



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

H04L 27/26 (2006.01)

(11) 공개번호

10-2007-0021609

(43) 공개일자

2007년02월23일

(21) 출원번호 10-2005-0076058

(22) 출원일자 2005년08월19일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
연세대학교 산학협력단
서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

김응선
경기 수원시 영통구 영통동 황골마을 신명아파트 201-904
조면균
경기 성남시 분당구 이매동 아름마을삼호아파트 401동 701호
이종혁
경기 성남시 분당구 야탑동 탐마을주공8단지아파트 808동 901호
권중형
서울 성동구 송정동 73-882
홍대식
서울 서대문구 신촌동 134
유현규
서울 서대문구 신촌동 134

(74) 대리인

권혁록
이정순

전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 광대역 무선통신시스템에서 셀 탐색을 위한 송수신 장치 및방법

(57) 요약

본 발명은 다중반송파(multi-carrier)를 사용하는 광대역 무선통신시스템에서 효율적인 셀 탐색을 위한 송수신 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 기지국의 송신방법은, 상기 기지국이 속한 코드그룹에 따라 특정 심볼들을 미리 정해진 부반송파들에 매핑하여 동기채널 신호를 발생하는 과정과, 소정 시간-주파수 영역에 매핑되는 트래픽 채널 신호와 파일럿 채널 신호를 코드 다중화하는 과정과, 상기 코드다중화된 신호를 상기 기지국을 구분하기 위한 소정 코드를 이용해 시간축 우선으로 스크램블링하는 과정과, 상기 동기채널 신호와 상기 스크램블링된 신호를 시간 다중화하는 과정과, 상기 시간 다중화된 신호를 OFDM변조하여 송신하는 과정을 포함한다. 이와 같은 본 발명은 코드 그룹 및 스크램블링 코드 검출 성능을 증가시킴으로써 효율적이면서도 정확한 셀 탐색이 가능한 이점이 있다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

광대역 무선통신시스템에서 송신기 장치에 있어서,

상기 송신기가 속한 코드그룹에 따라 특정 심볼들을 미리 정해진 부반송파들에 매핑하여 출력하는 동기채널 발생기와,

트래픽 채널 신호를 발생하는 트래픽채널 발생기와,

프리앰블 구간이면 상기 동기채널 발생기로부터의 신호를 선택하고, 트래픽채널 구간이면, 상기 트래픽채널 발생기로부터의 신호를 선택하여 출력하는 선택기와,

상기 선택기로부터의 신호를 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)변조하여 송신하기 위한 송신기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 트래픽채널 발생기는,

송신데이터를 부호화하기 위한 부호기와,

상기 부호기로부터의 부호화 데이터를 변조하기 위한 변조기와,

상기 변조기로부터의 변조 데이터를 채널부호로 확산하기 위한 확산기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 동기채널은 2개의 연속된 동일 OFDM심볼들로 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4.

제3항에 있어서,

수신기는 상기 동기채널을 구성하는 2개의 동일 OFDM심볼들을 이용해 프레임 동기를 획득하고, 상기 특정 심볼들이 매핑된 부반송파 위치에 따라 코드그룹을 구분하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 특정 심볼들은 상기 코드그룹의 개수에 따른 소정 간격으로 부반송파에 매핑되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 6.

광대역 무선통신시스템에서 송신기 장치에 있어서,

소정 시간-주파수 영역에 매핑되는 파일럿 채널 신호를 발생하는 파일럿채널 발생기와,

상기 파일럿 채널 신호를 상기 송신기를 구분하기 위한 소정 코드를 이용해 시간축 우선으로 스크램블링하여 출력하는 스크램블러와,

상기 스크램블링된 신호를 OFDM변조하여 송신하기 위한 송신기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 파일럿채널 발생기는,

특정 변조 심볼을 발생하는 발생기와,

상기 발생기로부터의 변조 심볼을 미리 정해진 확산부호로 확산하는 대역 확산기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 8.

제6항에 있어서,

상기 파일럿 채널 신호는 트래픽 채널 신호와 코드 다중화되어 전송되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 9.

제6항에 있어서,

상기 소정 코드는 PN(Pseudo Noise)코드인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 10.

제6항에 있어서,

상기 PN코드의 위상오프셋(phase offset)을 이용해 기지국을 구분하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 11.

제6항에 있어서,

상기 소정 시간-주파수 영역에 스크램블링되는 상기 소정 코드는 시간축 및 주파수축 모두 PN코드 특성을 유지하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 12.

광대역 무선통신시스템에서 송신기 장치에 있어서,

상기 송신기가 속한 코드그룹에 따라 특정 심볼들을 미리 정해진 부반송파들에 매핑하여 출력하는 동기채널 발생기와,

소정 시간-주파수 영역에 매핑되는 트래픽 채널 신호를 발생하는 트래픽채널 발생기와,

파일럿 채널 신호를 발생하는 파일럿채널 발생기와,

상기 트래픽채널 신호와 상기 파일럿 채널 신호를 가산하는 가산기와,

상기 가산기로부터의 신호를 상기 송신기를 구분하기 위한 소정 코드를 이용해 시간축 우선으로 스크램블링하여 출력하는 스크램블러와,

프리앰블 구간이면 상기 동기채널 발생기로부터의 신호를 선택하고, 트래픽채널 구간이면 상기 스크램블러로부터의 신호를 선택하여 출력하는 선택기와,

상기 선택기로부터의 신호를 OFDM변조하여 송신하기 위한 송신기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 13.

제12항에 있어서,

상기 동기채널은 2개의 연속된 동일 OFDM심볼들로 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 14.

제12항에 있어서,

상기 특정 심볼들은 상기 코드그룹의 개수에 따른 소정 등간격으로 부반송파에 매핑되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 15.

제12항에 있어서,

상기 파일럿 채널 신호와 상기 트래픽 채널 신호는 코드 다중화되어 전송되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 16.

제12항에 있어서,

상기 소정 코드는 PN코드(Pseudo Noise)코드인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 17.

제12항에 있어서,

상기 소정 시간-주파수 영역에 스크램블링되는 상기 소정 코드는 시간축 및 주파수축 모두 PN코드 특성을 유지하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 18.

광대역 무선통신시스템에서 수신기 장치에 있어서,

CP(Cyclic Prefix)를 이용해서 OFDM심볼동기를 획득하는 심볼동기 획득기와,

상기 OFDM심볼동기 획득후, 동기채널을 구성하는 2개의 연속된 동일 OFDM심볼들을 이용해 프레임 동기를 획득하고, 상기 동기채널을 통해 수신되는 특정 변조심볼들이 매핑되는 부반송파 위치를 검출하여 기지국이 속한 코드그룹을 획득하는 코드그룹 획득기와,

상기 코드그룹 획득후, 소정 시간-주파수 영역에 매핑된 파일럿채널 신호를 상기 획득된 코드그룹에 따른 소정 코드로 시간축 우선 디스크램블링하여 기지국 구분을 위한 스크램블링 코드를 획득하는 셀식별기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 19.

제18항에 있어서, 상기 코드그룹 획득기는,

FFT(Fast Fourier Transform)연산된 신호에서 각 코드그룹에 따른 부반송파값들을 추출하여 해당 그룹 상관기로 출력하는 그룹분배기와,

상기 그룹분배기로부터의 부반송파값들을 2개의 OFDM심볼 단위로 상관하기 위한 복수의 그룹상관기들과,

상기 복수의 그룹상관기들로부터의 상관값들에서 최대값을 검출하고, 상기 최대값이 검출된 그룹상관기의 번호를 상기 코드그룹 번호로 결정하는 결정기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 20.

제19항에 있어서, 상기 코드그룹 획득기는,

상기 검출된 최대값에 대응하는 상관값에 지수함수를 곱하여 주파수 오차를 추정하고, 상기 추정된 주파수 오차를 이용해 상기 코드그룹 번호를 보정하는 코드그룹 보정기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 21.

제18항에 있어서, 상기 셀식별기는,

FFT연산후의 부반송파값들을 버퍼링하기 위한 버퍼와,

상기 버퍼로부터의 부반송파값들을 파일럿채널에 사용된 확산부호로 역확산한후 복조하여 파일럿 데이터를 출력하는 파일럿채널 복원기와,

상기 획득된 코드그룹에 따른 서로 다른 위상오프셋을 가지는 PN코드들을 발생하는 코드발생기와,

상기 파일럿채널 복원기로부터 입력되는 소정 시간-주파수 영역의 파일럿 데이터를 상기 코드발생기로부터의 각 PN코드로 시간축 우선 디스크램블링하여 피크를 검출하고, 상기 피크가 발생하는 PN코드에 근거해서 기지국을 구분하는 결정기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 22.

광대역 무선통신시스템에서 기지국의 송신 방법에 있어서,

상기 기지국이 속한 코드그룹에 따라 특정 심볼들을 미리 정해진 부반송파들에 매핑하여 동기채널 신호를 발생하는 과정과,

소정 시간-주파수 영역에 매핑되는 트래픽 채널 신호와 파일럿 채널 신호를 코드 다중화하는 과정과,

상기 코드다중화된 신호를 상기 기지국을 구분하기 위한 소정 코드를 이용해 시간축 우선으로 스크램블링하는 과정과,

상기 동기채널 신호와 상기 스크램블링된 신호를 시간 다중화하는 과정과,

상기 시간 다중화된 신호를 OFDM변조하여 송신하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 23.

제22항에 있어서,

상기 동기채널은 2개의 연속된 동일 OFDM심볼들로 구성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 24.

제22항에 있어서,

상기 특정 심볼들은 상기 코드그룹의 개수에 따른 소정 등간격으로 부반송파에 매핑되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 25.

제22항에 있어서,

수신기는 상기 동기채널을 구성하는 2개의 동일 OFDM심볼들을 이용해 프레임 동기를 획득하고, 상기 특정 심볼들이 매핑된 부반송파 위치에 따라 코드그룹을 구분하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 26.

