



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0052651
(43) 공개일자 2009년05월26일

(51) Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01) H04L 1/16 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0119265

(22) 출원일자 2007년11월21일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

최진구

서울 관악구 신림7동 관악산 휴먼시아 101동 909호

박지현

경기 수원시 팔달구 인계동 1119 샤르망 오피스텔 515호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권혁록, 이정순

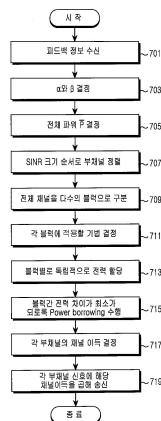
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 다중반송파 통신시스템에서 전력 할당 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 다중반송파 통신시스템에서 전력 할당 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 단말의 전력 할당 방법은, 기지국으로부터 전력할당 제어 파라미터를 포함하는 피드백 정보를 수신하는 과정과, 상기 피드백 정보에 따라 전력할당의 전체전력 및 복잡도를 조정하는 과정과, 상기 조정된 전체전력 및 복잡도에 따라 전력할당을 수행하여 각 부채널의 이득을 결정하는 과정과, 각 부채널 신호에 상기 결정된 이득을 곱해 이득 조정하는 과정을 포함한다.

대표도 - 도7



(72) 발명자

한승희

경기 수원시 영통구 영통동 황골마을1단지아파트
123동 1402호

정성윤

서울 성동구 금호동3가 1265-75번지 302호

고승우

서울 서대문구 신촌동 연세대학교

김성륜

서울 서대문구 신촌동 연세대학교

김광순

서울 서대문구 신촌동 연세대학교

특허청구의 범위

청구항 1

다중반송파 통신시스템에서 기지국 장치에 있어서,

수신되는 사용자 데이터의 데이터율(data rate)을 계산하고, 상기 데이터율이 QoS를 만족하는지 판단하며, 상기 판단 결과에 따라 단말의 전력할당을 제어하기 위한 파라미터를 생성하는 제어기와,

상기 제어기로부터의 파라미터를 가지고 피드백 정보를 생성하는 피드백 정보 생성기와,

상기 피드백 정보 생성기로부터의 피드백 정보를 상기 단말로 전송하는 피드백 송신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단말의 상향링크 부채널들 각각에 대해 SINR(Signal to Interference Noise Ratio)를 측정하여 상기 피드백 정보 생성기로 제공하는 측정기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 피드백 정보는 상기 단말의 전체전력을 조정하기 위한 파라미터, 전력할당 복잡도를 조정하기 위한 파라미터, QoS 만족여부를 나타내는 파라미터, 부채널들 각각에 대한 SINR값 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4

다중반송파 통신시스템에서 단말 장치에 있어서,

기지국으로부터 전력할당 제어 파라미터를 포함하는 피드백 정보를 수신하는 피드백 수신부와,

상기 피드백 정보에 따라 전력할당의 전체전력 및 복잡도를 조정하며, 상기 조정된 전체전력 및 복잡도에 따라 전력할당을 수행하여 각 부채널의 이득을 결정하는 이득 결정기와,

각 부채널 신호에 상기 이득 결정기로부터의 이득을 곱해 이득 조정하는 이득 조정기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 이득 결정기는,

전체 채널을 피드백받은 SINR값에 따라 채널이 좋은 순서로 정렬하고, 상기 정렬된 부채널들을 다수의 블록들로 구분하며, 각 블록에 대해 서로 다른 방식으로 전력할당을 수행하며, 블록간 전력 차이가 최소가 전력 차용(power borrowing)을 수행하고, 상기 전력 차용 후의 각 부채널의 할당 전력을 부채널 이득으로 결정하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 전체 채널은 동일전력 할당 기법이 적용되는 제1블럭, 워터필링 기법이 적용되는 제2블럭, 전력이 할당되지 않는 제3블럭 중 적어도 하나의 블록으로 구분되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 피드백 정보는, 상기 단말의 전체전력을 조정하기 위한 파라미터, 전력할당 복잡도를 조정하기 위한 파라미터, QoS 만족여부를 나타내는 파라미터, 부채널들 각각에 대한 SINR값 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징

으로 하는 장치.

청구항 8

제4항에 있어서,

송신 데이터를 부호 및 변조하는 부호 및 변조기와,

상기 변조기로부터의 데이터를 부채널 매핑하여 부채널 신호를 상기 이득 조정기로 제공하는 부채널 매핑기와,

상기 이득 조정기로부터의 이득 조정된 부채널 신호들을 IFFT연산하는 연산기와,

상기 연산기로부터의 샘플데이터를 아날로그 신호로 변환하는 변환기와,

상기 변환기로부터의 기저대역 신호를 RF대역의 신호로 변환하여 송신하는 RF처리기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 9

다중반송파 통신시스템에서 기지국의 동작 방법에 있어서,

수신되는 사용자 데이터의 데이터율(data rate)을 계산하는 과정과,

상기 데이터율이 QoS를 만족하는지 판단하는 과정과,

상기 판단 결과에 따라 단말의 전력할당을 제어하기 위한 파라미터를 생성하는 과정과,

상기 파라미터를 포함하는 피드백 정보를 단말로 전송하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 단말의 상향링크 부채널들 각각에 대해 SINR(Signal to Interference Noise Ratio)를 측정하여 상기 단말로 피드백 전송하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 피드백 정보는 상기 단말의 전체전력을 조정하기 위한 파라미터, 전력할당 복잡도를 조정하기 위한 파라미터, QoS 만족여부를 나타내는 파라미터, 부채널들 각각에 대한 SINR값 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

다중반송파 통신시스템에서 단말의 동작 방법에 있어서,

기지국으로부터 전력할당 제어 파라미터를 포함하는 피드백 정보를 수신하는 과정과,

상기 피드백 정보에 따라 전력할당의 전체전력 및 복잡도를 조정하는 과정과,

상기 조정된 전체전력 및 복잡도에 따라 전력할당을 수행하여 각 부채널의 이득을 결정하는 과정과,

각 부채널 신호에 상기 결정된 이득을 곱해 이득 조정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 이득 결정 과정은,

