

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁸ (11) 공개번호 10-2006-0017314
H04B 7/26 (2006.01) (43) 공개일자 2006년02월23일

(21) 출원번호 10-2004-0065952
(22) 출원일자 2004년08월20일

(71) 출원인 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 조재희
서울특별시 영등포구 여의도동 광장아파트 10-503
황인석
서울특별시 송파구 문정동 66-10번지 402호
양장훈
경기도 성남시 분당구 서현동 시범단지한양아파트 330동 109호
허훈
경기도 성남시 분당구 서현동 시범단지한양아파트 333동 608호142
윤순영
서울특별시 송파구 잠실7동 아시아선수촌아파트 9동 106호
성상훈
경기도 수원시 팔달구 영통동 살구골7단지아파트 현대아파트 721동
1404호
권영훈
경기도 성남시 분당구 금곡동 청솔마을주공5단지아파트 502동 1301호

(74) 대리인 권혁록

심사청구 : 있음

(54) 시분할 듀플렉스 방식의 이동통신 시스템에서 단말기의상태에 따라 상향링크 전력제어방식을 적응적으로변경하기 위한 장치 및 방법

요약

본 발명은 시분할 듀플렉스 방식의 이동통신 시스템에서 단말기의 상태에 따라 상향링크 전력제어모드를 적응적으로 변경하기 위한 장치 및 방법에 관한 것으로, 소정 시간 주기로, 기지국이, 단말기의 이동속도를 나타내는 이동성 지수와 소정 임계치를 비교하여 상기 단말기의 상향링크에 적용할 전력제어방식을 결정하는 과정과, 상기 기지국이, 상기 결정된 전력제어방식에 대한 정보를 포함하는 전력제어변경명령 메시지를 상기 단말기로 전송하는 과정과, 상기 전력제어변경명령 메시지 수신시, 상기 단말기가, 상기 메시지로부터 상기 전력제어방식에 대한 정보를 추출하고, 상기 추출된 정보에 따라 전력제어방식을 설정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다. 이와 같은 본 발명은, 폐쇄루프 전력제어 및 개방루프 전력제어의 단말기 이동 속도에 대한 장점을 충분히 이용하여 효율적인 상향링크 전력제어를 수행할수 있다.

대표도

도 5

색인어

TDD, 패킷, 상향링크 전력제어, 폐쇄루프 전력제어, 개방루프 전력제어, 단말기의 이동성, 상향링크 전력제어기법 변경 명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 IEEE 802.16에서 제안하고 있는 OFDMA 시스템의 상/하향링크 프레임 구조를 보여주는 도면.
- 도 2는 종래기술에 따른 폐쇄루프 전력제어 절차를 도시한 도면.
- 도 3은 종래기술에 따른 개방루프 전력제어 절차를 도시한 도면.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 TDD 방식을 사용하는 통신시스템에서 기지국 장치의 구성을 도시하는 도면.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 TDD 방식을 사용하는 통신시스템의 기지국에서 전력제어방식 결정에 따른 상태 천이를 보여주는 도면.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 TDD 방식을 사용하는 통신시스템의 기지국에서 상향링크 전력제어방식을 결정하기 위한 절차를 도시하는 도면.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 TDD 방식을 사용하는 통신시스템에서 단말기의 구성을 도시하는 도면.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 TDD 방식을 사용하는 통신시스템의 단말기에서 전력제어방식 결정에 따른 상태 천이를 보여주는 도면.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 TDD 방식을 사용하는 통신시스템의 단말기에서 상향링크 전력제어방식을 결정하기 위한 절차를 도시하는 도면.
- 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 TDD 방식을 사용하는 통신시스템의 단말기에서 기지국 장치로 전력제어변경을 요청하기 위한 절차를 도시하는 도면.
- 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 TDD방식의 통신시스템에서 기지국과 단말기 사이에 교환되는 메시지들을 보여주는 도면.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 시분할 듀플렉스 방식의 패킷 이동통신 시스템에서 전력제어 방식을 결정하기 위한 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 단말기의 상태에 따라 상향링크 전력제어방식(Power control scheme)을 폐쇄루프 전력제어 또는 개방루프 전력제어로 적응적으로 변경하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

상기 TDD 방식은 듀플렉스(duplex)의 한 방법으로 단말기와 기지국 사이의 상/하향 링크를 시간으로 구별하는 방식이다. 상기 듀플렉스 방식은 대표적으로 FDD 및 TDD 방식의 두 종류가 있다. 상기 FDD 방식은 상/하향 링크가 서로 다른 주파수에 의해 구별되는 방법이다.

상기 TDD 방식은 FDD 방식과 달리 상향링크와 하향링크는 동일한 주파수 대역을 사용한다. 상기와 같이 TDD 방식에서 같은 주파수 대역을 차지하는 상향링크와 하향링크를 구분하기 위해서는 상향링크와 하향링크의 신호를 시간 분할하여야 한다. 즉 상향링크 신호가 존재하는 시간 구간과 하향링크 신호가 존재하는 시간 구간이 미리 정의되어 있어서 상향링크 신호와 하향링크 신호는 각각의 해당 시간 구간 동안에만 통신이 허용된다. 상기 TDD 방식은 주파수 사용효율이 높다는 점에서 장점을 가지고 있다.

한편, 상기 패킷 이동통신 시스템에서 기지국은 버스티(Bursty)한 특성을 갖는 상향/하향 링크 패킷을 스케줄링해야 한다. 특히 기지국은 상향/하향 링크 패킷 스케줄링 시 단말기에 할당되는 자원뿐만 아니라 할당된 자원에 적용될 변조 및 코딩 방식(Modulation and coding scheme: MCS)을 결정해야 한다. 특히 상기 패킷 이동통신 시스템에서 MCS 수준은 단말기의 상태에 의존한다. 또한 상향링크의 경우 기지국은 스케줄링 시 단말기의 최대 전송전력을 고려해야 한다. 즉 단말기의 송신전력은 일정 값으로 제한되기 때문에 할당되는 자원 및 이에 적용되는 MCS 수준 그리고 단말기의 송신전력 한계 내로 결정되어야 한다. 이를 위해 기지국 스케줄러(scheduler)는 스케줄링하는 단말기의 전력 여유분(Headroom) 또는 송신전력에 대한 정보를 가져야 한다.

한편, 일반적인 이동통신 시스템에서 통화 용량의 증대 및 양질의 통화 품질 등을 얻기 위해 하향링크(기지국에서 단말기 방향) 및 상향링크(단말기에서 기지국 방향) 전력 제어(Power Control)를 사용한다. 즉, 모든 단말기에 대한 송신 전력 제어를 통하여 단말기의 발신 신호가 통화 품질 최소 요구 수준의 신호 대 간섭비(Signal to Interference Ratio; 이하, 'SIR'이라 한다)로 기지국에 수신된다면 시스템 용량을 최대화 할 수 있다. 만일 단말기의 신호가 그 이상의 전력 크기로 수신된다면 그 단말기의 성능은 향상되지만 이로 인하여 같은 채널을 사용중인 다른 단말기에 대한 간섭이 증대되어 수용 용량이 감소하거나 다른 가입자의 통화 품질이 저하된다.

한편, 최근 4세대 이동통신 시스템에 대한 물리 계층으로서 직교 주파수 분할 다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplexing; 이하, 'OFDM'이라 한다)/직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal Frequency Division Multiple Access; 이하, 'OFDMA'라 한다) 방식이 제안되고 있으며, 상기 OFDM/OFDMA 방식이 적용된 시스템에서도 상술한 바와 같은 전력 제어는 중요한 문제로 대두되고 있다.

상기 OFDM/OFDMA 방식은 IEEE 802.16에서 제안하고 있는 방식이며, 직렬로 입력되는 변조 심볼을 병렬 데이터로 전송하는 방식이다. 또한, 상기 OFDM/OFDMA 방식은 듀플렉스 방식으로서 TDD 방식을 사용한다. 상기 OFDM 방식의 경우 일반적으로 256개의 변조 심볼들을 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform; 이하, 'FFT'라 한다)하여 한 개의 OFDM 심볼을 구성하고, 상기 OFDMA 방식의 경우 더 많은 개수의 변조 심볼들을 하나의 OFDM 심볼로 구성한다. 또한, 상기 IEEE 802.16에서 제안되고 있는 OFDMA 방식은 한 개의 OFDM 심볼을 구성하는 부반송파(sub-carrier)들로부터 부채널(sub-channel)을 구성하며, 여러개의 OFDM 심볼이 모여 한 개의 프레임을 구성한다.

도 1은 IEEE 802.16에서 제안하고 있는 OFDMA 시스템의 상/하향링크 프레임 구조를 보여주는 도면이다. 여기서, 가로축의 인덱스는 OFDM 심볼의 인덱스를 나타내고, 세로축의 인덱스는 부채널(subchannel)의 인덱스를 나타낸다.

도 1을 참조하면, 프레임은 시간-주파수 평면에서 사각형의 영역으로 표시되는 다수의 버스트(burst)들로 구성된다. 상기 하향링크 프레임과 상향링크 프레임은 TDD 방식으로 듀플렉스(duplex)되므로, 하향링크 프레임 길이와 상향링크 프레임 길이를 유연하게 조절할 수 있다. 예를들어, 도시된 바와 같이 k번째부터 k+8번째까지의 심볼구간은 하향링크를 위해 할당하고, k+9번째부터 k+12번째까지의 심볼구간은 상향링크를 위해 할당할 수 있다. 상세히, DL/UL MAP 버스트는 상향, 하향 프레임을 구성하는 다수의 버스트에 대한 구성정보(위치, 크기 및 MCS 수준 등)를 전송한다. DL/UL MAP 버스트를 제외한 상기 다수의 버스트들은 802.16 OFDMA 시스템의 MAC계층 상하향 제어메시지, 상하향 데이터메시지를 전송하는데 사용된다. 특히 상기 제어메시지 버스트는 각 단말기의 전력제어방식을 제어하는 전력제어변경요청/명령 메시지 버스트 및 각 단말기의 송신전력을 제어하는 전력제어 메시지 버스트일 수 있다. 상기 각 버스트들은 단말기와 기지국 사이에 TDMA 방식으로 다중 접속되어 있다. 또한, 상기 하향링크 프레임과 상향링크 프레임 사이에 TTG(Transmit/Receive Transition Gap), RTG(Receive/Transmit Transition Gap)라고 부르는 전송 간격(Transmission Gap)이 존재한다.

