

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. (11) 공개번호 10-2006-0026171
H04L 27/26 (2006.01) (43) 공개일자 2006년03월23일

(21) 출원번호 10-2004-0074999
(22) 출원일자 2004년09월20일

(71) 출원인 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 노정민
서울특별시 강남구 도곡동 956-11 주성빌딩 405호
조영권
경기도 수원시 팔달구 영통동 황골마을 쌍용아파트 249동 1204호
홍성권
서울특별시 강북구 수유3동 2-20
정수룡
경기도 수원시 팔달구 매탄3동 414-25 센스빌 104호
김영균
경기도 성남시 분당구 정자동 상록마을라이프2단지아파트 106동 405호
박동식
경기도 용인시 기흥읍 서천리 SK아파트 107동 1802호

(74) 대리인 권혁록

심사청구 : 없음

(54) 다중 접속 방식을 사용하는 이동 통신 시스템의 셀 탐색장치 및 방법

요약

본 발명은 소정 주파수 대역과 소정 개수의 OFDM심볼들을 가지고 프레임셀을 구성하며, 상기 프레임셀마다 기지국 구분을 위한 파일럿 패턴을 전송하는 직교주파수분할다중 이동통신시스템에서 단말기가 셀을 탐색하기 위한 장치 및 방법에 관한 것으로, 상기 장치는 복수의 OFDM심볼 구간들을 관찰하여 OFDM심볼 동기를 획득하는 심볼 동기 획득기와, 상기 심볼 동기 획득기에서 획득된 OFDM심볼 동기에 따라 수신 OFDM심볼들을 정렬하며, 복수의 프레임셀 구간들을 관찰하여 프레임셀 동기를 획득하는 프레임셀 동기 획득기와, 상기 프레임셀 동기 획득기에서 획득된 프레임셀 동기에 따라 수신 프레임셀들을 정렬하며, 복수의 프레임셀들을 관찰하여 파일럿 패턴을 검출하는 파일럿 패턴 검출기를 포함한다. 이와 같은 본 발명은 OFDM 심볼 타이밍과, FC 시작점 및 파일럿 패턴 검출의 성능을 증가시킴으로써 효율적이면서도 정확한 셀 탐색을 가능한 이점을 가진다.

대표도

도 8

색인어

셀 탐색, OFDM 심볼 동기 획득기, 프레임 셀 동기 획득기, 파일럿 패턴 검출기

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 FH-OFCDMA 방식을 사용하는 통신 시스템에서 시간-주파수 자원 할당의 일 예를 보여주는 도면.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 FH-OFCDMA 통신시스템에서 순방향 채널 구조를 개략적으로 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 FH-OFCDMA 통신 시스템에서 채널 송신기의 구성을 도시하는 도면.

도 4는 도 3에서 생성된 다수의 채널신호들을 OFDM 방식에 의해 송신하기 위한 송신기의 구성을 도시하는 도면.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 FH-OFCDMA 통신 시스템에서 수신기의 구성을 도시하는 도면.

도 6a는 본 발명의 실시예에 따른 FH-OFCDMA 통신 시스템에서 셀 탐색 장치의 구성을 개략적으로 도시한 도면.

도 6b는 본 발명의 실시예에 따른 심볼 동기 획득기의 상세 구성을 보여주는 도면.

도 6c는 본 발명의 실시예에 따른 프레임셀 동기 획득기의 상세 구성을 보여주는 도면.

도 6d는 본 발명의 실시예에 따른 파일럿 패턴 검출기의 상세 구성을 보여주는 도면.

도 7a는 본 발명의 실시예에 따른 심볼 동기 획득 절차를 보여주는 도면.

도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 프레임셀 동기 획득 절차를 보여주는 도면.

도 7c는 본 발명의 실시예에 따른 파일럿 패턴 검출 절차를 보여주는 도면.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 FH-OFCDMA 통신시스템에서 단말기의 전반적인 셀 탐색 절차를 도시하는 도면.

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 FH-OFCDMA 통신시스템에서 단말기의 전반적인 셀 탐색 절차를 도시하는 도면.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 다중 접속 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에 관한 것으로서, 특히 직교 주파수 분할 다중 접속 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서 셀 탐색 장치 및 방법에 관한 것이다.

일반적으로, 부호분할다중접속(CDMA : Code Division Multiple Access) 이동통신시스템, 일 예로 IS-95 시스템에서 동작하는 이동국(MS : Mobile Station)은 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 이동국들에게 전송된다. 상기 순방향 파일럿 채널은 변조되지 않은 데이터를 의사잡음 코드를 이용해 확산한 채널로서, 이동국은 상기 파일럿 채널을 이용해서 동기 획득(synchronization acquisition), 채널 추정(channel estimation) 및 기지국 구분을 수행한다.

먼저, 상기 IS-95 시스템의 셀 탐색을 살펴보면, 모든 기지국들은 전세계 위치 시스템(GPS : Global Positioning System) 위성에 의해 상호 동기되며, 상기 기지국들은 서로 다른 오프셋을 가지는 동일한 위사잡음 코드를 파일럿 채널을 전송한다. 그리고, 이동국은 수신된 신호에 대하여 위사잡음 코드 길이와 동일한 탐색창(search window)을 이동하면서 상관(correlation)을 수행한다. 이때 최대 상관값을 갖는 위사잡음코드 위상을 획득하여 기지국 구분을 한다.

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 수행하는 비동기형 시스템이라 할수 있다.

상기 UMTS 시스템의 셀 탐색을 살펴보면, 모든 기지국(Node B)들 각각에는 기지국을 구분하기 위한 셀 구분 코드(Cell Specific Code)가 할당된다. 상기 UMTS을 구성하는 셀이 일 예로 512개고, 상기 셀마다 하나의 기지국이 존재할 경우 상기 UMTS을 구성하는 기지국들은 512개가 된다. 이때 상기 512개의 기지국들 각각에는 서로 다른 셀 구분 코드가 할당된다. 이동국이 자신이 속한 기지국을 탐색하기 위해서는 상기 UMTS을 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, 이동국은 먼저 기지국 그룹을 획득하고, 상기 획득된 기지국 그룹에 대한 스크램블링 코드들로 CPICH를 상관하여 기지국을 구분한다.

한편, 현재는 3세대 이동통신시스템에서 4세대(4G : 4th Generation)로 발전해나가고 있는 상태이다. 표준 기구에서는 상기 4세대 이동통신시스템의 방식으로 직교주파수분할다중(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 권고하고 있다. 상기 OFDM 방식은 멀티 캐리어(Multi Carrier)를 사용하여 데이터를 전송하는 방식으로서, 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.

이와 같은 다중 반송파 변조 방식을 사용하는 시스템은 1950년대 후반 군용 고주파 라디오(HF radio)에 처음 적용되었으며, 다수의 직교하는 서브 캐리어를 중첩시키는 상기 OFDM 방식은 1970년대부터 발전하기 시작하였으나, 다중 반송파간의 직교변조 구현의 어려움으로 인해 실제 시스템 적용에는 한계가 있었다.

그러나, 1971년 Weinstein 등이 상기 OFDM 방식을 사용하는 변복조는 DFT(Discrete Fourier Transform)를 이용하여 효율적으로 처리가 가능함을 발표하면서 OFDM 방식에 대한 기술개발이 급속히 발전했다. 또한 보호구간(guard interval)의 사용과 사이클릭 프리픽스(cyclic prefix) 보호구간 삽입 방식이 알려지면서 다중경로 및 지연 확산(delay spread)에 대한 시스템의 부정적 영향을 더욱 감소시키게 되었다. 그래서, 이런 OFDM 방식 기술은 디지털 오디오 방송(Digital Audio Broadcasting: DAB)과 디지털 텔레비전, 무선 근거리 통신망(WLAN: Wireless Local Area Network) 그리고 무선 비동기 전송 모드(WATM: Wireless Asynchronous Transfer Mode) 등의 디지털 전송 기술에 광범위하게 적용되어 지고 있다. 즉, 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 OFDM 방식은 종래의 주파수 분할 다중(FDM: Frequency Division Multiplexing) 방식과 비슷하나 무엇보다도 다수개의 서브 캐리어들 간의 직교성(Orthogonality)을 유지하여 전송함으로써 고속 데이터 전송시 최적의 전송 효율을 얻을 수 있는 특징을 가지며, 또한 주파수 사용 효율이 좋고 다중 경로 페이딩(multi-path fading)에 강한 특성이 있어 고속 데이터 전송시 최적의 전송 효율을 얻을 수 있다는 특징을 가진다. 또한, 주파수 스펙트럼을 중첩하여 사용하므로 주파수 사용이 효율적이고, 주파수 선택적 페이딩(frequency selective fading)에 강하고, 다중경로 페이딩에 강하고, 보호구간을 이용하여 심볼간 간섭(ISI: Inter Symbol Interference) 영향을 줄일 수 있으며, 하드웨어적으로 등화기 구조를 간단하게 설계하는 것이 가능하며, 임펄스(impulse)성 잡음에 강하다는 장점을 가지고 있어서 통신시스템 구조에 적극 활용되고 있는 추세에 있다.

상기 OFDM 통신시스템은 셀 구분을 앞서 설명한 기존의 시스템들과 달리 파일럿 서브캐리어를 이용해서 수행한다. 데이터 서브캐리어와 파일럿 서브캐리어는 직교코드로 확산되고, 파일럿 서브캐리어를 확산하기 위해 사용된 직교코드를 기지국마다 다르게 하여 기지국을 구분한다. 이때 구분할 수 있는 기지국의 개수는 사용한 직교코드의 확산팩터(spreading factor)에 의해 제한된다. 따라서, 구분가능한 기지국의 개수를 증가시키기 위해서, 각 기지국에 할당된 전체 시간-주파수 영역(또는 자원)을 작은 단위의 시간-주파수 영역들로 구분하고, 각 영역에 할당되는 파일럿 서브캐리어용 직교코드를 다르게 설정한다. 즉, 각 기지국에 대하여 파일럿 서브캐리어가 사용하는 직교코드 열을 만들고, 이동국은 상기 직교코드 열

을 획득하여 기지국을 구분한다. 확산에 사용되는 직교코드는 상관을 통해 획득되며, 특히 파일럿 서브캐리어는 데이터 서브캐리어보다 높은 전력으로 송신되기 때문에 수신단에서 최고 상관값을 갖는 직교코드를 파일럿 서브캐리어의 직교코드로 결정할 수 있다.

셀을 탐색한다는 것은 앞으로 통신을 수행할 기지국을 찾는 과정이라 할 수 있다. 따라서, 셀 탐색은 어느 이동통신시스템이든 매우 중요한 부분이라 할 수 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), 단말기의 이동 및 빈번한 속도 변환에 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 이렇다할 방안이 없는 실정이다. 즉, OFDM 통신시스템에서 효율적으로 셀을 탐색할 수 있는 방안이 요구되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 직교주파수분할다중 이동통신시스템에서 셀 탐색 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적은 직교주파수분할다중 이동통신시스템에서 셀 탐색 성능을 높이기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 직교주파수분할다중 이동통신시스템에서 심볼 동기, 프레임 동기 및 기지국 구분 코드 검출 성능을 높이기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제1견지에 따르면, 소정 주파수 대역과 소정 개수의 OFDM심볼들을 가지고 프레임셀을 구성하며, 상기 프레임셀마다 기지국 구분을 위한 파일럿 패턴을 전송하는 직교주파수분할다중 이동통신시스템에서 단말기가 셀을 탐색하기 위한 장치가, 복수의 OFDM심볼 구간들을 관찰하여 OFDM심볼 동기를 획득하는 심볼 동기 획득기와, 상기 심볼 동기 획득기에서 획득된 OFDM심볼 동기에 따라 수신 OFDM심볼들을 정렬하며, 복수의 프레임셀 구간들을 관찰하여 프레임셀 동기를 획득하는 프레임셀 동기 획득기와, 상기 프레임셀 동기 획득기에서 획득된 프레임셀 동기에 따라 수신 프레임셀들을 정렬하며, 복수의 프레임셀들을 관찰하여 파일럿 패턴을 검출하는 파일럿 패턴 검출기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 제2견지에 따르면, 소정 주파수 대역과 소정 개수의 OFDM심볼들을 가지고 프레임셀을 구성하며, 상기 프레임셀마다 기지국 구분을 위한 파일럿 패턴을 전송하는 직교주파수분할다중 이동통신시스템에서 단말기가 셀을 탐색하기 위한 방법이, 복수의 OFDM심볼 구간들을 관찰하여 OFDM심볼 동기를 획득하는 과정과, 상기 획득된 OFDM심볼 동기에 따라 수신 OFDM심볼들을 정렬하고, 복수의 프레임셀 구간들을 관찰하여 프레임셀 동기를 획득하는 과정과, 상기 획득된 프레임셀 동기에 따라 수신 프레임셀들을 정렬하며, 복수의 프레임셀들을 관찰하여 파일럿 패턴을 검출하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 구성 및 작용을 상세히 설명한다. 하기의 설명에서는 본 발명에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흐트리지 않는 범위 내에서 생략될 것이라는 것을 유의하여야 한다.

먼저, 본 발명의 설명에 앞서, OFDM 통신시스템에서 다중 접속(multiple access)에 따른 시간-주파수(time-frequency) 자원의 활용에 대해 살펴보기로 한다.