전체 채널을 피드백받은 SINR값에 따라 채널이 좋은 순서로 정렬하는 과정과,

상기 정렬된 부채널들을 다수의 블록들로 구분하는 과정과,

각 블록에 대해 서로 다른 방식으로 전력할당을 수행하는 과정과,

블록간 전력 차이가 최소가 전력 차용(power borrowing)을 수행하는 과정과,

상기 전력 차용 후의 각 부채널의 할당 전력을 부채널 이득으로 결정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 전체 채널은 동일전력 할당 기법이 적용되는 제1블럭, 워터필링 기법이 적용되는 제2블럭, 전력이 할당되지 않는 제3블럭 중 적어도 하나의 블록으로 구분되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 피드백 정보는, 상기 단말의 전체전력을 조정하기 위한 파라미터, 전력할당 복잡도를 조정하기 위한 파라미터, QoS 만족여부를 나타내는 파라미터, 부채널들 각각에 대한 SINR값 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 이득 조정된 부채널 신호들을 IFFT연산하는 과정과,

상기 IFFT연산된 샘플데이터를 RF대역의 신호로 변환하여 송신하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17

다중반송파 통신시스템에서 단말 장치에 있어서,

기지국으로부터 QoS 만족여부를 나타내는 파라미터 및 부채널들 각각에 대한 SINR값을 피드백받는 과정과,

상기 피드백받는 파라미터를 이용해서 전체전력 조정을 위한 제1파라미터 및 복잡도 조정을 위한 제2파라미터를 결정하는 과정과,

상기 제1파라미터를 이용해서 할당가능한 전체전력을 결정하는 과정과,

상기 피드백받은 SINR값에 따라 부채널들을 정렬하고, SINR값에 따라 각 부채널의 송신전력을 결정하는 과정과,

상기 각 부채널에 할당된 송신전력을 이용해서 전력할당 대상이 되는 부채널들을 결정하기 위한 제2기준값을 계산하고, 상기 제2기준값과 상기 제2파라미터를 이용해서 제1기준값을 계산하는 과정과,

상기 제1 및 제2기준값을 이용해서 전체 부채널들을 다수의 블록들로 구분하는 과정과,

상기 블록들 각각에 적용할 전력할당 기법을 결정하는 과정과,

상기 결정된 전력할당 기법에 따라 블록별로 독립적으로 전력할당을 수행하는 과정과,

블록간 전력 차이가 최소가 전력 차용(power borrowing)을 수행하는 과정과,

상기 전력 차용 후의 각 부채널의 할당 전력을 부채널 이득으로 결정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 부채널들은 동일전력 할당 기법이 적용되는 제1블럭, 워터필링 기법이 적용되는 제2블럭, 전력이 할당되지 않는 제3블럭 중 적어도 하나의 블록으로 구분되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 전력할당 기법을 결정하는 과정은,

상기 전체전력 대 잡음비가 소정 기준보다 클 경우 채널상태가 가장 좋은 블록에 동일전력할당 기법을 적용하는 과정과,

상기 전체전력 대 잡음비가 소정 기준보다 작을 경우 채널상태가 가장 좋은 블록에 워터필링 기법을 적용하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 피드백 정보는, 상기 단말의 전체전력을 조정하기 위한 파라미터, 전력할당 복잡도를 조정하기 위한 파라미터, QoS 만족여부를 나타내는 파라미터, 부채널들 각각에 대한 SINR값 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 21

제17항에 있어서,

각 부채널 신호에 상기 결정된 이득을 곱해 이득 조정하는 과정과,

상기 이득 조정된 부채널 신호들을 IFFT연산하는 과정과,

상기 IFFT연산된 샘플데이터를 RF대역의 신호로 변환하여 송신하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

- <1> 본 발명은 다중반송파 통신시스템에서 전력 할당 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 다중반송파 통신시스템에서 QoS(Quality of Service)에 따라 전력 할당(power allocation)의 전력 구속력(power constraint) 및 복잡도(complexity)를 적응적으로 조정하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- <2> 일반적으로, 통신시스템은 음성 서비스 위주로 발전해왔으며, 점차 음성뿐만 아니라 데이터 서비스 및 다양한 멀티미디어 서비스도 가능한 통신시스템으로 발전하고 있다. 그러나 음성 위주의 통신시스템은 전송 대역폭이 비교적 작고, 사용료가 비싸므로 급증하는 사용자들의 서비스 욕구를 충족시키지 못하였다. 게다가 통신 산업의 발달과 인터넷 서비스에 대한 사용자의 요구 증가로 인하여 인터넷 서비스를 효율적으로 제공할 수 있는 통신시스템에 대한 필요성이 증대되었다. 이에 따라 효율적으로 인터넷 서비스를 제공하기 위한 광대역 무선통신 시스템에 도입되었다.
- <3> 상기 광대역 무선통신시스템은 OFDM/OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiplexing/Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식을 사용하기 때문에, 즉 다수의 서브 캐리어(sub-carrier)들을 사용하여 물리 채널 신호를 송신함으로써 고속 데이터 송신이 가능하다. 상기 광대역 무선통신시스템의 무선 접속 방식은 국제 표준화 기구 중 하나인 전기 전자 공학자 협회(Institute of Electrical and Electronics Engineers)의 IEEE 802.16 표준화 그룹에서 표준화되고 있다.
- <4> 차세대 통신시스템은 고속의 전송을 위해 광대역을 사용하기 때문에 채널의 주파수 선택적 특성이 매우 크다. 따라서, 모든 부반송파(또는 부채널)에 동일한 변조 방식과 전력 할당을 적용할 경우 성능을 높일 수 없다. 다시 말해, 부반송파의 채널상태(예 : SNR)에 따라 최적의 변조방식과 전력 할당을 사용할 경우 채널 용량을 극대화할 수 있다.
- <5> 기존에, 전력 할당 방식으로 워터-필링(water-filling) 기법이 제안된 바 있다. 이 기법은 각 단말의 채널이득을 워터-필링 기법으로 계산하여 전력을 할당하는 기법이다. 그런데, 상기 워터-필링 기법은 유한한 전력 측면에서 가장 효율적이지 모르나, 채널이 나뉠수록 계산량 및 복잡도가 기하급수적으로 증가하는 문제점이 있다.
- <6> 즉, 상기 워터-필링 기법은 한정된 반복(iteration) 횟수 안에 각 사용자의 QoS를 만족하는 부채널 할당(부반송