한편, 각 단말기는 상향링크 프레임의 각 버스트의 시간과 주파수 에러를 보정하고 전력의 조정을 위하여 초기 레인징(initial ranging) 및 주기적 레인징(periodic ranging)을 수행한다. 상기 단말기가 레인징을 시도하면 기지국은 단말기의 신호 전력을 측정하고 경로 감쇠 및 신호 전력의 급격한 변화로 인한 신호 전력 손실 보상값을 소정의 매체 접속 제어(Media Access Control; 이하, 'MAC'이라 한다) 계층의 메시지를 통하여 단말기로 전송한다.

이하, 상기 OFDMA/OFDMA TDD방식의 시스템에서 정상 상태(Normal mode)에서의 상향링크 전력제어방법을 설명한다. 상기 상향링크 전력 제어는 다음의 두 단계로 수행된다.

첫 번째 단계는 기지국에서 전력제어를 수행하는 단계이다. 이 단계에서, 기지국 스케줄러는 스케줄링되는 단말기의 송신 전력 범위 내에서 전송가능한 자원 및 MCS 수준 결정을 하기 <수학적 식 1>을 이용해 결정한다.

수학식 1

$$\Delta P = SNR_{req} - SNR_{UL,RX} + (BW_{req} - BW_{RX}) + MARGIN_{TX} \leq Headroom$$

여기서, SNR_{req} 와 BW_{req} 는 현재 스케줄링하고자 하는 패킷에 적용할 MCS수준이 필요로 하는 SNR(신호대잡음비)과 할당될 대역폭을 각각 나타낸다. 또 $SNR_{UL,RX}$ 와 BW_{RX} 는 기준신호의 수신 SNR과 기준신호에 할당된 대역폭을 나타낸다. 상기 기준신호는 이전에 수신된 상향링크 버스트 신호로, 데이터 신호 또는 제어신호 등이 될 수 있다. 또한, $MARGIN_{BS}$ 은 채널의 변화를 고려한 항목이다. 즉, 상기 <수학식 1>을 적용하여 스케줄링을 하는 시점과 실제 상향링크로 신호가 전송되는 시점의 차가 있기 때문에 이를 고려하여 마진을 넣어주게 된다. 헤드룸(Headroom)은 단말기의 최대전송 전력에서 현재의 전송전력을 뺀 값으로 단말기의 송신전력 여유분을 나타낸다. 이때 기지국은 단말기의 최대전송 전력을 알고 있다고 가정한다. 한편, 상기 <수학식 1>을 만족하는 ΔP 는 단말기가 제한된 전력내에서 스케줄링된 자원 및 MCS수준으로 신호를 전송할수 있음을 보장한다.

두 번째 단계는 각 단말기에서 전력제어를 수행하는 단계이다. 이 단계는 전력제어 수행방법에 따라 폐쇄루프 전력제어 및 개방루프 전력제어의 두 가지 방법으로 구분한다.

상향링크 폐쇄루프 전력제어는 기지국의 명령에 의해 단말기의 송신 전력을 제어하는 방법이다. 다시 말해, 기지국은 상기 <수학식 1>을 이용하여 결정한 자원 및 MCS 수준을 단말기에게 알림과 동시에 이때 필요한 전력의 증감분(ΔP)을 같이 알린다.

상향링크 개방루프 전력제어는 단말기가 상향링크 송신전력을 결정하는 방법이다. 다시말해, 기지국은 상기 <수학식 1>을 이용하여 결정한 자원 및 MCS 수준만을 단말기에게 알려준다. 이때 단말기는 다음의 <수학식 2>를 사용하여 할당된 자원을 전송하기 위한 상향링크 송신전력을 결정한다.

수학식 2

$$\begin{aligned} P &= PL_{UL} + SNR_{req} + NI_{UL,RX} + BW_{req} + MARGIN_{RX} \\ &= PL_{DL} + SNR_{req} + NI_{UL,RX} + BW_{req} + MARGIN_{RX} \\ &= P_{DL,TX} - P_{DL,RX} + SNR_{req} + NI_{UL,RX} + BW_{req} + MARGIN_{RX} \end{aligned}$$

여기서, PL_{UL} 과 PL_{DL} 은 상향 및 하향 링크 경로손실(Path loss)을 나타낸다. TDD시스템이므로 이 두 값은 거의 유사하다고 가정한다. 또한, PL_{DL} 는 기지국 송신전력($P_{DL,TX}$) 및 하향링크 신호의 수신전력($P_{DL,RX}$)을 사용하여 단말기가 추정할 수 있다. $NI_{UL,RX}$ 는 기지국 수신기에서 측정한 신호 및 간섭의 크기로 기지국이 모든 단말기에게 공통정보로 제공할 수 있다. SNR_{req} 및 BW_{req} 는 패킷에 적용할 MCS수준이 필요로 하는 SNR(신호대잡음비)과 할당될 대역폭을 각각 나타낸다. $MARGIN_{RX}$ 는 <수학식 2>를 적용하는 시점과 실제 상향링크 전송시점과의 차를 고려한 마진이다.

그러면, 여기서 상기 폐쇄루프 전력제어와 개방루프 전력제어를 좀더 자세히 살펴보면 다음과 같다.

도 2는 종래기술에 따른 폐쇄루프 전력제어 절차를 도시한 도면이다.

도 2를 참조하면, 먼저 단말기는 201단계에서 기준신호 및 상기 기준신호에 적용된 상향링크 송신전력 정보(UL_Tx, Power)를 상향 버스트를 통해 기지국으로 전송한다.

상기 단말기로부터 기준신호 및 기준신호에 적용된 상향링크 전송전력을 수신하면, 기지국(스케줄러)은 203단계에서 수신된 기준신호로부터 수신 SNR을 계산하고, 상기 <수학식 1>을 사용하여 스케줄링하여 상기 단말기에게 할당할 자원 및 MCS수준 그리고 단말기에게 필요한 전력 증가분(ΔP)을 결정한다. 이때 헤드룸 정보는 상기 기준신호와 같이 전송된 전송전력 정보(UL_Tx, Power)를 이용하여 구할 수 있다.

이후, 상기 기지국은 205단계에서 스케줄링 결정을 기반으로 상향링크 자원을 할당(UL MAP)하고 필요에 따라 전력제어 명령(또는 전력 증가분)을 상기 단말기로 전송한다. 여기서, 상기 자원할당(UL MAP)정보는 UL-MAP 버스트를 통해 단말기로 전송되고, 상기 전력제어명령은 소정 제어메시지를 실은 DL 버스트를 통해 단말기로 전송된다.

그러면, 상기 단말기는 207단계에서 상기 전력제어명령에 따라 송신전력을 결정하고, 209단계에서 상기 기지국으로부터 할당받은 자원을 이용해 신호를 전송한다. 이후, 기지국 스케줄링(203단계)부터 단말기의 상향 전송(209단계)까지의 과정을 반복한다.

앞서 설명한 바와 같이, 폐쇄루프 전력제어 수행시 상기 전력제어명령은 선택적으로 전송될 수 있다. 즉 채널의 상태가 변경되어 기지국에 수신되는 신호의 SNR에 변동이 있을 경우만 기지국은 전력제어 명령을 단말기에게 전송한다. 기지국의 전력제어 명령이 없는 경우, 단말기는 하기 <수학식 3>과 같이 이전 상향링크 전송전력을 기준으로 전송전력을 결정한다.

수학식 3

$$P_{new} = P_{Last} + SNR_{New} - SNR_{Last} + (BW_{New} - BW_{Last})$$

여기서, P_{new} 와 P_{Last} 는 현 송신전력 및 이전 송신 전력을 각각 나타낸다. SNR_{New} 와 SNR_{Last} 는 각각 현 필요 수신 SNR과 이전 필요 수신 SNR을 나타낸다. 마지막으로, BW_{New} 와 BW_{Last} 는 각각 현재의 할당 대역폭 및 이전 할당 대역폭을 나타낸다.

도 3은 종래기술에 따른 개방루프 전력제어 절차를 도시한 도면이다.

도 3을 참조하면, 우선 단말기는 301단계에서 기준신호 및 상기 기준신호에 적용된 상향링크 송신전력 정보(UL_Tx, Power)를 상향 버스트를 통해 기지국으로 전송한다.

상기 단말기로부터 기준신호 및 기준신호에 적용된 상향링크 전송전력을 수신하면, 상기 기지국(스케줄러)은 303단계에서 수신된 기준신호로부터 수신 SNR을 계산하고, 상기 <수학식 1>을 사용하여 스케줄링하여 상기 단말기에게 할당할 자원 및 MSC수준 그리고 단말기에게 필요한 전력 증가분(ΔP)을 결정한다. 이때 헤드룸 정보는 상기 기준신호와 같이 전송된 전송전력 정보(UL_Tx, Power)를 이용하여 구할 수 있다.

이후, 상기 기지국은 305단계에서 스케줄링 결정을 기반으로 상향링크 자원을 할당(UL MAP)하고, 상기 상향링크 자원할당(UL MAP) 정보를 UL-MAP 버스트를 통해 단말기로 전송한다. 이때 상술한 폐쇄루프 전력제어 방식과 달리 전력제어 명령은 전송하지 않는다. 대신, 상기 <수학식 2> 계산에 필요한 $P_{DL,TX}$ 및 $NI_{UL,RX}$ 을 공통정보로 DL-MAP 버스트를 통해 모든 단말기들에게 전송한다.

그러면, 상기 단말기는 307단계에서 기지국으로부터 수신되는 상기 자원할당정보와 상기 <수학식 2>를 사용하여 송신전력을 결정하고, 309단계에서 상기 기지국으로부터 할당받은 자원을 이용해 상향신호를 전송한다. 이때 현재의 송신전력도 함께 전송한다. 이후, 기지국 스케줄링(303단계)부터 단말기의 상향전송(309단계)까지의 과정을 반복한다.

상기한 바와 같이, 개방루프 전력제어 방식은 폐쇄루프 전력제어방식과 달리 상향전송에 현재의 전송전력을 함께 전송한다. 이는 폐쇄루프 전력제어방식과 달리 개방루프 전력제어방식은 단말기가 임의로 송신전력을 변경할 수 있도록 하기 때문이다. 즉, 단말기가 송신신호의 전력을 결정하는데 사용하는 <수학식 2>에는 기지국은 알 수 없는 채널의 변화를 포함하고 있다. 이에 따라 기지국이 모르는 사이에 단말기의 헤드룸이 변한다. 따라서, 단말기는 매 전송때마다 현재의 송신전력을 기지국으로 전송하여 기지국이 헤드룸 정보를 갱신할수 있도록 해준다.