차세대 이동 통신 시스템이 타겟으로 하는 고속, 고품질의 무선 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 광대역(wide-band)의 스펙트럼(spectrum) 자원이 필요하다. 하지만, 광대역 스펙트럼 자원을 사용할 경우에는 다중 경로 전파(multipath propagation)에 따른 무선 전송로 상에서의 페이딩(fading) 영향이 심각해지며, 전송 대역 내에서도 주파수 선택성 페이딩(frequency selective fading)에 따른 영향이 발생된다. 따라서, 고속의 무선 멀티미디어 서비스를 위해서는

부호 분할 다중 접속(CDMA: Code Division Multiple Access, 이하 "CDMA"라 칭하기로 한다) 방식에 비해 주파수 선택성 페이딩에 강인한 직교 주파수 분할 다중(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 이하 "OFDM"이라 칭하기로 한다) 방식이 더 큰 이득을 가진다. 따라서, 최근 OFDM 방식에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

일반적으로, 상기 OFDM 방식은 서브 캐리어(sub-carrier), 즉 서브 캐리어 채널(sub-carrier channel)들간의 스펙트럼이 상호 직교성을 유지하면서 서로 중첩되어 있어 스펙트럼 효율이 좋다. 또한, 상기 OFDM 방식은 변조가 역 고속 푸리에 변환(Inverse Fast Fourier Transform, 이하 "IFFT"라 칭하기로 한다)에 의해 구현되고, 복조가 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform, 이하 "FFT"라 칭하기로 한다)에 의해 구현된다. 이와 같은 OFDM 방식에 근거한 다중 접속 방식으로는 전체 서브 캐리어들 중 일부 서브 캐리어들을 특정 단말기에 할당하여 사용하게 하는 직교 주파수 분할 다중 접속(OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access, 이하 "OFDMA"라 칭하기로 한다) 방식이 있다. 상기 OFDMA 방식은 대역 확산(spreading)을 위한 확산 시퀀스(spreading sequence)가 필요로 되지 않으며, 무선 전송로의 페이딩 특성에 따라 특정 단말기에 할당되는 서브 캐리어들의 집합을 동적으로 변경할 수 있다. 이렇게, 특정 단말기에 할당되는 서브 캐리어들의 집합을 동적으로 변경하는 것을 "동적 자원 할당(dynamic resource allocation)" 방식이라 하며, 일례로 "주파수 도약(FH: Frequency Hopping, 이하 "FH"라 칭하기로 한다)" 방식 등이 있다.

이와는 달리, 확산 시퀀스를 필요로 하는 다중 접속 방식은 시간 영역에서의 확산 방식(spreading in time domain)과 주파수 영역에서의 확산 방식(spreading in frequency domain)에 의해서 분류된다. 상기 주파수 영역에서의 확산 방식은 주파수 영역에서 단말기, 즉 사용자 신호를 대역 확산한 후, 상기 대역 확산된 신호를 서브 캐리어에 매핑(mapping)하는 방식이다. 상기 시간 영역에서의 확산 방식은 사용자 신호를 주파수 영역에서 역 다중화(de-multiplexing)하여 서브 캐리어에 매핑하여 역 고속 푸리에 변환(FFT)하고, 시간 영역에서 직교 시퀀스(orthogonal sequence)를 사용하여 사용자 신호를 구분하는 방식이다.

하기에서 설명할 본 발명에서 제안하는 다중 접속 방식은 상기 OFDM 방식을 기반으로 하는 다중 접속 방법의 특성 외에도, 상기 CDMA 방식의 특성 및 FH 방식을 통해 주파수 선택성 페이딩에 강인한 특성을 동시에 갖게 된다. 상술한 다중 접속 방식들을 모두 갖춘 시스템을 이하 주파수 도약-직교 주파수 부호 분할 다중 접속(FH-OFCDMA : Frequency Hopping - Orthogonal Frequency Code Division Multiple Access)" 방식이라 칭하기로 한다.

그러면 여기서 본 발명에서 제안하는 FH-OFCDMA 방식에 대해서 설명하기로 한다.

도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 FH-OFCDMA 방식을 사용하는 통신 시스템에서 시간-주파수 자원 할당의 일 예를 보여주는 도면이다.

도 1을 참조하면, 단위 사각형은 미리 설정된 개수(예 : 8개)의 서브 캐리어(sub-carrier)들로 구성되며, OFDM 심볼 구간(OFDM symbol interval)과 동일한 지속시간을 갖는 시간-주파수 셀(TFC: Time-Frequency Cell, 이하 "TFC"라 칭하기로 한다)을 나타낸다. 여기서, 상기 TFC에 할당되는 서브 캐리어들의 개수는 시스템에서 상황에 따라 가변적으로 설정할 수 있다. 본 발명에서는 상기 TFC에 매핑된 데이터들을 CDMA 방식에 의해 처리한후 해당 서브 캐리어들에 할당하고, 상기 서브 캐리어들에 할당된 확산 데이터들을 OFDM 방식에 의해 처리한다. 여기서, 상기 CDMA 방식에 의한 처리는 서브 캐리어별로 미리 설정되어 있는 고유의 채널화 코드(channelization code)에 의해 데이터를 확산(spreading)하는 것을 의미하며, 다른 예로 상기 확산 데이터를 미리 설정되어 있는 스크램블링 코드(scrambling code)로 스크램블링하는 동작을 포함할 수도 있다. 만일, 확산팩터가 '8'이라 하면, 7개 데이터들과 1개의 파일럿을 서로 다른 채널화 코드들로 확산하고, 상기 8개의 확산데이터들을 칩단위로 가산하여 길이 8인 확산데이터를 생성하며, 상기 생성된 8개의 데이터들을 소정 TFC를 구성하는 8개의 서브캐리어들에 할당하게 된다. 프레임 셀(FC: Frame Cell, 이하 "FC"라 칭하기로 한다)은 상기 TFC의 소정 배수(일 예, 32배)에 해당하는 대역폭(Δf_{FC})과 소정 배수(일 예로, 16배)에 해당하는 지속 시간(frame duration)을 갖는 시간-주파수 영역으로 정의된다. 여기서, 상기 FC는 최대 전체 대역폭이 할당될 수 있다. 즉, 전체 대역과 소정개수(예 : 16개)의 OFDM심볼구간들로 구성되는 자원을 프레임셀로 정할 수 있다. 또한, 적응적 변조 및 코딩(AMC: Adaptive Modulation and Coding, 이하 "AMC"라 칭하기로 한다) 방식을 적용할 경우, 변조 및 코딩 방식은 상기 FC 단위로 조정되는데, 이것은 무선 전송에 대한 측정 결과가 빈번하게 보고되는 것을 방지하기 위함이다.

상기 도 1에는 하나의 FC 내에서 서로 다른 두 개의 서브 채널(sub-channel)들인 서브 채널 A와 서브 채널 B가 도시되어 있다. 여기서, 상기 서브 채널이라 함은 미리 설정된 설정 개수의 TFC들이 시간의 변화에 따라 미리 설정된 주파수 도약 패턴(frequency hopping pattern)에 따라 주파수 도약되어 전송되는 채널을 의미한다. 상기 서브 채널을 구성하는 TFC

들의 개수와 주파수 도약 패턴은 시스템 상황에 따라 가변적으로 설정될 수 있음은 물론이며, 본 발명에서는 설명의 편의상 16개의 TFC들이 하나의 서브 채널을 구성한다고 가정하기로 한다. 상기 서로 다른 두 개의 서브 채널들 각각은 서로 다른 단말기에 할당되거나 혹은 하나의 단말기에 할당될 수도 있다.

이하 본 발명은 프레임셀이 전체 주파수 대역과 16개의 OFDM심볼구간들로 구성되는 것으로 가정하기로 한다. 또한, 하나의 프레임셀을 구성하는 소정개수의 OFDM심볼들 각각이 서로 다른 파일럿용 직교코드를 사용하는 것으로 가정하고, 단말기는 상기 소정개수의 파일럿용 직교코드들의 열을 획득하여 기지국을 구분하는 것으로 가정하기로 한다.

다음으로, FH-OFCDMA 방식을 사용하는 통신 시스템의 순방향 채널들을 설명하기로 한다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 FH-OFCDMA 통신시스템에서 순방향 채널 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

상기 도 2에서는 본 발명의 FH-OFCDMA 통신 시스템을 위한 순방향 채널(forward channel)을 "FORWARD FH-OFCDMA CHANNEL"이라 정의하고 있다. 상기 "FORWARD FH-OFCDMA CHANNEL"은 파일럿 채널(Pilot Channel)과, 동기 채널(Sync Channel)과, 트래픽 채널(Traffic Channel) 및 공유 제어 채널(Shared Control Channel)로 구성되거나 프리앰블 채널(Preamble Channel)을 더 포함할 수 있다. 상기 "FORWARD FH-OFCDMA CHANNEL"의 구조는 하기에서 설명할 것이므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 상기 파일럿 채널은 단말기에서 기지국을 획득(acquisition)하거나 채널추정(channel estimation)을 위한 용도로 사용되며, 상기 동기 채널은 단말기에서 기지국에 대한 정보 및 타이밍 정보 등을 획득하기 위한 용도로 사용된다. 상기 프리앰블 채널은 기본적으로 프레임 동기를 위한 용도로 사용되며, 실제 통신을 수행하는 중에 채널 추정을 위한 용도로 사용될 수도 있다. 상기 트래픽 채널은 정보 데이터(information data)를 전송하기 위해 사용된다. 상기 도 2에서는 프레임 동기를 위해 상기 프리앰블 채널을 별도의 구조를 가지도록 도시하고 있으나, 상기 프리앰블 채널을 통해 전송되는 프리앰블 시퀀스(preamble sequence)를 상기 트래픽 채널을 통해 전송되는 프레임의 프리앰블 시퀀스로써 전송할 수도 있다. 상기 공유 제어 채널은 상기 트래픽 채널을 통해 송신되는 정보 데이터를 수신기가 수신하기 위해 필요로 하는 제어 정보(control information)를 전송하기 위해 사용된다.

다음으로, FH-OFCDMA 통신 시스템의 채널 송신기 구조를 설명하기로 한다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 FH-OFCDMA 통신 시스템에서 채널 송신기의 구성을 도시하고 있다.

설명하기에 앞서, 상기 도 3에 도시되어 있는 채널 송신기 구조는 상기 FH-OFCDMA 통신 시스템이 상기 도 2에서 설명한 바와 같은 순방향 채널들을 사용할 경우에 해당하는 채널 송신기 구조임에 유의하여야 한다. 즉, 상기 FH-OFCDMA 통신 시스템에서 사용하는 순방향 채널들이 상이해질 경우 상기 채널 송신기 구조는 상기 순방향 채널들에 상응하게 변형 가능한 물론이다.

그러면 여기서 상기 도 3에 도시되어 있는 채널 송신기 구조를 각 순방향 채널 송신기별로 설명하기로 한다.

첫 번째로, 트래픽 채널을 통해 정보 데이터, 즉 사용자 데이터(user data)를 송신하는 트래픽 채널 송신기를 설명하기로 한다.

먼저, 채널 코딩(channel coding) 등의 과정이 수행된 후의 k번째 단말기를 타겟(target)으로 하는 코딩된 비트들(coded bits)의 열은 변조기(modulator)(301)로 입력된다. 상기 변조기(301)는 무선 전송로의 상태에 따라 미리 설정된 변조 방식, 일 예로 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 방식과, 16QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 방식 혹은 64QAM 방식등과 같은 변조 방식에 의해 상기 코딩된 비트들을 변조하여 변조 심볼들을 레이트 매칭기(rate matcher)(302)로 출력한다. 여기서, 상기 FH-OFCDMA 통신 시스템에서 AMC 방식을 사용할 경우에는 제어기(도시하지 않음)의 제어에 따라 상기 변조기(301)에서 사용하는 변조 방식은 가변적으로 설정된다.

상기 레이트 매칭기(302)는 상기 변조기(301)에서 출력된 변조 심볼들을 입력하여 실제 물리 채널, 즉 상기 트래픽 채널에 상응하도록 레이트 매칭한 후 역다중화기(DEMUX)(303)로 출력한다. 여기서, 상기 레이트 매칭기(302)는 상기 변조 심볼들을 반복(repetition) 혹은 천공(puncturing)하여 레이트 매칭한다. 상기 역다중화기(303)는 상기 레이트 매칭기(302)에서 출력한 변조 심볼열을 입력하여 미리 결정된 브랜치(branch) 수만큼의 서브 채널별 변조 심볼 열들로 역다중화하여 해당 역다중화기들, 즉 역다중화기 #1(304) 내지 역다중화기 # M_k (314)로 출력한다. 여기서, 상기 브랜치수 수는 k번째 단말기로의 서비스를 위해 사용되는 서브 채널의 수 M_k 에 대응하며, 상기 M_k 는 1 내지 16 중 하나의 정수로써 정해진다. 상기

k는 1 내지 K로써 정의되며, 상기 K는 최대 서비스 가능 단말기들의 수로 정의된다. 이 때, 상기 역다중화기(303)에 의해 각 브랜치별로 출력되는 서브 채널별 변조 심볼 열들은 일정한 지속시간을 갖게 되며, 이는 상기 역다중화기(303)로 입력되는 변조 심볼 열의 지속시간과는 무관하다.

한편, 상기 역다중화기(303)로부터 출력되는 각 서브 채널별 변조 심볼 열들을 서로 다른 서브 채널을 통해 전송하기 위해서는 최대 M_k 만큼의 서브 채널 송신기들이 요구된다. 따라서, 상기 도 3에서는 M_k 에 대응한 서브 채널 송신기들을 개시하고 있다. 상기 서브 채널 송신기들은 입력되는 변조 심볼 열에서만 차이를 가질 뿐 동일한 동작을 수행함에 따라 하기의 설명에서는 하나의 서브 채널 송신기에 대해서만 설명할 것이다. 한편, 각 단말기의 트래픽 채널에 대해 하나 또는 복수의 서브 채널들이 할당될 수 있으며, 따라서 각 단말기의 트래픽 채널 전송을 위해 하나 또는 복수의 서브 채널 송신기들이 사용될 수 있다.