과 할당)과 채널별 전력을 찾기가 어려운 문제점이 있다. 또한, 전력 할당 기법의 복잡도(또는 계산량)를 채널 환경에 따라 적응적으로 조절할 수 있는 방안이 없다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <7> 따라서, 본 발명의 목적은 다중반송파 통신시스템에서 전력 할당의 전체 전력을 QoS(채널상태)에 따라 적응적으로 조정하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <8> 본 발명의 다른 목적은 다중반송파 통신시스템에서 전력 할당의 복잡도를 QoS(채널상태)에 따라 적응적으로 조정하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <9> 본 발명의 또 다른 목적은 다중반송파 통신시스템에서 전체 채널을 다수의 블록들로 구분하고, 각 블록에 대해서 다른 전력할당 기법을 적용하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <10> 본 발명의 또 다른 목적은 다중반송파 통신시스템에서 전체 채널 중 워터필링을 수행할 부채널들을 결정하고, 상기 부채널들을 2개의 블록들로 구분하여 동일전력 할당 기법과 워터필링 기법을 적용하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <11> 본 발명의 또 다른 목적은 다중반송파 통신시스템에서 전체 채널을 다수의 블록들로 구분하고, 각 블록에 대해서 다른 전력할당 기법을 적용할 때 블록들간의 전력 차이가 최소가 되도록 전력할당을 수행하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

과제 해결수단

- <12> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 견지에 따르면, 다중반송파 통신시스템에서 기지국 장치에 있어서, 수신되는 사용자 데이터의 데이터율(data rate)를 계산하고, 상기 데이터율이 QoS를 만족하는지 판단하며, 상기 판단 결과에 따라 단말의 전력할당을 제어하기 위한 파라미터를 생성하는 제어기와, 상기 제어기로부터의 파라미터를 가지고 피드백 정보를 생성하는 피드백 정보 생성기와, 상기 피드백 정보 생성기로부터의 피드백 정보를 상기 단말로 전송하는 피드백 송신부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <13> 본 발명의 다른 견지에 따르면, 다중반송파 통신시스템에서 단말 장치에 있어서, 기지국으로부터 전력할당 제어 파라미터를 포함하는 피드백 정보를 수신하는 피드백 수신부와, 상기 피드백 정보에 따라 전력할당의 전체전력 및 복잡도를 조정하며, 상기 조정된 전체전력 및 복잡도에 따라 전력할당을 수행하여 각 부채널의 이득을 결정하는 이득 결정기와, 각 부채널 신호에 상기 이득 결정기로부터의 이득을 곱해 이득 조정하는 이득 조정기를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <14> 본 발명의 또 다른 견지에 따르면, 다중반송파 통신시스템에서 기지국의 동작 방법에 있어서, 수신되는 사용자 데이터의 데이터율(data rate)를 계산하는 과정과, 상기 데이터율이 QoS를 만족하는지 판단하는 과정과, 상기 판단 결과에 따라 단말의 전력할당을 제어하기 위한 파라미터를 생성하는 과정과, 상기 파라미터를 포함하는 피드백 정보를 단말로 전송하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <15> 본 발명의 또 다른 견지에 따르면, 다중반송파 통신시스템에서 단말의 동작 방법에 있어서, 기지국으로부터 전력할당 제어 파라미터를 포함하는 피드백 정보를 수신하는 과정과, 상기 피드백 정보에 따라 전력할당의 전체전력 및 복잡도를 조정하는 과정과, 상기 조정된 전체전력 및 복잡도에 따라 전력할당을 수행하여 각 부채널의 이득을 결정하는 과정과, 각 부채널 신호에 상기 결정된 이득을 곱해 이득 조정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

효과

- <16> 상술한 바와 같이, 본 발명은 다중반송파 시스템에서 전력할당을 수행함에 있어서, 전력할당의 전체 전력 및 복잡도를 채널상태에 적응적으로 조정할 수 있는 이점이 있다. 즉, QoS에 따라 사용자의 전력을 구속함으로써 다른 사용자에 대한 간섭을 줄일 수 있는 이점이 있다. 또한, 채널이 좋을 경우 간단한 방법으로 전력 할당을 수행함으로써 전력할당에 따른 복잡도를 현저히 줄일 수 있다. 반면, 채널이 나쁠 경우 복잡도가 높은 전력할당을 수행함으로써 성능 향상이 가능하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <17> 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.
- <18> 본 발명은 다중반송파 시스템에서 상향링크 전력 제어에 관한 것으로, QoS(또는 채널상태)에 따라 전력할당의 전체전력 및 복잡도를 적응적으로 조정하기 위한 방안에 대해 살펴보기로 한다.
- <19> 이하 본 발명은 직교 주파수 분할 다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 이하 'OFDM'이라 칭함) 방식의 무선통신 시스템을 예로 들어 설명하기로 한다.
- <20> 먼저, 본 발명의 기본 개념을 살펴보면 하기 <수학식 1>과 같다.

수학식 1

power constraint Parameter : α

$$power\ constraint : \alpha_i^{(n+1)} \overline{P}$$

$$when\ R_i^n < R_{QoS} : \alpha_i^{(n+1)} = \alpha_i^{(n)} + \Delta$$

$$when\ R_i^n \geq R_{QoS} : \alpha_i^{(n+1)} = \alpha_i^{(n)} - \Delta$$

complexity parameter : β

$$when\ R_i^n < R_{QoS} : \beta_i^{(n+1)} = \beta_i^{(n)} + \nabla$$

$$when\ R_i^n \geq R_{QoS} : \beta_i^{(n+1)} = \beta_i^{(n)} - \nabla$$

- <21> 여기서, n은 사용자 인덱스를 나타내고, i는 시간 인덱스를 나타낸다. 상기 수학식 1에 보여지는 바와 같이, QoS가 기준값보다 작으면 해당 사용자의 전체 전력을 증가시키고, 전력 할당 복잡도를 증가시킨다. 이때, 전체 전력을 조정하기 위한 파라미터 α 와 복잡도를 조정하기 하기 위한 파라미터 β 는 0보다 크거나 같고 1보다 작거나 같은 값을 갖는다. 또한, 시스템 운용시 상기 파라미터 α 의 초기값은 1이고 상기 파라미터 β 의 초기값은 0인 것으로 가정하기로 한다.
- <23> 이하 본 발명의 구체적인 동작을 도면의 참조와 함께 살펴보기로 한다.
- <24> 본 발명은 전체 채널을 SINR 값에 따라 동일 전력 블록(equal power block), 워터필링 블록(water-filling block), 비-전력할당 블록(non-power allocation)으로 구분한다. 이와 같이, 전체 채널을 다수의 블록들로 구분하고, 각 블록에 대해 서로 다른 방식으로 워터필링하는 것을 "블록 워터필링 기법"으로 정의하기로 한다.
- <25> 도 1은 본 발명에 따른 블록 워터필링 기법을 설명하기 위한 도면이다.
- <26> 도시된 바와 같이, 전체 부채널(또는 부반송파)들을 기준값1(Threshold 1)과 기준값2(Threshold 2)에 따라 세 개의 블록들로 구분하고, 제1블럭의 부채널들에는 동일 전력 할당 기법에 따라 전력을 할당하고, 제2블럭에는 워터필링 기법에 따라 전력을 할당한다. 다른 예로, 제1블럭에 워터필링 기법을 적용하고, 제2블럭에 동일전력 할당 기법을 적용할 수도 있다. 여기서, 제1블럭(채널상태가 가장 좋은 블럭)에 적용되는 전력할당 기법은 전체 전력 대 잡음비를 이용해서 결정할 수 있다. 가령, 상기 전체전력 대 잡음비가 소정 기준보다 클 경우, 제1블럭에 동일전력 할당 기법을 적용하고, 그렇지 않으면 제1블럭에 워터필링 기법을 적용할 수 있다. 한편, 제3블럭은 전력할당을 하지 않는 블록으로, 이 블록으로는 데이터를 전송하지 않는 것으로 가정한다.