제22항에 있어서,

상기 소정 코드는 PN코드(Pseudo Noise)코드인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 27.

제22항에 있어서,

상기 소정 시간-주파수 영역에 스크램블링되는 상기 소정 코드는 시간축 및 주파수축 모두 PN코드 특성을 유지하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 28.

광대역 무선통신시스템에서 수신기의 셀 탐색 방법에 있어서,

CP(Cyclic Prefix)를 이용해서 OFDM심볼동기를 획득하는 과정과,

상기 OFDM심볼동기 획득후, 동기채널을 구성하는 2개의 연속된 동일 OFDM심볼들을 이용해 프레임 동기를 획득하고, 상기 동기채널을 통해 수신되는 특정 변조심볼들이 매핑되는 부반송파 위치를 검출하여 기지국이 속한 코드그룹을 획득하는 과정과,

상기 코드그룹 획득후, 소정 시간-주파수 영역에 매핑된 파일럿채널 신호를 상기 획득된 코드그룹에 따른 소정 코드로 시간축 우선 디스크램블링하여 기지국 구분을 위한 스크램블링 코드를 획득하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 29.

제28항에 있어서, 상기 코드그룹 획득 과정은,

FFT(Fast Fourier Transform)연산된 신호에서 각 코드그룹에 따른 부반송파값들을 추출하는 과정과,

코드그룹별로, 상기 추출된 부반송파값들을 2개의 OFDM심볼 단위로 상관하는 과정과

상기 상관값들중에서 최대값을 검출하는 과정과,

상기 최대값이 검출된 코드그룹을 상기 기지국이 속한 코드그룹으로 결정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 30.

제28항에 있어서, 상기 스크램블링 코드 획득 과정은,

FFT연산후의 부반송파값들을 파일럿채널에 사용된 확산부호로 역확산한후 복조하여 파일럿 데이터를 복원하는 과정과,

상기 획득된 코드그룹에 따른 서로 다른 위상오프셋을 가지는 PN코드들을 발생시키는 과정과,

소정 시간-주파수 영역에 매핑되는 상기 파일럿 데이터를 상기 발생되는 각 PN코드로 시간축 우선 디스크램블링하여 피크를 검출하는 과정과,

상기 피크가 발생하는 PN코드에 근거해서 기지국을 구분하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 광대역 무선통신시스템에서 셀 탐색을 위한 송수신 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 직교 주파수 부호 분할 다중 접속(OFCDMA : Orthogonal Frequency Code Division Multiple Access) 방식의 무선통신시스템에서 효율적인 셀 탐색을 위한 송수신 장치 및 방법에 관한 것이다.

일반적으로, 부호분할다중접속(CDMA : Code Division Multiple Access) 이동통신시스템, 일 예로 IS-95 시스템에서 동작하는 단말기(MS : Mobile Station)는 파워 온(Power On)시 의사잡음(PN : Pseudo Noise) 코드 타이밍을 획득하는 초기 셀 탐색을 수행한다. 상기 의사잡음 코드는 순방향 파일럿 채널(forward pilot channel)을 통해 기지국내 모든 단말기들에게 전송된다. 상기 순방향 파일럿 채널은 변조되지 않은 데이터를 의사잡음 코드를 이용해 확산한 채널로서, 단말기들은 상기 파일럿 채널을 이용해서 동기 획득(synchronization acquisition), 채널 추정(channel estimation) 및 기지국 구분을 수행한다.

이와 같은 IS-95 시스템은 3세대 이동통신시스템으로 진화하였고, 상기 3세대 이동통신시스템중 하나가 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)이다. 상기 UMTS 역시 부호분할다중접속 방식을 사용하지만, 기지국 간 비동기 동작을 수행한다.

상기 UMTS 시스템의 셀 탐색을 살펴보면, 모든 기지국(Node B)들 각각에는 기지국을 구분하기 위한 셀 구분 코드(Cell Specific Code)가 할당된다. 상기 UMTS를 구성하는 셀이 일 예로 512개고, 상기 셀마다 하나의 기지국이 존재할 경우 상기 UMTS를 구성하는 기지국들은 512개가 된다. 이때 상기 512개의 기지국들 각각에는 서로 다른 셀 구분 코드가 할당된다. 단말기가 자신이 속한 기지국을 탐색하기 위해서는 상기 UMTS를 구성하는 512개 기지국들 각각에 대하여 탐색을 수행해야 한다. 상기 512개의 셀 구분 코드들 각각에 대해 위상을 검사하는 것은 많은 시간을 필요로 하므로, 상기 UMTS은 다단계 셀 탐색 알고리즘을 사용하고 있다. 예를들어, 512개의 기지국들을 소정 개수의 그룹, 예를들어 64개의 그룹들로 분류한다. 상기 64개의 그룹들 각각에서 서로 다른 그룹 구분 코드를 할당하여 기지국 그룹을 구분하고, 하나의 그룹에 속한 8개의 기지국들 각각은 특정 채널(CPICH : Common Pilot CHannel)에 사용된 확산 코드(스크램블링 코드)를 이용해 구분한다. 즉, 단말기는 먼저 기지국 그룹을 획득하고, 상기 획득된 기지국 그룹에 대한 스크램블링 코드들로 CPICH를 상 관하여 기지국을 구분한다.

한편, 현재는 3세대 이동통신시스템에서 4세대(4G : 4th Generation)로 발전해나가고 있는 상태이다. 표준 기구에서는 4세대 방식으로 직교주파수분할다중(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 권고하고 있다. 상기 OFDM 방식은 멀티 캐리어(Multi Carrier)를 사용하여 데이터를 전송하는 방식으로, 직렬로 입력되는 심볼(symbol)열을 병렬 변환하여 이들 각각을 상호 직교성을 갖는 다수의 서브 캐리어(sub-carrier)들로 변조하여 전송하는 다중 반송파 변조(MCM : Multi Carrier Modulation) 방식의 일종이다.

상기 OFDM 방식은 하드웨어적인 복잡도(Complexity)로 인하여 널리 사용되지 못하다가 최근 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform, 이하 "FFT"라 칭하기로 한다)과 역 고속 푸리에 변환(IFFT: Inverse Fast Fourier Transform, 이하 "IFFT"라 칭하기로 한다)을 포함한 각종 디지털 신호 처리 기술이 발전함으로써 실현 가능해 졌다.

상기 UMTS(또는 W-CDMA)에 기반한 MC-CDMA(Multi Carrier-Code Division Multiple Access) 방식도 OFDM 방식의 통신시스템이다. 종래기술에 따른 MC-CDMA 방식의 통신시스템에서 셀 탐색을 살펴보면 다음과 같다.

상기 MC-CDMA 방식의 통신시스템에서 제안된 셀 탐색은 크게 2가지로 구분할수 있다.

첫째, 동기채널(SCH : Synchronization channel)에 기반한 방식이다. 이 방식은 동기채널(SCH)과 공통파일럿채널(CPICH) 모두 코드 다중화(Code-Mux)되어 전송되기 때문에, 다른 트래픽 채널(Traffic Channel)에 간섭을 유발하는 문제점이 있다.

둘째, 공통파일럿채널(CPICH)에 기반한 방식이다. 이 방식은 도 1에 도시된 바와 같이, 공통파일럿채널(CPICH)이 시간다중화(Time-Mux)되어 전송되기 때문에, 다시말해 스크램블링 코드(scrambling code)가 주파수축으로 펼쳐지기 때문에, 주파수 선택적 페이딩(frequency selective fading)에 의해 성능이 열화되는 문제점이 있다. 이와 같이, 주파수 선택적 페이딩에 의해 스크램블링 코드(셀 식별 코드 : cell specific code)를 제대로 검출하지 못하면 셀을 획득(acquisition)할 수 없는 문제가 발생한다.

셀을 탐색한다는 것은 앞으로 통신을 수행할 기지국을 찾는 과정이라 할수 있다. 따라서, 셀 탐색은 어느 이동통신시스템 이든 매우 중요한 부분이라 할수 있다. 무선 통신에서 채널 환경은 백색 가우시안 잡음(AWGN : Additive White Gaussian Noise) 외에도 페이딩(fading) 현상으로 인해 발생할 수 있는 수신신호의 전력 변화, 섀도우잉(shadowing), 단 말기의 이동 및 빈번한 속도 변화에 따른 도플러(doppler) 효과, 타 사용자 및 다중 경로(multipath) 신호에 의한 간섭 등으로 열악하다. 따라서, 이러한 채널 환경하에 셀 탐색 성능을 높일 수 있는 방안이 필요하다.

기존의 제1세대 내지 제3세대 이동통신시스템의 경우, 다양한 셀 탐색 알고리즘이 제안되어 있으나, 차세대 통신시스템으로 주목받고 있는 OFDM 통신시스템은 기본적인 개념만 제안되어 있을 뿐 셀 탐색 성능을 높이기 위한 효과적인 방안이 없는 실정이다. 즉, OFDM 통신시스템에서 효율적으로 셀을 탐색할수 있는 방안이 요구되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 광대역 무선통신시스템에서 효율적인 셀 탐색을 위한 송수신 장치 및 방법에 관한 것이다.

본 발명의 다른 목적은 광대역 무선통신시스템에서 효율적인 셀 탐색을 위한 프레임 구조를 제안하는데 있다.