반면, 폐쇄루프 전력제어의 경우, 단말기의 송신전력은 기지국의 전력제어 명령 또는 기지국이 예측할 수 있는 단말기의 송신전력 계산식(수학식3)에 의해 변경된다. 따라서, 기지국은 수신되는 상향링크 신호로부터 추정된 수신 SNR에 포함된 송신전력변경 분과 채널변경 분 중 송신전력변경 분을 구분해 낼 수 있다. 이를 <수학식 1>에 적용할 경우, 채널변경을 고려한 전력제어를 수행할수 있다. 이때 필요한 헤드룸 정보 또한 이전의 헤드룸 정보와 기지국의 전력제어명령 또는 <수학식 3>을 통해 기지국에서 예측할 수 있는 단말기의 송신전력을 사용하여 계산할 수 있다. 따라서 폐쇄루프 전력제어의 경우 상향링크 전송 시 마다 송신전력을 기지국으로 전송할 필요가 없다.

여기서, 상술한 2개의 전력제어방식들의 특징을 비교해보면 하기 <표 1>과 같다.

[표 1]

	폐쇄루프 전력제어	개방루프 전력제어
순방향 제한	전력제어명령	$P_{DL,TX}, N_{UL,RX}$
역방향 제한	없음	상향 송신 전력
스케줄링 마진	$MARGIN_{TX}$	$MARGIN_{TX}$
최대 초과송신전력	$MARGIN_{TX}$	$MARGIN_{RX}$

상기 <표 1>에서 알 수 있듯이, 각 방식의 특징적인 차이는 상/하향 제한정보(feedback), 스케줄링 마진 및 최대 초과송신 전력 마진이다. 이중 상/하향 제한정보에 대해서는 앞서 상세히 다루었다. 상기 스케줄링 마진은 폐쇄루프 및 개방루프 전력방식 모두 $MARGIN_{TX}$ 이다. 두 방식 모두 스케줄링 시점과 실제 상향링크 전송시점이 같기 때문이다. 한편, 상기 최대 초과송신전력은 수신단에서 SNR_{req} 를 만족하기 위해 필요한 송신전력 대비 실제 송신전력의 최대 차를 나타낸다. 폐쇄루프 전력제어의 경우, 실제 송신전력은 스케줄링 때 결정되므로 $MARGIN_{TX}$ 가 최대 초과송신전력이 된다. 개방루프 전력제어의 경우, 실제송신 전력은 <수학식 2>에 의해 결정되므로 $MARGIN_{RX}$ 가 최대 초과송신전력이 된다. 상기 스케줄링 마진은 자원할당의 손실을 가져오고, 상기 최대 초과송신전력은 전체 시스템 간섭량의 증가를 가져온다.

한편, 단말기가 저속으로 이동할 경우 전반적으로 폐쇄루프 전력제어방식이 우수한 성능을 갖는다. 단말기의 이동속도가 낮을 경우 채널의 변화가 적다. 따라서 폐쇄루프 전력제어방식의 전력제어 명령의 발생빈도가 낮아 순방향 제한정보의 양이 적다. 채널의 변화량에 영향을 받는 $MARGIN_{TX}$ 역시 매우 작게 된다. 또한, 상기 폐쇄루프 전력제어방식의 경우 <수학식 1>에서와 같이 실제 상향링크의 채널 상태를 기준으로 스케줄링 및 송신전력 값을 결정하므로 높은 신뢰도를 가지고 상향링크 전력제어를 할 수 있다.

반면, 단말기가 고속으로 이동할 경우 전반적으로 개방루프 전력제어 방식이 우수한 성능을 갖는다. 단말기의 이동속도가 높을 경우 채널의 변화가 크다. 따라서 폐쇄루프의 전력제어명령 발생빈도와 개방루프의 송신전력 제한의 발생빈도가 유사해진다. 하지만 $MARGIN_{TX} > MARGIN_{RX}$ 로 폐쇄루프 전력제어방식은 채널의 변화를 추적하기 위해 많은 자원을 사용해야 하거나 아예 채널의 변화를 추적하지 못하는 단점이 있다. 이로 인해 단말기의 고속이동 상황에서 폐쇄루프 전력제어방식은 개방루프 전력제어 방식에 비하여 상대적으로 높은 간섭량을 유발한다.

이상 살펴본 바와 같이, 폐쇄루프 전력제어방식과 개방루프 전력제어방식은 단말기의 이동속도에 따라 각각 다른 장점이 있음을 알 수 있다. 하지만 기존의 시스템에서는 일반적으로 상기 폐쇄루프 전력제어 방식과 개방루프 전력제어 방식 중 하나만을 시스템에 적용한다. 다른 예로, 개방루프 전력제어방식은 최초 액세스에만 사용하고 이후 동작은 폐쇄루프 전력제어방식만을 사용한다. 이로 인하여 기존의 시스템은 상술한 폐쇄루프 전력제어방식과 개방루프 전력제어방식의 장점을 충분히 활용하지 못하는 단점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 이동통신시스템에서 단말기의 이동속도에 따라 적응적으로 전력제어방식을 결정하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적은 OFDM/OFDMA-TDD 방식을 사용하는 이동통신시스템에서 단말기의 이동속도에 따라 적응적으로 전력제어방식을 결정하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

상기 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제1견지에 따르면, 복수의 전력제어방식들을 지원하는 이동통신시스템에서 상향링크 전력제어방식을 적응적으로 결정하기 위한 방법은, 소정 시간 주기로, 기지국이, 단말기의 이동속도를 나타내는 이동성 지수와 소정 임계치를 비교하여 상기 단말기의 상향링크에 적용할 전력제어방식을 결정하는 과정과, 상기 기지국이, 상기 결정된 전력제어방식에 대한 정보를 포함하는 전력제어변경명령 메시지를 상기 단말기로 전송하는 과정과, 상기 전력제어변경명령 메시지 수신시, 상기 단말기가, 상기 메시지에서부터 상기 전력제어방식에 대한 정보를 추출하고, 상기 추출된 정보에 따라 전력제어방식을 설정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 한다.

본 발명의 제2견지에 따르면, 복수의 전력제어방식들을 지원하는 이동통신시스템에서 상향링크 전력제어방식을 적응적으로 결정하기 위한 방법은, 전력제어방식의 변경이 필요한 경우, 단말기가, 요청하는 전력제어방식에 대한 정보를 포함하는 전력제어변경요청 메시지를 기지국으로 전송하는 과정과, 상기 전력제어변경요청 메시지 수신시, 상기 기지국이, 상기 단말기의 이동속도를 나타내는 이동성 지수와 소정 임계치를 비교하여 상기 단말기의 상향링크에 적용할 전력제어방식을 결정하는 과정과, 상기 기지국이, 상기 결정된 전력제어방식에 대한 정보를 포함하는 전력제어변경명령 메시지를 상기 단말기로 전송하는 과정과, 상기 전력제어변경명령 메시지 수신시, 상기 단말기가, 상기 메시지에서부터 상기 전력제어방식에 대한 정보를 추출하고, 상기 추출된 정보에 따라 전력제어방식을 설정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

이하 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면의 참조와 함께 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

본 발명은 이동통신시스템에서 단말기의 상태에 따라 상향링크 전력제어방식을 폐쇄루프 전력제어 또는 개방루프 전력제어로 적응적으로 변경하기 위한 장치 및 방법을 제안한다. 이하 본 발명은 설명의 편의상 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.16e 통신 시스템을 하나의 예로 하여 설명하나, 본 발명에서 제안하는 전력제어방식을 적응적으로 변경하기 위한 기술은 시분할 듀플렉싱(TDD : Time Division Duplexing)방식을 사용하는 다른 통신 시스템들에서도 사용될 수 있음은 물론이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 TDD 방식을 사용하는 통신시스템에서 기지국의 구성을 도시하고 있다.

도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 기지국은, 상위계층과 연결되는 맥 블록(MAC)(401), TDD송신모뎀(403), TDD수신모뎀(405), 듀플렉서(407), 상향링크 전력제어기(409), 단말 이동성 추정기(411) 및 스케줄러(Scheduler)(413)를 포함하여 구성된다.

도 4를 참조하면, 먼저 상기 맥 블록(401)은 상위계층으로부터 전송할 데이터를 수신하고, 수신한 데이터를 상기 TDD 송신 모뎀(403)의 접속방식에 준하여 적절히 가공하여 TDD 송신 모뎀(403)에 전달하는 역할을 수행한다. 그리고 상기 맥 블록(401)은 상기 TDD 수신 모뎀(405)으로부터 데이터를 수신하고, 수신한 데이터를 상위계층의 접속방식에 준하여 적절히 가공하여 상위계층에 전달한다.

상기 TDD 송신 모뎀(403)은 채널부호블록, 변조블록, RF송신블록 등을 포함하여 구성되며, 상기 맥 블록(401)으로부터의 데이터를 무선구간 전송에 적절한 형태로 변환하여 듀플렉서(407)로 전달한다. 여기서, 상기 변조블록은 예를 들어 CDMA 통신 시스템의 경우 확산(spreading) 변조를 수행하고, OFDM 통신 시스템의 경우 OFDM 변조(IFFT 변환)를 수행한다.

반면, 상기 TDD 수신 모뎀(405)은 RF수신블록, 복조블록, 채널복호블록 등을 포함하여 구성되며, 상기 듀플렉서(407)로부터의 무선구간 신호로부터 데이터를 복원하여 상기 맥 블록(401)으로 전달한다.

상기 듀플렉서(407)는 TDD 방식으로 안테나로부터의 수신 신호(하향링크 신호)를 상기 TDD 수신 모뎀(405)으로 전달하고, 상기 TDD 송신 모뎀(403)으로부터의 송신 신호(상향링크 신호)를 상기 안테나로 전달한다.

상기 스케줄러(413)는 데이터 전송상황, 개별단말기의 채널 상태 등을 고려하여 상향링크 및 하향링크의 데이터 전송을 계획하고 지시하는 역할을 수행한다. 예를 들어 IEEE 802.16통신시스템의 경우 스케줄러(413)는 상향, 하향링크의 구성 정보인 UL/DL MAP을 생성하고, 상기 맥 블록(401)은 상기 스케줄러(413)로부터의 UL/DL MAP에 따라 상향링크를 수신하고, 하향링크를 전송한다.