상기 역다중화기(303)로부터 출력되는 각 서브 채널별 변조 심볼 열들은 M_k 개의 역다중화기들, 즉 역다중화기 #1(304) 내지 역다중화기 # M_k (314) 중 대응하는 역다중화기로 입력된다. 일 예로, 상기 역다중화기(303)에서 출력하는 서브 채널별 변조 심볼 열들 중 첫 번째 서브 채널에 대응하는 변조 심볼 열은 상기 역다중화기 #1(304)로 출력된다. 상기 역다중화기 #1(304)은 상기 첫 번째 서브 채널에 대응한 변조 심볼 열을 역다중화함으로써, 복수 개의 서브 캐리어별 변조 심볼 열들을 출력한다. 상기 서브 캐리어별 변조 심볼 열들의 수는 확산팩터에 의해 정해지는 하나의 TFC가 가지는 서브 캐리어들의 수 m에 대응한다. 만일, 해당 TFC가 파일럿도 함께 전송한다면, 상기 역다중화기 #1(304)에서 출력되는 변조심볼열은 m-1개가 된다. 이 때, 서브 캐리어별로 출력되는 서브 캐리어별 변조 심볼 열들은 상기 서브 채널별 변조 심볼열들에 비해 m배만큼 증가된 지속시간을 갖는다. 상기 역다중화기 #1(304)로부터의 서브 캐리어별 변조 심볼 열들은 채널 분할기 #1(305)로 입력된다. 상기 채널 분할기 #1(305)은 길이가 m인 직교 시퀀스(orthogonal sequence)를 사용하여 각 서브 캐리어별 변조 심볼 열들을 대역 확산하여 출력한다. 만일, 해당 TFC가 파일럿도 함께 전송한다면, 상기 채널분할기 #1(305)은 상기 역다중화기 #1(304)에서 출력되는 7개의 변조심볼열과 이후 설명되는 파일럿 패턴 결정기(321)에서 출력되는 1개의 파일럿 심볼을 서로 다른 직교 시퀀스로 확산하여 출력한다. 상기 채널 분할기 #1(305)에 의해 각 서브 캐리어별로 대역 확산된 칩(chip) 단위의 출력 시퀀스들은 합산기 #1(306)로 입력된다. 상기 합산기 #1(306)은 상기 서브 캐리어별로 제공되는 출력 시퀀스들을 칩 단위로 가산하여 길이가 m인 하나의 시퀀스로 출력한다. 상기 합산기 #1(306)로부터의 출력 시퀀스는 스크램블러(307)로 입력된다. 상기 스크램블러(307)는 스크램블링 시퀀스 생성기(313)로부터 생성되는 스크램블링 코드를 가지고 상기 출력 시퀀스를 스크램블링한 후 사상기 #1(308)로 출력한다. 상기 사상기 #1(308)은 상기 스크램블러(307)에서 출력한 신호를 입력하여 자신에게 할당된 첫 번째 서브 채널의 해당 TFC로 사상한 후 출력한다. 상기 사상기 #1(308)에 의해서 무선 전송로의 페이딩 특성에 따라 상기 서브 채널을 구성하는 서브 캐리어들을 동적으로 변경하는 주파수 도약 기능이 이루어질 수도 있다.

한편, 구체적인 설명은 하고 있지 않으나 첫 번째 서브 채널 외의 나머지 서브 채널들에 대응하는 서브 채널 송신기들은 전술한 서브 채널 송신기와 동일한 동작에 의해 대응하는 서브 채널별로의 서브 채널 출력할 수 있음은 물론이다.

두 번째로, 파일럿 채널을 통해 파일럿 신호를 송신하는 파일럿 채널 송신기를 설명하기로 한다.

먼저, 파일럿 신호는 파일럿 패턴 결정기(321)로 입력된다. 여기서, 상기 파일럿 신호는 변조되지 않은 신호이다. 상기 파일럿 패턴 결정기(321)는 미리 정해진 파일럿 패턴에 따라 입력되는 파일럿 심볼을 채널분할기의 해당 입력으로 제공한다. 앞서 설명한 바와 같이, 파일럿 패턴은 서로 다른 직교코드들의 열로 결정되고, 하나의 프레임셀을 구성하는 소정 개수의 OFDM심볼들의 각각에 서로 다른 직교코드를 매핑하게 된다. 단말기는 프레임셀을 수신하여 직교코드들의 열을 획득하고, 상기 획득된 직교코드들의 열로부터 기지국을 구분한다. 여기서, 상기 파일럿 패턴 결정기(321)는 파일럿이 할당될 서브캐리어의 위치도 결정하여 출력한다. 즉, 파일럿 톤(pilot tone)이 배치될 서브 캐리어의 위치를 결정한다. 따라서, 상기 파일럿 톤은 추후 상기 결정된 서브 캐리어의 위치에 배치된다. 이와 같이, 파일럿을 모든 심볼들에 할당하지 않는 이유는, 파일럿 위치에 따라 더 많은 기지국을 구분할 수 있을뿐 아니라, 모든 심볼들에 매핑됨으로써 발생하는 자원 낭비를 줄일 수 있기 때문이다.

한편, 상기에서 설명한 바와 같이 OFDM 통신 시스템에서 송신기, 즉 기지국(BS: Base Station)은 수신기, 즉 단말기로 파일럿 서브 캐리어, 즉 파일럿 채널 신호들을 송신한다. 여기서, 상기 파일럿 채널 신호들을 송신하는 이유는 동기 획득(synchronization acquisition)과 채널 추정(channel estimation) 및 기지국 구분을 위해서이다. 상기 파일럿 채널 신호들은 일종의 트레이닝 시퀀스(training sequence)로서 동작하여 송신기와 수신기 간 채널 추정을 수행할 수 있도록 하고, 또한 상기 파일럿 채널 신호들을 이용하여 단말기가 단말기 자신이 속한 기지국을 구분할 수 있도록 한다. 상기 파일럿 채널 신호들이 송신되는 위치는 송신기와 수신기 간에 미리 규약되어 있다. 결과적으로, 상기 파일럿 채널 신호들은 일종의 기준 신호(reference signal)로서 동작하게 된다.

그러면 여기서, 상기 파일럿 채널 신호들을 사용하여 단말기가 단말기 자신이 속한 기지국을 구분하는 과정을 설명하기로 한다.

먼저, 기지국은 상기 파일럿 채널 신호들이 특정한 패턴, 즉 파일럿 패턴(pilot pattern)을 가지면서도 상기 데이터 채널 신호들에 비해서 비교적 높은 송신 전력(transmit power)으로 셀 반경(cell boundary)까지 도달할 수 있도록 송신한다. 여기서, 상기 기지국이 상기 파일럿 채널 신호들을 특정한 파일럿 패턴을 가지면서도 높은 송신 전력으로 셀 반경까지 도달할 수 있도록 송신하는 이유는 다음과 같다. 단말기는 셀(cell)에 진입하였을 때 단말기 자신이 현재 속해 있는 기지국에 대한 어떤 정보도 가지고 있지 않다. 상기 단말기가 단말기 자신이 속해있는 기지국을 검출하기 위해서는 상기 파일럿 채널 신호들을 이용해야만 하고, 그래서 상기 기지국은 상기 파일럿 채널 신호들을 비교적 높은 송신 전력으로 특정한 파일럿 패턴을 가지도록 송신함으로써 상기 단말기가 단말기 자신이 속해있는 기지국을 검출할 수 있도록 한다.

한편, 상기 파일럿 패턴은 기지국에서 송신하는 파일럿 채널 신호들이 생성하는 패턴을 의미한다. 즉, 상기 파일럿 패턴은 상기 파일럿 신호를 확산(spreading)시키는 소정 개수의 직교 코드(orthogonal code)들에 의해 결정된다. 그래서, 상기 OFDM 통신 시스템은 상기 OFDM 통신 시스템을 구성하는 기지국들 각각을 구분하도록 하기 위해 상기 기지국들 각각이 상이한 파일럿 패턴을 가지도록 설계해야만 한다. 결국, 단말기는 자신이 속한 기지국을 상기 파일럿 패턴을 가지고 구분하게 되는 것이다. 여기서, 실제 도면 상에 도시하지는 않았으나 트래픽 채널과 상기 파일럿 채널은 서로 다른 직교 코드들에 의해 확산되어 송신된다.

세 번째로, 동기 채널을 통해 정보 데이터를 송신하는 동기 채널 송신기에 대해서 설명하기로 한다.

먼저, 정보 데이터는 채널 인코더(channel encoder)(331)로 입력된다. 상기 채널 인코더(331)는 상기 동기 채널의 정보 데이터를 미리 설정되어 있는 인코딩 방식으로 인코딩한 후 인코딩된 정보 데이터를 변조기(332)로 출력한다. 상기 변조기(332)는 상기 채널 인코더(331)에서 출력한 인코딩된 정보 데이터를 미리 설정되어 있는 설정 변조 방식을 가지고 변조한 후 동기 채널 신호로서 출력한다.

네 번째로, 공유 제어 채널을 통해 제어 정보를 송신하는 공유 제어 채널 송신기에 대해서 설명하기로 한다.

먼저, 제어 정보는 채널 인코더(341)로 입력된다. 상기 채널 인코더(341)는 상기 공유 제어 채널의 제어 정보를 미리 설정되어 있는 인코딩 방식으로 인코딩한 후 인코딩된 제어 데이터를 변조기(342)로 출력한다. 상기 변조기(342)는 상기 채널 인코더(341)에서 출력한 인코딩된 제어 정보를 미리 설정되어 있는 설정 변조 방식을 가지고 변조한 후 공유 제어 채널 신호로서 출력한다.

다섯 번째로, 프리앰블 채널을 통해 프리앰블 시퀀스를 송신하는 프리앰블 채널 송신기에 대해서 설명하기로 한다.

먼저, 프리앰블 시퀀스는 동기 획득용 패턴 생성기(351)로 입력된다. 상기 동기 획득용 패턴 생성기(351)는 상기 프리앰블 시퀀스를 사용하여 단말기가 프레임셀 동기를 획득할 수 있도록 하기 위해서 상기 프리앰블 시퀀스가 특정 패턴(pattern)을 가지도록 한 후 프리앰블 채널 신호로서 출력한다. 여기서, 상기 특정 패턴이라 함은 상기 프리앰블 시퀀스의 반복 패턴을 나타낸다. 즉, 상기 프리앰블 시퀀스는 짧은 프리앰블 시퀀스(short preamble sequence) 혹은 긴 프리앰블 시퀀스(long preamble sequence)의 두 가지 종류가 존재하며, 시스템의 상황에 따라 상기 짧은 프리앰블 시퀀스를 반복하여 사용하거나 혹은 긴 프리앰블 시퀀스를 반복하여 사용할 수 있는데, 상기 동기 획득용 패턴 생성기(351)가 이런 반복 패턴을 결정하는 것이다.

다음으로, 상기한 채널 송신기들로부터 발생하는 채널신호들을 송신하기 위한 송신기 구조를 설명하기로 한다.

도 4는 도 3에서 생성된 다수의 채널신호들을 OFDM 방식에 의해 송신하기 위한 송신기의 구성을 도시하고 있다. 설명하기에 앞서, 상기 도 4에 도시되어 있는 송신기 구조는 상기 도 3에서 설명한 채널 송신기 이후의 동작을 수행하는 송신기 구조임에 유의하여야 한다.

먼저 참조부호 "A"와 "B"는 상기 도 3에 도시되어 있는 채널 송신기들과 도 4에 도시된 송신기 사이의 연결 관계를 나타내기 위한 것이다. 따라서, 상기 도 4에서 입력 단 "A"를 통해서는 상기 도 3에서 설명한 채널 송신기로부터의 출력 신호들, 즉 각 서브 채널별로 출력되는 트래픽 채널 데이터들과 파일럿 채널 데이터와 동기채널 데이터 및 공유제어채널 데이터가 입력된다. 그리고 상기 도 4에서 입력 단 "B"를 통해서는 상기 도 3에서 설명한 채널 송신기로부터의 출력 신호, 즉 프리앰블 채널 데이터가 입력된다.

도 4를 참조하면, 상기 도 3에서 설명한 바와 같이 채널 송신기들로부터의 출력 신호들은 입력 단 "A"와 입력단 "B"를 통해 시분할 다중화기(TDM: Time Division Multiplexer, 이하 "TDM"이라 칭하기로 한다)(411)로 입력된다. 상기 TDM(411)은 상기 트래픽 채널 신호와, 파일럿 채널 신호와, 동기 채널 신호와, 공유 제어 채널 신호 및 프리앰블 채널 신호를 시분할 다중화하여 역 고속 푸리에 변환(IFFT: Inverse Fast Fourier Transform, 이하 "IFFT"라 칭하기로 한다)기(413)로 출력한다. 그러면, 여기서 상기 TDM(411)의 시분할 다중화 과정을 도 1을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다. 상기 도 1에서 설명한 바와 같이, 시간 축에 있어 하나의 FC는 16개의 OFDM 심볼들로 이루어진다. 상기 TDM(411)은 상기 16개의 OFDM 심볼들 중 첫 번째 OFDM 심볼 구간에서는 상기 프리앰블 채널을 선택하여 출력하며, 나머지 15개의 OFDM 심볼들의 구간에서는 나머지 채널신호들을 선택하여 출력한다.