<27> 상기 도 1에서 기준값1과 기준값2를 결정하는 방법에 대해 살펴보면 다음과 같다.

<28> 단계1 : 단말은 기지국으로부터 피드백받는 각 부채널의 SINR값을 내림차순으로 정렬 (SINR1>SINR2>SINR3>...>SINRm : m은 전체 부채널 개수)한다. 즉, 전체 부채널들을 채널상태에 따라 정렬하고, 각 부채널의 송신전력(P_k)을 SINR값에 따라 결정한다.

<29> 단계2 : 단말은 하기 수학적 식 2와 같이 P₀을 계산한다.

수학적 식 2

$$P_0 = \overline{P} / \sum_{k=1}^{m^*} P_k$$

<30>

<31> 여기서, m^{*}의 초기 값은 전체 부채널 개수가 된다.

<32> 단계3 : 단말은 상기 수학적 식 2에서의 m^{*} 값과 P₀을 가지고 하기 수학적 식 3을 만족하는지 검사한다. 이때, 상기 수학적 식 3을 만족하면 m^{*}를 '1'만큼 감소한후 상기 단계2로 되돌아가고, 상기 수학적 식 2를 만족하지 않으면 SINR_{m^{*}}를 기준값2로 결정한다. 즉, 1번부터 m^{*}까지의 부채널들에 대해 전력 할당을 수행하는 것으로 결정한다.

수학적 식 3

$$1/\text{SINR}_{m^*+1} \leq P_0 + 1/\text{SINR}_1$$

<33>

<34> 단계4 : 단말은 기준값1을 하기 수학적 식 4와 같이 결정한다.

수학적 식 4

$$\text{기준값1} = \text{SINR}_{\lfloor m^*(1-\beta) \rfloor}$$

<35>

<36> 여기서, $\lfloor a \rfloor$ 는 a를 넘지 않는 최대 정수를 나타낸다. 그리고 $\beta=1$ 일 경우, 단말은 도 2와 같이 기준값2까지의 부채널들에 대해 워터필링 기법으로 전력을 할당하고, $\beta=0$ 일 경우 단말은 도 3과 같이 기준값2까지의 부채널들에 대해 동일전력 할당 기법(또는 constant water-filling)으로 전력을 할당할 수 있다.

<37> 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 기지국의 구성을 도시하고 있다.

<38> 도시된 바와 같이, 기지국은 RF(Radio Frequency)처리기(400), ADC(Analog to Digital Converter)(402), FFT(Fast Fourier Transform)연산기(404), 부채널 디매핑기(406), 사용자 데이터 검출기(408), 복조기(410), 복호기(412), 오류검사기(414), 제어기(416), SINR(Signal to Noise Ratio)측정기(418), 피드백정보 생성기(420), 피드백 송신부(422)를 포함하여 구성된다.

<39> 도 4를 참조하면, 먼저 RF처리기(400)는 안테나를 통해 수신되는 RF(Radio Frequency)대역의 신호를 기저대역(baseband) 신호로 변환한다. ADC(402)는 상기 RF처리기(400)로부터의 기저대역 아날로그 신호를 디지털 샘플데이터로 변환한다.

<40> FFT연산기(404)는 상기 ADC(402)로부터의 샘플데이터에서 보호구간(CP : Cyclic Prefix)을 제거하고, FFT연산하여 주파수 영역의 데이터를 출력한다. 부채널 디매핑기(406)는 FFT연산기(404)로부터의 주파수 영역의 데이터에서 각 사용자 데이터를 추출한다. 이후 각 사용자 데이터의 처리 과정은 동일하므로, 이하 하나의 사용자 예를 들어 살펴보기로 한다.

<41> 복조기(408)는 상기 사용자 데이터 검출기(408)로부터의 사용자 데이터를 복조하여 복조데이터를 출력한다. 복호기(412)는 상기 복조기(408)로부터의 복조 데이터를 복호하여 정보데이터를 출력한다. 오류검사기(414)는 상기 복호기(412)로부터의 정보데이터에 대해 오류검사(예 : CRC(Cyclic Redundancy Check))를 수행하고, 에러가

없다고 판단될 경우 해당 정보데이터를 제어기(416)로 제공한다. 이때, 에러가 있다고 판단되면, 상기 오류검사기(414)는 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest)제어기(도시하지 않음)로 이를 알리고, 상기 HARQ제어기는 단말로 재전송요청(NACK)을 전송할 수 있다.

<42> 상기 제어기(416)는 상기 오류검사기(414)로부터의 정보데이터를 바탕으로 해당 사용자의 데이터율(data rate)을 계산하고, 상기 데이터율이 소정 QoS를 만족하는지 판단한다. 그리고 상기 제어기(416)는 상기 판단 결과에 따라 해당 사용자의 전체 전력을 조정하기 위한 파라미터 α 와 전력할당 복잡도를 조정하기 위한 파라미터 β 값을 결정한다. 여기서, 상기 α 와 β 는 상기 <수학식 1>과 같이 조정될 수 있다. 즉, 데이터율이 QoS를 만족하는 경우 상기 α 와 β 는 각각 소정 값만큼 감소되고, 데이터율이 QoS를 만족하지 못할 경우 상기 α 와 β 는 각각 소정 값만큼 증가된다.

<43> 한편, SINR측정기(418)는 해당 사용자 신호의 SINR을 측정한다. 이때, 상기 SINR측정기(418)는 각 부채널의 SINR을 측정하여 피드백 생성기(420)로 제공한다.