상기 단말 이동성 추정기(411)는 무선구간을 통해 수신된 개별 단말기의 수신신호로부터 단말기의 이동 상태를 추정하여 이동성 지수를 결정하고, 상기 이동성 지수를 상기 상향링크 전력제어기(409)로 전달한다. 여기서, 단말기의 이동상태를 추정하기 위한 알고리즘은 다수 존재하며, 본 발명은 공지된 알고리즘들중 하나를 사용하는 것으로 가정한다. 한편, 본 발명의 실시예에서는 이동성 지수가 클수록 단말기의 이동속도가 높은 것으로 가정하기로 한다.

상기 상향링크 전력제어기(409)는 앞서 설명한 폐쇄루프 전력제어 또는 개방루프 전력제어를 수행하기 위한 블록이다. 상기 상향링크 전력제어기(409)는 각 단말기가 할당받을 수 있는 자원 및 MSC수준을 소정 기준(예 : 수학식 1)에 의해 결정하여 상기 스케줄러(413)에 제공한다. 또한, 폐쇄루프 전력제어의 경우 개별단말기의 전력제어명령을 상기 맥 블록(401)으로 발생한다. 이러한 전력제어방식은 앞서 종래기술에서 심도 있게 다루었으므로 여기서는 자세한 설명을 생략한다.

한편, 본 발명에 따라 상기 상향링크 전력제어기(409)는 상기 단말 이동성 추정기(411)로부터의 이동성 지수에 따라 해당 단말기에 적용할 전력제어방식을 결정한다. 이러한 결정은 소정 시간 주기로 수행될 수 있고, 단말기의 전력제어변경요청에 따라 수행될 수 있다. 만일, 어떠한 단말기에 대한 전력제어방식이 변경되면, 상기 상향링크 전력제어기(409)는 상기 단말기에 대한 전력제어변경 명령을 상기 맥 블록(401)으로 전달하고, 상기 맥 블록(401)은 상기 전력제어변경 명령에 따라 단말기로 전송할 전력제어변경 명령 메시지를 생성하여 상기 TDD 송신 모뎀(403)으로 전달한다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 TDD방식을 사용하는 통신시스템의 기지국에서 전력제어방식 결정에 따른 상태 천이를 보여준다.

도시된 바와 같이, 상태 변수 PMC(Power control Mode Change)가 존재한다. 여기서, 상태변수 PMC가 '0'이라 함은 폐쇄루프 전력제어방식의 선택을 의미하고, 상기 상태변수 PMC가 '1'이라 함은 개방루프 전력제어방식의 선택을 의미한다.

PMC=0인 상태에서, 상기 단말 이동성 추정기(411)로부터 입력받은 이동성 지수가 소정 임계치보다 작으면 상기 PMC=0인 상태를 유지하고(505), 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 크면 PMC=1인 상태로 천이한다(511). 동일하게, 상기 PMC=1인 상태에서, 상기 단말 이동성 추정기(411)로부터 입력받은 이동성 지수가 소정 임계치보다 크면 상기 PMC=1인 상태를 유지하고(509), 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 작으면 PMC=0인 상태로 천이한다(507). 이 과정에서 PMC의 값이 변경되면, 이전과 다른 전력제어방식이 선택된 것을 의미하므로, 단말기에 전력제어변경명령을 전송하여 이를 통보한다.

그러면, 여기서 상술한 도 5의 상태 천이도에 따른 기지국 장치의 동작을 살펴보기로 한다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 TDD 방식을 사용하는 통신시스템의 기지국에서 상향링크 전력제어방식을 결정하기 위한 절차를 도시하고 있다. 앞서 언급한 바와 같이, 전력제어방식의 결정은 소정 시간주기 또는 단말기로부터의 전력제어변경 요청에 의해 수행될 수 있고, 또 다른 예로 이들의 결합에 의해 수행될 수도 있다. 이하 소정 시간주기로 수행되는 것으로 가정하여 설명하기로 한다.

도 6을 참조하면, 먼저 기지국 장치는 601단계에서 상기 소정 시간주기에 따른 설정시간이 되었는지 검사한다. 상기 설정시간이 감지되면, 상기 기지국 장치는 603단계에서 상기 단말 이동성 추정기(411)에서 산출한 이동성 지수와 미리 설정된 임계치를 비교한다. 이후, 상기 기지국 장치는 605단계에서 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 작은지 검사한다.

만일, 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 작으면, 상기 기지국 장치는 607단계로 진행하여 전력제어방식을 나타내는 상태변수 PMC를 '0'으로 설정한다. 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 작다는 것은 단말기가 저속으로 이동하는 것을 나타내므로, 전력제어방식을 폐쇄루프 전력제어방식으로 설정한다.

반면, 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 크면, 상기 기지국 장치는 609단계로 진행하여 전력제어방식을 나타내는 상태변수 PMC를 '1'로 설정한다. 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 크다는 것은 단말기가 고속으로 이동하고 있는 것을 나타내므로, 전력제어방식을 개방루프 전력제어방식으로 설정한다.

상기와 같이 전력제어방식을 설정한후, 상기 기지국 장치는 611단계에서 상기 상태변수가 토글(toggle)되었는지 검사한다. 즉, 현재 설정된 전력제어방식과 이전 전력제어방식을 비교하여 변경이 있는지 검사한다. 만일, 상기 상태변수가 변경되지 않았다면, 상기 기지국 장치는 상기 601단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행한다. 만일, 상기 상태변수가 변경되었다

면, 상기 기지국 장치는 613단계에서 변경된 전력제어방식의 정보를 포함하는 전력제어변경명령 메시지를 생성하여 상기 단말기로 전송하고, 상기 601단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행한다. 상기 전력제어변경명령 메시지의 상세 구성은 후술되는 <표 3>에 자세히 나타나 있다.

상술한 바와 같이, 기지국이 전력제어방식의 변경을 결정하고, 단말기는 기지국으로부터 수신되는 전력제어변경명령에 의해서만 전력제어방식을 변경한다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 TDD 방식을 사용하는 통신시스템에서 단말기의 구성을 도시하고 있다.

도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 단말기는, 상위계층과 연결되는 맥 블록(MAC 블록)(701), TDD 송신 모뎀(703), TDD 수신 모뎀(705), 듀플렉서(707), 전력제어기(709) 및 단말 이동성 추정기(711)를 포함하여 구성된다.

도 7을 참조하면, 상기 맥 블록(701)은 상위계층으로부터 전송할 데이터를 수신하고, 수신한 데이터를 상기 TDD 송신 모뎀(703)의 접속방식에 준하여 적절히 가공하여 TDD 송신 모뎀(703)에 전달하는 역할을 수행한다. 그리고, TDD 수신 모뎀(705)으로부터 데이터를 수신하고, 수신한 데이터를 상위계층의 접속방식에 준하여 적절히 가공하여 상위계층에 전달한다. 이러한 맥 블록(701)의 기능은 기지국 스케줄러(413)의 지시에 따라 수행된다. 예를들어, IEEE 802.16통신시스템의 경우 스케줄러(413)는 상향, 하향링크의 구성정보인 UL/DL MAP을 생성하여 단말기에 전달하고, 단말기의 맥 블록(701)은 이에 따라 하향링크를 수신하고, 상향링크를 전송한다.

상기 TDD 송신 모뎀(703)은 채널부호블록, 변조블록, RF송신블록 등을 포함하여 구성되며, 전송할 데이터를 무선구간 전송에 적절한 형태로 변환하여 상기 듀플렉서(707)로 전달한다. 특히, 상기 TDD 송신 모뎀(703)은 상기 상향링크 전력제어기(709)로부터 입력받은 상향링크 전송전력 값에 따라 상향링크 신호의 송신전력을 조정한다.

상기 TDD 수신 모뎀(705)은 RF수신블록, 복조블록, 채널복호블록 등을 포함하여 구성되며, 상기 듀플렉서(707)로부터의 무선구간 신호로부터 데이터를 복원하여 상기 맥 블록(701)으로 전달한다. 상기 듀플렉서(707)는 TDD 방식으로 안테나로부터의 수신 신호(하향링크 신호)를 상기 TDD 수신 모뎀(705)으로 전달하고, 상기 TDD 송신 모뎀(703)으로부터의 송신 신호(상향링크 신호)를 상기 안테나로 전달한다.

상기 단말 이동성 추정기(711)는 무선구간을 통해 수신되는 하향링크 신호로부터 단말기의 이동상황을 추정하여 이동성 지수를 결정하고, 상기 이동성 지수를 상기 전력제어기(709)로 전달한다. 여기서, 단말기의 이동속도를 추정하기 위한 알고리즘은 다수 존재하며, 본 발명은 공지된 알고리즘들중 하나를 사용하는 것으로 가정한다. 한편, 본 발명의 실시예에서는 이동성 지수가 클수록 단말기의 이동속도가 높은 것으로 가정하기로 한다.

상기 전력제어기(709)는 앞서 설명한 폐쇄루프 전력제어 또는 개방루프 전력제어를 수행하기 위한 블록이다. 폐쇄루프 전력제어의 경우, 기지국으로부터 전달받은 전력제어명령 또는 상술한 <수학식 3>을 사용하여 상향링크 송신전력을 결정하여 TDD 송신 모뎀(703)에 전달한다. 개방루프 전력제어의 경우, 상술한 <수학식 2>를 사용하여 상향링크 송신전력을 결정하여 TDD 송신 모뎀(703)에 전달한다. 상기 <수학식 2>과 <수학식 3> 등을 사용하여 송신전력을 결정할 경우, 사용대역폭, 필요 SNR에 대한 정보를 필요로 하는데, 이는 기지국으로부터 수신하는 자원할당정보(UL MAP)를 통하여 획득할 수 있다. 이러한 전력제어방식은 앞서 종래기술에서 심도 있게 다루었으므로 여기서는 자세한 설명을 생략한다.

한편, 본 발명에 따라 상기 전력제어기(709)는 기지국으로부터 수신되는 전력제어변경명령에 따라 전력제어방식을 적응적으로 선택한다. 구체적으로, 기지국으로부터의 전력제어변경명령 메시지는 상기 TDD 수신 모뎀(705)을 통해 맥 블록(701)에 전달되고, 상기 맥 블록(701)은 상기 메시지에서 전력제어방식을 지정하는 전력제어변경명령을 추출하여 상기 전력제어기(709)로 전달한다. 그러면, 상기 전력제어기(709)는 상기 맥 블록(701)으로부터의 전력제어변경명령에 따라 전력제어방식을 선택한다.

