(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년12월14일
(11) 등록번호 10-0785852
(24) 등록일자 2007년12월07일

(51) Int. Cl.
H04L 27/26 (2006.01) *H04B 7/04* (2006.01)
H04L 1/02 (2006.01) *H04B 7/26* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0057629
(22) 출원일자 2006년06월26일
심사청구일자 2006년06월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020030045478 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
한국전자통신연구원
대전 유성구 가정동 161번지
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
송명선
대전 유성구 어은동 한빛아파트 102-1402
황성현
경기 수원시 팔달구 화서동 화서주공아파트 410-1103
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

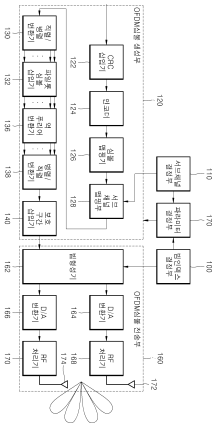
전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 박상현

(54) 직교 주파수 분할 다중 접속 기반 무선 통신 시스템에서의전송효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성전송 방법 및 장치

(57) 요 약

직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access : 이하, OFDMA라 칭함) 기반 무선 통신 시스템에서의 전송효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정빔 형성 전송 방법 및 장치가 개시된다. 이 방법은 각 사용자 기기의 채널 상태를 기초로, 상기 사용자 기기 각각을 위한 서브채널을 결정하는 단계; 상기 각 사용자 기기의 위치 정보 및 도달방향 정보를 기초로, 상기 사용자 기기 각각을 위한 빔 인덱스를 결정하는 단계; 상기 각 사용자 기기에 해당되는 심볼을 상기 결정된 서브채널에 맵핑하여 OFDM 심볼을 생성하는 단계; 및 상기 생성된 OFDM 심볼을 상기 결정된 빔 인덱스에 따라 빔을 형성하여 무선공간상으로 전송하는 단계를 포함한다. 본 발명에 따르면, 각 사용자 기기들이 자신에게 유리한 서브채널을 할당받을 수 있으며, 최소 비용으로 간섭 신호를 제거하고, OFDMA 시스템 하향 링크의 총 전송효율(total throughput)을 증가시킬 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

고광진

서울 성북구 안암동3가 80번지 B동 407호

장경희

서울 양천구 목6동 목동신시가지아파트 220-702

박성호

서울 서초구 방배3동 경남아파트 6-901

고상준

서울 강서구 화곡본동 102-296

허주

인천 중구 신흥동3가 현대아이파크 106-104

김정주

인천 연수구 선학동 금호아파트 1-104

(56) 선행기술조사문헌

KR1020040102292 A

KR1020050063017 A

KR1020050083085 A

US6175550 B1

특허청구의 범위

청구항 1

각 사용자 기기의 채널 상태를 기초로, 상기 사용자 기기 각각을 위한 서브채널을 결정하는 단계;

상기 각 사용자 기기의 위치 정보 및 도달방향 정보를 기초로, 상기 사용자 기기 각각을 위한 빔 인덱스를 결정하는 단계;

상기 각 사용자 기기에 해당되는 심볼을 상기 결정된 서브채널에 맵핑하여 OFDM 심볼을 생성하는 단계; 및

상기 생성된 OFDM 심볼을 상기 결정된 빔 인덱스에 따라 빔을 형성하여 무선공간상으로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 접속 기반 무선 통신 시스템에서의 전송 효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 결정된 서브채널의 채널 상태 및 상기 결정된 빔 인덱스를 기초로, 상기 각 사용자 기기의 예측 수신 신호대간섭잡음비를 산출하고, 상기 산출된 예측 수신 신호대간섭잡음비를 기초로, 상기 각 사용자 기기에 대한 변조부호화기법 레벨을 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 OFDM 심볼을 생성하는 단계는, 상기 결정된 변조부호화기법 레벨에 따라, 부호화 및 변조를 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 접속 기반 무선 통신 시스템에서의 전송 효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 결정된 서브 채널의 채널 상태 및 상기 결정된 빔 인덱스를 기초로, 상기 각 사용자 기기의 예측 수신 신호대간섭잡음비를 산출하고, 상기 산출된 예측 수신 신호대간섭잡음비를 기초로, 상기 각 사용자 기기에 대한 변조부호화기법 레벨 및 할당되는 전력을 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 OFDM 심볼을 생성하는 단계는, 상기 결정된 변조부호화기법 레벨에 따라, 부호화 및 변조를 수행하고, 상기 결정된 전력에 따라, 각 변조 심볼의 크기 값을 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 접속 기반 무선 통신 시스템에서의 전송 효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 변조부호화기법 레벨 및 할당되는 전력을 결정하는 단계는,

상기 산출된 예측 수신 신호대간섭잡음비를 기초로, 상기 각 사용자 기기에 대한 변조부호화기법 레벨을 결정하는 단계;

상기 결정된 변조부호화기법 레벨을 기초로, 요구데이터량을 초과하는 데이터량이 할당된 사용자 기기로 이루어진 제1 그룹과 나머지 기기로 이루어진 제2 그룹으로 상기 사용자 기기들을 분류하는 단계;

상기 제1 그룹의 사용자 기기 각각에 대해, 상기 요구데이터량에 근접하는 데이터량이 할당되도록 상기 변조부호화 기법 레벨을 갱신하고, 상기 결정된 서브채널에 할당된 소정의 전력으로부터, 상기 갱신된 변조부호화 기법 레벨 및 상기 사용자 기기의 서비스 품질에 따른 요구 전력을 초과하는 잉여 전력을 수거하는 단계; 및

상기 제2 그룹의 사용자 기기 각각에 대해, 상기 소정의 전력이 할당된 상기 결정된 서브채널에 상기 잉여 전력을 추가로 할당하고, 상기 할당된 전력을 기초로, 요구데이터량에 근접하는 데이터량이 할당되도록 상기 변조부호화 기법 레벨을 갱신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 접속 기반 무선 통신 시스템에서의 전송 효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 서브채널을 결정하는 단계는,

각 사용자 기기의 할당된 데이터량 및 요구 데이터량의 비율이 작은 순서에 따라, 현재 순서에 해당되는 사용자 기기의 채널 상태를 기초로, 할당되지 않은 서브채널 중에서, 가장 우수한 채널 상태를 가진 서브채널을 상기 사용자 기기를 위한 서브채널로 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 접속 기반 무선 통신 시스템에서의 전송 효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성 방법.

청구항 6

각 사용자 기기의 채널 상태를 기초로, 상기 사용자 기기 각각을 위한 서브채널을 결정하는 서브채널결정부;

상기 각 사용자 기기의 위치 정보 및 도달방향 정보를 기초로, 상기 사용자 기기 각각을 위한 빔 인덱스를 결정하는 빔 인덱스 결정부;

상기 각 사용자 기기에 해당되는 심볼을 상기 결정된 서브채널에 맵핑하여 OFDM 심볼을 생성하는 OFDM 심볼 생성부; 및

상기 생성된 OFDM 심볼을 상기 결정된 빔 인덱스에 따라 빔을 형성하여 무선공간상으로 전송하는 OFDM 심볼 전송부를 포함하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 접속 기반 무선 통신 시스템에서의 전송 효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성 전송 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 결정된 서브채널의 채널 상태 및 상기 결정된 빔 인덱스를 기초로, 상기 각 사용자 기기의 예측 수신 신호대간섭잡음비를 산출하고, 상기 산출된 예측 수신 신호대간섭잡음비를 기초로, 상기 각 사용자 기기에 대한 변조부호화기법 레벨을 결정하는 파라미터 결정부를 더 포함하고,

상기 OFDM 심볼 생성부는, 상기 결정된 변조부호화기법 레벨에 따라, 부호화 및 변조를 수행하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 접속 기반 무선 통신 시스템에서의 전송 효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성 전송 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 결정된 서브 채널의 채널 상태 및 상기 결정된 빔 인덱스를 기초로, 상기 각 사용자 기기의 예측 수신 신호대간섭잡음비를 산출하고, 상기 산출된 예측 수신 신호대간섭잡음비를 기초로, 상기 각 사용자 기기에 대한 변조부호화기법 레벨 및 할당되는 전력을 결정하는 파라미터 결정부를 더 포함하고,

상기 OFDM 심볼 생성부는, 상기 결정된 변조부호화기법 레벨에 따라, 부호화 및 변조를 수행하고, 상기 결정된 전력에 따라, 각 변조 심볼의 크기 값을 조절하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 접속 기반 무선 통신 시스템에서의 전송 효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성 전송 장치.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 서브채널결정부는,

각 사용자 기기의 할당된 데이터량 및 요구 데이터량의 비율이 작은 순서에 따라, 현재 순서에 해당되는 사용자 기기의 채널 상태를 기초로, 할당되지 않은 서브채널 중에서, 가장 우수한 채널 상태를 가진 서브채널을 상기 사용자 기기를 위한 서브채널로 결정하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 접속 기반 무선 통신 시스템에서의 전송 효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성 전송 장치.