상기 IFFT기(413)는 상기 TDM(411)에서 출력한 신호들을 입력하여 역 고속 푸리에 변환(IFFT)하여 병렬/직렬 변환기(parallel to serial converter)(415)로 출력한다. 상기 병렬/직렬 변환기(415)는 상기 IFFT기(413)에서 출력한 신호를 입력하여 직렬 변환한 후 보호 구간 삽입기(guard interval inserter)(417)로 출력한다. 상기 보호 구간 삽입기(417)는 상기 병렬/직렬 변환기(415)에서 출력한 신호를 입력하여 보호 구간 신호를 삽입한 후 상기 디지털/아날로그 변환기(digital to analog converter)(419)로 출력한다. 여기서, 상기 보호 구간은 상기 OFDM 통신시스템에서 OFDM 심볼을 송신할 때 이전 OFDM 심볼 시간에 송신한 OFDM 심볼과 현재 OFDM 심볼 시간에 송신할 현재 OFDM 심볼간에 간섭(interference)을 제거하기 위해서 삽입된다. 또한, 상기 보호 구간은 일정 구간의 널(null) 데이터를 삽입하는 형태로 제안되었으나, 상기 보호 구간에 널 데이터를 전송하는 형태는 수신기에서 OFDM 심볼의 시작점을 잘못 추정하는 경우 서브 캐리어들간에 간섭이 발생하여 수신 OFDM 심볼의 오판정 확률이 높아지는 단점이 존재하여, 현재는 시간 영역의 OFDM 심볼의 마지막 일정 비트들을 복사하여 유효 OFDM 심볼에 삽입하는 형태의 "Cyclic Prefix" 방식이나 혹은 시간 영역의 OFDM 심볼의 처음 일정 비트들을 복사하여 유효 OFDM 심볼에 삽입하는 "Cyclic Postfix" 방식을 사용한다.

상기 디지털/아날로그 변환기(419)는 상기 보호 구간 삽입기(417)에서 출력한 신호를 입력하여 아날로그 변환한 후 무선 주파수(RF: Radio Frequency, 이하 "RF"라 칭하기로 한다) 처리기(processor)(421)로 출력한다. 여기서, 상기 RF 처리기(421)는 필터(filter)와 전처리기(front end unit) 등의 구성들을 포함하며, 상기 디지털/아날로그 변환기(419)에서 출력한 신호를 실제 에어(air)상에서 전송 가능하도록 RF 처리한 후 안테나(antenna)를 통해 에어(air)상으로 전송한다.

다음으로, FH-OFCDMA 통신 시스템의 수신기 구조를 설명하기로 한다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 FH-OFCDMA 통신 시스템에서 수신기의 구성을 도시하고 있다.

도 5를 참조하면, 먼저, 상기 FH-OFCDMA 통신 시스템의 송신기에서 송신한 신호는 다중 경로 채널(multipath channel) 등과 같은 실제 무선 채널 환경을 겪고 잡음(noise) 성분이 가산된 형태로 상기 FH-OFCDMA 통신 시스템의 수신기의 안테나를 통해 수신된다. 상기 안테나를 통해 수신된 신호는 상기 RF 처리기(511)로 입력되고, 상기 RF 처리기(511)는 상기 안테나를 통해 수신된 신호를 중간 주파수(IF: Intermediate Frequency) 대역으로 다운 컨버팅(down converting)한 후 아날로그/디지털 변환기(analog/digital converter)(513)로 출력한다. 상기 아날로그/디지털 변환기(513)는 상기 RF 처리기(511)에서 출력한 아날로그 신호를 디지털로 변환한 후 보호 구간 제거기(guard interval remover)(515)로 출력한다.

상기 보호 구간 제거기(515)는 상기 아날로그/디지털 변환기(513)에서 출력한 신호를 입력하여 보호 구간 신호를 제거한 후 직렬/병렬 변환기(serial to parallel converter)(517)로 출력한다. 상기 직렬/병렬 변환기(517)는 상기 보호 구간 제거기(515)에서 출력한 직렬 신호를 입력하여 병렬 변환한 후 고속 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform, 이하 "FFT"라 칭하기로 한다)기(519)로 출력한다. 상기 FFT기(519)는 상기 직렬/병렬 변환기(517)에서 출력한 신호를 N-포인트 FFT를 수행한 후 TDM(521)로 출력한다. 상기 TDM(521)은 상기 FFT기(519)에서 출력한 신호를 입력하여 시분할 다중화하여 트래픽 채널 신호와, 파일럿 채널 신호와, 동기 채널 신호와, 공유 제어 채널 신호 각각을 트래픽 채널 수신기와, 파일럿 채널 수신기와, 동기 채널 수신기와, 공유 제어 채널 수신기로 출력한다. 여기서, 상기 트래픽 채널 수신기와, 파일럿 채널 수신기와, 동기 채널 수신기와, 공유 제어 채널 수신기는 상기 도 3에서 설명한 트래픽 채널 송신기와, 파일럿 채널 송신기와, 동기 채널 송신기와, 공유 제어 채널 송신기에서 수행되는 채널 송신 동작의 역으로 채널 신호를 복조하며, 실제 도면 상에는 도시하지는 않았지만 상기 채널 송신 동작에 대한 역동작을 수행하는 구조를 가짐에 유의하여야 한다. 물론, 상기 채널 수신기들은 하나의 단말기만을 고려하므로 송신기의 채널 송신기와 같이 다수의 단말기들을 고려할 필요가 없으므로, 상기 하나의 단말기에 해당하는 채널화 코드 및 스크램블링 코드 등만을 고려하여 동작하게 된다.

다음으로, 본 발명에 따른 FH-OFCDMA 통신 시스템의 셀 탐색 장치를 설명하기로 한다.

도 6a, 6b, 6c, 6d는 본 발명의 실시예에 따른 FH-OFCDMA 통신 시스템에서 셀 탐색 장치의 상세 구성을 도시하고 있다.

상기 도 6a, 6b, 6c, 6d를 설명하기에 앞서, 상기 FH-OFCDMA 통신 시스템에서 셀 탐색(cell search)을 수행하는 이유를 살펴보기로 한다.

먼저, 단말기가 파워 온(power on)하면, 상기 단말기는 특정 기지국을 획득하고 역방향 링크(reverse link)의 액세스 채널(access channel)을 통해 통신을 시도하게 된다. 그러나, 상기 단말기는 파워 온 될 때 상기 단말기 자신이 속한 기지국을 알 수가 없다. 따라서, 상기 단말기는 통신을 수행하기 위해서는 자신이 속한 기지국, 즉 셀을 탐색해야만 하는 것이다.

먼저, 도 6a에서 제어기(controller)(611)는 상기 셀 탐색 장치의 전반적인 동작을 제어한다. OFDM 심볼 동기 획득기(613)는 수신되는 OFDM 심볼의 보호 구간 신호를 사용하여 OFDM 심볼 동기를 획득한다. 여기서, 상기 보호 구간은 상기에서 설명한 바와 같이, OFDM 심볼을 송신할 때 이전 OFDM 심볼 시간에 송신한 OFDM 심볼과 현재 OFDM 심볼 시간에 송신할 현재 OFDM 심볼간에 간섭을 제거하기 위해서 삽입되며, 시간 영역의 OFDM 심볼의 마지막 일정 비트들을 복사하여 유효 OFDM 심볼에 삽입하는 형태의 "Cyclic Prefix" 방식이나 혹은 시간 영역의 OFDM 심볼의 처음 일정 비트들을 복사하여 유효 OFDM 심볼에 삽입하는 "Cyclic Postfix" 방식을 이용해 삽입된다. 여기서는 설명의 편의상 상기 Cyclic Prefix 방식에 따라 보호 구간을 삽입하는 경우를 가정하기로 한다. 따라서, 상기 OFDM 심볼 동기 획득기(613)는 상기 보호 구간과 수신되는 OFDM 심볼의 마지막 일정 비트들을 상관(correlation)하여 미리 설정한 임계값(threshold value)이 상인 피크값(peak value)을 검출하고, 상기 피크값(peak value)에 해당하는 타이밍(timing)을 이용해 OFDM 심볼 동기를 획득한다. 이렇게, 상기 임계값 이상이면서도 피크값을 가지는 타이밍이 상기 단말기가 속한 기지국의 OFDM 심볼 타이밍, 즉 OFDM 심볼 바운더리(boundary)가 되는 것이며, 상기 OFDM 심볼 타이밍을 검출하는 과정이 바로 OFDM 심볼 동기를 획득하는 과정이다. 상기 OFDM 심볼 동기를 획득함에 따라 FFT 시작점을 찾아 FFT를 수행하는 것이 가능하게 된다.

상기 OFDM 심볼 동기 획득기(613)로부터 OFDM 심볼 타이밍 검출신호가 수신되면, 즉 OFDM 심볼 동기를 획득함을 감지하면, 상기 제어기(611)는 상기 검출한 OFDM 심볼 타이밍에 동기하여 프레임 셀 동기 획득기(615)가 FC 동기를 획득하도록 제어한다.

상기 프레임 셀 동기 획득기(615)는 프리앰블 채널 신호를 이용하여 상기 FC의 시작점, 즉 FC 바운더리(boundary)를 탐색한다. 여기서, 상기 FC의 시작점을 탐색하는 이유는 상기 기지국 구분을 위한 파일럿 패턴의 시작점이 FC의 시작점을 기준으로 설정되어 상기 FC를 단위로 반복 혹은 변경되기 때문이다. 즉, 연속된 파일럿 채널 사이에 프리앰블 채널(본 발명에서는, 프리앰블 채널에 파일럿 서브캐리어가 존재하지 않는다)이 존재할 경우 파일럿 패턴을 잘못 추정할 수 있는 가능성이 존재하기 때문에 FC의 시작점을 탐색해야만 하는 것이다. 상기에서 설명한 바와 같이 상기 프리앰블 채널을 통해서 동일한 프리앰블 시퀀스가 복수번 반복되어 송신되므로, 이 반복된 시퀀스를 서로 상관시켜 미리 설정된 임계값 이상인 피크값을 검출하고, 상기 피크값을 가지는 타이밍을 FC의 시작점으로 결정한다. 다른 예로, 단말기가 프리앰블 시퀀스를 미리 알고 있다면, 수신신호와 미리 알고 있는 프리앰블 시퀀스를 상관하여 FC의 시작점을 찾는다. 그러면 여기서, 상기 FC의 시작점을 검출하는 과정을 상세하게 설명하면 다음과 같다.

먼저, 단말기는 임의의 제1기지국(BS 1)과 제2기지국(BS 2)으로부터 신호를 수신한다고 가정할 때, 상기 단말기는 상기 제1기지국 및 제2기지국으로부터 수신되는 신호가 데이터인지 혹은 프리앰블 신호인지 구분하는 것은 불가능하다. 그러나, 상기 단말기는 상기 수신되는 신호가 반복되는지 여부는 파악할 수 있으며, 상기 반복되는 시퀀스를 서로 상관시켜 그 상관값이 미리 설정한 임계값 이상이면서도 피크값을 가질 경우 FC의 시작점으로 검출하는 것이다.

상기 FC의 시작점이 획득되면, 즉 프레임 셀 동기 획득기(615)로부터 FC 동기 획득 신호가 수신되면, 상기 제어기(611)는 상기 검출한 FC의 시작점에 동기하여 파일럿 패턴 검출기(617)가 파일럿 패턴을 검출하도록 제어한다. 여기서, 상기 FC 동기를 획득하지 않고 상기 OFDM 심볼 동기만을 획득한 상태에서도 파일럿 패턴을 검출할 수 있다. 이를 상세하게 설명하면 다음과 같다. 상기 프리앰블 채널 신호를 사용하여 상기 FC의 시작점을 검출하는 이유는 파일럿 패턴을 검출함에 있어 상기 프리앰블 채널 신호로 인해서 정확한 파일럿 패턴을 검출할 수 없는 경우가 발생하기 때문이다. 그러나, 이런 경우가 발생하지 않거나 혹은 2개의 파일럿 신호만으로 정확한 파일럿 패턴을 검출할 수 있을 경우에는 상기 FC의 시작점을 검출할 필요가 없으며, 따라서 상기 프레임 셀 동기 획득기(615)를 제거할 수도 있음은 물론이다. 상기 파일럿 패턴 검출기(617)는 비동기 에너지 검출에 의해 파일럿 채널 신호의 확산코드를 검출하고, 상기 검출된 확산코드들의 열을 가지고 기지국을 구분한다. 상기 파일럿 패턴 검출기(617)의 동작을 상세하게 설명하면 다음과 같다.

먼저, 상기 OFDM 심볼 동기 획득기(613)가 획득한 OFDM 심볼 타이밍을 가지고 수신 신호를 FFT 수행하면 주파수 영역(frequency domain)의 신호로 변환된다. 그러면, 상기 파일럿 패턴 검출기(617)는 상기 주파수 영역의 수신 신호로부터 비동기 에너지 검출을 통해 수신된 파일럿 신호에 사용된 확산 코드를 검출한다. 상기한 바와 같이 파일럿 신호들은 다른

채널 신호들에 비해서 비교적 높은 송신 전력으로 셀 반경까지 도달할 수 있도록 송신되기 때문에, 비동기 에너지 검출을 수행하더라도 피크값으로 검출된다. 이렇게 상기 파일럿 신호에 사용된 확산 코드를 검출한 후 상기 파일럿 패턴 검출기(617)는 상기 검출한 확산 코드들을 가지고 파일럿 패턴을 검출한다. 상기 제어기(611)는 상기 파일럿 패턴 검출기(617)에서 검출한 파일럿 패턴과 상기 제어기(611)의 내부 메모리(memory)(도시하지 않음)에 미리 테이블(table) 형태로 저장하고 있는 파일럿 패턴들을 비교하고, 상기 비교 결과 상기 검출한 파일럿 패턴과 일치하는 파일럿 패턴이 존재할 경우 상기 검출한 파일럿 패턴에 해당하는 기지국을 상기 단말기 자신이 속한 기지국으로 판단한다. 여기서, 상기 검출한 파일럿 패턴과 미리 저장되어 있는 파일럿 패턴들과의 비교는 상관 동작을 통해서 이루어지며, 상기 검출한 파일럿 패턴과 일치하는 파일럿 패턴이 존재한다고 하더라도 그 상관값이 미리 설정한 임계값 미만일 경우에는 부정확한 파일럿 패턴 검출로 간주하여 오류를 제거한다.