본 발명의 다른 목적은 광대역 무선통신시스템에서 동기채널의 심볼들이 매핑되는 부반송파 위치에 따라 코드그룹을 구분하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 광대역 무선통신시스템에서 소정 시간-주파수 영역에 매핑되는 파일럿 채널 신호를 시간축 단위로 순차적으로 스캔블링하여 송신하기 위한 장치를 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 광대역 무선통신시스템에서 셀 탐색 성능을 높이기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 광대역 무선통신시스템에서 셀 탐색에 따른 복잡도를 줄이기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

상기 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 일 견지에 따르면, 광대역 무선통신시스템에서 송신기 장치에 있어서, 상기 송신기가 속한 코드그룹에 따라 특정 심볼들을 미리 정해진 부반송파들에 매핑하여 출력하는 동기채널 발생기와, 트래픽 채널 신호를 발생하는 트래픽채널 발생기와, 프리앰블 구간이면 상기 동기채널 발생기로부터의 신호를 선택하고, 트래픽채널 구간이면, 상기 트래픽채널 발생기로부터의 신호를 선택하여 출력하는 선택기와, 상기 선택기로부터의 신호를 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)변조하여 송신하기 위한 송신기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 다른 견지에 따르면, 광대역 무선통신시스템에서 송신기 장치에 있어서, 소정 시간-주파수 영역에 매핑되는 파일럿 채널 신호를 발생하는 파일럿채널 발생기와, 상기 파일럿 채널 신호를 상기 송신기를 구분하기 위한 소정 코드를 이용해 시간축 우선으로 스캔블링하여 출력하는 스캔블러와, 상기 스캔블링된 신호를 OFDM변조하여 송신하기 위한 송신기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 또 다른 견지에 따르면, 광대역 무선통신시스템에서 송신기 장치에 있어서, 상기 송신기가 속한 코드그룹에 따라 특정 심볼들을 미리 정해진 부반송파들에 매핑하여 출력하는 동기채널 발생기와, 소정 시간-주파수 영역에 매핑되는 트래픽 채널 신호를 발생하는 트래픽채널 발생기와, 파일럿 채널 신호를 발생하는 파일럿채널 발생기와, 상기 트래픽채널 신호와 상기 파일럿 채널 신호를 가산하는 가산기와, 상기 가산기로부터의 신호를 상기 송신기를 구분하기 위한 소정 코드를 이용해 시간축 우선으로 스캔블링하여 출력하는 스캔블러와, 프리앰블 구간이면 상기 동기채널 발생기로부터의 신호를 선택하고, 트래픽채널 구간이면 상기 스캔블러로부터의 신호를 선택하여 출력하는 선택기와, 상기 선택기로부터의 신호를 OFDM변조하여 송신하기 위한 송신기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 또 다른 견지에 따르면, 광대역 무선통신시스템에서 수신기 장치에 있어서, CP(Cyclic Prefix)를 이용해서 OFDM심볼동기를 획득하는 심볼 동기 획득기와, 상기 OFDM심볼 동기 획득후, 동기채널을 구성하는 2개의 연속된 동일 OFDM심볼들을 이용해 프레임 동기를 획득하고, 상기 동기채널을 통해 수신되는 특정 변조심볼들이 매핑되는 부반송파 위치를 검출하여 기지국이 속한 코드그룹을 획득하는 코드그룹 획득기와, 상기 코드그룹 획득후, 소정 시간-주파수 영역에 매핑된 파일럿채널 신호를 상기 획득된 코드그룹에 따른 소정 코드로 시간축 우선 디스캔블링하여 기지국 구분을 위한 스캔블링 코드를 획득하는 셀식별기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 또 다른 견지에 따르면, 광대역 무선통신시스템에서 기지국의 송신 방법에 있어서, 상기 기지국이 속한 코드그룹에 따라 특정 심볼들을 미리 정해진 부반송파들에 매핑하여 동기채널 신호를 발생하는 과정과, 소정 시간-주파수 영역에 매핑되는 트래픽 채널 신호와 파일럿 채널 신호를 코드 다중화하는 과정과, 상기 코드다중화된 신호를 상기 기지국을 구분하기 위한 소정 코드를 이용해 시간축 우선으로 스크램블링하는 과정과, 상기 동기채널 신호와 상기 스크램블링된 신호를 시간 다중화하는 과정과, 상기 시간 다중화된 신호를 OFDM변조하여 송신하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 또 다른 견지에 따르면, 광대역 무선통신시스템에서 수신기의 셀 탐색 방법에 있어서, CP(Cyclic Prefix)를 이용하여 OFDM심볼동기를 획득하는 과정과, 상기 OFDM심볼동기 획득후, 동기채널을 구성하는 2개의 연속된 동일 OFDM 심볼들을 이용해 프레임 동기를 획득하고, 상기 동기채널을 통해 수신되는 특정 변조심볼들이 매핑되는 부반송파 위치를 검출하여 기지국이 속한 코드그룹을 획득하는 과정과, 상기 코드그룹 획득후, 소정 시간-주파수 영역에 매핑된 파일럿 채널 신호를 상기 획득된 코드그룹에 따른 소정 코드로 시간축 우선 디스크램블링하여 기지국 구분을 위한 스크램블링 코드를 획득하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 구성

이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 동작 원리를 상세히 설명한다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

이하 본 발명은 CDM(Code Division Multiplexing) 특성을 갖는 OFDM 통신시스템('OFCDMA 통신시스템'이라 칭함)에서 셀 탐색 성능을 증가시키기 위한 방안에 대해 살펴보기로 한다. 본 발명에 따른 셀 탐색은 기본적으로, UMTS(W-CDMA)에서 제안하고 있는 3단계 셀 탐색에 기반하며, 2번째 단계와 3번째 단계에서 우수한 성능을 보여준다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 OFCDMA 방식의 통신시스템에서 프레임 구조를 도시하고 있다.

도시된 바와 같이, 동기채널(SCH : Synchronization Channel)은 시간 다중화(Time-mux)되어 전송되고, 파일럿채널(CPICH : Common Pilot Channel)은 트래픽 채널들(Traffic channels)과 코드 다중화(code-mux)되어 전송된다.

상기 동기채널의 상세 구성은 첨부된 도 3과 같다.

도시된 바와 같이, 주파수축을 기준으로 미리 정해진 값의 변조심볼이 등간격으로 매핑된다. 이때 심볼 사이의 간격은 코드그룹(혹은 기지국 그룹) 개수(N_{cg})가 된다. 첫 번째 변조심볼이 매핑되는 시작점은 그룹 식별자에 의해 정해진다. 예를 들어, 첫 번째 그룹에 속한다면 첫 번째 변조심볼을 1번째 부반송파에 매핑하고, 두 번째 그룹에 속한다면 2번째 부반송파에 매핑하며, 3번째 그룹에 속한다면 3번째 부반송파에 매핑하는 방식으로 시작점을 결정한다. 한편, 이러한 패턴을 반복하여 동기채널을 구성한다. 즉, 연속된 2개의 같은 OFDM심볼들을 이용해 동기채널을 구성한다. 이와 같은 동기채널을 사용할 경우, 수신기(단말기)는 변조심볼이 매핑된 부반송파 위치(sub-carrier position)를 검출하여 기지국 그룹을 구분하고, 2개의 연속된 같은 OFDM심볼들을 이용한 넌코히런트(Non-coherent) 검출을 통해 프레임 동기(frame timing)를 획득한다.

상기 파일럿채널의 상세 구성은 첨부된 도 4와 같다.

도시된 바와 같이, 전체 주파수 구간과 소정 개수의 심볼 구간(또는 트래픽 채널 구간)에 파일럿채널이 코드다중화된다. 시스템에서는 하나의 스크램블링 코드를 사용하며, 상기 스크램블링 코드를 시간축 우선으로 스크램블링한다. 즉, 전체 부반송파 개수가 N_c 이고 심볼 개수가 N_{fs} 라 할때, 스크램블링 코드의 길이는 $N_c \times N_{fs}$ 이다. 예를들어, 상기 스크램블링 코드는 PN코드(PN sequence)를 사용할수 있다. 이 경우, m-시퀀스의 데시메이션(decimation) 특성을 이용해서 주파수 축 방향으로 PN코드의 특성을 유지한다. 수신기는 파일럿 채널에 사용된 스크램블링 코드의 위상 오프셋(Phase Offset)을 검출하여 기지국을 구분한다. 이와 같이, 본 발명은 시간축 단위로 순차적으로 스크램블링하기 때문에, 주파수 선택적 페이딩에 의한 성능 열화를 피할 수 있다.

상술한 내용에 근거한 본 발명에 따른 3단계 셀 탐색을 요약하면 다음과 같다.

1번째 단계 : CP(Cyclic Prefix)를 이용한 OFDM심볼 동기(symbol timing) 및 주파수 오프셋 추정

2번째 단계 : 2개의 연속된 같은 심볼들로 구성된 동기채널을 이용한 프레임 동기 및 기지국 그룹(또는 코드 그룹) 식별

3번째 단계 : 파일럿채널에 사용된 스크램블링 코드(PN 시퀀스)의 위상 오프셋(Phase offset)을 추정하여 기지국 구분

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 OFCDMA 방식의 통신시스템에서 송신기의 구성을 도시하고 있다.

도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 송신기는 동기채널 발생기(510), 트래픽채널 발생기(520), 파일럿채널 발생기(530), 가산기(540), 코드 발생기(541), 스크램블러(542), 선택기(543), IFFT연산기(544), 병렬/직렬 변환기(Parallel to Serial converter)(545), CP추가기(546), 디지털/아날로그 변환기(DAC : Digital to Analog Converter)(547) 및 RF처리(548)를 포함하여 구성된다. 여기서, 상기 동기채널 발생기(510)는 동기심볼 발생기(511)와 부반송파 매핑기(512)를 포함하고, 상기 파일럿채널 발생기(530)는 파일럿 심볼 발생기(531)와 대역확산기(532)를 포함하며, 상기 트래픽채널 발생기(520)는 부호기(521), 변조기(522) 및 대역확산기(523)를 포함한다.

도 5를 참조하면, 먼저 동기심볼 발생기(511)는 동기채널로 전송될 소정 개수의 동기심볼(modulation symbol)들을 프레임 주기로 발생한다. 여기서, 동기채널은 도 3에 도시된 바와 같이 프레임의 가장 앞에 전송되는 프리앰블(preamble)이라 할 수 있다. 부반송파 매핑기(512)는 상기 동기심볼 발생기(511)로부터의 동기심볼들을 상기 송신기가 속하는 코드그룹에 따른 부반송파들에 매핑하여 출력한다.