청구항 10

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 수행하는 프로그램을 수록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<7> 본 발명은 OFDMA 시스템에서의 전송 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 OFDMA 시스템에서 서브채널을 동적으로 할당하고, 배열(array) 안테나를 사용하여 OFDM 심볼을 전송하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

<8> 무선 통신 환경은 유선 통신 환경과 비교할 때 매우 열악한 조건을 가지고 있으며, 많은 장애 요인들이 존재하며, 주요 성능 저하 요인으로 셀 간 혹은 셀 내에서 발생되는 동일 채널 간섭 신호(Co-Channel Interference Signal)와 다중경로 페이딩(multi-path fading), 이동 속도에 의한 도플러 효과 등이 있다. 이러한 성능 저하 요인을 보상해 줌으로써 전체적인 시스템 성능을 높이는 방법으로써 전력제어, 채널 부호화(Channel Coding), 송수신 다이버시티 기법, 주파수 다중화, 대역 확산 등의 기술들이 개발되어 왔다. 하지만, 무선 통신 시스템에 대하여 서비스 욕구가 다양해지고, 그 수요가 급격히 늘어나면서 기존의 기술만으로는 증가하는 데이터 전송량 및 품질을 만족시키기 힘들 것으로 예측된다. 따라서 높은 데이터 전송율을 보장하여 초고속 패킷 전송을 가능하게 하면서, 다양한 서비스 품질(Quality of Service : 이하, QoS라 칭함)를 요구하는 멀티미디어 서비스를 지원하기 위하여 System beyond IMT-2000 및 4세대 이동통신 시스템에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그리고 이보다 빠른 데이터를 전송하는 와이브로(Wireless Broadband Internet : WiBro)나 차세대 무선 통신 시스템은 보다 고속의 데이터를 보다 싸게 제공하는 것을 목표로 되어 있다. 4세대 이동통신의 요구사항 중 하나인 높은 전송률을 얻기 위해서는 다중 경로 감쇠 특징을 갖는 무선 채널 환경에서 강인한 특성을 지녀야 하며, 또한 서비스가 서킷 중심에서 패킷 중심으로 바뀌면서 버스트 데이터 전송 특성과 좋은 세분화(granularity) 특성을 가져야 한다.

<9> OFDM 방식은 높은 전송 효율과 간단한 채널 등화(channel equalizing) 방식 때문에, 4세대 이동통신 시스템에 적용하기 적절한 방식중의 하나로서 주목받고 있다. 또한 OFDM에 기반을 둔 다중 사용자 접속 방식인 직교 주파수 분할 다중 접속 (OFDM-FDMA) 방식은 각 사용자에게 서로 다른 서브 캐리어를 할당하는 다중 사용자 접속 방식으로서 사용자의 요구에 맞추어 다양하게 자원을 할당함으로써 다양한 QoS를 제공할 수 있다는 장점을 가지고 있다. OFDMA 방식은 IEEE 802.16a의 표준 물리계층이며, 한국에서 활발히 연구되고 있는 초고속 휴대 인터넷의 무선 접속 방식으로 채택된 상태이다.

<10> 그렇지만 지금까지 OFDM 방식은 주로 ADSL, VDSL과 같은 유선 시스템이나 WLAN와 같은 이동성이 많지 않은 무선 시스템에 적용이 되어 왔기 때문에, 셀룰러 환경에서 OFDM 기술을 적용하기 위해서는 여러 가지 분야에서의 연구가 필요하다.

<11> OFDM 방식은 주파수 효율이 높고, 간단한 단일 탭 등화기로 고속 전송시 급격히 증가하는 심볼간 간섭(Inter-Symbol Interference)의 보상이 가능하며, 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform : 이하, FFT라 칭함)를 사용하여 고속으로 구현할 수 있기 때문에 최근 고속 데이터 무선 통신을 위한 전송방식으로 무선 LAN, 광대역 무선 액세스 (Broadband Wireless Access : BWA), DAB, DVB, ADSL, VDSL 등에 채택되어 왔다. 그렇지만 셀룰러 환경에서도 OFDM 기술을 사용할 수 있기 위해서는 다음과 같은 연구가 수행되어야 한다. OFDMA 셀룰러 시스템의 커버리지를 증대시키기 위한 셀 계획법 연구 및 효율적으로 무선 자원을 관리하여 셀 용량을 증대시키는 자원 할당(Resource Allocation) 알고리즘에 대한 연구가 필요하다. 또한 사용자의 채널 정보를 이용하여 변조 레벨(Modulation Level) 및 동적 채널 할당 및 동적 전력 할당과 같은 링크 적응(Link Adaptation) 및 적응 변조(Adaptive Modulation) 기법 연구 역시 필요하다. 그리고 셀룰러 환경에서 OFDM 다중 접속 기반의 시스템의 성능을 결정하는 중요한 특성중의 하나가 주파수 재사용 효율(Frequency Reuse Factor)이다. 주파수 재 사용률을 1로 할 경우, 기지국이 모든 무선 자원을 사용할 수 있기 때문에 기지국의 전송효율(Throughput) 측면에서 가장 이상적이라고 할 수 있으나, 주파수 재 사용률을 1로 선정함에 따라 셀 간 간섭에 의한 심각한 성능 열화가 발생한다.

<12> 따라서 셀 간 간섭으로 인한 성능 열화 문제를 해결하여 주파수 재사용율 1을 구현하기 위하여, Flarion사에서는 개발한 Flash-OFDM 시스템은 OFDM의 서브 캐리어를 일정한 패턴으로 변경시키는 주파수 호핑 방식을 사용하고, LDPC (Low Density Parity Check) 채널 부호를 이용하여 셀 간 간섭에 의한 성능 열화를 최대한 방지하는 방식을 사용한다. 이외에 주파수 재사용율 1을 구현하기 위하여 인접 셀과 부반송파의 충돌을 줄이기 위하여 부반송파를 랜덤하게 천공하는 방식 등이 연구되고 있다.

<13> 그러나 주파수 재 사용률을 1로 유지하는 시스템의 경우, 트래픽의 부하가 늘어남에 따라 셀 간 간섭으로 인하여 채널 조건이 열악한 셀 경계에서의 성능 열화가 예측된다. 따라서 셀 간 간섭을 줄이고 주파수 효율의 향상뿐 아니라 셀 경계와 같이 채널 조건이 열악한 지역에 위치한 사용자의 성능을 보장하기 위한 방법으로서 제한된 주파수 자원을 효과적으로 이용하기 위한 무선 자원 할당 방식에 대한 관심이 높아지고 있으며 활발히 연구되고 있다. 만약 채널이 정적(Stationary)이고, 사용자의 채널 응답을 송신단에서 정확히 안다고 가정하면, 워터-필링(Water-Filling)과 적응 변조 (Adaptive Modulation) 기법을 결합한 방식이 최적인 것으로 알려져 있다. 그러나 워터-필링 방식은 단일 사용자 (Single User) 시스템이거나 고정적인 자원 할당을 지원하는 다중 사용자 (Multi-User) 시스템에서만 주로 연구되어 왔는데, 예를 들면 TDMA나 FDMA를 사용하는 시스템은 각각의 사용자들을 위하여 일정 시간 슬롯이나 주파수 채널을 할당한 다음, 각각의 사용자들이 가지고 있는 채널에 대하여 적응 변조 방식을 적용하였다. 그러나 위와 같은 고정적인 자원 할당에 기반을 두고 적응 변조방식을 적용하는 다중 사용자 OFDM 방식으로는 실제 시스템이 제공할 수 있는 최적인 자원 할당을 할 수 없다. 그 이유는 주파수 선택적 채널 (Frequency Selective Channel)의 특성상 심한 감쇠(Deep Fading)를 겪게 되는 서브 채널이나, 전력을 많이 할당하기 어려운 서브 채널들이 존재하여 워터-필링 알고리즘을 적용하면, 사용되지 않는 채널들은 많이 존재하기 때문이다. 또한, 상술한 OFDMA 시스템을 전 방향으로 신호를 전송하는 기존의 안테나 기술에 적용하는 경우, 이러한 신호를 수신하는 사용자 기기들은 다른 사용자로 인한 간섭 신호로 인해, 우수한 수신 성능을 얻을 수 없다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<14> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 사용자 기기 각각에 유리한 서브채널을 할당하고, 최소 비용으로 간섭 신호를 제거할 수 있는 OFDMA 기반 전송 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.