<44> 상기 피드백 생성기(420)는 상기 제어기(416)로부터의 상기 파라미터 α 와 β 그리고 상기 SINR측정기(418)로부터의 SINR 값들을 가지고 피드백 정보를 생성한다. 피드백 송신부(422)는 상기 피드백 생성기(420)로부터의 피드백 정보를 실제 송신 가능하도록 가공한 후 해당 단말로 피드백 전송한다. 여기서, 자세히 도시하지는 않았지만, 상기 피드백 송신부(422)는 부호기, 변조기, 부채널 매핑기, IFFT연산기, DAC(Digital 새 Analog Converter), RF처리기 등을 포함하여 구성될 수 있다. 한편, 상술한 실시예는 기지국에서 파라미터 α 와 β 를 결정하여 단말로 피드백하는 것으로 설명하였지만, 다른 실시예로 데이터율이 소정 QoS를 만족하는지 판단하고 그 결과(0 또는 1)를 단말로 피드백할 수도 있다.

<45> 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 단말의 구성을 도시하고 있다.

<46> 도시된 바와 같이, 부호기(500), 변조기(502), 부채널 매핑기(504), 이득조정기(506), IFFT연산기(508), DAC(510), RF처리기(512), 피드백 수신부(514), 이득 결정기(516)를 포함하여 구성된다.

<47> 도 5를 참조하면, 먼저 피드백 수신부(514)는 기지국으로부터 수신되는 신호에서 피드백 정보를 추출하고, 상기 피드백 정보를 이득 결정기(516)로 제공한다. 여기서, 상기 피드백 정보는, 전체 전력을 조정하기 위한 파라미터 α , 전력할당 복잡도를 조정하기 위한 파라미터 β , 부채널들 각각에 대한 SINR값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 다른 실시예로, 상기 피드백 정보는 QoS 만족여부를 나타내는 파라미터, 부채널들 각각에 대한 SINR값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 한편, 자세히 도시하지는 않았지만, 상기 피드백 수신부(514)는 RF처리기, ADC, FFT연산기, 부채널 디매핑기, 복조기, 복호기 등을 포함하여 구성될 수 있다.

<48> 이득 결정기(516)는 상기 피드백 정보를 이용해서 파라미터 α 와 β 를 결정하고, 단말의 가용한 총 전력에 상기 α 를 곱해서 이번에 할당할 수 있는 전체 전력(\bar{P})를 결정한다. 그리고, 상기 이득결정기(516)는 전체 부채널들을 피드백받은 SINR값에 따라 채널이 좋은 순서로 정렬하고, 각 부채널의 송신전력(P_k)을 SINR값에 따라 결정한다. 이후, 상기 이득결정기(516)는 상기 정렬된 부채널들을 다수의 블록들로 구분하고, 각 블록에 적용될 전력 할당 기법을 결정한다. 즉, 상기 정렬된 부채널들을 동일 전력 블록(equal power block), 워터필링 블록(water-filling block), 전력할당을 하지 않는 블록(non-power allocation)으로 구분한다. 그리고 상기 이득결정기(516)는 상기 동일 전력 블록과 상기 워터필링 블록 각각에 대해 독립적으로 전력 할당을 수행하고, 이후 상기 두 블록 사이의 전력 차이가 최소가 되도록 전력 차용(power borrowing) 기법을 적용한다. 예를 들어, 동일전력 블록의 전력 레벨이 워터필링 블록보다 높으면, 두 블록 사이의 차이가 최소가 되도록 상기 동일 전력 블록의 전력을 상기 워터필링 블록으로 넘겨준다. 그리고, 상기 이득 결정기(516)는 상기 전력 차용 기법을 적용한 후의 각 부채널의 할당 전력을 부채널 이득(gain)으로 결정한다.

<49> 부호기(500)는 사용자의 정보데이터를 부호화하여 부호 데이터를 출력한다. 여기서, 부호기(500)는 CC(Convolutional Code), TC(Turbo Code), CTC(Convolutional Turbo Code), LDPC(Low Density parity Check) 부호 등을 사용할 수 있다. 변조기(502)는 상기 부호기(500)로부터의 부호 데이터를 변조하여 변조 데이터를 출력한다. 여기서, 상기 변조기(502)는 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying), 16QAM(Quadrature Amplitude Modulation), 32QAM, 64QAM 등을 사용할 수 있다.

<50> 부채널 매핑기(504)는 상기 변조기(502)로부터의 변조 데이터를 부채널에 매핑하여 출력한다. 이때, 상기 부채널 매핑기(504)는 상기 이득 결정기(516)의 제어하에 전력이 할당되지 않는 부채널들에 대해서는 데이터를 매핑하지 않는다. 또한, 필요한 경우, 상기 단말은 데이터가 매핑되지 않는 부채널의 정보(혹은 데이터가 매핑된 부

채널의 정보)를 기지국으로 제공할 수 있다.