또한, 상기 전력제어기(709)는 상향링크 전력제어방식의 변경을 기지국으로 요청할 수 있다. 구체적으로, 상기 전력제어기(709)는 상기 단말 이동성 추정기(711)로부터의 이동성 지수에 따라 전력제어방식을 선택하고, 상기 선택된 전력제어방식이 기존과 상이할 경우 상기 전력제어변경요청을 상기 맥 블록(701)으로 전달한다. 그러면, 상기 맥 블록(701)은 상기 전력제어기(709)의 요청에 따라 전력제어변경요청 메시지를 생성하여 기지국으로 전송한다. 이와 같이, 단말기는 전력제어변경의 요청을 할 뿐, 전력제어변경의 최종 결정은 기지국에서 수행된다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 TDD 방식을 사용하는 통신시스템의 단말기에서 전력제어방식 결정에 따른 상태 천이를 보여준다.

도시된 바와 같이, 상태변수 PMC(Power Control Mode Change)가 필요하다. 여기서, 상기 상태변수 PMC가 '0'이라 함은 폐쇄루프 전력제어방식의 선택을 나타내고, 상기 상태변수 PMC가 '1'이라 함은 개방루프 전력제어방식의 선택을 의미한다.

PMC=0(폐쇄루프 전력제어) 상태에서, 기지국으로부터 수신된 전력제어변경명령이 폐쇄루프 전력제어인 경우 상기 PMC=0(폐쇄루프 전력제어) 상태를 유지하고(805), 상기 수신된 전력제어변경명령이 개방루프 전력제어이면 PMC=1(개방루프 전력제어) 상태로 천이한다(811). 동일하게, 상기 PMC=1(개방루프 전력제어) 상태에서, 상기 기지국으로부터 수신된 전력제어변경명령이 개방루프 전력제어이면 상기 PMC=1(개방루프 전력제어) 상태를 유지하고(809), 상기 수신된 전력제어변경명령이 폐쇄루프 전력제어이면 상기 PMC=0(폐쇄루프 전력제어) 상태로 천이한다(807). 이와 같이, 단말기는 기지국으로부터 전력제어변경명령에 따라 전력제어방식을 결정한다.

여기서, 상술한 도 8의 상태 천이도에 따른 단말기의 동작을 살펴보면 다음과 같다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 TDD 방식을 사용하는 통신시스템의 단말기에서 전력제어방식을 결정하기 위한 절차를 도시하고 있다.

도 9를 참조하면, 먼저 단말기는 901단계에서 기지국으로부터 전력제어변경명령 메시지가 수신되는지 검사한다. 상기 전력제어변경명령이 수신되면, 상기 단말기는 903단계로 진행하여 상기 메시지내의 전력제어변경명령을 확인한다.

그리고, 상기 단말기는 905단계에서 상기 전력제어변경명령이 폐쇄루프 전력제어를 지정하고 있는지 검사한다. 만일, 상기 폐쇄루프 전력제어를 지정하고 있는 경우, 상기 단말기는 907단계로 진행하여 전력제어방식을 나타내는 상태변수 PMC를 0(폐쇄루프 전력제어방식)으로 설정하고, 상기 901단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행한다. 반면, 상기 전력제어변경명령이 개방루프 전력제어를 지정하고 있으면, 상기 단말기는 909단계로 진행하여 상기 상태변수 PMC를 1(개방루프 전력제어방식)로 설정하고, 상기 901단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행한다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 TDD 방식을 사용하는 통신시스템의 단말기에서 기지국으로 전력제어변경을 요청하기 위한 절차를 도시하고 있다.

도 10을 참조하면, 먼저 단말기는 1001단계에서 상기 단말 이동성 추정기(711)에서 산출한 이동성 지수와 미리 설정된 임계치를 비교한다. 이후, 상기 단말기는 1003단계에서 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 작는지 검사한다.

만일, 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 작으면, 상기 단말기는 1005단계로 진행하여 전력제어방식을 나타내는 상태변수 PMC'를 0(폐쇄루프 전력제어방식)으로 설정한다. 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 작다는 것은 단말기가 저속으로 이동하는 것을 나타내므로, 전력제어방식을 폐쇄루프 전력제어방식으로 설정한다.

반면, 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 크면, 상기 단말기는 1007단계로 진행하여 전력제어방식을 나타내는 상태변수 PMC'를 1(개방루프 전력제어방식)로 설정한다. 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 크다는 것은 단말기가 고속으로 이동하고 있는 것을 나타내므로, 전력제어방식을 개방루프 전력제어방식으로 설정한다.

상기와 같이 전력제어방식을 설정한후, 상기 단말기는 1009단계로 진행하여 상기 상태변수가 토글(toggle)되었는지 검사한다. 즉, 현재 설정된 전력제어방식(PMC')과 이전 전력제어방식(PMC)을 비교하여 상이한지 검사한다. 만일, 상기 상태변수가 변경되지 않았다면, 상기 단말기는 상기 1001단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행한다. 만일, 상기 상태변수가 변경되었다면, 상기 단말기는 1011단계에서 변경된 전력제어방식에 대한 정보를 포함하는 전력제어변경요청 메시지를 생성하여 상기 기지국으로 전송하고, 상기 1001단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행한다. 상기 전력제어변경요청 메시지의 상세 구성은 후술되는 <표 2>에 자세히 나타나 있다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 TDD방식의 통신시스템에서 기지국과 단말기 사이에 교환되는 메시지들을 보여준다. 특히, 도 11은 단말기가 기지국으로 전력제어변경 요청을 하고, 상기 기지국이 상기 전력제어변경 요청에 따라 전력제어방식을 결정하는 경우를 설명하기 위한 것이다.

도 11을 참조하면, 전력제어방식의 변경이 필요한 경우, 상기 단말기는 1101단계에서 단말기가 요구하는 전력제어방식에 대한 정보를 포함하는 전력제어변경요청 메시지를 기지국으로 전송한다. 상기 전력제어변경요청 메시지의 상세 구성은 후술되는 <표 2>에 자세히 나타나 있다.

상기 전력제어변경요청 메시지가 수신되면, 상기 기지국은 1103단계에서 상기 단말기의 이동성 지수에 근거해서 전력제어방식을 결정한다. 상기 결정된 전력제어방식이 이전의 전력제어방식과 상이할 경우, 상기 기지국은 1105단계에서 상기 결정된 전력제어방식에 대한 정보를 포함하는 전력제어변경명령 메시지를 상기 단말기로 전송한다. 상기 전력제어변경명령 메시지의 상세 구성은 후술되는 <표 3>에 자세히 나타나 있다.

상기 전력제어변경명령 메시지가 수신되면, 상기 단말기는 1107단계에서 상기 메시지 내에 포함되어 있는 전력제어변경명령에 따라 전력제어방식을 설정한다.

상기한 바와 같이, 단말기가 전력제어변경을 요청하고, 기지국이 이에 대한 응답으로 전력제어변경명령을 단말기로 전송할 수 있다. 다른 예로, 기지국은 단말기의 요청 없이도 단말기의 이동성 지수에 따라 전력제어변경명령을 단말기로 전송할 수 있다. 여기서, 상기 전력제어변경요청 메시지는 도 1의 상향 버스트(UL burst#)를 통해 기지국으로 전송되고, 상기 전력제어변경명령 메시지는 하향 버스트(DL burst#)를 통해 단말기로 전송된다. 한편, 상기 상향 버스트에 대한 구성 정보는 UL-MAP 버스트로 단말기로 전송되고, 상기 하향 버스트에 대한 구성 정보는 DL-MAP 버스트를 통해 단말기로 전송된다. 즉, 단말기는 기지국으로부터 수신된 MAP 정보를 이용해 전력제어변경요청 메시지를 전송하고, 전력제어변경명령 메시지를 수신한다.

하기 <표 2>은 IEEE 802.16통신시스템에서 사용할 수 있는 단말기의 전력제어변경요청 메시지의 일 예를 보여준다. 도 11의 전력제어변경요청 메시지에 해당되며 단말기로부터 기지국에 상향링크 버스트를 통해 전달된다.

[표 2]

Syntax	Size	Notes
PMC_REQ message format{		
Management Message Type = 62	8 bits	Type = 62
Power control mode change	1 bits	0: Closed loop power control mode 1: Open loop power control mode
UL Tx power	8 bits	UL Tx power level for the burst that carries this header (11.1.1). When the Tx power is different from slot to slot, the maximum value is reported.
Reserved	7 bits	
}		

상기 <표 2>를 살펴보면, "Management Message Type"은 802.16 시스템에서 메시지를 구분하기 위해 붙인 일련번호로 규격제정에 따라 변경될 수 있다. "Power control mode change"는 요청하는 전력제어방식을 지시하며 폐쇄루프 전력제어는 '0'으로 개방루프 전력제어는 '1'로 설정한다. "UL Tx power"는 전력제어변경요청을 전송하는 상향 버스트의 전송전력 값이다. 이 전송전력 값의 구체적인 부호화 방법은 802.16을 따르며 여기서는 자세히 기술하지 않는다. 기지국은 상기 전송전력 값을 이용하여 전력제어변경요청을 전송하는 상향 버스트를 전력제어에 사용할 수 있다. "Reserved"는 메시지의 전체 크기가 바이트(Byte) 단위가 될 수 있도록 삽입한 비트들이다.

하기 <표 3>는 IEEE 802.16통신시스템에서 사용할 수 있는 기지국의 전력제어변경명령 메시지의 일 예를 보여준다. 도 11의 전력제어변경명령 메시지에 해당되며 기지국으로부터 단말기에 하향링크 버스트를 통해 전달된다.