<15> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 사용자 기기 각각에 유리한 서브채널을 할당하고, 최소 비용으로 간섭 신호를 제거할 수 있으며, 서비스품질을 만족시키면서 전력 효율적인 OFDMA 기반 전송 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

<16> 상기의 기술적 과제를 이루기 위한, 본 발명에 의한 직교 주파수 분할 다중 접속 기반 전송 방법은 각 사용자 기기의 채널 상태를 기초로, 상기 사용자 기기 각각을 위한 서브채널을 결정하는 단계; 상기 각 사용자 기기의 위치 정보 및 도달방향 정보를 기초로, 상기 사용자 기기 각각을 위한 빔 인덱스를 결정하는 단계; 상기 각 사용자 기기에 해당되는 심볼을 상기 결정된 서브채널에 맵핑하여 OFDM 심볼을 생성하는 단계; 및 상기 생성된 OFDM 심볼을 상기 결정된 빔 인덱스에 따라 빔을 형성하여 무선공간상으로 전송하는 단계를 포함한다.

<17> 바람직하게, 상기 방법은, 상기 결정된 서브채널의 채널 상태 및 상기 결정된 빔 인덱스를 기초로, 상기 각 사용자 기기의 예측 수신 신호대간섭잡음비를 산출하고, 상기 산출된 예측 수신 신호대간섭잡음비를 기초로, 상기 각 사용자 기기에 대한 변조부호화기법 레벨을 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 OFDM 심볼을 생성하는 단계는, 상기 결정된 변조부호화기법 레벨에 따라, 부호화 및 변조를 수행한다.

<18> 바람직하게, 상기 방법은, 상기 결정된 서브 채널의 채널 상태 및 상기 결정된 빔 인덱스를 기초로, 상기 각 사용자 기기의 예측 수신 신호대간섭잡음비를 산출하고, 상기 산출된 예측 수신 신호대간섭잡음비를 기초로, 상기 각 사용자 기기에 대한 변조부호화기법 레벨 및 할당되는 전력을 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 OFDM 심볼을 생성하는 단계는, 상기 결정된 변조부호화기법 레벨에 따라, 부호화 및 변조를 수행하고, 상기 결정된 전력에 따라, 각 변조 심볼의 크기 값을 조절한다.

<19> 바람직하게, 상기 서브채널을 결정하는 단계는, 각 사용자 기기의 할당된 데이터량 및 요구 데이터량의 비율이 작은 순서에 따라, 현재 순서에 해당되는 사용자 기기의 채널 상태를 기초로, 할당되지 않은 서브채널 중에서, 가장 우수한 채널 상태를 가진 서브채널을 상기 사용자 기기를 위한 서브채널로 결정한다.

<20> 상기의 다른 기술적 과제를 이루기 위한, 본 발명에 의한 직교 주파수 분할 다중 접속 기반 전송 장치는 각 사용자 기기의 채널 상태를 기초로, 상기 사용자 기기 각각을 위한 서브채널을 결정하는 서브채널결정부; 상기 각 사용자 기기의 위치 정보 및 도달방향 정보를 기초로, 상기 사용자 기기 각각을 위한 빔 인덱스를 결정하는 빔 인덱스 결정부; 상기 각 사용자 기기에 해당되는 심볼을 상기 결정된 서브채널에 맵핑하여 OFDM 심볼을 생성하는 OFDM 심볼 생성부; 및 상기 생성된 OFDM 심볼을 상기 결정된 빔 인덱스에 따라 빔을 형성하여 무선공간상으로 전송하는 OFDM 심볼 전송부를 포함한다.

<21> 바람직하게, 상기 장치는, 상기 결정된 서브채널의 채널 상태 및 상기 결정된 빔 인덱스를 기초로, 상기 각 사용자 기기의 예측 수신 신호대간섭잡음비를 산출하고, 상기 산출된 예측 수신 신호대간섭잡음비를 기초로, 상기 각 사용자 기기에 대한 변조부호화기법 레벨을 결정하는 파라미터 결정부를 더 포함하고, 상기 OFDM 심볼 생성부는, 상기 결정된 변조부호화기법 레벨에 따라, 부호화 및 변조를 수행한다.

<22> 바람직하게, 상기 장치는, 상기 결정된 서브 채널의 채널 상태 및 상기 결정된 빔 인덱스를 기초로, 상기 각 사용자 기기의 예측 수신 신호대간섭잡음비를 산출하고, 상기 산출된 예측 수신 신호대간섭잡음비를 기초로, 상기 각 사용자 기기에 대한 변조부호화기법 레벨 및 할당되는 전력을 결정하는 파라미터 결정부를 더 포함하고, 상기 OFDM 심볼 생성부는, 상기 결정된 변조부호화기법 레벨에 따라, 부호화 및 변조를 수행하고, 상기 결정된 전력에 따라, 각 변조 심볼의 크기 값을 조절한다.

<23> 바람직하게, 상기 서브채널결정부는, 각 사용자 기기의 할당된 데이터량 및 요구 데이터량의 비율이 작은 순서에 따라, 현재 순서에 해당되는 사용자 기기의 채널 상태를 기초로, 할당되지 않은 서브채널 중에서, 가장 우수한 채널 상태를 가진 서브채널을 상기 사용자 기기를 위한 서브채널로 결정한다.

<24> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 방법 및 장치에 대해 상세히 설명한다.

<25> 상술한 바와 같이, 주파수 선택적 채널의 특성상 심한 감쇠를 겪게 되는 서브 채널이나, 전력을 많이 할당하기 어려운 서브 채널들이 존재하기 때문에, 기존의 OFDMA 시스템에 워터-필링 알고리즘을 그대로 적용하면, 사용되지 않는 채널들은 많이 존재하게 되어 효율적인 시스템이라 볼 수 없다. 그러나 한 사용자에게 심한 감쇠로 보이는 채널이 다른 사용자에게는 심한 감쇠 채널이 아닐 수 있으며, 일반적으로 사용자의 수가 늘어나게 되면, OFDM을 구성하고 있는 각각의 서브 채널이 모든 사용자에게 심한 감쇠 채널일 확률이 점점 더 줄어들게 된다. 즉, 사용자의 수가 늘어나면 늘어날수록 독립적인 채널을 겪게 됨에 따라 다중 사용자 다이버시티 이득 (Multi-User Diversity Gain)을 얻을 수 있다.

<26> 또한 동적 자원 할당 기법과 마찬가지로 무선 통신 환경의 성능 저하 요인을 보상해 줌으로써 전체적인 시스템 성능을 높임으로써 통신 시장의 요구사항을 충족시키기 위한 가장 효율적이고, 상용화 가능한 기술로서 평가받는 것이 스마트 안테나 기술이다.