- <51> 이득조정기(506)는 상기 부채널에 매핑된 데이터에 상기 이득조정기(516)로부터의 부채널 이득을 곱해 이득 조정을 수행한다.
- <52> IFFT연산기(508)는 상기 이득조정기(506)로부터의 이득 조정된 데이터를 IFFT연산하여 시간영역의 샘플데이터로 변환하고, 상기 샘플데이터에 보호구간(Cyclic Prefix)을 삽입하여 출력한다. DAC(510)는 상기 IFFT연산기(508)로부터의 샘플데이터를 아날로그 신호로 변환하여 출력한다. RF처리기(512)는 상기 DAC(510)로부터의 아날로그 기저대역 신호를 RF대역의 신호로 변환하여 안테나를 통해 전송한다.
- <53> 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 기지국의 동작 절차를 도시하고 있다.
- <54> 도 6을 참조하면, 먼저 기지국은 601단계에서 수신신호에서 사용자 신호를 검출한다. 그리고 상기 기지국은 603단계에서 해당 사용자에게 대하여 각 부채널의 SINR을 측정한다.
- <55> 이후, 상기 기지국은 605단계에서 상기 사용자 신호를 복조 및 복호하여 정보데이터로 복원한다. 이때, 상기 기지국은 상기 정보데이터에 대해서 오류검사를 수행하고, 오류가 있다고 판단된 경우 단말로 재전송요청을 전송할 수 있다.
- <56> 한편, 상기 기지국은 607단계에서 오류검사를 통과한 정보데이터를 가지고 데이터율(R_i'')을 계산한다. 그리고 상기 기지국은 609단계에서 상기 데이터율(R_i'')과 소정 QoS를 비교한다. 이때, 상기 데이터율(R_i'')이 상기 소정 QoS보다 작을 경우, 다시 말해 데이터율이 QoS를 만족하지 못할 경우, 상기 기지국은 611단계에서 해당 사용자의 전체 전력을 조정하기 위한 파라미터 α 를 미리 설정된 값(Δ)만큼 크게 조정하고, 전력할당 복잡도를 조정하기 위한 파라미터 β 를 미리 설정된 값(∇)만큼 크게 조정한다.
- <57> 반면, 상기 데이터율(R_i'')이 상기 소정 QoS 보다 크거나 같을 경우, 다시 말해 데이터율이 원하는 QoS를 만족하는 경우, 상기 기지국은 613단계에서 상기 파라미터 α 를 미리 설정된 값(Δ)만큼 작게 조정하고, 상기 파라미터 β 를 미리 설정된 값(∇)만큼 작게 조정한다.
- <58> 이후, 상기 기지국은 615단계에서 상기 파라미터 α 와 β 그리고 부채널들의 SINR값들을 가지고 피드백 정보를 생성한다. 그리고 상기 기지국은 617단계에서 상기 피드백 정보를 단말로 피드백 전송한다. 한편, 상술한 실시예는 기지국에서 파라미터 α 와 β 를 결정하여 단말로 피드백하는 것으로 설명하였지만, 다른 실시예로 데이터율이 소정 QoS를 만족하는지 여부를 나타내는 파라미터(1 또는 0)를 단말로 피드백할 수도 있다.
- <59> 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 단말의 동작 절차를 도시하고 있다.
- <60> 도 7을 참조하면, 먼저 단말은 701단계에서 기지국으로부터 전력 할당에 필요한 피드백 정보를 수신한다. 여기서, 상기 피드백 정보는 전체 전력을 조정하기 위한 파라미터 α , 전력할당 복잡도를 조정하기 위한 파라미터 β , QoS 만족 여부를 나타내는 파라미터, 부채널들 각각에 대한 SINR값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- <61> 상기 피드백 정보가 수신되면, 상기 단말은 703단계에서 전체 전력을 조정하기 위한 파라미터 α 와 전력할당 복잡도를 조정하기 위한 파라미터 β 를 결정한다. 기지국으로부터 QoS 만족 여부를 나타내는 파라미터가 수신된 경우, 상기 단말은 상기 만족 여부에 따라 파라미터 α 와 β 를 수학적 식 1과 같이 조정할 수 있다. 예를 들어, QoS를 만족하지 않을 경우, 상기 단말은 상기 파라미터 α 를 미리 설정된 값(Δ)만큼 크게 조정하고, 상기 파라미터 β 를 미리 설정된 값(∇)만큼 크게 조정한다. 반면, QoS를 만족하는 경우 단말은 상기 파라미터 α 를 미리 설정된 값(Δ)만큼 작게 조정하고, 상기 파라미터 β 를 미리 설정된 값(∇)만큼 작게 조정한다.
- <62> 상기 파라미터 α 와 β 를 결정한 후, 상기 단말은 705단계에서 상기 파라미터 α 값을 이용해서 할당할 수 있는 전체 전력(\bar{P})을 결정한다. 즉, 단말의 가용한 총 전력에 상기 α 값을 곱해서 이번에도 할당할 수 있는 전체 전력(\bar{P})을 결정한다. 그리고 상기 단말은 707단계에서 전체 부채널들을 피드백받은 SINR 값에 따라 채널이 좋은 순서로 정렬하고, 상기 SINR값에 따라 각 부채널의 송신전력(P_k)을 결정한다.
- <63> 이후, 상기 단말은 709단계에서 전력 할당 대상이 되는 부채널들을 결정하기 위한 제2기준값을 계산하고, 상기 제2기준값과 파라미터 β 를 이용해서 기준값1을 결정한다. 그리고 상기 단말은 상기 제1기준값과 제2기준값을 이용해서 전체 부채널들을 3개의 블록들로 구분한다. 이때, β 값에 따라 전체 부채널들은 2개의 블록들로 구분

될 수도 있다. 예를 들어, β 값이 '1'일 경우, 전체 채널은 워터필링 블록(water-filling block)과 비-전력할당 블록(non-power allocation block)으로 구분되고, β 값이 '0'일 경우 전체 채널은 동일 전력 블록(equal power block)과 비-전력할당 블록으로 구분될 수 있다. 여기서, 비-전력할당 블록은 전력이 할당되지 않은 블록으로 데이터가 전송되는 않는 것으로 가정한다.

- <64> 이후, 상기 단말은 711단계에서 각 블록에 적용할 전력할당 기법을 결정한다. 예를 들어, 상기 전체 전력 대 잡음비가 소정 기준보다 클 경우, 상기 단말은 채널상태가 가장 좋은 제1블록에 동일 전력 할당 기법을 적용하고, 그렇지 않을 경우 제1블록에 워터필링 기법을 적용할 수 있다.
- <65> 이와 같이, 각 블록에 적용할 전력할당 기법을 결정한 후, 상기 단말은 713단계에서 블록별로 독립적으로 전력 할당을 수행한다. 즉, 동일 전력 블록에 대해서는 동일전력 할당 기법으로 전력을 할당하고, 워터필링 블록에 대해서는 워터필링 기법으로 전력을 할당한다. 이때, 각 블록에 할당되는 총 전력은 전체 전력(\bar{P})를 적당히 나눠서 결정될 수도 있고, 이전 전송 때 각 부채널에 할당된 전력 기준으로 결정할 수도 있다. 가령, 블록 변동이 없다고 가정하고 워터필링 블록이 1번 부채널부터 5번 부채널이라고 가정하면, 이전 전송때 1번 부채널에서 5번 부채널에 할당되었던 전력값들을 모두 더하고, 상기 더한 값을 이번 α 값에 따라 조정하며, 상기 조정된 값을 이번 워터필링 블록에 할당되는 총 전력으로 결정할 수 있다.
- <66> 각 블록에 대해 서로 독립적으로 전력할당을 수행한후, 상기 단말은 715단계에서 블록간 전력 차이가 최소가 되도록 전력 차용(power borrowing) 기법을 적용한다. 예를 들어, 동일전력 블록의 전력레벨이 워터필링 블록보다 높으면, 두 블록 사이의 차이가 최소가 되도록 상기 동일 전력 블록의 전력을 상기 워터필링 블록으로 넘겨준다.
- <67> 이후, 상기 단말은 717단계에서 상기 전력 차용 기법을 적용한 후의 각 부채널의 할당 전력을 이득(부채널 이득)으로 결정한다. 그리고 상기 단말은 719단계에서 각 부채널 신호에 해당 이득을 곱해 기지국으로 송신한다. 여기서, 상기 부채널 신호는 부채널 매핑기(502)를 통해 부채널 매핑된 신호를 나타내며, 이렇게 부채널 매핑된 신호는 이득 조정된후 IFFT연산되고, 상기 IFFT연산된 신호는 RF대역의 신호로 변환되어 송신된다.
- <68> 도 8은 본 발명에 따른 전력 차용(power borrowing) 기법을 설명하기 위한 도면이다.
- <69> (a)는 동일전력 블록과 워터필링 블록 각각에 대해 서로 독립적으로 전력할당 기법을 적용했을 때의 전력할당 결과를 나타낸 것이다. 여기서, 동일 전력 블록과 워터필링 블록 사이의 전력레벨 차이를 G로 나타낸 것이다. 이때, 단말은 두 블록 사이의 전력 차이를 최소화하기 위해 워터필링 블록의 소정 전력(Δ)을 동일전력 블록으로 넘겨준다.
- <70> (b)는 전력 차용(power borrowing) 기법을 적용한 후의 전력할당 결과를 나타낸 것이다. 도시된 바와 같이, 워터필링 블록의 전력레벨은 (a)보다 낮아졌으며, 동일 전력 블록의 전력레벨은 (a)보다 높아졌다. 또한, 동일 전력 블록의 가장 좋은 부채널의 워터 레벨(전력레벨)과 워터필링 블록의 워터레벨이 일치함을 알 수 있다. 즉, 동일 전력 블록의 채널 상태가 가장 좋은 부채널의 워터 레벨과 워터필링 블록의 워터레벨이 일치할 때까지 전력 차용(power borrowing)을 수행함을 알 수 있다.
- <71> 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 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면의 간단한 설명