도 6b는 OFDM 심볼 동기 획득기(613)의 내부 구조를 보여준다.

도 6b를 참조하면, 먼저 OFDM 심볼 동기 획득기로 입력되는 신호는 CP 상관기(601)를 통해 상관에너지가 추정된다. CP 상관기(601)는 OFDM 심볼길이를 주기로 반복되는 CP를 이용하여 차등방식(differential)으로 상관을 수행하여 상관값을 출력한다. 슬라이딩 윈도우(sliding window)를 한 샘플씩 이동시키면서 상관하여 그 상관값을 임계치 비교기(603)로 출력한다. 일반적으로, CP 구간이 길수록 높은 상관값을 얻을 수 있어 OFDM 심볼 동기 획득에 좋은 영향을 준다. 제어기(611)는 CP 상관기(601)의 상기 슬라이딩 윈도우(sliding window)를 한 샘플씩 이동시키기 위한 제어신호를 발생한다. 임계치 설정기(602)는 심볼 단위로 임계치를 결정하여 임계치 비교기(603)로 출력한다. 상기 임계치는 수신신호의 평균상관값보다 n dB 큰 값으로 정한다($Th \geq (E_{Ave} \text{ or } E_{Ave} * n \text{ dB})$). 한편, 상기 임계치 설정기(602)는 도시된 바와 같이 CP상관기(602)의 일부로 구현될 수도 있고, 별도의 구성으로 구현될 수도 있다. 상기 임계치 비교기(603)는 상기 CP상관기(601)에서 출력되는 상관값과 상기 임계치 설정기(602)에서 정해진 임계치를 비교하고, 상기 상관값이 임계치보다 큰 샘플값을 샘플 선택기(607)로 출력한다. 한편 상기 제어기(611)는 상기 CP 상관기(601)내지 임계치 비교기(603)에서의 과정을 정해진 연속된 정수개의 OFDM 심볼들에 대해서 반복하여 샘플값들을 샘플 선택기(607)로 출력하도록 제어한다.

상기 샘플 선택기(607)는 상기 임계치 비교기(603)로부터의 결과들로부터 상기 연속된 정수개의 OFDM심볼들에 대하여 상기 획득된 샘플값들 중 가장 큰 상관값을 갖는 샘플을 심볼 시작점으로 결정하여 출력한다. 이와 같이, 본 발명은 연속된 정수개의 OFDM 심볼들에서 공통적으로 피크가 검출되는 샘플 값을 획득하고, 상기 획득된 소정 개수의 샘플값들중 가장 큰 상관값을 갖는 샘플을 심볼 시작점으로 결정한다. 이렇게 하는 이유는, 채널 등의 이유로 1 심볼구간 동안 얻는 상관값의 신뢰도가 낮기 때문이다. 연속된 심볼구간이 길수록 OFDM 심볼 동기 획득 확률은 증가되며 어느 시점부터는 증가율이 둔화되는 특징이 있다. 따라서 이러한 특징과 연산량 등을 고려해서 동기획득에 사용될 OFDM심볼의 개수를 결정한다. 한편, OFDM 심볼 동기 획득기(613)의 결과는 프레임셀 동기 획득기(615)로 제공된다.

도 6c는 프레임셀 동기 획득기(615)의 상세 구성을 보여준다. 프레임셀 동기 획득은 기지국과 이동국 양측이 모두 알고 있는 프리앰블 신호로 이루어진다. 그러므로, OFDM 심볼 동기 획득 때 사용한 차등방식과 달리 상관방식(correlation)이 사용된다.

도 6c를 참조하면, 먼저 제어기(611)는 OFDM 심볼 동기 획득기(613)에서 구한 샘플 위치에 맞춰 심볼주기로 카운팅을 수행한다. 프리앰블 상관기(621)는 상기 제어기(611)로부터의 상기 카운팅 신호에 근거해서 주파수 영역에서의 소정 길이(프리앰블 시퀀스의 길이)의 시퀀스와 미리 알고 있는 프리앰블 시퀀스를 상관하여 상관값을 출력한다. 구해진 상관값들은 최대 상관값 검출기(623)에 입력된다. 이때 관찰구간은 복수의 프레임셀들의 길이로 정해지므로, 하나의 프레임셀을 구성하는 OFDM심볼의 개수의 정수배에 해당하는 상관값들이 상기 최대 에너지 검출기(623)로 입력된다.

상기 최대 에너지 검출기(623)는 상기 제어기(611)의 제어하에 상기 프리앰블 상관기(621)로부터의 상관값들을 프레임셀 단위로 비교하고, 그 결과를 심볼 선택기(627)로 출력한다. 여기서, 상기 관찰구간은 미리 정해지며 제어기(611)에 의해 제어된다. 상기 프리앰블 상관기(621) 내지 최대 에너지 검출기(623)의 1회 처리과정은 하나의 FC구간을 이루고 있는 일정개수의 OFDM 심볼들중 하나의 OFDM심볼에 대한 처리과정이다. 따라서 최소 관찰구간은 하나의 FC구간이며 하나의 FC구간을 이루는 일정개수의 OFDM 심볼들에 대하여 관찰해야 한다. 상기 제어기(611)는 하나의 FC구간을 이루는 일정개수의 OFDM 심볼들의 수를 상기 프레임셀 단위로 하여 상기 프리앰블 상관기(621) 내지 최대 에너지 검출기(623)의 처리과정을 반복하도록 제어한다. 또한, 상기 제어기(611)은 프레임셀 동기의 정확성을 높이기 위해 일정개수의 프레임셀들에 대하여 관찰하도록 상기 프레임셀 단위의 처리과정을 일정횟수 만큼 반복하도록 제어한다.

상기 심볼 선택기(627)는 상기 최대 에너지 검출기(623)로부터 상기 프레임셀 단위로 출력되는 상관값들 중에서 최대 상관값을 갖는 OFDM심볼을 저장한다. 이후, 최대 상관값을 갖는 OFDM심볼들이 각 프레임셀에서 동일한 위치에 존재하는

지 여부를 검사하고, 확인된 OFDM심볼들이 프레임셀내 동일한 위치에서 존재한다고 판단될 경우, 그 위치를 프레임셀 시작점으로 결정하여 출력한다. 이와 같이, 본 발명은 소정 관찰구간동안 프레임셀 단위로 최대 상관값을 갖는 OFDM심볼을 검색하고, 상기 검색된 OFDM심볼들이 프레임셀내 동일한 위치에 있는 검사하여 프레임셀 시작점을 결정한다. 관찰구간이 길거나 연속구간일 경우 프레임셀 동기의 정확성은 높아지고, 관찰구간이 짧거나 비연속구간일 경우 프레임셀 동기의 정확성은 떨어진다. 여기서, 연속구간이라 함은 최대 상관값을 갖는 심볼들이 프레임셀내 동일 위치에 존재하는 것을 의미하고, 비연속구간이라 함은 각 프레임셀에서 동일한 심볼위치를 갖지 않고 몇 군데 다른 위치의 심볼이 최대값을 갖는 경우를 나타낸다.

도 6d는 파일럿 패턴 검출기(617)의 상세 구성을 보여준다. 앞서 설명한 바와 같이, 파일럿 패턴은 파일럿에 사용된 직교 코드들의 열을 나타낸다.

도 6d를 참조하면, 먼저 역확산기(631)는 고속 푸리에 변환된 신호를 TFC 단위로 미리 정해진 확산코드들로 역확산하여 에너지계산기(633)로 출력한다. 상기와 같이 역확산을 거치면, 송신단에서 확산되었던 데이터 및 파일럿을 검출할 수 있게 된다. 일반적으로, 파일럿은 데이터에 비해 높은 전력으로 송신되므로, 쉽게 검출할 수 있다. 상기 에너지 계산기(633)는 상기 역확산기(631)로부터의 역확산 신호들을 가지고 정해진 시간-주파수영역마다 직교코드별 에너지를 계산한다. 단말기는 모든 기지국의 파일럿 패턴을 알고 있으므로, 해당 파일럿 패턴들의 직교코드별 에너지를 계산할 수 있다. 제어기(611)는 에너지 계산기(633)가 FC 구간동안 모든 가능한 파일럿 패턴의 에너지를 계속 구하도록 제어한다.

각 FC에 대한 에너지계산 과정이 끝나면, 비교기(635)로 입력되어 최대에너지를 갖는 (혹은 제어기(611)에서 기설정된 임계치와 비교하여, 임계치보다 크면서 에너지를 갖는) 파일럿 패턴이 검출된다. 또한, 제어기(611)는 상기 역확산기(631)내지 비교기(635)의 과정을 미리 설정된 복수개의 FC 구간들 동안 반복 수행하도록 한다.

따라서 미리 설정된 복수개의 FC 구간들 동안 계산이 완료되면 복수개의 파일럿 패턴들이 얻어지게 된다. 복수개의 파일럿 패턴들은 선택기(636)에 입력된 뒤, 최종적으로 가장 큰 에너지를 갖는 파일럿 패턴(혹은 가장 자주 구해진 파일럿 패턴, 혹은 몇 개의 FC 이상 구해진 파일럿 패턴)이 셀 아이디로 선택되고 파일럿 패턴 검출이 완료된다. 여기서, 관찰구간이 길거나 연속구간일 경우 파일럿 패턴의 정확성은 높아지고, 관찰구간이 짧거나 비연속구간일 경우 파일럿 패턴의 정확성은 떨어진다.

도 7a, 도 7b 및 도 7c는 심볼동기획득기(613), 프레임셀 동기획득기(615) 및 파일럿 패턴 검출기(617)의 동작을 보여주는 순서도이다.

도 7a는 심볼 동기 획득기(613)에서 수행되는 심볼 동기 획득 절차를 보여준다.

도 7a를 참조하면, 상기 심볼 동기 획득기(613)는 701단계에서 변수 i_sym_init 을 '0'으로 초기화하고, 702단계에서 심볼 인덱스를 나타내는 i_sym 을 '0'으로 초기화하고, 샘플인덱스를 나타내는 i_smp 에 상기 i_sym_init 값을 대입한다. 상기 심볼인덱스 i_sym 는 정해진 심볼구간(N_sym)까지 증가하고, 샘플인덱스 i_smp 는 0부터 N_fft 까지 변화한다.

상기와 같이 초기화를 수행한후, 상기 심볼 동기 획득기(613)는 703단계에서 소정 슬라이딩 윈도우를 통해 추출된 신호들을 소정 방식에 의해 상관하여 상관값들을 계산한다. 여기서, 상기 슬라이딩 윈도우는 상기 샘플 인덱스 i_smp 에 의해 한 샘플씩 이동하게 된다. 이후, 상기 심볼 동기 획득기(613)는 705단계에서 상기 계산된 상관값(또는 상관에너지 값)들을 이용하여 임계치를 설정한다.

상기 임계치를 설정한후, 상기 심볼 동기 획득기(603)는 707단계에서 상기 계산된 상관값들과 상기 임계치를 비교하고, 상기 임계치보다 큰 상관값이 있는지 검사한다. 만일, 임계치보다 큰 상관값이 존재할 경우, 상기 심볼 동기 획득기(603)는 708단계로 진행하여 상기 임계치보다 큰 상관값을 가지는 샘플에 대한 인덱스(i_smp , i_sym)를 저장한후 709단계로 진행한다. 만일, 임계치보다 큰 상관값이 존재하지 않으면, 상기 심볼 동기 획득기(603)는 709단계로 진행하여 심볼인덱스 i_sym 가 소정값($N_sym + i_sym_init$)보다 작은지를 검사한다. 여기서, 상기 소정값은 심볼동기를 획득하기 위해 관찰하는 심볼개수를 나타낸다. 이와 같이, 본 발명은 심볼동기의 신뢰도를 높이기 위해 복수의 심볼들에 해당하는 구간을 관찰하여 심볼동기를 획득한다.

여기서, 상기 심볼인덱스 i_sym 가 소정값보다 작으면, 상기 심볼 동기 획득기(603)는 711단계로 진행하여 상기 샘플인덱스 i_smp 가 소정값 N_fft 보다 작은지를 검사한다. 여기서, 상기 N_fft 는 FFT의 사이즈, 즉 심볼을 구성하는 샘플 개수를 나타낸다. 만일, 상기 샘플 인덱스 i_smp 가 소정값보다 작으면, 상기 심볼 동기 획득기(603)는 713단계로 진행하여 상기 샘플 인덱스 i_smp 를 '1'만큼 증가한후 상기 703단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행한다. 만일, 상기 샘플 인덱스 i_smp

가 소정값 N_{fft} 보다 크거나 같으면, 상기 심볼 동기 획득기(603)는 715단계로 진행하여 상기 심볼 인덱스 i_{sym} 를 '1'만큼 증가하고, 상기 샘플 인덱스 i_{smp} 를 '0'으로 초기화한후 다음 심볼구간에 대한 상관을 수행하기 위해 상기 703단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행한다.

한편, 소정 개수(N_{sym})의 심볼구간들에 대한 상관을 완료한후, 상기 심볼 동기 획득기(603)는 상기 717단계에서 저장된 샘플들중 소정 개수의 심볼구간들 동안 계속해서 상기 임계치를 넘는 샘플이 존재하는지 검사한다. 만약, 상기 임계치를 넘는 샘플이 존재하지 않을 경우, 상기 심볼 동기 획득기(603)는 718단계로 진행하여 상기 i_{sym_int} 를 '1'만큼 증가한후 상기 702단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행한다.

