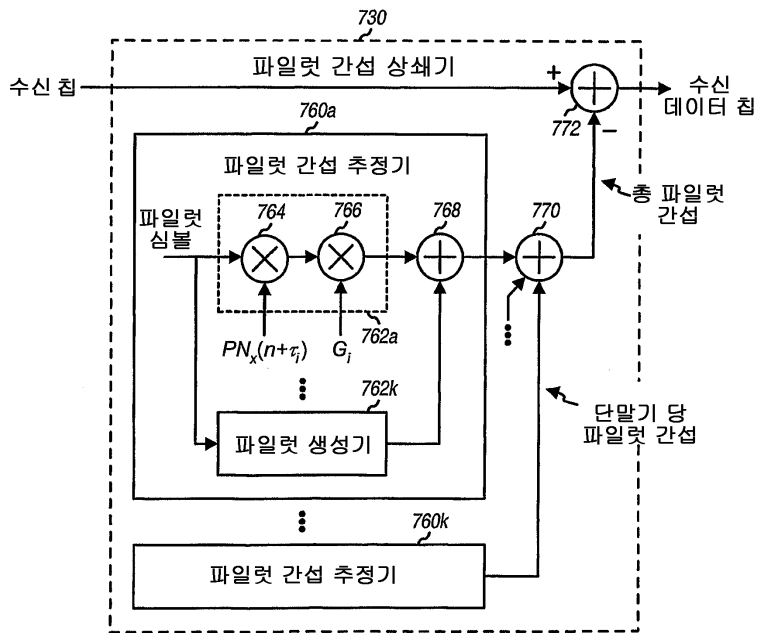
도면7a



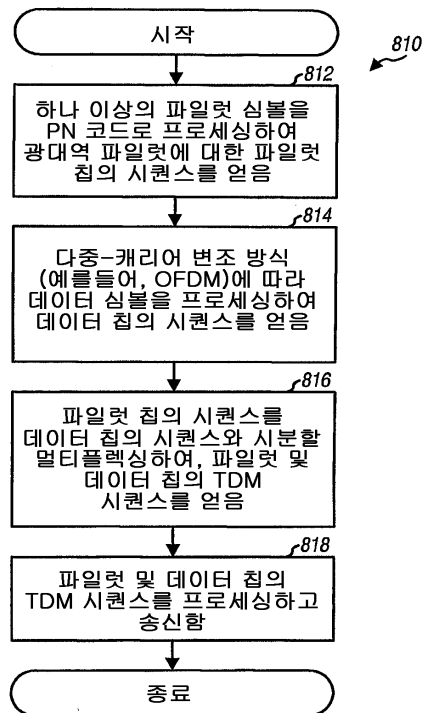
도면7b



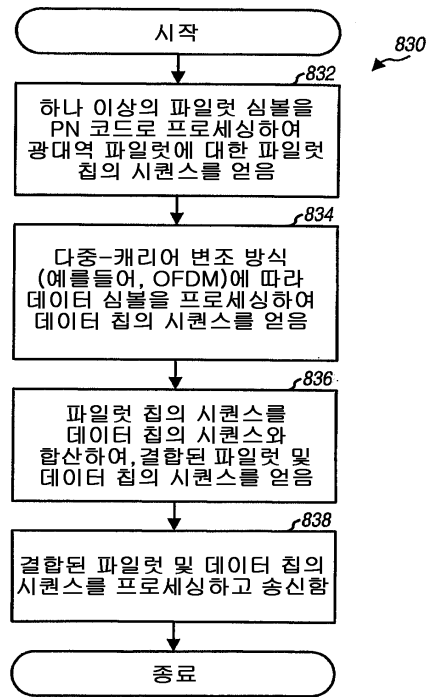
도면7c



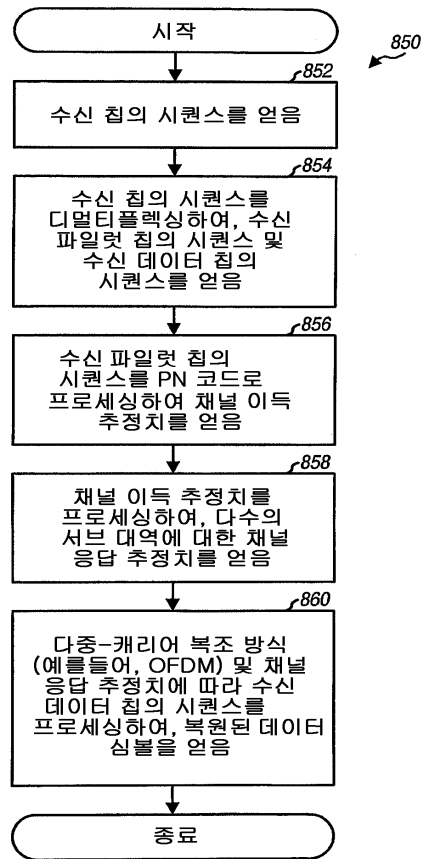
도면8a



도면8b



도면8c



도면8d