부호기(521)는 입력되는 정보비트열을 해당 부호율로 부호화하여 부호화 데이터를 출력한다. 예를들어, 상기 부호기(521)는 길쌈부호기(convolutional encoder), 터보부호기(turbo encoder), LDPC(low density parity check) 부호기 등으로 구성될 수 있다.

변조기(522)는 상기 부호기(521)로부터의 심볼들을 주어진 변조방식(변조차수)에 의해 신호점 사상하여 복소심볼(complex symbols)들을 출력한다. 예를들어, 상기 변조방식에는 1개의 비트($s=1$)를 하나의 신호점(복소심볼)에 사상하는 BPSK(Binary Phase Shift Keying), 2개의 비트($s=2$)를 하나의 복소심볼에 사상하는 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying), 3개의 비트($s=3$)를 하나의 복소심볼에 사상하는 8PSK(8-ary Phase Shift Keying), 4개의 비트($s=4$)를 하나의 복소심볼에 사상하는 16QAM, 6개의 비트($s=6$)를 하나의 복소심볼에 사상하는 64QAM 등이 있다.

대역확산기(523)는 상기 변조기(522)로부터의 변조심볼들을 해당 수신기(또는 사용자)에 기 할당된 확산부호(예 : 월시부호)로 대역 확산(spreading)하여 출력한다.

파일럿 심볼 발생기(531)는 파일럿 채널로 전송될 파일럿 심볼을 발생한다. 대역확산기(532)는 상기 파일럿 심볼 발생기(531)로부터의 파일럿 심볼을 미리 정해진 확산부호로 대역확산하여 출력한다.

가산기(540)는 복수의 트래픽채널발생기들로부터의 트래픽채널 신호들과 상기 파일럿채널 발생기(530)로부터의 파일럿 채널 신호를 칩레벨 가산하여 출력한다.

코드 발생기(541)는 스크램블링 코드(또는 셀 구분 코드)를 발생한다. 앞서 설명한 바와 같이, 상기 스크램블링 코드는 PN 코드를 사용하며, 각 기지국은 PN코드의 위상 오프셋(phase offset)으로 구분한다.

스크램블러(542)는 상기 가산기(540)로부터의 신호를 상기 코드 발생기(541)로부터의 스크램블링 코드로 스크램블링하여 출력한다. 이때, 스크램블링은 도 4에 도시된 바와 같이 시간축이 우선되어야 한다. 시간축 우선으로 PN코드가 스크램블링되지만, 주파수축 방향으로 PN코드의 특성이 유지되기 때문에, 실제 구현은 상기 가산기(540)에서 출력되는 병렬 데이터(주파수축 데이터)를 미리 알고 있는 주파수축 PN코드로 스크램블링하는 형태가 된다.

선택기(543)는 상위 제어기(도시하지 않음)의 제어하에 프리앰블 구간일 경우 상기 동기채널 발생기(510)로부터의 신호를 선택하여 출력하고, 트래픽 채널 구간일 경우 상기 스크램블러(542)로부터의 신호를 선택하여 출력한다.

IFFT연산기(544)는 상기 선택기(543)로부터의 주파수 영역의 신호를 역 고속 푸리에 변환하여 시간영역의 샘플 데이터를 출력한다. 병렬/직렬 변환기(545)는 상기 IFFT연산기(544)로부터의 샘플데이터를 직렬로 변환하여 출력한다. CP (Cyclic Prefix)추가기(546)는 상기 병렬/직렬 변환기(545)로부터의 샘플 데이터에 보호구간(Cyclic Prefix)을 추가하여 출력한다.

디지털/아날로그 변환기(547)는 상기 CP추가기(546)로부터의 샘플 데이터를 아날로그 신호로 변환하여 출력한다. RF처리기(548)는 필터(filter)와 전처리기(front end unit) 등의 구성들을 포함하며, 상기 디지털/아날로그 변환기(547)에서 출력한 신호를 실제 전송 가능하도록 RF처리한후 송신안테나(Tx antenna)를 통해 무선채널로 전송한다.

상술한 바와 같이, 본 발명은 동기채널은 시간 다중화되고, 파일럿 채널은 코드 다중화되며, 스캐램블링은 시간축 우선으로 수행되는 것을 특징으로 한다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 OFCDMA 통신시스템에서 수신기의 구성을 도시하고 있다.

도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 수신기는, RF처리기(600), 아날로그/디지털 변환기(ADC : Analog to Digital Converter)(601), 심볼동기 획득기(602), CP제거기(603), 직렬/병렬 변환기(Serial to Parallel Converter)(604), FFT(Fast Fourier Transform)연산기(605), 코드그룹 획득기(606), 셀식별기(607), 코드 발생기(608), 디스크램블러(609), 대역 역확산기(610), 복조기(611) 및 복호기(612)를 포함하여 구성된다.

도 6을 참조하면, 먼저 RF처리기(600)는 전처리기(front end unit)와 필터(filter) 등의 구성들을 포함하며, 무선채널을 통과한 고주파 대역의 신호를 기저대역 신호로 변환하여 출력한다. 아날로그/디지털 변환기(601)는 상기 RF처리기(600)로부터의 아날로그 기저대역 신호를 디지털 신호로 변환하여 출력한다.

심볼동기 획득기(602)는 상기 아날로그/디지털 변환기(601)로부터의 샘플데이터에서 FFT사이즈만큼 이격된 샘플들을 CP길이 단위로 상관하여 피크(peak)를 검출하고, 상기 피크를 이용해 OFDM심볼 동기화 및 소수배 주파수 동기를 검출한다. 여기서, 1개의 OFDM심볼구간동안 얻는 상관값의 신뢰도는 낮기 때문에, 소정 개수(N_1)의 심볼구간들에 대해서 탐색을 수행한다. 상기 심볼동기 획득기(602)의 동작은 하기 수학적 식 1과 같이 모델링된다.

$$\hat{\theta}_s = \arg \max_{\tilde{\theta}_s} |\Lambda_1(\tilde{\theta}_s)|$$

$$\Lambda_1(\tilde{\theta}_s) = \sum_{i=0}^{N_1-1} \sum_{k=0}^{N_{cp}-1} r^*(\tilde{\theta}_s + k + i \cdot N_s) \cdot r(\tilde{\theta}_s + k + N_{fft} + i \cdot N_s)$$

$$\hat{\epsilon}_f = \frac{1}{2\pi} \arg \{ \Lambda_1(\hat{\theta}_s) \}$$

여기서, *는 복소 공액(complex conjugate)을 나타내고, N_{fft} 는 FFT 사이즈를 나타내며, N_{cp} 는 사이클릭 프리픽스(Cyclic Prefix)의 길이를 나타내고, N_s 는 한 심볼의 샘플수($= N_{fft} + N_{cp}$)를 나타내며, θ_s 는 심볼 타이밍(FFT 타이밍)을 나타내고, N_1 는 평균화(averaging)에 사용된 심볼의 개수를 나타내며, ϵ_f 는 소수배 주파수 오차를 나타낸다.

CP제거기(603)는 상기 심볼동기 획득기(602)에서 획득된 심볼 동기를 이용하여 상기 아날로그/디지털 변환기(601)로부터의 샘플데이터에서 사이클릭 프리픽스(CP : Cyclic Prefix)를 제거하여 출력한다. 직렬/병렬 변환기(604)는 상기 CP제거기(603)로부터의 데이터를 병렬로 변환하여 출력한다. FFT연산기(605)는 상기 직렬/병렬 변환기(604)로부터의 데이터를 고속 푸리에 변환(FFT)연산하여 주파수 영역의 데이터를 출력한다.

코드그룹 획득기(606)는 코드그룹 각각에 대하여 상기 FFT연산기(605)로부터의 데이터에서 미리 정해진 위치의 부반송파값들을 추출하고 연속된 2개의 OFDM심볼들에 대하여 동일한 위치의 부반송파값들을 상관후 가산하여 최대값을 검출한다. 이때, 최대값이 검출된 부반송파 위치를 이용해서 코드 그룹을 획득하고, 상기 최대값이 검출된 타이밍을 이용해서 프레임 동기를 획득한다. 상기 코드그룹 획득기(606)의 동작은 하기 수학적 식 2와 같이 모델링된다.

- 프레임 시간 동기 & 코드 그룹

$$(\hat{\kappa}, \hat{\theta}_f) = \arg \max_{(\tilde{\kappa}, \tilde{\theta}_f)} |\Lambda_2(\tilde{\kappa}, \tilde{\theta}_f)|$$

$$\Lambda_2(\tilde{\kappa}, \tilde{\theta}_f) = \frac{1}{\Phi_{\tilde{\theta}_f}} \sum_{k=0}^{N_2-1} R_{\tilde{\theta}_f}^*(\tilde{\kappa} + kN_{cg}) \cdot R_{\tilde{\theta}_f+1}(\tilde{\kappa} + kN_{cg})$$

$$\Phi_i = \sum_{k=0}^{N_c-1} |R_i(k)| \cdot |R_{i+1}(k)|$$

- 정수배 주파수 오차

$$\hat{\varepsilon}_i = \arg \max_{\tilde{\varepsilon}_i} \Lambda_3(\tilde{\varepsilon}_i), \text{ 추정 범위: } -\frac{1}{2} \cdot \frac{N_{ff}}{N_{cp}} \leq \hat{\varepsilon}_i < \frac{1}{2} \cdot \frac{N_{ff}}{N_{cp}}$$

$$\Lambda_3(\tilde{\varepsilon}_i) = \text{Re} \left\{ \Lambda_2(\hat{\kappa}, \hat{\theta}_f) \cdot \Phi_{\tilde{\theta}_f} \cdot e^{-j2\pi\tilde{\varepsilon}_i N_{cp} / N_{ff}} \right\}$$

- 코드 그룹 보정

$$\text{최종 코드 그룹} = \text{이전 추정된 코드 그룹} + \hat{\varepsilon}_i$$

여기서, κ 는 코드 그룹을 나타내고, θ_f 는 프레임 시간동기를 나타내며, ε_i 는 정수배 주파수 오차를 나타내고, $R_i(k)$ 는 i -번째 OFDM심볼에서의 k -번째 부반송파 값을 나타내며, N_{cg} 는 코드 그룹의 개수를 나타내고, $N_2 = N_c / N_{cg}$ 이며, N_c 는 사용된 전체 부반송파 개수를 나타낸다.