만약, 상기 임계치를 넘는 샘플이 존재하면, 상기 심볼 동기 획득기(603)는 719단계로 진행하여 상기 임계치를 넘는 샘플 위치(샘플인덱스)들중 최고 상관값을 가지는 샘플위치를 심볼 시작점으로 결정한후 종료한다. 이렇게 획득된 심볼 시작점(심볼 동기)은 이후 프레임셀 동기를 획득하는데 이용된다.

도 7b는 프레임셀 동기획득기(615)에서 수행되는 프레임셀 동기 획득 절차를 보여준다.

도 7b를 참조하면, 먼저 프레임셀 동기획득기(615)는 721단계에서 상기 심볼동기 획득기(613)가 구한 심볼동기에 맞춰 수신심볼들을 정렬한다. 수신심볼들을 정렬한후, 상기 프레임셀 동기 획득기(615)는 722단계에서 변수 i_{fc_init} 를 '0'으로 초기화하고, 923단계에서 상기 프레임셀 인덱스 i_{fc} 에 상기 i_{fc_init} 값을 대입하고 심볼인덱스 i_{sym} 을 '0'으로 초기화한다. 여기서, 심볼인덱스 i_{sym} 는 하나의 프레임셀을 구성하는 심볼들을 카운팅하기 위한 것으로, 프레임셀 상관에 사용될 심볼을 지정하기 위한 것이다.

상기와 같은 초기화를 수행한후, 상기 프레임셀 동기 획득기(615)는 724단계에서 프리앰블 검출에 사용될 임계치를 설정한다. 상기 임계치는 일 예로 프리앰블을 수신했을 때의 상관값을 기준으로 하거나, 그 값보다 1 내지 2dB 낮은 값으로 설정할 수 있다. 이후, 프레임셀 동기 획득기(615)는 715단계에서 상기 심볼 인덱스 i_{sym} 가 지정하는 심볼에서 획득된 주파수 영역의 시퀀스와 미리 알고 있는 프리앰블 시퀀스를 상관하여 상관값을 계산한다. 이후, 상기 프레임셀 동기 획득기(615)는 727단계에서 상기 계산된 상관값과 상기 임계치를 비교하고, 상기 계산된 상관값이 상기 임계치보다 큰지를 검사한다. 만일, 상기 계산된 상관값이 상기 임계치보다 크면, 상기 프레임셀 동기 획득기(615)는 728단계로 진행하여 상기 임계치보다 큰 심볼의 심볼인덱스 i_{sym} 와 프레임셀 인덱스 i_{fc} 를 저장한후 상기 729단계로 진행한다.

만일, 상기 계산된 상관값이 상기 임계치보다 작거나 같으면, 상기 프레임셀 동기 획득기(615)는 729단계로 진행하여 미리 정해진 개수의 프레임셀 구간들에 대한 관찰을 완료했는지 검사한다. 다시말해, 프레임셀 인덱스 i_{fc} 가 ($N_{fc} + i_{fc_init}$)보다 작은지를 검사한다. 만일, 프레임셀 인덱스 i_{fc} 가 ($N_{fc} + i_{fc_init}$)보다 작으면, 상기 프레임셀 동기 획득기(615)는 731단계로 진행하여 상기 심볼 인덱스 i_{sym} 가 N_{sym} 보다 작은지를 검사한다. 여기서, 소정값 N_{sym} 은 하나의 프레임셀을 구성하는 심볼들의 개수를 나타낸다.

만일, 상기 심볼 인덱스 i_{sym} 가 상기 N_{sym} 보다 작으면, 상기 프레임셀 동기 획득기(615)는 733단계로 진행하여 상기 심볼인덱스 i_{sym} 를 '1'만큼 증가하고, 상기 725단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행한다. 만일, 상기 심볼 인덱스 i_{sym} 가 상기 N_{sym} 보다 크거나 같으면, 상기 프레임셀 동기 획득기(615)는 735단계로 진행하여 상기 프레임셀 인덱스 i_{fc} 를 '1'만큼 증가하고, 상기 심볼인덱스 i_{sym} 를 '0'으로 초기화한후 상기 725단계로 진행하여 이하 단계를 재수행한다.

한편, 프레임셀 인덱스 i_{fc} 가 ($N_{fc} + i_{fc_init}$)보다 크거나 같으면, 상기 프레임셀 동기 획득기(615)는 737단계로 진행하여 상기 928단계에서 저장된 심볼들중 소정 개수의 프레임셀구간들 동안 계속해서 상기 임계치를 넘는 심볼이 존재하는지 검사한다. 만약, 상기 계속해서 임계치를 넘는 심볼이 존재하지 않으면, 상기 프레임셀 동기 획득기(615)는 738단계로 진행하여 상기 i_{fc_init} 를 '1'만큼 증가한후 상기 723단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행한다. 만약, 상기 계속해서 임계치를 넘는 심볼이 존재하면, 상기 프레임셀 동기 획득기(7615)는 739단계로 진행하여 상기 계속해서 임계치를 넘는 심볼 위치(심볼인덱스)들중 최고 상관값을 가지는 심볼위치를 프레임셀 시작점으로 결정한후 종료한다. 이렇게 획득된 프레임셀 시작점(프레임셀 동기)은 이후 파일럿 패턴을 획득하는데 이용된다.

도 7c는 파일럿패턴 검출기(617)에서 수행되는 파일럿 패턴 획득 절차를 보여준다.

도 7c를 참조하면, 먼저 파일럿패턴 검출기(617)는 741단계에서 상기 프레임셀 동기획득기(615)가 얻은 결과를 이용해 프레임셀 동기를 맞춘다. 그리고, 상기 파일럿패턴 검출기(617)는 743단계에서 프레임셀 인덱스의 초기값인 i_{fc_init} 을 '0'으로 설정하고, 745단계에서 프레임셀 인덱스 i_{fc} 를 상기 i_{fc_init} 값으로 초기화하고 심볼인덱스 i_{sym} 를 '0'으로 초기화한다.

상기와 같이 초기화를 수행한후, 상기 파일럿패턴 검출기(617)는 747단계로 진행하여 프레임셀 신호에서 프리앰블을 제거한후 고속 푸리에 변환하고, 상기 고속 푸리에 변환된 신호를 소정 직교코드들로 역확산한다. 본 발명의 실시예에 따른 프레임셀 구조는 프리앰블이 파일럿 서브캐리어를 포함하지 않기 때문에, 상기와 같이 프리앰블을 제거하게 된다. 이후, 상기 파일럿 패턴 검출기(617)는 749단계에서 파일럿 패턴을 검출하기 위한 임계치를 설정한다. 일반적으로, 파일럿이 데이터보다 높은 파워로 송신되기 때문에, 상기 임계치는 수신신호의 평균에너지보다 작지 않거나 1 내지 2dB 높게 설정된다.

이후, 상기 파일럿 패턴 검출기(617)는 751단계로 진행하여 i_{fc} 번 프레임셀의 i_{sym} 번 심볼에 대한 역확산 신호들을 가지고 미리 알고 있는 모든 파일럿 패턴들의 해당 확산코드(i_{sym} 번 확산코드)에 대한 에너지를 계산한다. 가령, 기지국1의 파일럿 패턴이 [C0, C3, C5]이고, 기지국2의 파일럿 패턴이 [C2, C4, C8]이라고 가정할 때, 기지국1에 대해서는 직교코드 C0, C3 및 C5 각각에 대한 역확산 신호의 에너지를 계산하고, 기지국2에 대해서는 직교코드 C2, C4 및 C8 각각에 대한 역확산 신호의 에너지를 계산한다. 그리고, 상기 파일럿 패턴 검출기(617)는 753단계에서 상기 계산된 에너지 값들을 각각 해당 심볼인덱스 i_{sym} 와 프레임셀 인덱스 i_{fc} 에 대응시켜 저장한다.

이후, 파일럿 패턴 검출기(617)는 755단계에서 미리 정해진 개수의 프레임셀 구간들에 대한 관찰을 완료했는지 검사한다. 다시말해, 프레임셀 인덱스 i_{fc} 가 ($N_{fc} + i_{fc_init}$)보다 작은지를 검사한다. 여기서, 상기 프레임셀 인덱스 i_{fc} 가 ($N_{fc} + i_{fc_init}$)보다 작으면, 상기 파일럿 패턴 검출기(617)는 757단계로 진행하여 상기 심볼인덱스 i_{sym} 가 소정값 N_{sym} 보다 작은지를 검사한다. 여기서, 상기 소정값 N_{sym} 은 하나의 프레임셀을 구성하는 심볼들의 개수를 나타낸다.

만일, 상기 심볼인덱스 i_{sym} 이 상기 N_{sym} 보다 작으면, 상기 파일럿 패턴 검출기(617)는 759단계로 진행하여 상기 심볼인덱스 i_{sym} 을 '1'만큼 증가한후 상기 751단계로 되돌아간다. 만일, 상기 심볼인덱스 i_{sym} 이 상기 N_{sym} 보다 크거나 같으면, 상기 파일럿 패턴 검출기(617)는 761단계로 진행하여 각 파일럿 패턴에 대한 에너지를 계산하고, 상기 계산된 에너지가 상기 임계치보다 큰지를 검사한다. 예를들어, 기지국1의 파일럿 패턴이 [C0, C3, C5]라 할때, 앞서 751단계에서 구한 C0, C3 및 C5 각각에 대한 에너지값을 가산하고, 상기 가산하여 얻어진 기지국1의 파일럿 패턴에 대한 에너지 값을 상기 임계치와 비교하게 된다.

만일, 상기 계산된 에너지가 상기 임계치보다 큰 파일럿 패턴이 존재하지 않으면, 상기 파일럿 패턴 검출기(617)는 766단계로 진행하여 상기 초기값 i_{fc_init} 에 상기 프레임셀 인덱스 i_{fc} 를 더한후 상기 745단계로 되돌아간다. 즉, 실패한 프레임셀 바로 다음부터 N_{fc} 구간을 설정하여 다시 관찰을 수행한다. 만일, 상기 계산된 에너지가 상기 임계치보다 큰 파일럿 패턴이 존재하면, 상기 파일럿 패턴 검출기(617)는 763단계로 진행하여 해당 파일럿 패턴에 해당하는 기지국 구분 코드 (Cell_id)를 저장하고, 765단계에서 상기 프레임셀 인덱스 i_{fc} 를 '1'만큼 증가하고 상기 심볼 인덱스 i_{sym} 를 '0'으로 초기화한후 상기 751단계로 되돌아간다.

한편, 상기 755단계에서 상기 프레임셀 인덱스 i_{fc} 가 ($N_{fc} + i_{fc_init}$)보다 크거나 같다고 판단되면, 상기 파일럿 패턴 검출기(617)는 767단계로 진행하여 상기 763단계에서 저장된 기지국 구분 코드들을 비교한다. 이때, 소정 개수의 프레임셀 동안 계속해서 임계치를 넘은 기지국 구분 코드들을 획득한다. 이후, 상기 파일럿 패턴 검출기(617)는 769단계로 진행하여 상기 획득된 기지국 구분 코드들중 최고 에너지를 갖는 기지국 구분 코드를 선택한후 종료한다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 FH-OFCDMA 통신시스템에서 단말기의 전반적인 셀 탐색 절차를 도시하고 있다.

도 8을 참조하면, 먼저 단말기는 811단계에서 복수의 OFDM심볼 구간들을 관찰하여 OFDM심볼 동기를 획득한다. 구체적으로, OFDM심볼주기로 보호구간과 OFDM심볼의 마지막 일정 비트들을 상관하고, 그 상관값들을 미리 결정된 임계치 (threshold value)와 비교하여 연속된 정수개의 OFDM 심볼들에서 공통적으로 피크가 검출되는 샘플 값을 획득하며, 상기 획득된 샘플값들중 가장 큰 상관값을 갖는 샘플을 심볼 시작점으로 결정한다. 여기서, 보호구간과 OFDM심볼의 마지막 일정 비트들을 상관하는 이유는 사이클릭 프리픽스(cyclic prefix) 방식을 가정하였기 때문이다. 이와 같이, 하나의 OFDM 심볼구간이 아닌 복수의 OFDM심볼구간들을 관찰하여 심볼동기를 획득할 경우, 심볼동기의 신뢰도를 높일수 있다.

상기와 같이 심볼동기를 획득한후, 상기 단말기는 813단계에서 상기 심볼동기를 이용해 수신심볼들을 정렬하고, 복수의 프레임셀 구간들을 관찰하여 프레임셀 동기를 획득한다. 구체적으로, 상기 복수의 프레임셀 구간들동안 각각의 OFDM심볼과 미리 알고 있는 프리앰블 시퀀스를 상관하여 프레임셀 단위로 최대 상관값을 검출하고, 상기 최대 상관값을 갖는 OFDM심볼이 프레임셀내 동일한 위치에 있는지 검사하여 프레임셀 시작점을 결정한다. 이와 같이, 복수의 프레임셀 구간들을 관찰하여 프레임셀 동기 획득 성능을 높인다.