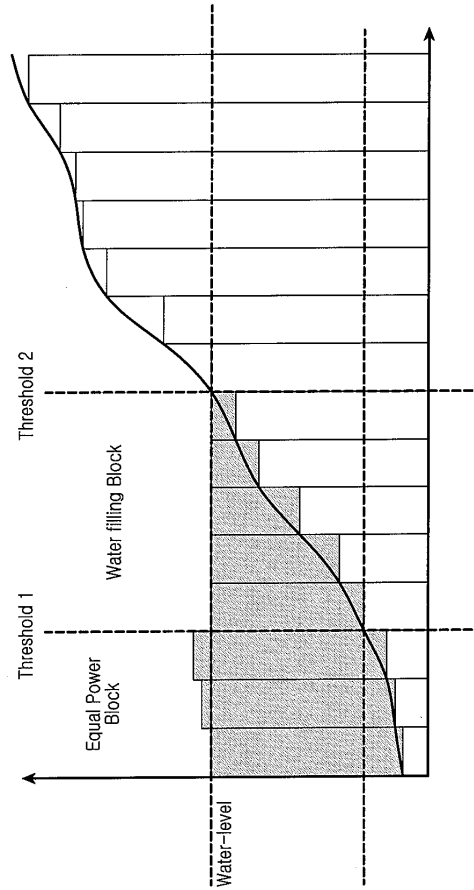
- <72> 도 1은 본 발명에 따른 블록 워터필링 기법을 설명하는 도면.
- <73> 도 2는 본 발명에 따른 워터필링 기법($\beta=1$)을 설명하는 도면.
- <74> 도 3은 본 발명에 따른 상수(constant) 워터필링 기법($\beta=0$)을 설명하는 도면.
- <75> 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 기지국의 구성을 도시하는 도면.
- <76> 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 단말의 구성을 도시하는 도면.
- <77> 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 기지국의 동작 절차를 도시하는 도면.

<78> 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 단말의 동작 절차를 도시하는 도면.

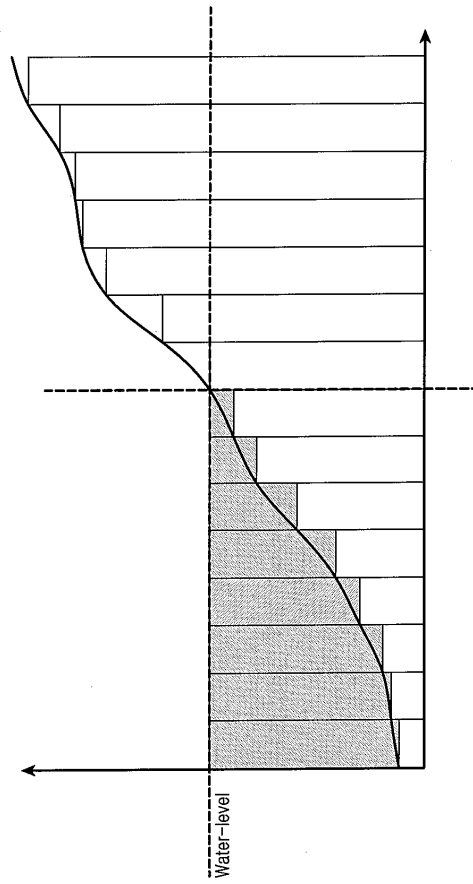
<79> 도 8은 본 발명에 따른 전력 차용(power borrowing) 기법을 설명하기 위한 도면.