[표 3]

Syntax	Size	Notes
PMC_REQ message format{		
Management Message Type = 63	8 bits	Type = 63
Power control mode change	1 bits	0: Closed loop power control mode 1: Open loop power control mode

Start frame	3 bits	3LSBs of frame number when the indicated power control mode is activated.
If (Power control mode change=0)		
Power adjust	8 bits	Signed integer, which expresses the change in power level (in multiples of 0.25 dB) that the SS shall apply to its current transmission power. When subchannelization is employed, the subscriber shall interpret the power offset adjustment as a required change to the transmitted power density.
else		
Offset _{perSS}	8 bits	Signed integer, which expresses the change in power level (in multiples of 0.2 dB) that the SS shall apply to the open loop power control formula in 8.4.10.3.1.
Reserved	4 bits	
}		

상기 <표 3>를 살펴보면, "Management Message Type"은 802.16 시스템에서 메시지를 구분하기 위해 붙인 일련번호로 규격제정에 따라 변경될 수 있다. "Power control mode change"는 요청하는 전력제어방식을 지시하며 폐쇄루프 전력제어는 '0'으로 개방루프 전력제어는 '1'로 설정한다. "Start frame"은 지시하는 전력제어방식의 적용시점을 IEEE 802.16통신시스템의 프레임 단위로 가리킨다. 지시하는 전력제어방식이 폐쇄루프 전력제어일 경우 단말기의 송신전력에 대한 전력 제어명령(power adjust)을 전송한다. 개방루프 전력제어일 경우 <수학식 2>의 $MARGIN_{RX}$ 에 반영할 수 있는 오프셋값(Offset_{perSS})을 전송한다. 이 값은 기지국 안테나 다이버시티 이득, 채널의 선택도에 따른 링크성능의 변화와 같은 단말기 고유의 값이다. 이 경우 $MARGIN_{RX}$ 은 전력제어를 적용할 시점까지의 지연뿐 아니라 개별 단말기 고유의 채널상태를 반영하는 값이 된다.

하기 <표 4>는 IEEE 802.16통신시스템에서 사용할 수 있는 단말기의 대역폭 요구 및 상향 송신전력 보고 메시지의 일 예를 보여준다.

[표 4]

MSB															
HT=1 (0)	EC=0 (0)	Type(3) =011	BR(11)												
UL Tx Power (8)								CID MSB (8)							
CID LSB (8)								HCS (8)							

상기 <표 4>에 나타난 바와 같이, 대역폭 요구 및 상향 송신전력 보고 메시지는 기존 IEEE 802.16의 대역폭 메시지를 수정한 형태를 갖는다. 일반적으로, IEEE 802.16 통신시스템에서 상향링크는 단말기의 대역폭 요구로 시작된다. 기존 IEEE 802.16 통신시스템에서는 이를 위해 단말기의 대역폭 요구 메시지가 정의되어 있다. 앞서 언급한 바와 같이, 일반적으로 IEEE 802.16 통신시스템에서 상향링크는 단말기의 대역폭요구로 시작되기 때문에, 도 2 및 도 3의 맨 처음에 단말기에서 기지국으로 전달되는 상향 메시지는 대역폭요구 메시지가 될 수 있다. 하지만 이 메시지는 상향송신전력에 대한 정보가 없어 도 2와 도 3에서와 같이 전력제어의 기준신호로 사용할 수 없다. 따라서 본 발명은 단말기가 대역폭 요구를 할 때 상향 송신전력 값도 같이 전송할 수 있도록 한다. 상기 <표 4>는 이러한 목적으로 사용되는 대역폭 요구 및 상향송신전력 보고 메시지로 도 2와 도 3에서와 같이 전력제어의 기준신호로 사용할 수 있다. 특히 대역폭 요구 및 상향전송전력 보고 메시지는 802.16에서 헤더(Header)라고 불리는 특수한 제어메시지 형태를 취한다.

상기 <표 4>를 살펴보면, "HT(Header Type)"는 헤더의 종류를 나타내는 값으로 항상 '1'로 설정한다. "EC(Encryption Control)"는 헤더 뒤에 오는 페이로드(Payload)에 대한 암호화적용여부를 나타내며 항상 '1'로 설정한다. 실제 대역폭 요구 및 상향 송신전력 보고 메시지는 헤더로만 구성되고 페이로드는 존재하지 않는다. "Type"은 헤더의 종류를 나타내며

규격제정에 따라 다른 값을 가질 수 있다. "BR"은 단말기의 대역폭요구(Bandwidth Request)를 나타내면 단말기가 상향으로 전송하고자 하는 데이터의 양을 바이트(Byte) 단위로 나타낸다. "UL TX Power"는 대역폭 요구 및 상향 송신전력 보고 메시지를 전송하는 상향 버스트의 송신전력 값이다. 값의 구체적인 부호화방법은 802.16을 따르며 여기서는 자세히 기술하지 않는다. 기지국은 상기 송신전력값을 이용하여 대역폭 요구 및 상향송신전력 보고 메시지를 전송하는 상향 버스트를 전력제어에 사용할 수 있다. "CID(Connection ID)"는 16비트 길이의 802.16 고유방식의 연결 인식자이다. "HCS(Header Check Sequence)"는 메시지에 대한 8비트 CRC 값으로 메시지가 기지국에 수신된 후 메시지의 오류여부를 확인할 수 있도록 한다. 구체적인 CRC 방법은 802.16 규격을 따르고 여기서는 자세히 기술하지 않는다.

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

발명의 효과

상술한 바와 같은 본 발명은, TDD 통신 시스템에서 적응적으로 상향링크 전력제어방식을 변경함으로써 보다 효율적으로 상향링크 전력제어를 수행할 수 있다. 즉, 폐쇄루프 전력제어 및 개방루프 전력제어의 단말기 이동 속도에 대한 장점을 충분히 이용하여 효율적인 상향링크 전력제어를 수행할 수 있는 이점이 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

복수의 상향링크 전력제어방식들을 지원하는 이동통신시스템의 기지국 장치에 있어서,

단말기의 이동속도를 추정하여 이동성 지수를 출력하는 이동성 추정기와,

상기 이동성 추정기로부터의 이동성 지수와 미리 결정된 임계치를 비교하여 상기 복수의 전력제어방식들중 상기 단말기의 상향링크에 적용할 전력제어방식을 선택하는 전력제어기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 전력제어기는, 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 클 경우 개방루프 전력제어방식을 선택하고, 상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 작을 경우 폐쇄루프 전력제어방식을 선택하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 선택된 전력제어방식이 이전 전력제어방식과 상이할 경우, 상기 단말기에게 전송할 전력제어변경명령 메시지를 생성하기 위한 맥(MAC) 블록을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 전력제어변경명령 메시지는, 요청하는 전력제어방식을 지시하기 위한 필드(Power control mode change), 지시하는 전력제어방식을 적용할 시작 프레임을 지정하기 위한 필드(Start Frame), 지시하는 전력제어방식이 폐쇄루프 전력제

어일 경우 단말기의 송신전력에 대한 전력제어명령을 지정하기 위한 필드(Power adjust), 지시하는 전력제어방식이 개방루프 전력제어일 경우 단말기의 송신전력을 계산하는 시점과 실제 상향링크 전송시점과의 차를 고려한 마진(margin)을 지정하기 위한 필드(Offset_{perSS})를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 전력제어기는, 소정 시간주기 또는 상기 단말기로부터 전력제어변경요청 메시지 수신시, 상기 전력제어방식의 선택을 수행하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 6.

제5항에 있어서,

상기 전력제어변경요청 메시지는, 단말기가 요청하는 전력제어방식을 지시하기 위한 필드(Power control mode change), 상기 전력제어변경요청 메시지를 전송하는 상향 버스트의 송신전력 값을 지정하기 위한 필드(UL Tx Power)를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7.

제1항에 있어서,

상기 이동통신시스템은 직교주파수분할다중화(OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing)/직교주파수분할다중접속(OFDMA : Orthogonal Frequency Division Multiple Access)-시분할 듀플렉싱(TDD : Time Division Multiplexing) 방식의 통신시스템인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 8.

복수의 상향링크 전력제어방식들을 지원하는 이동통신시스템의 단말기 장치에 있어서,

기지국으로부터 전력제어변경명령 메시지 수신시, 상기 메시지로부터 상기 기지국이 요청하는 전력제어방식에 대한 정보를 추출하여 출력하는 맥(MAC) 블록과,

상기 맥 블록으로부터의 상기 전력제어방식에 대한 정보에 따라 전력제어방식을 설정하고, 상기 설정된 전력제어방식에 따라 상향링크 버스트에 적용할 송신전력을 결정하는 전력제어기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 9.

제8항에 있어서,

상기 전력제어변경명령 메시지는, 상기 기지국이 요청하는 전력제어방식을 지시하기 위한 필드(Power control mode change), 지시하는 전력제어방식을 적용할 시작 프레임을 지정하기 위한 필드(Start Frame), 지시하는 전력제어방식이 폐쇄루프 전력제어일 경우 단말기의 송신전력에 대한 전력제어명령을 지정하기 위한 필드(Power adjust), 지시하는 전력제어방식이 개방루프 전력제어일 경우 단말기의 송신전력을 계산하는 시점과 실제 상향링크 전송시점과의 차를 고려한 마진(margin)을 지정하기 위한 필드(Offset_{perSS})를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 10.

제8항에 있어서,

상기 단말기의 이동속도를 추정하여 이동성 지수를 출력하는 이동성 추정기를 더 포함하며,

상기 전력제어기는 상기 이동성 추정기로부터의 이동성 지수와 미리 결정된 임계치를 비교하여 전력제어방식을 선택하며,

상기 선택된 전력제어방식이 이전 전력제어방식과 상이할 경우, 상기 맥 블록은, 기지국으로 전송할 전력제어변경요청 메시지를 생성하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 11.

제10항에 있어서,

상기 전력제어변경요청 메시지는, 상기 단말기가 요청하는 전력제어방식을 지시하기 위한 필드(Power control mode change), 상기 전력제어변경요청 메시지를 전송하는 상향 버스트의 송신전력 값을 지정하기 위한 필드(UL Tx Power)를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 12.

제8항에 있어서,

상기 기지국으로 대역폭 요구시, 상기 맥 블록은, 대역폭 요구를 전송하는 상향링크 버스트의 송신전력에 대한 정보를 포함하는 대역폭 요구 메시지를 생성하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 13.

제12항에 있어서,

상기 대역폭 요구 메시지는, 상향으로 전송하고자 하는 데이터의 양을 지정하기 위한 필드(BR : Bandwidth Request) 및 상기 대역폭 요구 메시지를 전송하는 상향링크 버스트의 송신전력 값을 지정하기 위한 필드(UL Tx Power)를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 14.