상기와 같이, 프레임셀 동기를 획득한후, 상기 단말기는 815단계에서 상기 프레임셀 동기를 이용해 수신 프레임셀들을 정렬하고, 복수의 프레임셀들을 관찰하여 파일럿 패턴을 획득한다. 구체적으로, 프레임셀별로 파일럿용 직교코드들의 열을 검출하고, 상기 검출된 직교코드들의 열을 미리 알고 있는 파일럿 패턴들과 비교하여 파일럿 패턴을 검출한다. 여기서, 상기 직교코드들의 열과 미리 저장되어 있는 파일럿 패턴들과의 비교는 상관을 통해서 이루어지며, 상기 직교코드들의 열과 일치하는 파일럿 패턴이 존재한다고 하더라도 그 상관값이 미리 설정한 임계값 미만일 경우에는 부정확한 파일럿 패턴 검출로 간주하여 오류를 제거한다. 이와 같은 방식으로, 소정 개수의 파일럿 패턴들을 획득하고, 상기 소정 개수의 파일럿 패턴들이 동일한지를 검사하여 파일럿 패턴을 획득한다. 이와 같이, 복수의 프레임셀 구간들을 관찰하여 파일럿 패턴 검출 성능을 높인다.

이후, 상기 단말기는 817단계에서 상기 파일럿 패턴 검출을 위해서 탐색하고자 하는 윈도우(window) 구간이 완료되었는지 검사한다. 상기 검사 결과 상기 윈도우 구간이 완료되지 않았을 경우, 상기 단말기는 상기 815단계로 되돌아가 상기 파일럿 패턴 검출을 계속해서 수행한다. 만약 상기 검사 결과 상기 윈도우 구간이 완료되었을 경우, 상기 단말기는 819단계로 진행하여 상기 결정된 파일럿 패턴을 사용하여 기지국을 검출한후 종료한다.

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 FH-OFCDMA 통신시스템에서 단말기의 전반적인 셀 탐색 절차를 도시하고 있다.

도 9를 설명하기에 앞서, 상기 도 9의 911단계는 상기 도 8의 811단계와 동일한 동작을 수행하며, 상기 도 9의 913단계 내지 917단계는 상기 도 8의 815단계 내지 819단계와 동일한 동작을 수행하므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 다만, 상기 도 9에 상기 도 8의 813단계에 해당하는 FC 시작점을 검출하는 과정이 존재하지 않는 이유는 다음과 같다. 먼저, 상기 813단계에서 FC의 시작점을 검출하는 이유는 파일럿 패턴을 검출함에 있어 프리앰블 채널 신호로 인해서 정확한 파일럿 패턴을 검출할 수 없는 경우가 발생하기 때문이다. 그러나, 이런 경우가 발생하지 않거나 혹은 2개의 파일럿 신호만으로 정확한 파일럿 패턴을 검출할 수 있을 경우에는 상기 813단계와 같은 동작을 수행할 필요가 없으며, 따라서 상기 도 9에서는 상기 813단계의 FC의 시작점 검출 동작이 존재하지 않는 것이다.

발명의 효과

상술한 바와 같은 본 발명은, FH-OFCDMA 방식을 사용하는 이동 통신 시스템에서 OFDM 심볼 타이밍과, FC 시작점 및 파일럿 패턴 검출의 성능을 증가시킴으로써 효율적이면서도 정확한 셀 탐색을 가능하게 한다는 이점을 가진다. 또한, 본 발명의 상기 OFDM 심볼 타이밍과, FC 시작점 및 파일럿 패턴을 사용하는 다단계 셀 탐색은 셀 탐색에 소요되는 연산량을 최소화하고, 하드웨어도 간단하게 구현할 수 있다는 이점을 가진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

소정 주파수 대역과 소정 개수의 OFDM심볼들을 가지고 프레임셀(FC : Frame Cell)을 구성하며, 상기 프레임셀마다 기지국 구분을 위한 파일럿 패턴을 전송하는 직교주파수분할다중 이동통신시스템에서 단말기가 셀을 탐색하기 위한 장치에 있어서,

복수의 OFDM심볼 구간들을 관찰하여 OFDM심볼 동기를 획득하는 심볼동기 획득기와,

상기 심볼동기 획득기에서 획득된 OFDM심볼 동기에 따라 수신 OFDM심볼들을 정렬하며, 복수의 프레임셀 구간들을 관찰하여 프레임셀 동기를 획득하는 프레임셀 동기 획득기와,

상기 프레임셀 동기 획득기에서 획득된 프레임셀 동기에 따라 수신 프레임셀들을 정렬하며, 복수의 프레임셀들을 관찰하여 파일럿 패턴을 검출하는 파일럿 패턴 검출기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 심볼동기 획득기는,

OFDM심볼 구간동안, 한 샘플씩 이동되는 소정 슬라이딩 윈도우를 기준으로 CP(Cyclic prefix) 상관을 수행하여 상관값을 출력하는 상관기와,

상기 상관기로부터의 상관값과 미리 설정된 임계치를 비교하고, 상기 상관값이 상기 임계치보다 큰 샘플값을 출력하는 비교기와,

상기 상관기 및 상기 비교기의 동작이 미리 정해진 개수의 연속된 OFDM심볼구간들에 대응하여 소정 회수 반복되도록 제어하기 위한 제어기와,

상기 비교기로부터의 샘플값들을 검사하여 상기 복수의 OFDM심볼구간들에서 공통적으로 피크가 검출된 샘플들을 확인하고, 상기 샘플들중에서 가장 큰 상관값을 갖는 샘플을 OFDM심볼 시작점으로 결정하는 샘플 선택기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 프레임셀 동기 획득기는,

상기 심볼동기 획득기에서 획득된 OFDM심볼 동기에 따라 수신 OFDM심볼들을 정렬하며, 프레임셀 구간 단위로 각각의 OFDM심볼과 미리 알고 있는 프리엠블 시퀀스를 상관하여 상관값을 출력하는 프리엠블 상관기와,

상기 프리엠블 상관기로부터의 상관값들을 검사하여 프레임셀 단위로 최대 상관값을 검출하고, 상기 최대 상관값을 가지는 심볼값을 출력하는 최대 에너지 검출기와,

상기 상관기 및 상기 최대 에너지 검출기의 동작이 미리 정해진 개수의 연속된 프레임셀 구간들에 대응하여 소정 회수 반복되도록 제어하기 위한 제어기와,

상기 최대 에너지 검출기로부터 출력되는 복수의 심볼값들이 각 프레임셀 구간내 동일 위치에 존재하는지 검사하고, 상기 동일 위치에 존재할 경우 그 위치를 프레임셀 시작점으로 결정하는 심볼 선택기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 파일럿 패턴 검출기와,

상기 프레임셀 동기 획득기에서 획득된 프레임셀 동기에 따라 수신 프레임셀들을 정렬하며, 프레임셀 단위로 고속 푸리에 변환하고, 상기 고속 푸리에 변환된 신호를 미리 정해진 직교코드들로 역확산하여 출력하는 역확산기와,

상기 역확산기로부터의 역확산 신호들을 가지고 OFDM 단위마다 직교코드들의 조합으로 이루어진 모든 파일럿 패턴들의 각각에 대하여 직교코드별 에너지를 계산하고, 각각의 파일럿 패턴에 대하여 프레임셀 구간동안 계산된 직교코드별 에너지 값들을 모두 가산하여 해당 파일럿 패턴의 에너지를 출력하는 에너지 계산기와,

상기 에너지 계산기로부터 출력되는 각 파일럿 패턴의 에너지를 미리 정해진 임계치와 비교하고, 상기 임계치보다 큰 에너지를 갖는 파일럿 패턴을 검출하여 출력하여 비교기와,

상기 역확산기 내지 상기 비교기의 동작이 미리 정해진 개수의 연속된 프레임셀 구간들에 대응하여 소정 회수 반복되도록 제어하기 위한 제어기와,

상기 비교기로부터 출력되는 복수의 파일럿 패턴들중 가장 큰 에너지를 갖는 파일럿 패턴 혹은 소정 회수 이상 검출된 패턴을 가지고 기지국을 구분하는 선택기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5.

소정 주파수 대역과 소정 개수의 OFDM심볼들을 가지고 프레임셀을 구성하며, 상기 프레임셀마다 기지국 구분을 위한 파일럿 패턴을 전송하는 직교주파수분할다중 이동통신시스템에서 단말기가 셀을 탐색하기 위한 방법에 있어서,

복수의 OFDM심볼 구간들을 관찰하여 OFDM심볼 동기를 획득하는 과정과,

상기 획득된 OFDM심볼 동기에 따라 수신 OFDM심볼들을 정렬하고, 복수의 프레임셀 구간들을 관찰하여 프레임셀 동기를 획득하는 과정과,

상기 획득된 프레임셀 동기에 따라 수신 프레임셀들을 정렬하며, 복수의 프레임셀들을 관찰하여 파일럿 패턴을 검출하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 OFDM심볼 동기 획득 과정은,

OFDM심볼 구간동안, 한 샘플씩 이동되는 소정 슬라이딩 윈도우를 기준으로 CP(Cyclic prefix) 상관값을 수행하여 상관값을 생성하는 제1과정과,

상기 생성된 상관값들을 미리 설정된 임계치와 비교하고, 상기 임계치보다 상관값이 큰 샘플값들을 검출하는 제2과정과,

상기 제1과정 및 제2과정을 미리 정해진 개수의 연속된 OFDM심볼구간들에 대응하여 소정 회수 반복하여 상기 미리 정해진 개수의 샘플값들을 검출하는 제3과정과,

상기 미리 정해진 개수의 샘플값들을 검사하여 상기 연속된 OFDM심볼구간들에서 공통적으로 피크가 검출된 샘플들을 확인하는 제4과정과,

상기 샘플들중에서 가장 큰 상관값을 갖는 샘플을 OFDM심볼 시작점으로 결정하는 제5과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7.

제5항에 있어서, 상기 프레임셀 동기 획득 과정은,

상기 획득된 OFDM심볼 동기에 따라 수신 OFDM심볼들을 정렬하는 제1과정과,

프레임셀 구간 단위로 각각의 OFDM심볼과 미리 알고 있는 프리앰블 시퀀스를 상관하여 상관값들을 생성하는 제2과정과,

상기 생성된 상관값들 미리 설정된 임계치와 비교하고, 상기 임계치보다 큰 상관값들을 프레임셀 단위로 검출하는 제3과정과,

상기 제2과정 및 제3과정을 미리 정해진 개수의 연속된 프레임셀 구간들에 대응하여 소정 회수 반복하여 상기 임계치보다 큰 심볼값들을 검출하는 제4과정과,

상기 검출된 심볼값들이 각 프레임셀 구간내 동일 위치에 존재하는지 검사하는 제5과정과,

상기 동일 위치에 존재할 경우 그 위치를 프레임셀 시작점으로 결정하는 제6과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 8.

제5항에 있어서, 상기 파일럿 패턴 검출 과정은,

상기 획득된 프레임셀 동기에 따라 수신 프레임셀들을 정렬하는 제1과정과,

프레임셀 구간 단위로 고속 푸리에 변환하고, 상기 고속 푸리에 변환된 신호를 미리 정해진 직교코드들로 역확산하는 제2과정과,

상기 역확산 신호들을 가지고 OFDM 구간마다 직교코드들의 조합으로 이루어진 모든 파일럿 패턴들의 각각에 대하여 직교코드별 에너지를 계산하고, 각각의 파일럿 패턴에 대하여 프레임셀 구간동안 계산된 직교코드별 에너지 값들을 모두 가산하여 해당 파일럿 패턴의 에너지를 검출하는 제3과정과,

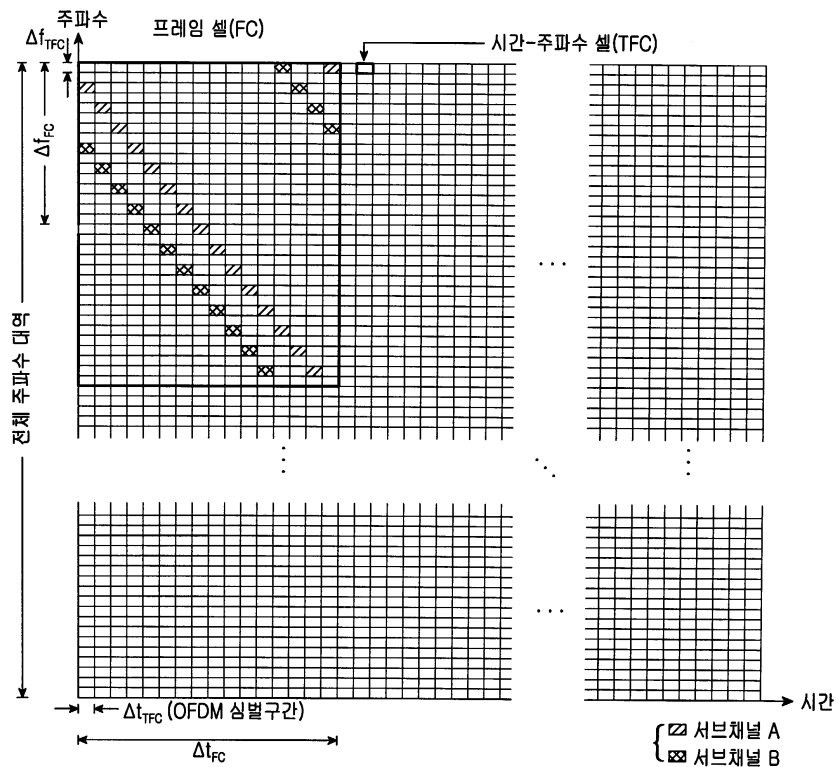
상기 각각의 파일럿 패턴의 에너지를 미리 정해진 임계치와 비교하고, 상기 임계치보다 큰 에너지를 갖는 파일럿 패턴을 검출하는 제4과정과,

상기 제2과정 내지 제4과정을 미리 정해진 개수의 연속된 프레임셀 구간들에 대응하여 소정 회수 반복하여 복수의 파일럿 패턴들을 검출하는 제5과정과,