<27> 기존의 무선 통신 시스템의 경우, 둘 이상의 다이버시티 안테나를 이용하여 다중 경로 신호를 효과적으로 결합함으로써 다이버시티 이득을 얻고, 전체적인 성능을 향상시켰다. 하지만, 스마트 안테나 기술은 배열 안테나를 사용하고, 디지털 신호처리 기술을 이용함으로써 라디오주파수(Radio Frequency : 이하, RF라 칭함) 신호 환경의 변화에 따라 적응적으로 안테나 빔 패턴을 제어한다. 즉, 기존의 안테나 기술과 같이 전 방향으로 신호를 전송하는 것이 아닌, 원하는 사용자에게만 지향적으로 빔을 형성하도록 함으로써 해당 셀, 혹은 섹터 내의 다른 이용자로부터의 간섭 신호를 최소화한다. 따라서, 궁극적으로 통신 품질 및 전체적인 채널 용량을 증가시킬 수 있고, 서비스 반경을 넓힐 수 있는 장점이 있다. 이러한 스마트 안테나 기술에는 빔 형성(Beam Forming) 방법에 따라 크게 고정 빔 형성(Stationary Beam Forming) 기법과 적응형 빔 형성(Adaptive Beam Forming) 기법으로 구분할 수 있다. 고정 빔 형성 기법은 빔 형성 방향과 그에 따른 가중치 벡터를 미리 설정하고, 이를 이용하여 원하는 사용자에게 스위칭하며 빔을 형성하는 방법으로 비교적 간단한 구조를 갖지만 적응형 빔형성 기법에 비하여 낮은 성능을 보인다. 반면, 적응형 빔 형성 기법은 원하는 사용자 신호 대 간섭 신호의 비를 최대화하도록 원하는 사용자의 위치에 따라 가중치 벡터를 계속 적응시키며 갱신하는 방법으로 높은 성능을 보이지만 구조가 복잡한 단점이 있다.

<28> 본 발명은 OFDMA 기반 시스템의 동적 자원 할당 기법에 고정 빔 형성 기법을 적용함으로써, 고정 빔 형성을 적용시키지 않은 시스템보다 하향 링크의 전송효율(Throughput) 및 아웃티지 확률(Outage Probability) 성능을 향상시키는 전송 장치이며, 또한 이러한 전송 장치는 동적 비트 할당 및 동적 전력 할당(dynamic power allocation)을 더 적용하여 서비스 품질을 만족시키면서, 효율적인 전송을 할 수 있다. 즉, 본 발명의 일실시예는 다중 사용자가 개입되는 OFDMA 시스템에서 각 사용자에게 유리한 서브채널을 할당한 후, 고정 빔 형성 기법을 적용하여 OFDM 심볼을 전송함으로써, 시스템의 전송효율을 극대화할 수 있으며, 적은 비용 또는 낮은 계산 복잡도를 가지고, 각 사용자 기기 입장에서의 간섭 신호를 감소시킬 수 OFDMA 기반 전송 방법 및 장치로서, OFDM 전송 방식을 사용하는 기지국에 적용될 수 있다. 또한, 본 발명의 다른 일실시예는 상술한 실시예에, 고정 빔 형성 기법을 적용시킨 채널 상태를 기준으로 동적 비트 할당 기법 및 동적 전력 할당 기법을 적용함으로써, 시스템의 전송효율을 보다 높일 수 있으며, 전력 효율적인 시스템을 얻을 수 있도록 하는 OFDMA 기반 전송 방법 및 장치이다.

<29> 본 발명은 OFDMA 시스템을 기반으로 하며, 본 발명인 OFDMA 기반 전송 장치는 각 사용자 기기에 대한 위치 정보 및 도달 방향(Direction of Arrival : 이하, DoA라 칭함) 정보를 알고 있다는 것을 전제로 한다. 또한, 본 발명은 고정 빔 형성 방법을 적용하기 때문에 각 사용자 기기는 고정된 위치에 있는 장치 예컨대, 고객 댁내 장치(customer premises equipment : 이하, CPE라 칭함)인 것이 보다 바람직하다. 또한, 각 사용자에게 유리한 서브채널을 할당하기 위해, 본 발명인 OFDMA 기반 전송 장치는 각 사용자 기기 입장에서의 서브채널 각각에 대한 채널 상태에 대한 정보를 획득해야 한다. 상기 정보를 획득하는 방법은 후술하는 궤환 방법 뿐만 아니라 이미 다양한 방법이 공지되어 있는 바, 본 명세서에서는 생략한다.

<30> 본 발명의 개괄적 흐름을 편의상, 기지국 및 CPE에 대해 적용하는 경우를 설명하면 다음과 같다. 각 기지국은 각 CPE에 대한 위치 정보 및 DoA 정보를 데이터 베이스로 구축한다. 이와 같은 정보는 각 CPE가 추가될 때마다 수행되며, 상기 구축된 데이터베이스는 고정 빔 형성 기법에 대한 빔 인덱스 적용에 활용된다. 또한, 각 기지국은 자신이 서비스를 CPE로부터 고정 빔 패턴을 지원 받지 않은 상태에서의 순수 채널 상황을 제공받는다. 그 다음, 기지국은 각 CPE에 대한 공평성 (Fairness)을 고려하여 각각의 사용자에게 좋은 채널들을 할당한다. 특히, 기지국은 동일 셀 내 간섭 (Intra Cell Interference)을 배제하기 위해 하나의 서브채널을 복수의 CPE에게 할당하지 않음으로써 다중 사용자 다이버시티 이득을 획득하도록 한다. 본 명세서에서는 사용자의 환경을 고려하여 서브채널을 할당하는 동적 자원 할당 알고리즘 중에서, 편의상, '공평성을 고려하여 사용자 당 최적의 채널을 선택하는 방법'(Best Channel Selection per User considering Fairness)을 예로 들어 설명하고자 하나, 다른 동적 자원 할당 알고리즘을 사용하더라도 본 발명의 범주에 속하므로, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

<31> 그 후, 기지국은 데이터베이스에 저장되어 있는 각 CPE 별 고정 빔 인덱스를 사용하여 고정 빔 형성 기법을 각 CPE에 적용한 경우의 수신 신호대 간섭잡음비(Signal to Interference and Noise Ratio : 이하, SINR라 칭함)를 예측하고, 상기 예측된 수신 SINR을 기준으로 동적 비트 할당 및 동적 전력 할당을 수행한다.

<32> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 OFDMA 기반 무선 통신 시스템에서의 전송효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성 전송 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

<33> 도 1을 참조하면, 빔 인덱스 결정부(100), 서브채널 결정부(110), OFDM 심볼 생성부(120), OFDM 심볼 전송부(160) 및 파라미터 결정부(170)를 포함하여 이루어진다.

<34> 빔 인덱스 결정부(100)는 각 사용자 기기에 대한 위치 정보 및 도달 방향 정보를 기초로 각 사용자 기기에 대한 빔 인덱스를 결정한다. 여기서, 본 발명의 일실시예에 따른 OFDMA 기반 전송 장치는 상기 위치 정보 및 도달 방향 정보가 저장된 데이터베이스를 미리 구비하는 방법으로 상술한 빔 인덱스 결정 과정을 수행할 수 있으며, 특히, 빔 인덱스 결정부(100) 내에 상술한 데이터베이스가 포함될 수도 있다.

<35> 상술한 데이터베이스를 구축하는 방법의 예로는 모든 사용자 기기들이 기기의 설치시 또는 기기의 전원을 켜는 순간, 자신에게 서비스를 제공하는 기지국에게 자신의 위치 인덱스를 송신하면, 기지국은 수신되는 위치 인덱스를 기초로 위치 정보 및 도달 방향 정보를 획득하여 데이터베이스에 저장하는 것이다.

<36> 서브채널 결정부(110)는 각 사용자 기기의 채널 상태를 기초로, 각 사용자 기기의 채널 상태를 기초로, 상기 사용자 기기 각각을 위한 서브채널을 결정한다. 여기서, 채널 상태의 예로는 각 서브채널에 대한 SINR 값으로서 고정 빔 형성(Stationary Beam Forming : 이하, SBF)을 적용시키지 않은 상태의 SINR을 의미한다. 이러한 채널 상태에 대한 정보를 기지국이 획득하는 방법의 예로는, 사용자 기기가 하향 링크 프리앰블(Preamble)을 이용하여 SINR을 산출하고, 상기 산출된 SINR 값에 대한 정보를 기지국에 궤환하는 방법을 들 수 있다. 서브채널을 결정하는 방법의 예로는, 상술한 바와 같이, '공평성을 고려하여 사용자 당 최적의 채널을 선택하는 방법'을 들 수 있는데, 이 방법에 따르면, 상기 서브채널결정부(110)는, 각 사용자 기기의 할당된 데이터량(또는 데이터 전송률) 및 요구 데이터량(데이터 전송률)의 비율이 작은 순서에 따라, 현재 순서에 해당되는 사용자 기기의 채널 상태를 기초로, 아직 할당되지 않은 서브채널 중에서, 가장 우수한 채널 상태를 가진 서브채널을 상기 사용자 기기를 위한 서브채널로 결정한다. 이에 대한 자세한 설명은 도 5a 및 도 5b를 참조하여 후술한다.