상기 수학식 2에서 보여지는 바와 같이, 상관값을 Φ_i (전체 주파수축 신호의 크기)로 정규화함으로써, 2번째 단계(2nd step)의 성능을 향상시킨다. 프레임 동기와 코드 그룹을 찾으면, 이를 이용해서 정수배 주파수 오차(Coarse frequency offset)를 추정하고, 최종적으로 코드 그룹을 보정한다. 한편, 이렇게 획득된 프레임 동기 및 코드 그룹 정보는 셀식별기(607)로 제공된다.

상기 셀식별기(607)는 상기 FFT연산기(605)로부터의 데이터를 버퍼링하며, 상기 코드 그룹 획득기(606)로부터의 프레임 동기 및 코드 그룹 정보에 따라 상기 버퍼링된 데이터에서 프레임 동기를 찾고, 상기 프레임 동기로부터 부반송파 값들을 시간축 우선으로 추출하여 상기 코드 그룹에 따른 PN코드로 디스램블링하여 주파수축 옵셋을 검출한다. 그리고 검출된 주파수축 옵셋에 근거해서 기지국 번호(셀 식별 코드 또는 기지국 아이디)를 결정한다. 한편, 이렇게 결정된 기지국 번호는 코드 발생기(608)로 제공된다. 상기 셀식별기(607)의 동작은 하기 수학식 3과 같이 모델링된다.

$$\hat{\psi} = \arg \max_{\tilde{\psi}} \Lambda_4(\tilde{\psi})$$

$$\Lambda_4(\tilde{\psi}) = \sum_{l=0}^{L-1} \left| \sum_{q=N_3 l}^{N_3(l+1)-1} \sum_{p=0}^{N_g-1} R_{p+\hat{\theta}_f+2}(q) \cdot p_p^*(q) \cdot w^{p^*}(k) \cdot c^* \left((p + (q + \tilde{\psi})N_{fs}) \bmod (N_{fs}N_c) \right) \right|$$

$$\frac{N_{BS}}{N_{cg}} \hat{\kappa} \leq \tilde{\psi} < \frac{N_{BS}}{N_{cg}} (\hat{\kappa} + 1) \rightarrow \text{한 코드 그룹 안에서 구분해야 할 기지국}$$

여기서, ψ 는 기지국 번호(ID)이고, $c(k)$ 는 셀 식별 스크램블링 코드(예 : PN코드)이며, N_{fs} 는 한 프레임에서 프리앰블(동기 채널)을 제외한 심볼의 개수를 나타내고, N_3 는 주파수 비선택적 페이딩 채널에 대한 열화를 극복하기 위해 부분적으로

평균을 산출하는 단위를 나타내며, $L=N_c/N_{30}$ 이고, N_{BS} 는 구분해야할 전체 기지국 개수를 나타낸다. 그리고 $P_p^{(c)}(q)$ 는 p번째 심볼의 q번째 부반송파에서의 파일럿 심볼 값이고, w^{p^c} 는 파일럿 채널에 곱해진 채널 코드(예: 월시코드 -1 or 1)를 나타낸다.

상기 코드 발생기(608)는 상기 셀식별기(607)로부터의 기지국 번호에 따른 스크램블링 코드를 생성하여 출력한다. 디스크램블러(609)는 상기 FFT연산기(605)로부터의 데이터를 상기 코드 발생기(608)로부터의 스크램블링 코드로 디스크램블링하여 출력한다.

대역 역확산기(610)는 상기 디스크램블러(609)로부터의 데이터를 기지국으로부터 기 할당받은 확산부호(예: 월시부호)로 역확산하여 출력한다.

복조기(611)는 상기 대역 역확산기(610)로부터의 심볼들을 송신기의 변조방식에 따라 복조하여 부호화 데이터를 출력한다. 복호기(612)는 상기 복조기(611)로부터의 부호화 데이터를 송신기의 부호방식에 따라 복호하여 원래의 정보데이터로 복원한다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 심볼 동기 획득기(602)의 상세 구성을 보여준다.

도시된 바와 같이, 지연기(700), 공액 발생기(702), 곱셈기(704), 가산기(703), 절대값 계산기(708), 최대값 검파기(710) 및 주파수 동기 검출기(712)를 포함하여 구성된다.

도 7을 참조하면, 먼저 지연기(700)는 상기 아날로그/디지털 변환기(601)로부터 입력되는 샘플들을 N_{fft} (FFT 사이즈)샘플 지연(delay)하여 출력한다. 공액발생기(702)는 상기 지연기(700)로부터의 샘플들을 공액 복소수화하여 출력한다. 곱셈기(704)는 상기 아날로그/디지털 변환기(602)로부터의 입력되는 샘플들과 상기 공액발생기(702)로부터의 샘플들을 곱하여 출력한다.

가산기(706)는 상기 곱셈기(704)로부터의 값들을 CP길이만큼 가산하여 상관값을 출력한다. 절대값 계산기(708)는 상기 가산기(706)로부터의 상관값들을 N_1 개의 심볼구간동안 누적한후 절대값을 계산하여 출력한다. 최대값 검파기(710)는 상기 절대값 계산기(708)로부터의 절대값들중 최대값(또는 피크)을 검출하고, 상기 최대값이 검출된 샘플 위치를 OFDM심볼 동기기로 결정한다. 주파수동기 검출기(712)는 상기 최대값이 검출된 샘플 위치의 상관값의 위상각을 상기 수학식 1과 같이 2π 로 나누어서 소수배 주파수 오차(ϵ_f)를 검출한다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 프레임 동기/코드그룹 획득기(606)의 상세 구성을 보여준다.

도시된 바와 같이, 그룹분배기(800), 그룹 상관기들(802-1~802- N_{cg}), 제1지연기(804), 전체 신호크기 계산기(806), 제2지연기(808), 공액발생기(810), 곱셈기(812), 가산기(814), 정규화기(816), 절대값 계산기(818), 최대값 검파기(820) 및 코드그룹 보정기(822)를 포함하여 구성된다.

도 8을 참조하면, 먼저 그룹 분배기(800)는 상기 FFT연산기(605)로부터 입력되는 데이터에서 각 코드그룹에 대한 부반송파값들을 추출하여 해당 그룹 상관기로 출력한다. 예를들어, 코드그룹의 개수가 '16'이라 할 때, 제1코드그룹에 대한 (1번째, 16번째, 32번째,...) 위치의 부반송파값들은 제1그룹상관기(802-1)로 출력되고, 제2코드그룹에 대한 (2번째, 17번째, 33번째,...) 위치의 부반송파값들은 제2그룹상관기(802-2)로 출력된다.

제1지연기(804)는 상기 FFT연산기(610)로부터 입력되는 데이터를 1 OFDM심볼 지연하여 출력한다. 전체 신호크기 계산기(806)는 상기 FFT연산기(610)로부터의 i번째 OFDM심볼 데이터와 상기 FFT연산기(610)로부터 입력되는 (i+1)번째 OFDM심볼 데이터를 곱한후 누적하여 전체 신호크기를 산출한다.

상기 그룹상관기들(802-1~802- N_{cg})의 동작은 모두 동일하므로, 이하 제1그룹상관기(802-1)를 대표적으로 설명하기로 한다.

상기 제1그룹상관기(802-1)내 제2지연기(808)는 상기 그룹 분배기(800)로부터의 부반송파값들을 1 OFDM심볼 지연하여 출력한다. 공액발생기(810)는 상기 제2지연기(808)로부터의 부반송파값들을 공액복소수화하여 출력한다. 곱셈기(812)는 상기 그룹 분배기(800)로부터의 부반송파값들과 상기 공액발생기(810)로부터의 값들을 곱하여 출력한다. 가산기(814)는 상기 곱셈기(812)로부터의 값들을 심볼단위로 가산하여 상관값을 출력한다.

정규화기(816)는 각 그룹상관기로부터의 상관값을 상기 전체 신호크기 계산기(806)로부터의 전체신호크기 값(Φ)으로 나누어 출력한다.

절대값 계산기(818)는 상기 정규화기(814)로부터의 정규화된 값들의 절대값을 계산하여 출력한다. 최대값 검파기(820)는 상기 절대값 계산기(818)로부터의 절대값들중 최대값(또는 피크)을 검출하고, 상기 최대값이 검출된 타이밍을 프레임 동기기로 결정한다. 또한, 상기 최대값이 검출된 그룹상관기의 번호를 코드그룹 번호로 결정한다.

코드그룹 보정기(822)는 상기 수학식 2와 같이 상기 최대값에 대응하는 상관값에 지수함수를 곱하여 주파수 오차(ϵ)를 검출하고, 상기 결정된 코드그룹에 상기 주파수 오차를 더하여 코드그룹을 보정한다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 셀식별기(607)의 상세 구성을 보여준다.

도시된 바와 같이, 버퍼(900), 대역 역확산기(902), 복조기(904), PN코드 발생기(906), 디스크램블러(908), 가산기(910), 절대값 계산기(912) 및 최대값 검파기(914)를 포함하여 구성된다.

도 9를 참조하면, 먼저 버퍼(900)는 상기 FFT연산기(605)로부터 입력되는 부반송파값들을 $N_c \times N_{fs}$ 사이즈의 메모리에 버퍼링하고, 상기 코드그룹 획득기(606)로부터의 프레임 동기 정보에 따라 상기 버퍼링된 데이터에서 프레임 동기를 찾고, 상기 프레임 동기로부터 부반송파 값들을 주파수축 단위로 독출하여 출력한다.