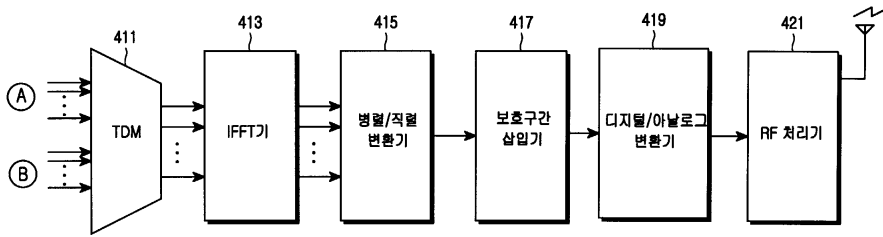
상기 검출된 복수의 파일럿 패턴들중 가장 큰 에너지를 갖는 파일럿 패턴 혹은 소정 회수 이상 검출된 파일럿 패턴을 가지고 기지국을 구분하는 제6과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

도면

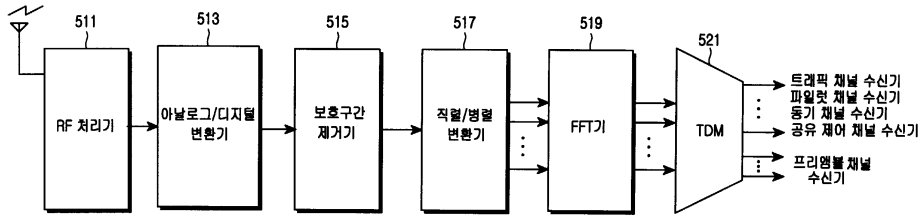
도면1



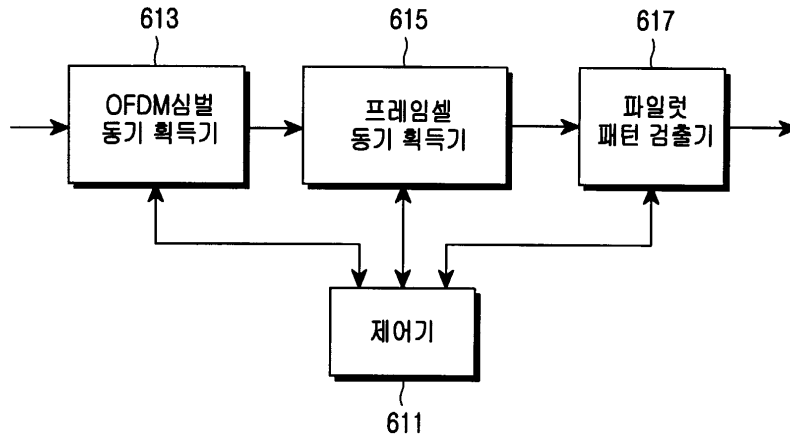
도면4



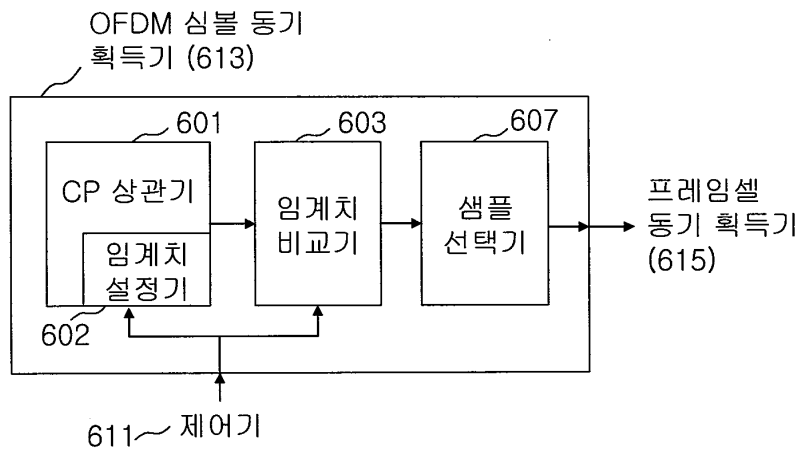
도면5



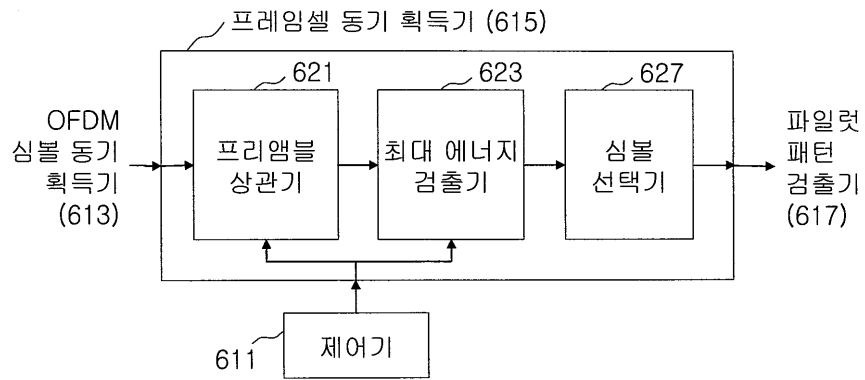
도면6a



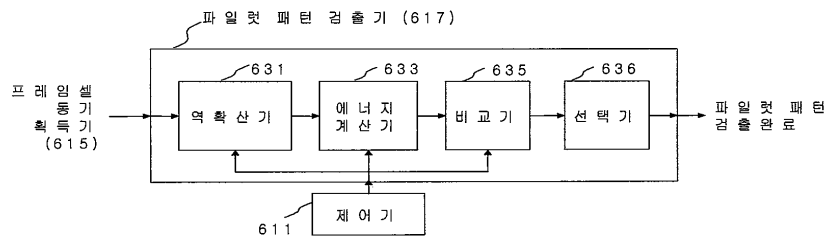
도면6b



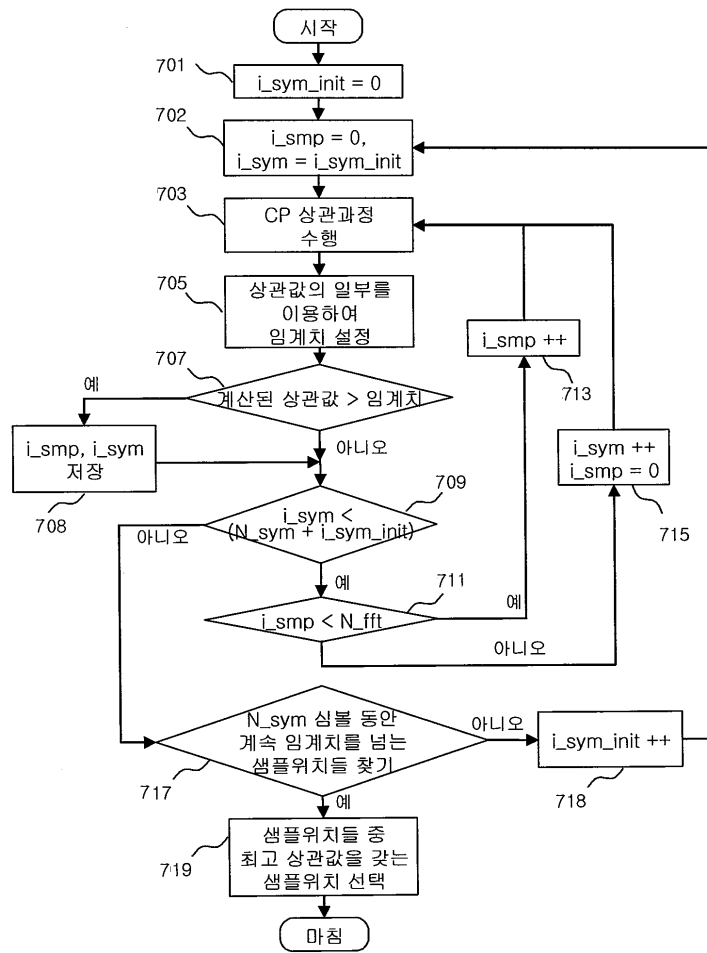
도면6c



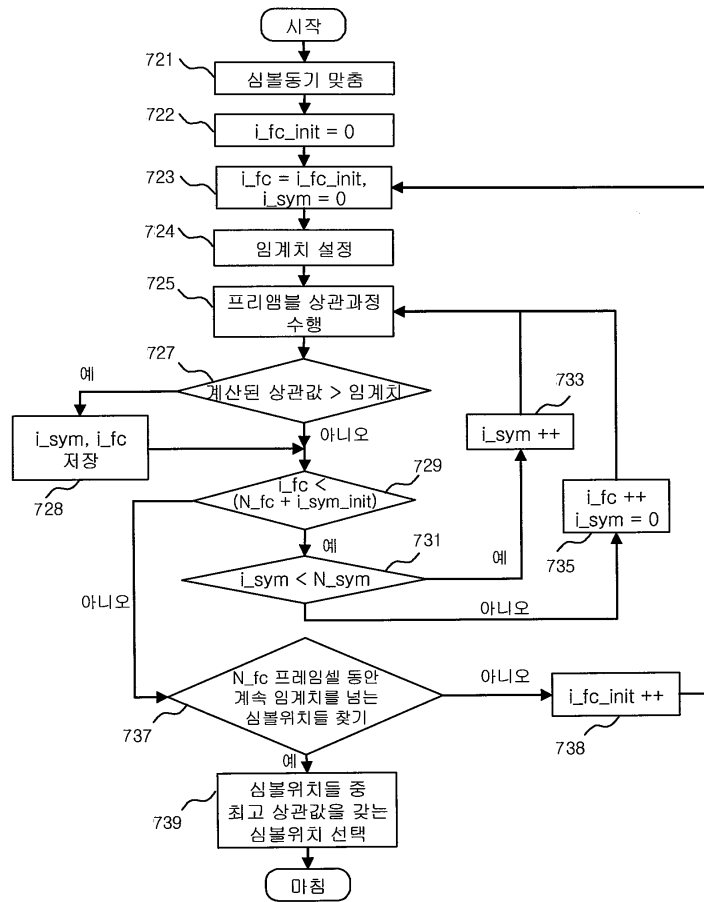
도면6d



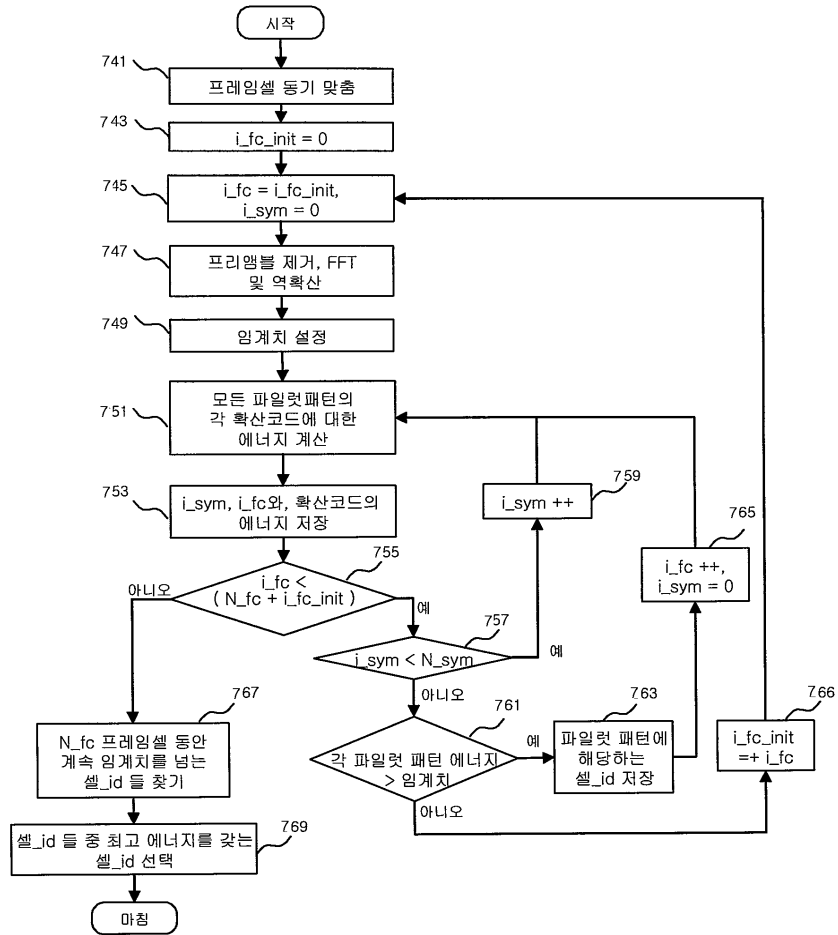
도면7a



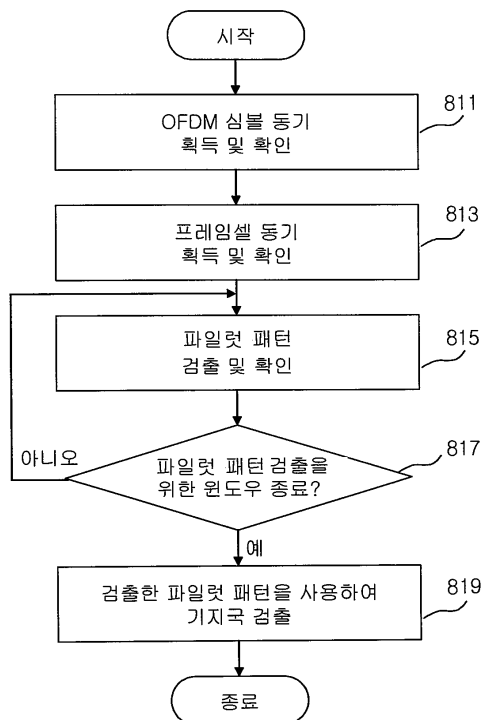
도면7b



도면7c



도면8



도면9