<37> OFDM 심볼 생성부(120)는 사용자 기기 각각으로 전달될 정보 데이터 비트가 상기 결정된 서브채널에 실린 OFDM 심볼을 생성한다. OFDM 심볼 생성부(120)는 도 1을 참조하면, CRC 삽입기(122), 인코더(124), 심볼 맵핑기(126), 서브채널 맵핑부(128), 직렬/병렬 변환기(130), 파일롯 심볼 삽입기(132), 역푸리에 변환기(136), 병렬/직렬 변환기(138) 및 보호구간 삽입기(140)를 포함하여 이루어진다.

<38> 먼저, CRC 삽입기(122)는 정보 데이터 비트열에 CRC(Cyclic Redundancy Check) 부호를 삽입한다. 인코더(124)는 CRC 삽입기(122)의 출력을 채널부호화한다. 채널부호화 방식은 채널부호 및 부호화율(Code Rate)로 결정될

수 있다. 채널 부호의 예로는 LDPC, 길쌈 부호(convolutional code) 및 터보 부호를 들 수 있으며, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 심볼 맵핑기(126)는 이진 열(binary stream)을 입력받고, 입력된 값에 맵핑되는 Q(Quadrature)-PSK(Phase Shift Keying : 이하, PSK), 8-PSK, 16-QAM(Quadrature Amplitude Modulation : 이하, QAM) 등의 심볼로 변환한다.

<39> 서브채널 맵핑부(128)는 상기 사용자 기기 각각에 해당되는 심볼을 서브채널 결정부(110)에서 결정된 서브채널로 할당하여 직렬/병렬 변환기(130)로 제공한다.

<40> 직렬/병렬 변환기(130)는 입력된 심볼열들을 병렬적으로 출력하고, 파일롯 심볼 삽입기(132)는 복수 개의 심볼들에 파일롯 심볼을 삽입한다.

<41> 역푸리에 변환기(136)는 직렬/병렬 변환기(130)의 출력에 역 고속 푸리에 변환(Inverse Fast Fourier Transform) 등의 역 푸리에 변환 연산을 적용하며, 병렬/직렬 변환기(136)는 역 푸리에 연산 결과를 직렬적으로 출력하고, 보호구간 삽입기(140)는 싸이클릭 프리픽스(Cyclic Prefix)와 같은 보호 구간을 병렬/직렬 변환기(138)의 출력에 삽입하여, 최종적으로 OFDM 심볼을 생성한다.

<42> OFDM 심볼 전송부(160)는 상기 빔 인덱스 결정부(100)에서 결정된 빔 인덱스에 따라 빔을 형성하여, OFDM 심볼을 무선 공간 상으로 전송한다. OFDM 심볼 전송부(160)는 도 1을 참조하면, 빔 형성기(162), D/A 변환기(164, 166), RF 처리기(168, 170) 및 송신안테나(172, 174)를 포함하여 이루어진다.

<43> 빔 형성기(162)는 상기 결정된 빔 인덱스에 해당되는 빔 형성 패턴으로 OFDM 심볼을 신호처리하여 송신안테나 갯수의 신호를 생성하고, 상기 생성된 신호들을 각각 D/A변환기(164) 및 D/A 변환기(166)로 제공한다. 상기 신호는 각각 D/A변환기(164, 166)를 통하여 아날로그 신호로 변환된 후, RF 처리기(168, 170)에 의해 라디오 주파수 영역의 신호로 변환된다. 그 다음, 라디오 주파수 영역의 신호는 각각의 송신안테나(172, 174)를 통하여 무선 공간으로 방출된다.

<44> 한편, 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 도 1과 같이, 파라미터 결정부(170)를 더 구비한다. 파라미터 결정부(170)는 동적 비트 할당을 위해, 변조부호화기법(Modulation and Coding Scheme) 레벨을 결정하고, 부가적으로 동적 전력 할당을 위해, 각 사용자 기기에 대해 할당될 전력치를 결정한다.

<45> 먼저, 동적 비트 할당을 위한 변조부호화 기법 레벨을 결정하는 과정을 설명한다. 파라미터 결정부(170)는 상기 결정된 서브채널에 해당되는 채널 상태 및 상기 결정된 빔 인덱스를 기초로, 상기 각 사용자 기기의 예측 SINR을 산출한 후, 상기 산출된 예측 SINR을 기초로, 상기 각 사용자 기기에 대한 변조부호화기법 레벨을 결정한다. 여기서, 예측 수신 SINR은 빔 형성을 적용시킨 후의 수신 SINR이므로 일반적으로 채널 상태 정보에 포함된 수신 SINR보다 우수한 값을 갖는다. 상기 결정된 변조 부호화기법 레벨에 따라 정해지는 파라미터의 예로는 부호화율, 채널부호의 종류 등을 포함하는 부호화 파라미터 및 BPSK, QAM, 16-QAM 등과 같은 변조 레벨, 변조 방식 등을 포함하는 변조 파라미터를 들 수 있다. 즉, 파라미터 결정부(170)에서, 결정된 변조부호화 기법 레벨에 따라, OFDM 심볼 생성부(120)의 인코더(124)는 해당되는 부호화 파라미터에 따라 채널부호화를 수행하며, 심볼 맵핑기(126)는 해당되는 변조 파라미터에 따라 심볼 맵핑을 수행한다. 이러한 과정이 동적 비트 할당에 해당된다. 특히, 후술할 동적 전력 할당을 수행하지 않는 경우라면, OFDM 심볼 생성부(120)는 각 서브채널에 균일하게 전력을 할당한다.

<46> 다음으로, 동적 전력 할당 방법을 설명한다. 파라미터 결정부(170)는 사용자 기기들을 제1 그룹 및 제2 그룹으로 분류한다. 여기서, 제1 그룹은 요구한 데이터량보다 할당된 데이터량이 많은 사용자 기기로 이루어지며, 제2 그룹은 요구한 데이터량보다 할당된 데이터량이 많지 않은 사용자 기기로 이루어진다. 그 다음, 제1 그룹의 사용자 기기에 대해, 할당되는 데이터량을 요구데이터량에 가깝도록 상기 변조부호화레벨을 갱신하고, OFDM 심볼의 모든 주파수 영역에 균일하게 할당하는 방법으로 할당된 전력으로부터, 상기 갱신된 변조부호화 기법 레벨 및 상기 사용자 기기의 서비스 품질에 따라 요구되는 전력을 초과하는 잉여 전력을 수거한다. 여기서, 서비스 품질의 예로는 비트 오율(Bit Error Rate), 심볼 오율(Symbol Error Rate) 등을 들 수 있다. 변조부호화 기법 레벨 및 서비스 품질을 기초로 각 사용자의 서비스 품질을 충족시키도록 요구되는 수신 SINR이 산출될 수 있으며, 상기 산출된 수신 SINR 값과 상기 할당된 전력을 기초로 잉여 전력이 산출될 수 있다. 그 다음, 파라미터 결정부(170)는 제2 그룹의 사용자 기기에 해당되는 서브채널에 대해, 상기 균일하게 할당된 전력에 상기 잉여 전력을 추가 할당한 후, 증가된 전력을 이용하여 요구데이터량에 가깝도록 데이터가 할당되도록 하는 변조부호화 기법 레벨로 갱신한다. 한편, OFDM 심볼 생성부(120)의 인코더(124)는 상기 갱신된 변조부호화 기법 레벨에 해당되는 부호화 파라미터에 따라 채널부호화를 수행하며, 심볼 맵핑기(126)는 해당되는 변조 파라미터에 따라

심볼 맵핑을 수행하고, OFDM 심볼 생성부(120)는 상기 할당된 전력에 따라, 각 서브캐리어에 실리는 심볼의 크기 값을 조절한다. 심볼의 크기 값 조절은 심볼 맵핑기(126), 서브채널 맵핑부(128), 직렬/병렬 변환기(130) 등에서 수행될 수 있다.