대역 역확산기(902)는 파일럿 채널을 복조하기 위해 상기 버퍼(900)로부터 출력되는 부반송파 값들을 미리 정해진 확산부호(예 : 월시부호)로 역확산하여 출력한다. 복조기(904)는 상기 대역 역확산기(902)로부터의 역확산 데이터를 복조(demodulation)하여 스크램블링 성분만 존재하는 파일럿 데이터를 출력한다.

PN코드 발생기(902)는 상기 코드그룹 획득기(606)로부터의 코드그룹 정보에 근거해서 해당 코드 그룹에 속한 기지국들의 PN코드들(서로 다른 위상오프셋을 가지는 PN코드들)을 생성하여 출력한다. 디스크램블러(908)는 상기 복조기(904)로부터의 파일럿 데이터를 시간축 우선으로 정렬하고, 상기 정렬된 데이터를 상기 PN코드 발생기(902)로부터의 각 PN코드로 디스크램블링하여 출력한다.

가산기(910)는 각 PN코드(PN 위상오프셋)에 대응하는 디스크램블링 데이터를 가산하여 출력한다. 절대값 계산기(912)는 상기 가산기(910)로부터의 가산값들의 절대값을 계산하여 출력한다. 최대값 검파기(914)는 상기 절대값 계산기(912)로부터의 절대값들중 최대값(또는 피크)을 검출하고, 상기 최대값이 검출된 주파수축 PN 위상 오프셋(Ψ)을 셀 아이디(기지국 번호)로 결정한다. 앞서 설명한 바와 같이, 본 발명은 소정 시간-주파수 영역에 스크램블링되는 코드가 시간축 및 주파수축 모두 PN코드의 특성을 유지하므로, 상기 최대값이 검출된 주파수축 위상 오프셋(부반송파 번호)을 셀 아이디로 결정할 수 있다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 OFCDMA 방식의 통신시스템에서 기지국의 송신절차를 도시하고 있다.

도 10을 참조하면, 먼저 기지국은 1001단계에서 프리앰블 구간동안 전송될 동기심볼(변조심볼)들을 상기 기지국이 속한 코드그룹에 따라 부반송파 매핑하여 동기채널 신호를 생성한다. 앞서 설명한 바와 같이, 첫 번째 동기심볼이 매핑되는 시작 부반송파 위치는 코드그룹에 따라 정해지고, 동기심볼들은 주파수축으로 등간격으로 매핑된다. 그리고 이러한 패턴을 한번 반복하여 동기채널 신호를 구성한다. 즉, 동기채널 신호는 2개의 OFDM심볼 구간동안 전송된다.

한편, 상기 기지국은 1003단계에서 전송할 트래픽채널 신호와 파일럿채널 신호를 코드 다중화한다. 즉, 트래픽 데이터와 파일럿 데이터를 서로 다른 확산부호로 확산한후 칩레벨 가산한다.

이후, 상기 기지국은 1005단계에서 상기 코드 다중화된 신호를 스크램블링 코드로 스크램블링한다. 이때, 스크램블링은 도 4에 도시된 바와 같이 시간축 우선으로 이루어진다.

그리고, 상기 기지국은 1007단계에서 상기 동기채널 신호와 상기 스크램블링 신호를 시간 다중화한다. 즉, 프레임의 소정 앞구간에 상기 동기채널 신호가 매핑되고 이후 상기 스크램블링 신호가 매핑되도록 정렬한다. 그리고, 상기 기지국은 1009단계에서 상기 시간 다중화된 신호를 IFFT연산하여 OFDM변조하고, 1011단계에서 상기 OFDM변조된 신호를 RF 처리하여 송신한다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 OFCDMA 방식의 통신시스템에서 단말기의 셀 탐색 절차를 도시하고 있다.

도 11을 참조하면, 셀 탐색시, 단말기는 1101단계에서 CP(cyclic prefix)를 이용하여 수신된 샘플데이터에서 OFDM심볼 동기를 획득한다. 앞서 설명한 바와 같이, 슬라이딩 윈도우 방식으로 FFT사이즈만큼 이격된 샘플들을 상관하여 피크(peak)를 검출하고, 상기 피크가 검출된 샘플 위치를 OFDM심볼동기로 결정한다.

상기 OFDM심볼동기를 획득한후, 상기 단말기는 1103단계에서 동기채널의 심볼들이 매핑된 부반송파 위치를 이용해서 프레임 동기 및 코드그룹을 획득한다. 본 발명에 따른 동기채널은 동일한 심볼이 2번 연속하여 전송되기 때문에, 이를 이용해서 프레임 동기를 획득할수 있으며, 동일 위치의 부반송파값들을 상관하여 피크가 검출된 위치에 따라 코드그룹을 결정한다.

이와 같이, 프레임 동기 및 코드그룹이 획득되면, 상기 단말기는 1105단계에서 파일럿채널을 통해 수신된 신호를 시간축 우선으로 디스크램블링하여 스크램블링 코드를 획득하고, 상기 획득된 스크램블링 코드에 따라서 기지국을 구분한다.

여기서, 기존에 NTT-DoCoMo가 제안한 MC-CDMA와 본 발명에 따른 시스템 사이의 성능을 비교하면 다음과 같다.

실험(simulation) 환경은 하기 <표 1>과 같다.

[표 1]

파라미터	값
중심 주파수	2GHz
부반송파 개수, N_c	864
FFT/IFFT 사이즈	1024(GI : 128)
프레임길이(symbols)	40+2
확산계수(spreading factor)	16
기지국 개수	512(16그룹)
스크램블링 코드	PN 시퀀스(IS-95 short PN)
트래픽채널(TCH) 개수	12(loading : 0.75)
채널 모델(small scale)	Rec. ITU-R M.1225

먼저, 2번째 단계(2nd step)에 대한 성능을 비교해보면 도 12와 같다.

그래프에서 가로축은 G (Total TCH power in desired cell / other cell interference power)이고, 세로축은 코드그룹 검출 에러 확률(Error Prob. of Code Group Detection)이다. 그리고, R_p (Pilot. channel power / one code channel(TCH) power), R_s (Pilot. channel power / one code channel(TCH) power)를 6dB에서 실험한 결과이다. 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 부반송파 위치를 이용해 코드 그룹을 찾는 방식이 기존 코드 상관(code correlation) 방식(NTT-DoCoMo)보다 성능이 우수함을 알 수 있다.

다음으로, 3번째 단계(3rd step)에 대한 성능을 비교해보면 도 13과 같다.

(a) 그래프에서 가로축은 R_p (Pilot. channel power / one code channel(TCH) power)이고 세로축은 스크램블링 코드 식별 에러 확률(Error Prob. of Scr Code Identification)이다. (b) 그래프에서 가로축은 G (Total TCH power in desired cell / other cell interference power)이고 세로축은 스크램블링 코드 식별 에러 확률이다. 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 시간축 우선으로 스크램블링하는 방식이 기존 주파수축 스크램블링 방식보다 성능이 우수함을 알 수 있다.

한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명은 광대역 무선통신시스템에서, 코드 그룹 및 스크램블링 코드 검출 성능을 증가시킴으로써 효율적이면서도 정확한 셀 탐색이 가능한 이점이 있다. 또한, 스크램블링 코드(셀 식별 코드)로 하나의 PN코드를 사용함으로써, 셀 탐색에 필요한 연산량을 최소화하고 하드웨어를 간단히 구현할수 있는 이점이 있다. 또한, 본 발명에 따른 셀 탐색은 주파수 옵셋 추정도 고려하기 때문에 셀 탐색 수행중에 주파수 옵셋을 조정할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래기술에 따른 MC-CDMA 방식의 통신시스템에서 프레임 구조를 도시하는 도면.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 OFCDMA 방식의 통신시스템에서 프레임 구조를 도시하는 도면.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 동기채널의 매핑 방식을 설명하는 도면.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 스크램블링 방식을 설명하는 도면.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 OFCDMA 방식의 통신시스템에서 송신기의 구성을 도시하는 도면.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 OFCDMA 통신시스템에서 수신기의 구성을 도시하는 도면.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 심볼 동기 획득기(602)의 상세 구성을 보여주는 도면.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 코드그룹 획득기(606)의 상세 구성을 보여주는 도면.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 셀식별기(607)의 상세 구성을 보여주는 도면.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 OFCDMA 방식의 통신시스템에서 기지국의 송신절차를 도시하는 도면.

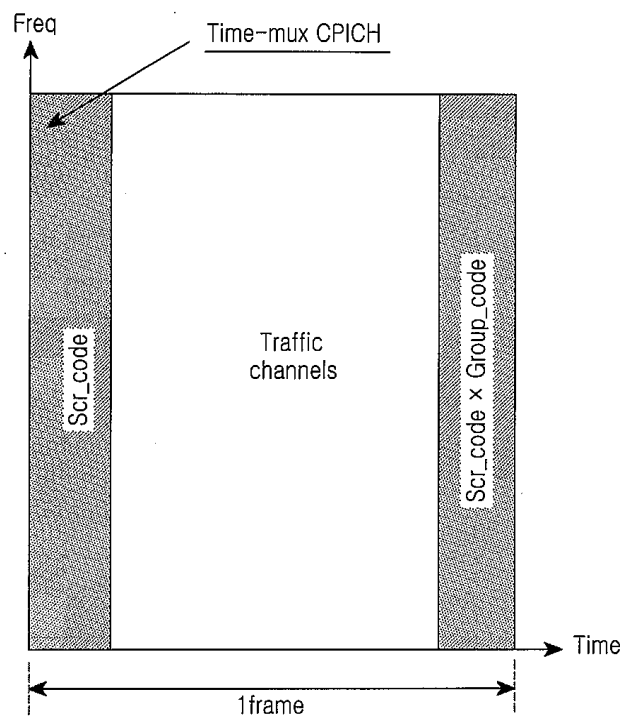
도 11은 본 발명의 실시예에 따른 OFCDMA 방식의 통신시스템에서 단말기의 셀 탐색 절차를 도시하는 도면.