제8항에 있어서,

상기 이동통신시스템은 직교주파수분할다중화(OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing)/직교주파수분할 다중접속(OFDMA : Orthogonal Frequency Division Multiple Access)-시분할 듀플렉싱(TDD : Time Division Multiplexing) 방식의 통신시스템인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 15.

복수의 상향링크 전력제어방식들을 지원하는 이동통신시스템에서 상향링크 전력제어방식을 적응적으로 결정하기 위한 방법에 있어서,

소정 시간 주기로, 기지국이, 단말기의 이동속도를 나타내는 이동성 지수와 소정 임계치를 비교하여 상기 단말기의 상향링크에 적용할 전력제어방식을 결정하는 과정과,

상기 기지국이, 상기 결정된 전력제어방식에 대한 정보를 포함하는 전력제어변경명령 메시지를 상기 단말기로 전송하는 과정과,

상기 전력제어변경명령 메시지 수신시, 상기 단말기가, 상기 메시지에서 상기 전력제어방식에 대한 정보를 추출하고, 상기 추출된 정보에 따라 상향링크 전력제어방식을 설정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16.

제15항에 있어서,

상기 전력제어변경명령 메시지는, 상기 기지국이 요청하는 전력제어방식을 지시하기 위한 필드(Power control mode change), 지시하는 전력제어방식을 적용할 시작 프레임을 지정하기 위한 필드(Start Frame), 지시하는 전력제어방식이 폐쇄루프 전력제어일 경우 단말기의 송신전력에 대한 전력제어명령을 지정하기 위한 필드(Power adjust), 지시하는 전력제어방식이 개방루프 전력제어일 경우 단말기의 송신전력을 계산하는 시점과 실제 상향링크 전송시점과의 차를 고려한 마진(margin)을 지정하기 위한 필드(Offset_{perSS})를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17.

복수의 상향링크 전력제어방식들을 지원하는 이동통신시스템에서 상향링크 전력제어방식을 적응적으로 결정하기 위한 방법에 있어서,

전력제어방식의 변경이 필요한 경우, 단말기가, 요청하는 전력제어방식에 대한 정보를 포함하는 전력제어변경요청 메시지를 기지국으로 전송하는 과정과,

상기 전력제어변경요청 메시지 수신시, 상기 기지국이, 상기 단말기의 이동속도를 나타내는 이동성 지수와 소정 임계치를 비교하여 상기 단말기의 상향링크에 적용할 전력제어방식을 결정하는 과정과,

상기 기지국이, 상기 결정된 전력제어방식에 대한 정보를 포함하는 전력제어변경명령 메시지를 상기 단말기로 전송하는 과정과,

상기 전력제어변경명령 메시지 수신시, 상기 단말기가, 상기 메시지에서 상기 전력제어방식에 대한 정보를 추출하고, 상기 추출된 정보에 따라 전력제어방식을 설정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18.

제17항에 있어서,

상기 전력제어변경요청 메시지는, 상기 단말기가 요청하는 전력제어방식을 지시하기 위한 필드(Power control mode change), 상기 전력제어변경요청 메시지를 전송하는 상향 버스트의 송신전력 값을 지정하기 위한 필드(UL Tx Power)를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 19.

제17항에 있어서,

상기 전력제어변경명령 메시지는, 상기 기지국이 요청하는 전력제어방식을 지시하기 위한 필드(Power control mode change), 지시하는 전력제어방식을 적용할 시작 프레임을 지정하기 위한 필드(Start Frame), 지시하는 전력제어방식이 폐쇄루프 전력제어일 경우 단말기의 송신전력에 대한 전력제어명령을 지정하기 위한 필드(Power adjust), 지시하는 전력제어방식이 개방루프 전력제어일 경우 단말기의 송신전력을 계산하는 시점과 실제 상향링크 전송시점과의 차를 고려한 마진(margin)을 지정하기 위한 필드(Offset_{perSS})를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 20.

복수의 상향링크 전력제어방식들을 지원하는 이동통신시스템에서 기지국의 상향링크 전력제어방식 결정 방법에 있어서, 단말기의 이동속도를 추정하여 이동성 지수를 결정하는 과정과,

상기 이동성 지수와 미리 결정된 임계치를 비교하는 과정과,

상기 이동성 지수가 상기 임계치보다 클 경우 개방루프 전력제어방식을 선택하고, 상기 임계치보다 작을 경우 폐쇄루프 전력제어방식을 선택하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 21.

제20항에 있어서,

상기 선택된 전력제어방식이 이전 전력제어방식과 상이한 경우, 상기 선택된 전력제어방식에 대한 정보를 포함하는 전력제어변경명령 메시지를 상기 단말기로 전송하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 22.

제21항에 있어서,

상기 전력제어변경명령 메시지는, 상기 기지국이 요청하는 전력제어방식을 지시하기 위한 필드(Power control mode change), 지시하는 전력제어방식을 적용할 시작 프레임을 지정하기 위한 필드(Start Frame), 지시하는 전력제어방식이 폐쇄루프 전력제어일 경우 단말기의 송신전력에 대한 전력제어명령을 지정하기 위한 필드(Power adjust), 지시하는 전력제어방식이 개방루프 전력제어일 경우 단말기의 송신전력을 계산하는 시점과 실제 상향링크 전송시점과의 차를 고려한 마진(margin)을 지정하기 위한 필드(Offset_{perSS})를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 23.

복수의 상향링크 전력제어방식들을 지원하는 이동통신시스템에서 단말기의 상향링크 전력제어방식 결정 방법에 있어서,

기지국으로부터 전력제어변경명령 메시지 수신시, 상기 메시지에서 상기 기지국이 요청하는 전력제어방식에 대한 정보를 추출하는 과정과,

상기 추출된 정보에 따라 전력제어방식을 설정하는 과정과,

상기 설정된 전력제어방식에 따라 상향링크 버스트에 적용할 송신전력을 결정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 24.

제23항에 있어서,

상기 전력제어변경명령 메시지는, 상기 기지국이 요청하는 전력제어방식을 지시하기 위한 필드(Power control mode change), 지시하는 전력제어방식을 적용할 시작 프레임을 지정하기 위한 필드(Start Frame), 지시하는 전력제어방식이 폐쇄루프 전력제어일 경우 단말기의 송신전력에 대한 전력제어명령을 지정하기 위한 필드(Power adjust), 지시하는 전력제어방식이 개방루프 전력제어일 경우 단말기의 송신전력을 계산하는 시점과 실제 상향링크 전송시점과의 차를 고려한 마진(margin)을 지정하기 위한 필드(Offset_{perSS})를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 25.

제23항에 있어서,

상기 단말기의 이동속도를 추정하여 이동성 지수를 결정하는 과정과,

상기 이동성 지수와 미리 설정된 임계치를 비교하여 상향링크 전력제어방식을 선택하는 과정과,

상기 선택된 전력제어방식이 이전 전력제어방식과 상이할 경우, 상기 선택된 전력제어방식에 대한 정보를 포함하는 전력제어변경요청 메시지를 상기 기지국으로 전송하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

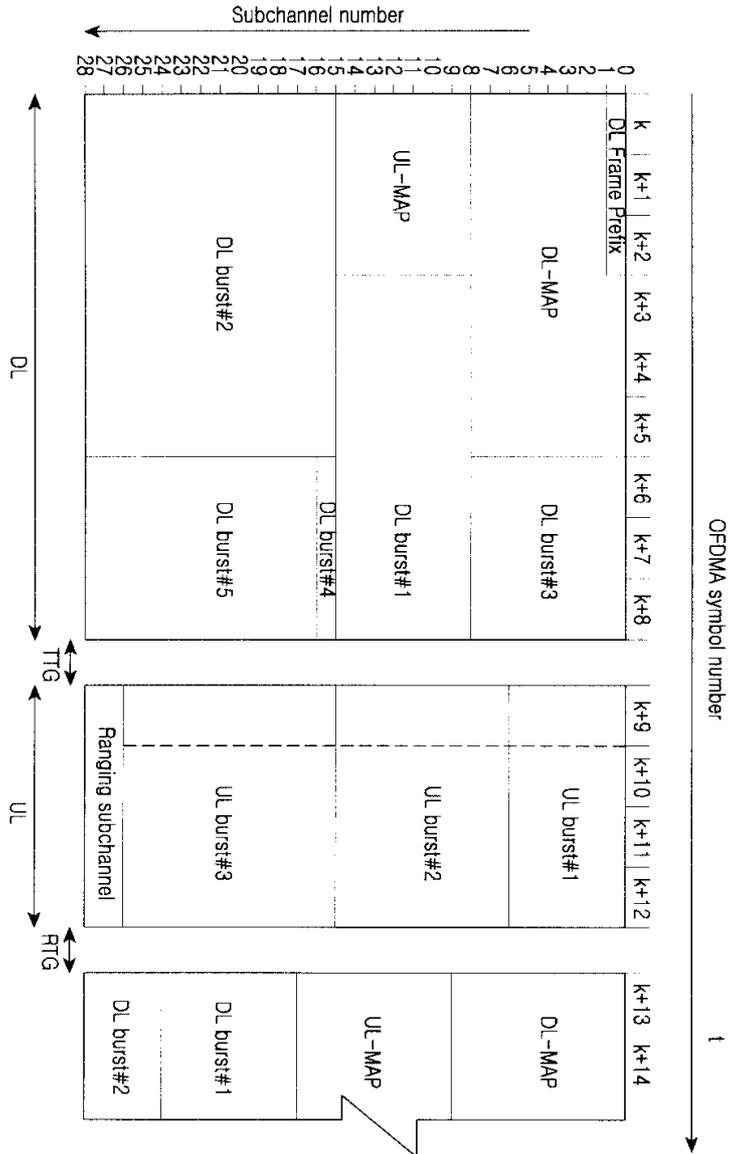
청구항 26.