<47> 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 OFDMA 플랫폼(Platform)을 위한 셀 계획(Cell Planning)을 예시한다. 정육각형 셀 구조를 고려하며, 각 셀은 세 개의 섹터로서 구성되고, 전체적으로 57개의 섹터로 구성되고 각 섹터별 기지국이 존재한다. 가운데 존재하는 목적 셀(Target Cell)은 3개의 섹터(sector)(0,1,2)로 이루어져 있으며, 주변 54개 섹터로부터 각각 간섭의 영향을 받는다.

<48> 도 3은 도 2의 한 섹터에서 사용할 수 있는 무선 자원의 구조를 예시한다. 주파수 영역에서는 전체 대역이 24개의 서브 채널로 구성되며, 각 서브 채널은 4개의 BIN으로 구성된다. 각 BIN은 15개의 연속된 서브 캐리어로 구성되며, 그 중 하나는 채널 추정 및 SINR 측정 등 여러 용도로 사용 할 수 있도록 파일롯(Pilot) 서브 캐리어로 사용한다. 또한 각각 서브 캐리어 초기 전송 전력은 일정하게 고정되어 있다고 가정한다. 사용자는 모든 서브 채널들에 대해 평균 SINR 값을 자신이 속한 기지국에 궤환(feedback)한다. 각 섹터 별 기지국은 피드백 정보를 바탕으로 좋은 SINR 값을 가지는 서브 채널을 사용자에게 할당함으로써 다중 사용자 다이버시티 이득 (Multi-user Diversity Gain)을 획득할 수 있게 한다.

<49> 도 4는 본 발명이 적용되는 OFDMA 시스템의 시스템 파라미터를 예시한다. 전체 대역은 총 2048개의 서브 캐리어로 구성되며 그 중 사용하는 서브 캐리어는 1456개이며 96개의 파일롯 서브 캐리어를 제외한 1360개의 서브 캐리어가 유효 서브 캐리어(Effective Subcarrier)이다. 표본화 주파수(Sampling Frequency)는 8MHz이고, 각 서브 채널은 연속된 60개의 서브 캐리어로 구성되며, 그 중 4개는 파일롯 서브 캐리어이다.

<50> 도 5a 및 도 5b는 본 발명에서 적용한 동적 채널 할당 기법인 '공평성을 고려하여 사용자 당 최적의 채널을 선택하는 알고리즘(Best Channel Selection per User considering Fairness)'의 1 단계(phase) 및 2 단계를 나타난다. 도 5a를 참조하여, 1 단계의 기본적인 아이디어를 설명하면 다음과 같다. 사용자에게 채널을 할당하기 위해서, 사용자가 현재까지 할당받은 전송률의 합과 사용자가 요구한 전송률의 비를 계산한다. 즉, 그림에서 사용자 1의 현재까지 할당 받은 전송률의 합과 사용자가 요구한 전송률의 비는 100/400 이고, 사용자 2의 현재까지 할당 받은 전송률의 합과 사용자가 요구한 전송률의 비는 200/400 이고, 사용자 3의 현재까지 할당 받은 전송률의 합과 사용자가 요구한 전송률의 비는 150/400 이고, 사용자 4의 현재까지 할당받은 전송률의 합과 사용자가 요구한 전송률의 비는 300/400 이다.

<51> 도 5b를 참조하여, 2 단계의 기본적인 아이디어는 다음과 같다. 상기 1 단계에서 계산된 사용자 별 현재까지 할당받은 전송률의 합과 사용자가 요구한 전송률의 비가 가장 작은 사용자에게 우선적으로 채널을 할당함으로써 시스템의 공평성을 유지한다. 이때 채널을 할당받을 순서로 정해진 사용자는 자신의 서브채널 중 자신에게 가장 높은 수신 SINR을 보장하는 서브 채널을 할당받는다. 도 5a를 참조하면, 사용자 1의 현재까지 할당받은 전송률의 합과 사용자가 요구한 전송률의 비가 100/400으로 가장 낮다. 그러므로 현재 상태에서 서브 채널을 할당받을 순서인 사용자는 사용자 1이다. 사용자 1의 서브 채널 중 여섯 번째 서브 채널의 수신 SINR값이 '6'으로 가장 높기 때문에 기지국은 사용자 1에게 여섯 번째 서브 채널을 할당해준다. 이와 같이 1 단계와 2 단계의 과정을 반복하여 각각의 사용자에게 채널을 할당한다.

<52> 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 OFDMA 기반 무선 통신 시스템에서의 전송효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성 전송 방법을 나타내는 흐름도이다.

<53> 도 6을 참조하면, 본 실시예에 따른 OFDMA 기반 전송 방법은 도 1에 도시된 OFDMA 기반 전송 장치에서 시계열적으로 처리되는 단계들로 구성된다. 따라서, 이하 생략된 내용이라 하더라도 도 1에 도시된 OFDMA 기반 전송 장치에 관하여 이상에서 기술된 내용은 본 실시예에 따른 OFDMA 기반 전송 방법에도 적용된다.

<54> 먼저, OFDMA 기반 전송 장치의 기본적인 파라미터들이 초기화된다(S600). 여기서, 초기화되는 파라미터의 예로는 각 서브채널에 할당되는 초기 전력치, 사용자 기기의 위치정보 및 도달 방향 정보 등을 들 수 있다. 사용자 기기의 위치정보 및 도달 방향 정보를 획득하는 방법의 예로는, 모든 사용자 기기가 기기의 설치시 또는 기기의 전원을 올리는 순간 자신에게 서비스를 해주는 기지국에게 자신의 위치 인덱스를 송신하면, OFDMA 기반 전송 장치는 수신된 위치 인덱스를 기초로, 사용자 기기의 위치 정보 및 도달 방향 정보를 획득하며, 획득된 정보는 데이터베이스에 저장한다.

<55> 그 다음, 서브채널결정부(110)는 각 사용자 기기로부터 주기적으로 제공되는 서브채널별 채널 품질 정보를 이용하여, 상술한 동적 채널 할당을 수행하여 각 사용자 기기별로 서브채널을 할당한다(S610). 즉, 각 사용자 기기

는 하향 링크 프리앰블(Preamble)을 사용하여 고정 빔 형성을 적용받지 않은 상태에서의 모든 서브채널의 순수 SINR 값을 산출하고, 상기 산출된 SINR 값을 포함하는 채널 품질 정보를 OFDMA 기반 전송 장치로 궤환한다.

<56> 빔 인덱스 결정부(100)는 데이터베이스에 저장된 위치정보 및 도달방향 정보를 기초로, 빔 인덱스를 결정한다(S620).

<57> 파라미터결정부(170)는 상기 결정된 서브채널의 채널 상태 및 상기 결정된 빔 인덱스를 기초로, 상기 결정된 서브채널에 고정 빔 형성 기법을 적용시켰을 경우의 예측 수신 SINR을 산출한 후, 상기 산출된 각 사용자 기기의 예측 수신 SINR값을 기초로, 각 사용자 기기의 상기 결정된 서브채널에 동적 비트 할당 및 동적 전력 할당을 수행한다(S630).

<58> 그 다음, OFDM 심볼 생성부(120)는 각 사용자 기기에 해당되는 정보 데이터를 상기 동적 비트 할당에 대응되는 채널부호화 및 변조를 적용하고, 상기 변조된 심볼을 상기 할당된 전력에 대응되는 크기 값으로 조절한 후, 상기 조절된 심볼을 상기 결정된 서브채널에 실어 OFDM 심볼을 생성한다(S660).

<59> OFDM 심볼 전송부(160)는 상기 생성된 OFDM 심볼을 상기 결정된 빔 인덱스에 따라 빔을 형성하여 무선공간상으로 전송한다(S670).

<60> S630 단계는 도 6을 참조하면, 예측 수신 SINR 산출 단계(S632), 변조부호화 기법 레벨 결정 단계(S642), 그룹 분류 단계(S644), 제1 그룹의 전력 할당 단계(S646) 및 제2 그룹의 전력 할당 단계(S648)를 포함하여 이루어진다. 특히, S630 단계에서 동적 전력 할당을 수행하지 않는 경우에는, S600 단계에서 초기화된 전력으로, S642 단계에서 각 서브채널에 균일하게 할당함으로써, S644 단계 내지 S648 단계는 생략될 수 있다.