도 12는 2번째 탐색 단계(2nd step)에 대한 성능을 보여주는 그래프.

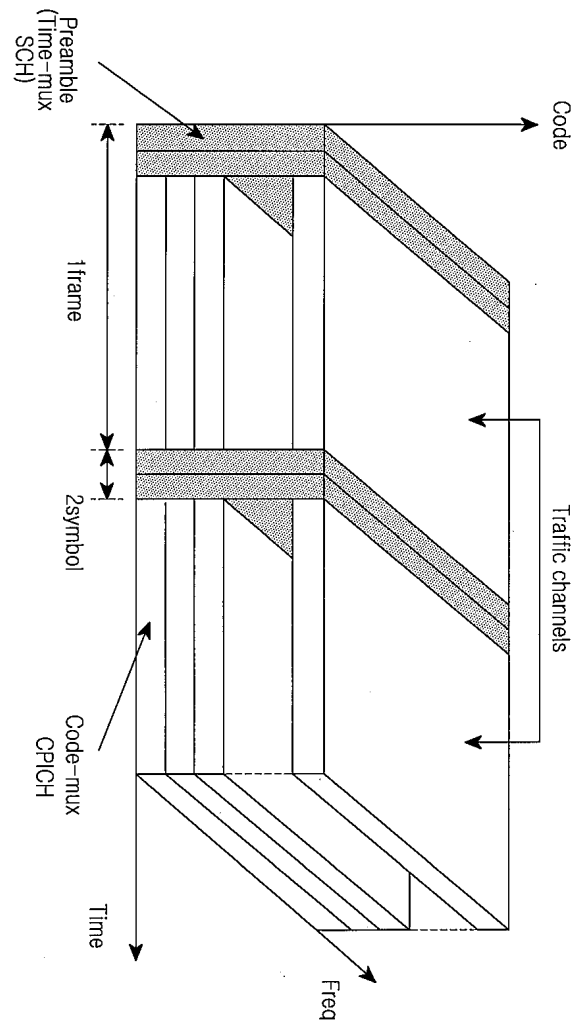
도 13은 3번째 탐색 단계(3rd step)에 대한 성능을 보여주는 그래프.