도면

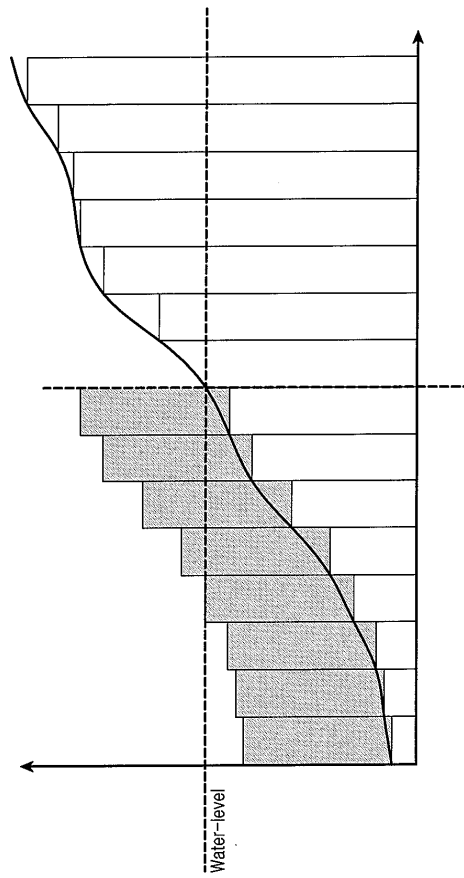
도면1



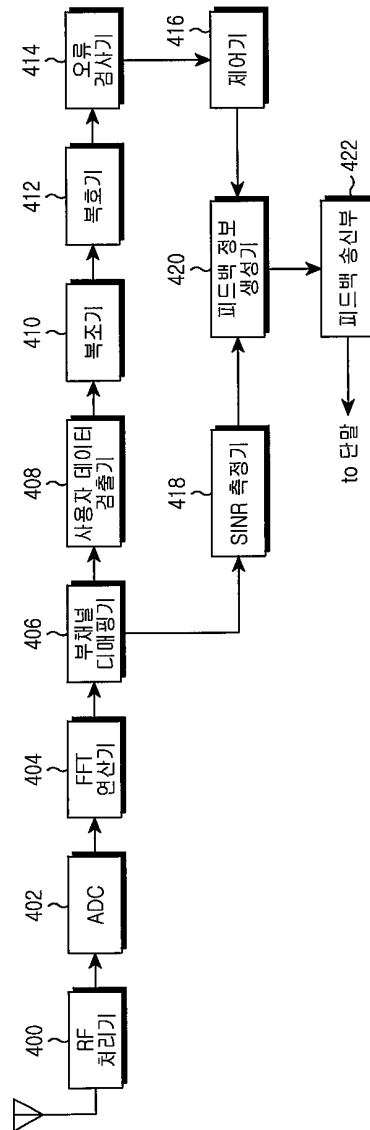
도면2



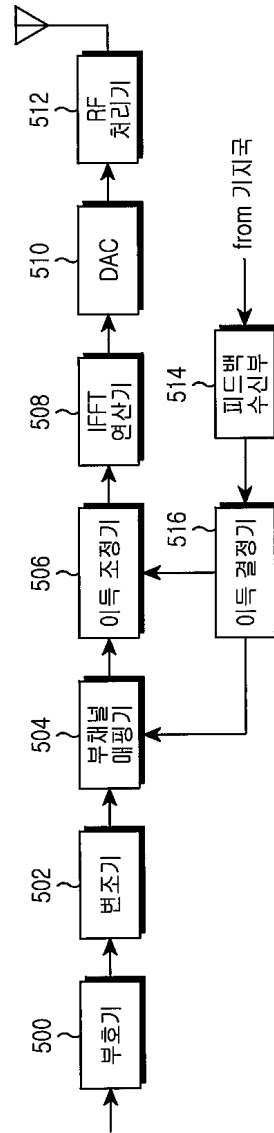
도면3



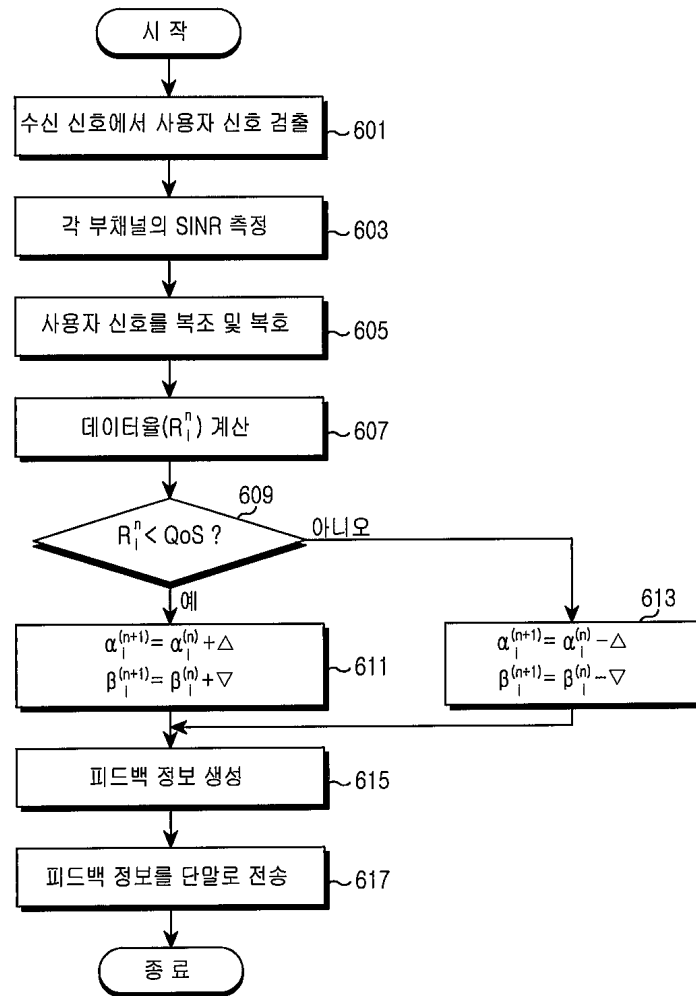
도면4



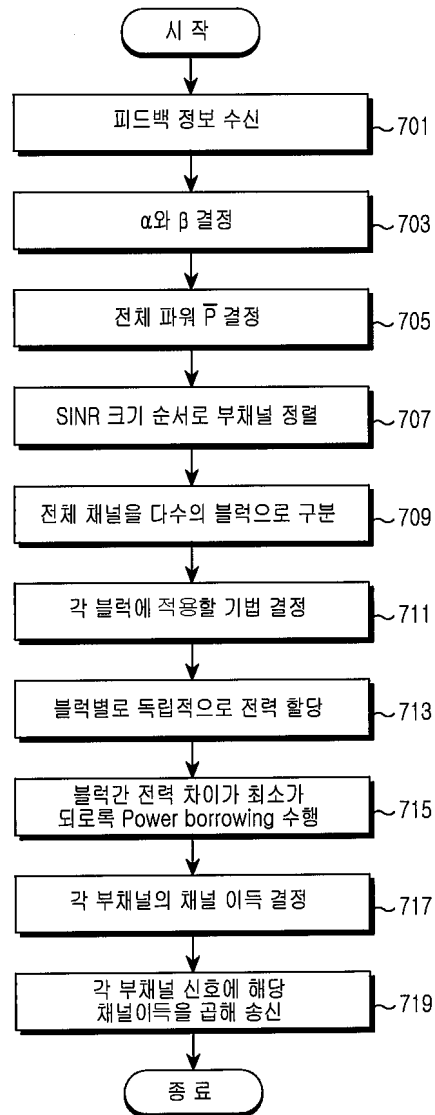
도면5



도면6



도면7



도면8