<61> S632 단계에서, 파라미터결정부(170)는 상기 결정된 서브채널의 채널 상태 및 상기 결정된 빔 인덱스를 기초로, 상기 결정된 서브채널에 고정 빔 형성 기법을 적용시켰을 경우의 예측 수신 SINR을 산출한다.

<62> S642 단계에서, 파라미터결정부(170)는 상기 산출된 각 사용자 기기의 예측 수신 SINR값을 기초로, 각 사용자 기기의 변조부호화 기법 레벨을 결정한다.

<63> S644 단계에서, 파라미터결정부(170)는 상기 결정된 변조부호화 기법 레벨을 기초로, 상기 사용자 기기들을 요구데이터량보다 할당된 데이터량이 많은 제1 그룹 및 요구데이터량보다 할당된 데이터량이 많지 않은 제2 그룹으로 분류한다.

<64> S646 단계에서, 파라미터결정부(170)는 상기 제1 그룹의 사용자 기기에 대해, 할당되는 데이터량을 요구데이터량에 가깝도록 상기 변조부호화 기법 레벨을 갱신하고, 상기 사용자 기기의 상기 결정된 서브채널에 할당된 소정의 전력으로부터, 상기 갱신된 변조부호화 기법 레벨 및 상기 사용자 기기의 서비스 품질 정보에 따라 요구되는 전력을 초과하는 잉여 전력을 수거한다. 여기서, 소정의 전력의 예로는 하나의 OFDM 심볼을 전송하는 데 필요한 전력을 서브채널 또는 서브??캐리어의 개수로 나눈 값을 들 수 있다.

<65> S648 단계에서, 파리미터 결정부(170)는 상기 제2 그룹의 사용자 기기에 대해, 상기 소정의 전력이 할당된 상기 결정된 서브채널에 상기 잉여 전력을 추가 할당하고, 상기 최종 할당된 전력을 기초로, 할당되는 데이터량을 요구데이터량에 가깝도록 상기 변조부호화 기법 레벨을 갱신한다.

<66> 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의해 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류 식별자의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 케리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고, 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있다.

<67> 이러한 본원 발명인 방법 및 장치는 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

<68> 본 발명에 따르면, 각 사용자에 대한 공평성(Fairness)을 고려하고, 각각의 사용자에게 좋은 채널들을 할당할 때 동일 셀 내 간섭을 배제하기 위해 하나의 서브채널을 복수의 사용자에게 할당하지 않음으로써 다중 사용자 다이버시티 이득을 얻을 수 있다.

<69> 또한, 본 발명에 따르면, 이동성이 없는 고정환경의 장점을 이용한 고정 빔 형성 기법을 적용하기 때문에 기지국의 빔 형성 시스템이 매우 간단해짐과 동시에 계산 복잡도를 현저히 낮출 수 있으며, 별도의 상향 링크의 궤환 정보를 필요로 하지 않기 때문에 시스템 하향 링크의 전송효율 및 아웃티지 확률 성능을 향상시킬 수 있다.

<70> 또한, 본 발명에 따르면, 빔 형성 기법과 동적 자원 할당을 결합하여 자원을 최대한 효율적으로 사용할 수 있으며, 사용자들의 서비스 품질을 보장할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 OFDMA 기반 무선 통신 시스템에서의 전송효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성 전송 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

<2> 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 OFDMA 플랫폼(Platform)을 위한 셀 계획(Cell Planning)을 예시한다.

<3> 도 3은 도 2의 한 섹터에서 사용할 수 있는 무선 자원의 구조를 예시한다.

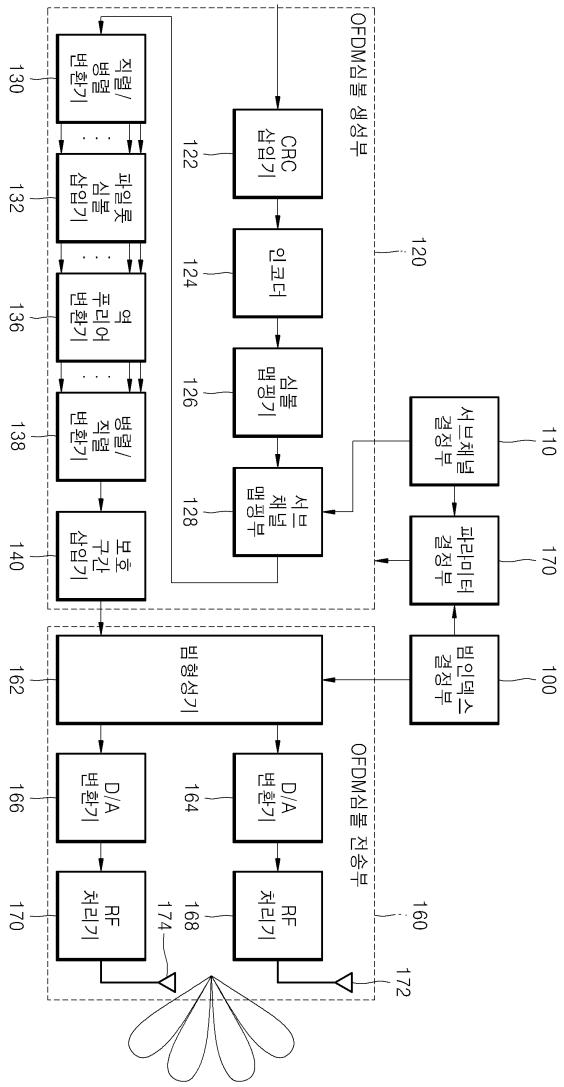
<4> 도 4는 본 발명이 적용되는 OFDMA 시스템의 시스템 파라미터를 예시한다.

<5> 도 5a 및 도 5b는 본 발명에서 적용한 동적 채널 할당 기법인 '공평성을 고려하여 사용자 당 최적의 채널을 선택하는 알고리즘(Best Channel Selection per User considering Fairness)'의 1 단계(phase) 및 2 단계를 나타난다.

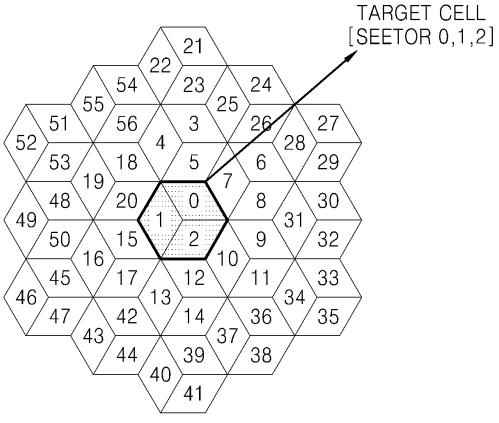
<6> 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 OFDMA 기반 무선 통신 시스템에서의 전송효율 최대화를 위한 서브채널 할당 및 고정 빔 형성 전송 방법을 나타내는 흐름도이다.