도면

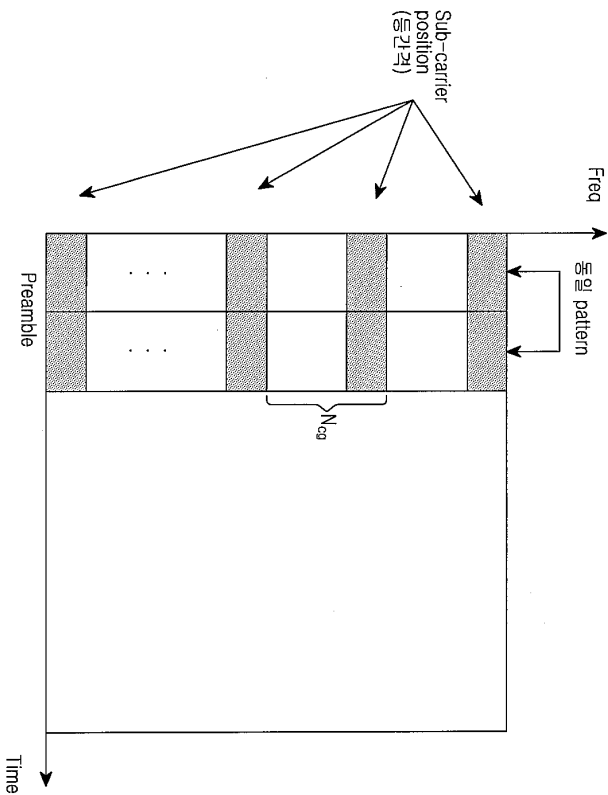
도면1



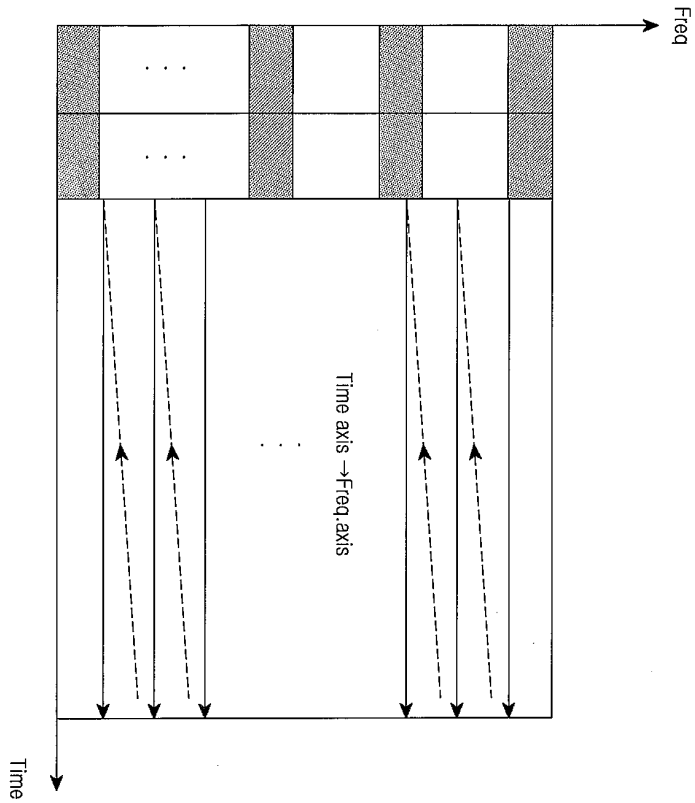
도면2



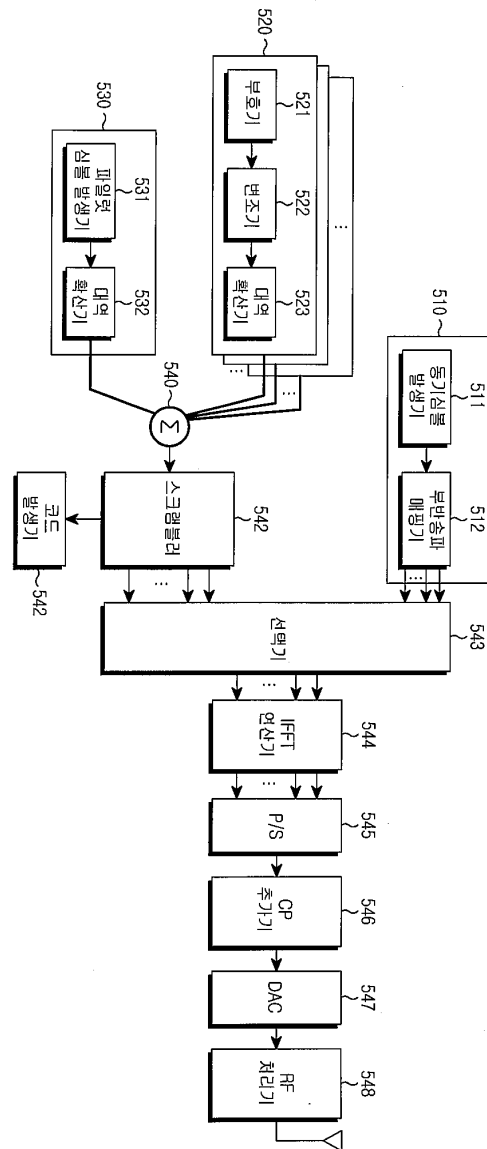
도면3



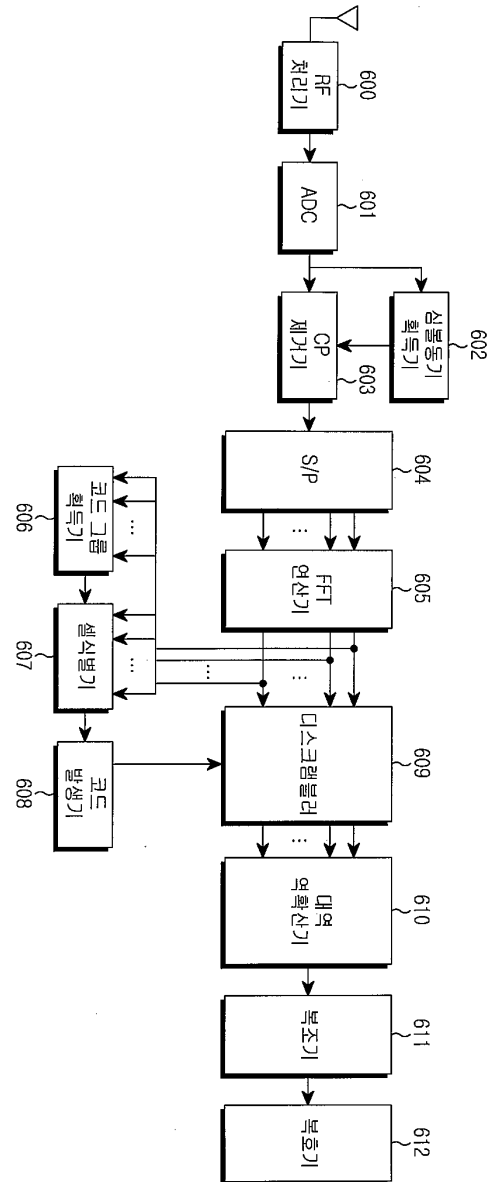
도면4



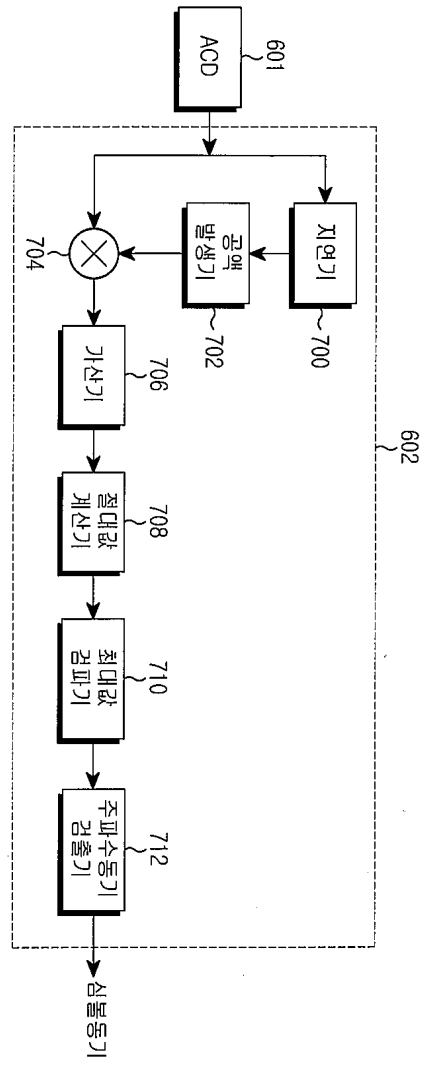
도면5



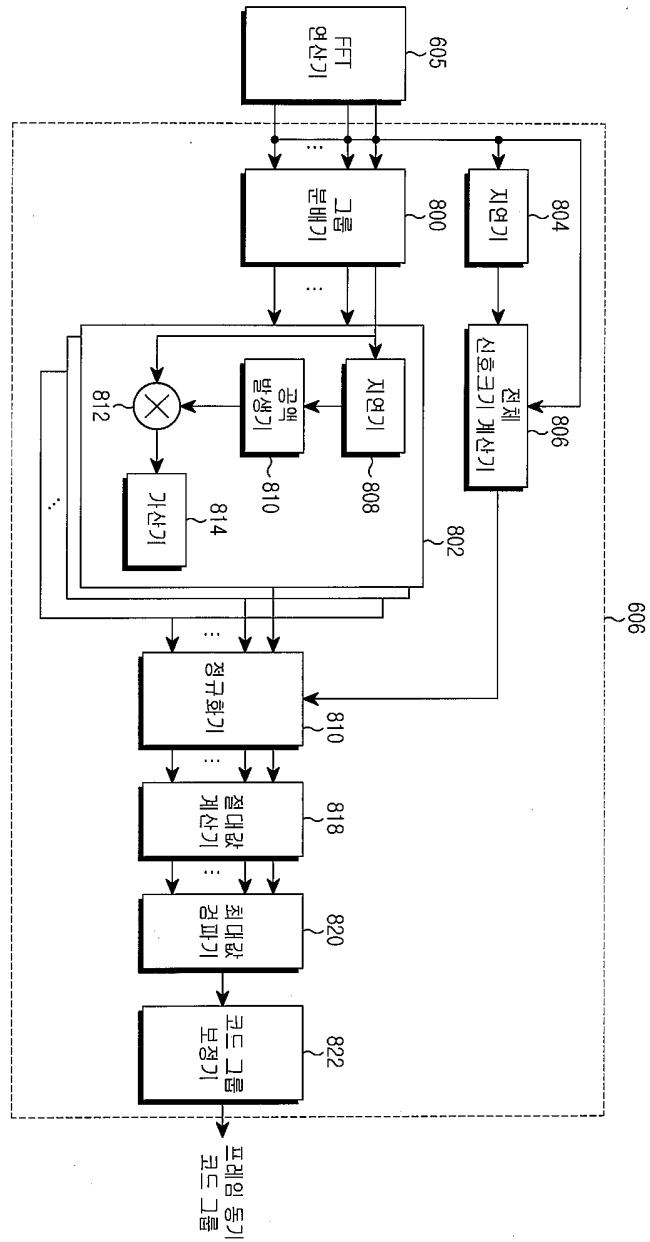
도면6



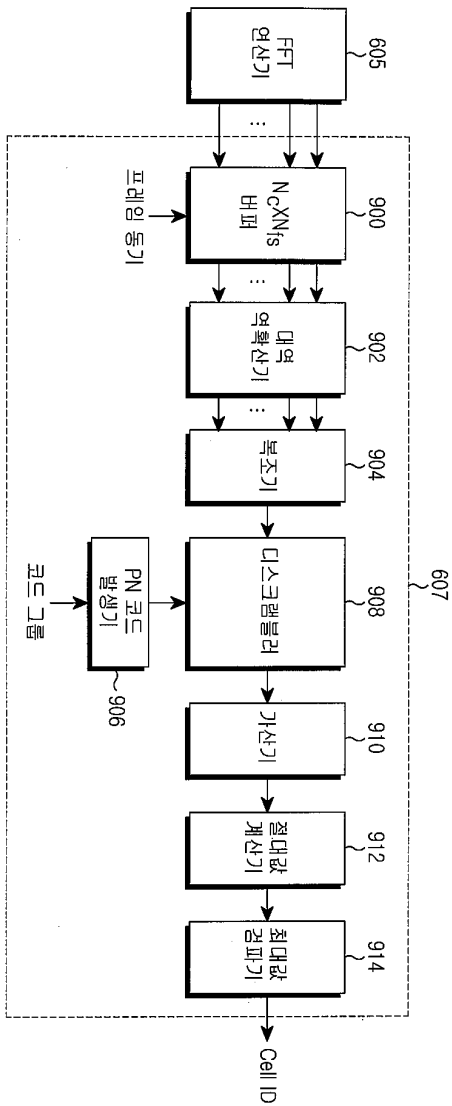
도면7



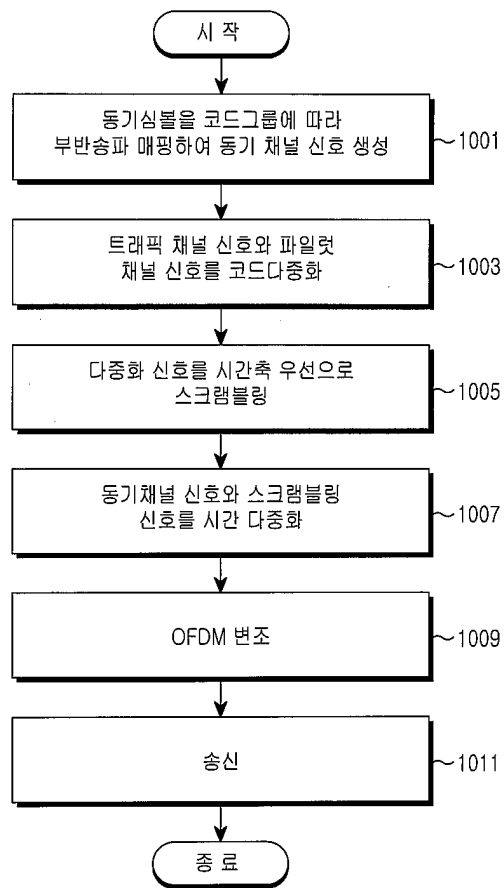
도면8



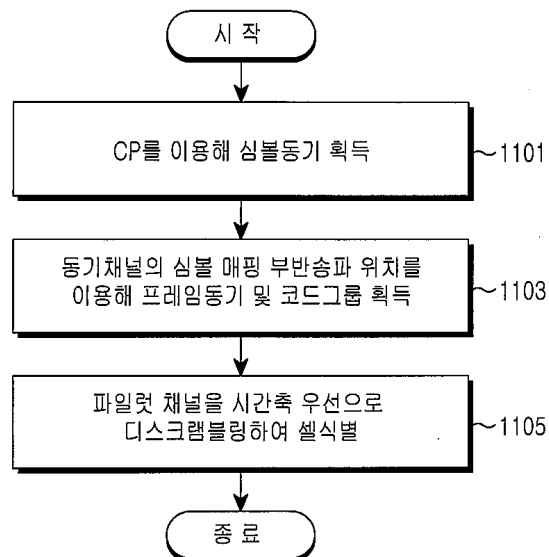
도면9



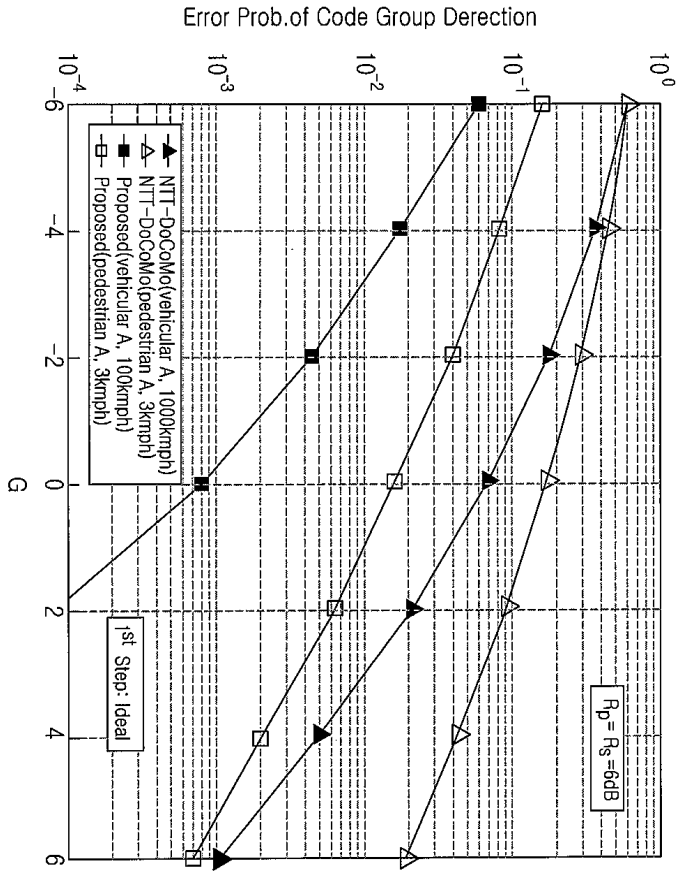
도면10



도면11



도면12



도면13