도면

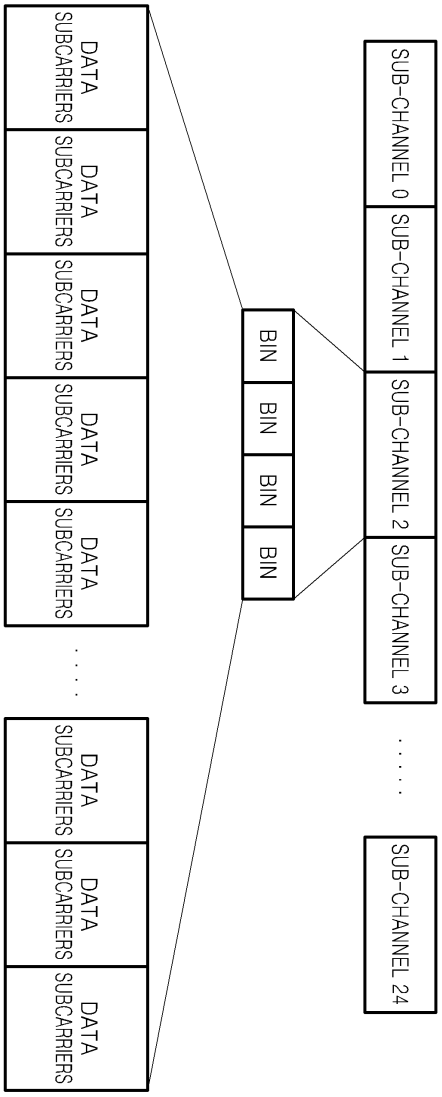
도면1


OFDM심볼 생성부
120
CRC 삽입기
122
인코더
124
심볼 맵핑기
126
서브 채널 맵핑부
128
직렬/병렬 변환기
130
파일롯 심볼 삽입기
132
역 푸리어 변환기
136
병렬/직렬 변환기
138
보호 구간 삽입기
140
서브채널 결정부
110
파라미터 결정부
170
빔인덱스 결정부
100
빔형성기
162
D/A 변환기
164
D/A 변환기
166
RF 처리기
168
RF 처리기
170
OFDM심볼 전송부
160
174
172

도면2


TARGET CELL
[SEETOR 0,1,2]

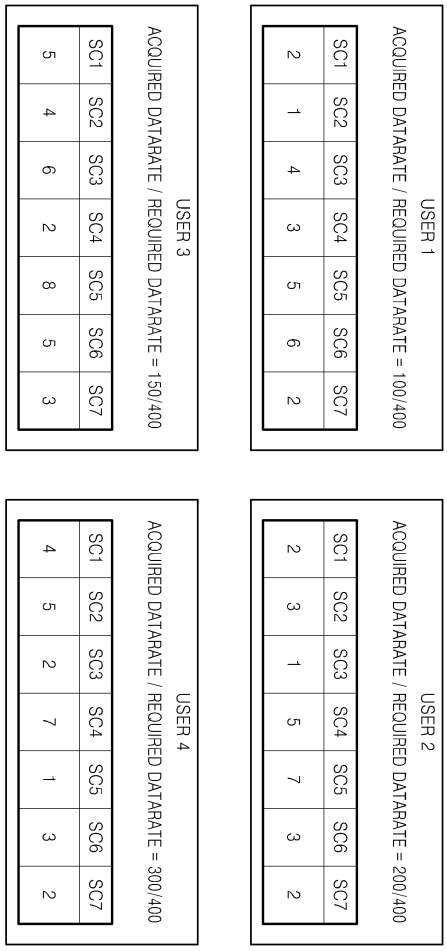
도면3



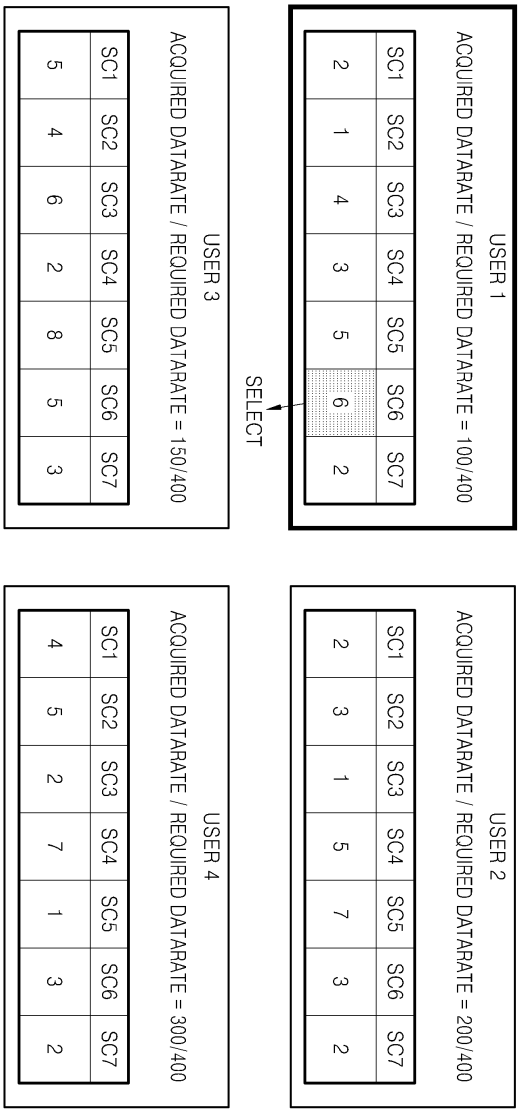
도면4

PARAMETER	VALUE
서브 캐리어 갯수	2048
유효 서브 캐리어 갯수	1456
파일롯 서브 캐리어 갯수	96
표본화 주파수	8 MHz
서브 채널 갯수	24
서브 채널당 서브 캐리어 갯수	60

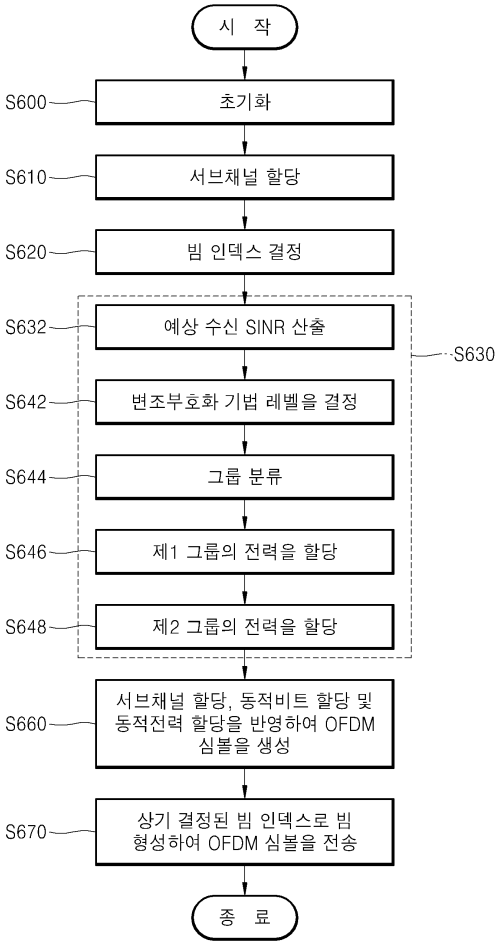
도면5a


USER 1
ACQUIRED DATARATE / REQUIRED DATARATE = 100/400
SC1 SC2 SC3 SC4 SC5 SC6 SC7
2 1 4 3 5 6 2
USER 2
ACQUIRED DATARATE / REQUIRED DATARATE = 200/400
SC1 SC2 SC3 SC4 SC5 SC6 SC7
2 3 1 5 7 3 2
USER 3
ACQUIRED DATARATE / REQUIRED DATARATE = 150/400
SC1 SC2 SC3 SC4 SC5 SC6 SC7
5 4 6 2 8 5 3
USER 4
ACQUIRED DATARATE / REQUIRED DATARATE = 300/400
SC1 SC2 SC3 SC4 SC5 SC6 SC7
4 5 2 7 1 3 2

도면5b


USER 1
ACQUIRED DATARATE / REQUIRED DATARATE = 100/400
SC1 SC2 SC3 SC4 SC5 SC6 SC7
2 1 4 3 5 6 2
SELECT
USER 2
ACQUIRED DATARATE / REQUIRED DATARATE = 200/400
SC1 SC2 SC3 SC4 SC5 SC6 SC7
2 3 1 5 7 3 2
USER 3
ACQUIRED DATARATE / REQUIRED DATARATE = 150/400
SC1 SC2 SC3 SC4 SC5 SC6 SC7
5 4 6 2 8 5 3
USER 4
ACQUIRED DATARATE / REQUIRED DATARATE = 300/400
SC1 SC2 SC3 SC4 SC5 SC6 SC7
4 5 2 7 1 3 2

도면6


시 작
S600
초기화
S610
서브채널 할당
S620
빔 인덱스 결정
S632
예상 수신 SINR 산출
S630
S642
변조부호화 기법 레벨을 결정
S644
그룹 분류
S646
제1 그룹의 전력을 할당
S648
제2 그룹의 전력을 할당
S660
서브채널 할당, 동적비트 할당 및 동적전력 할당을 반영하여 OFDM 심볼을 생성
S670
상기 결정된 빔 인덱스로 빔 형성하여 OFDM 심볼을 전송
종 료