제25항에 있어서,

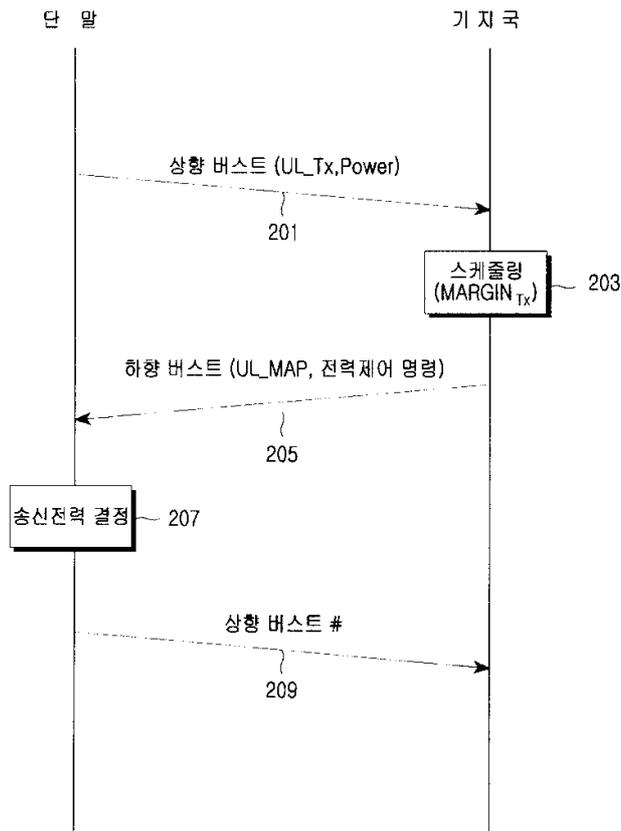
상기 전력제어변경요청 메시지는, 상기 단말기가 요청하는 전력제어방식을 지시하기 위한 필드(Power control mode change), 상기 전력제어변경요청 메시지를 전송하는 상향 버스트의 송신전력 값을 지정하기 위한 필드(UL Tx Power)를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

도면

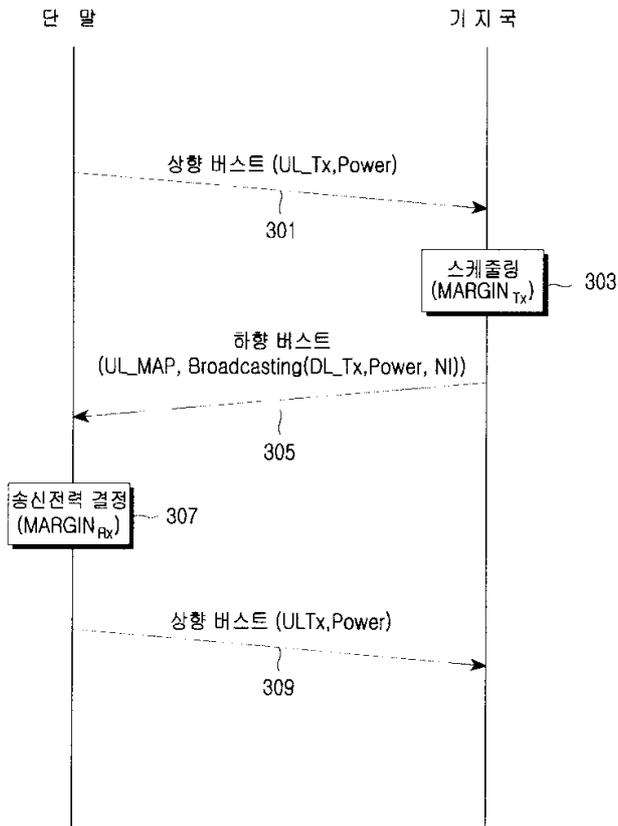
도면1



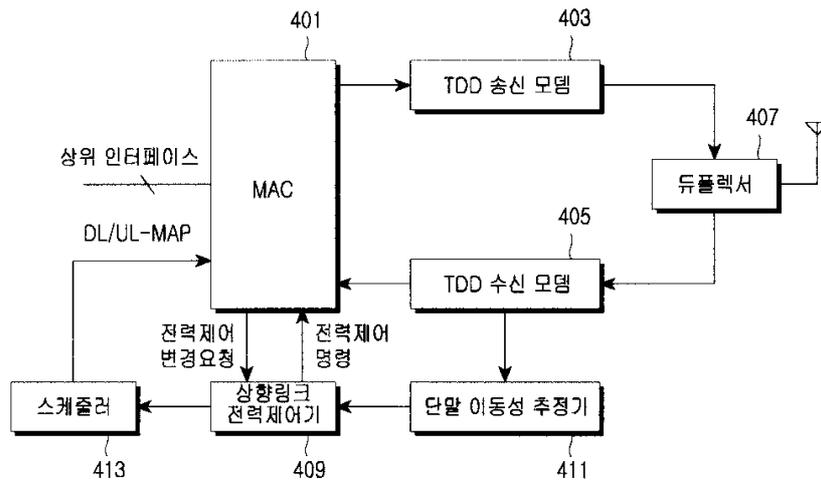
도면2



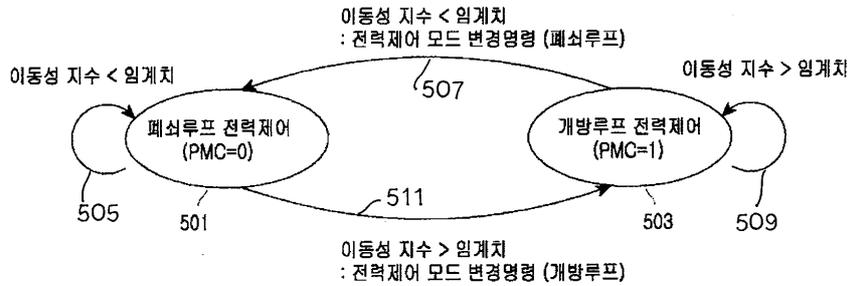
도면3



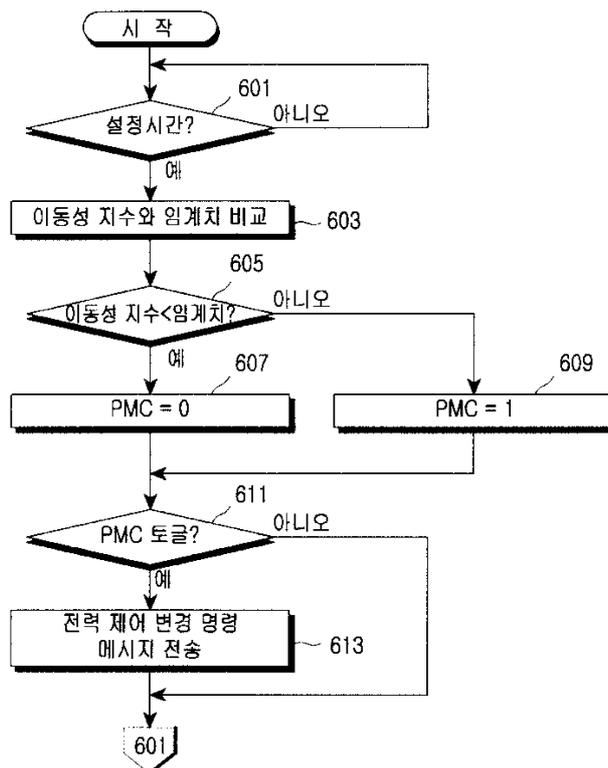
도면4



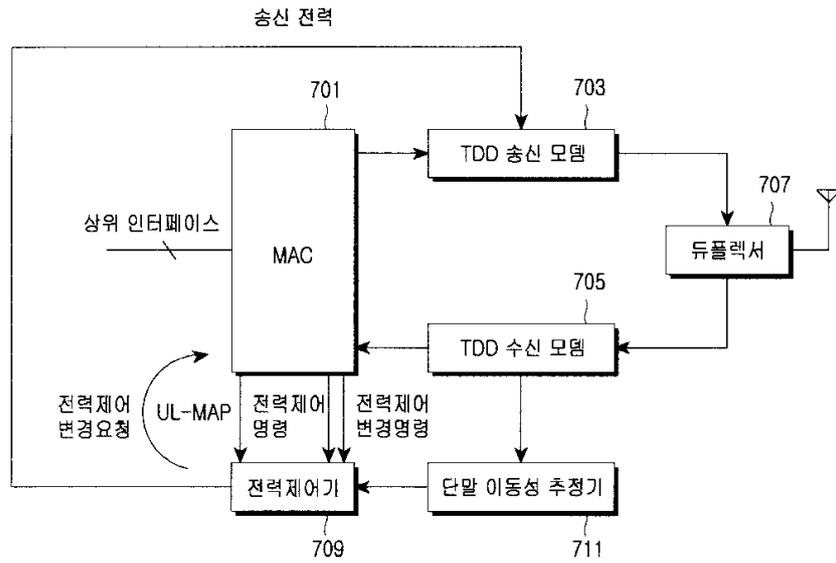
도면5



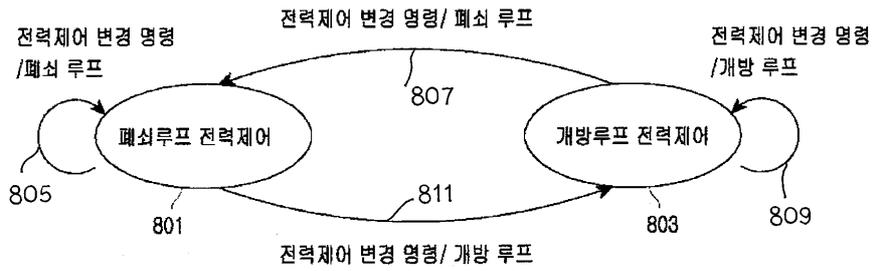
도면6



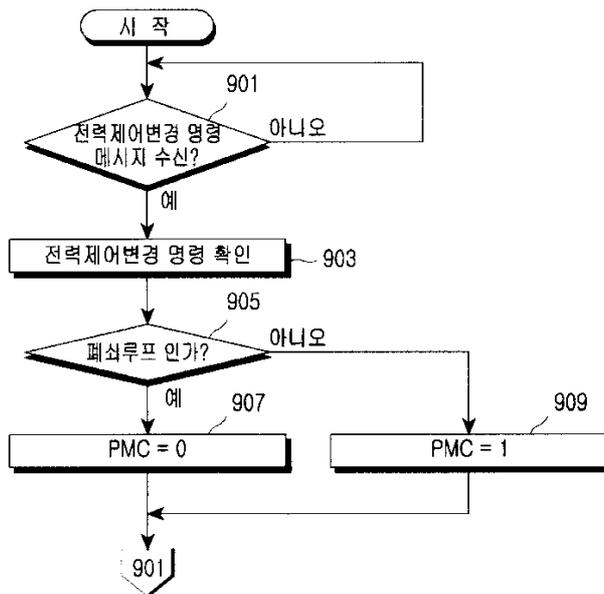
도면7



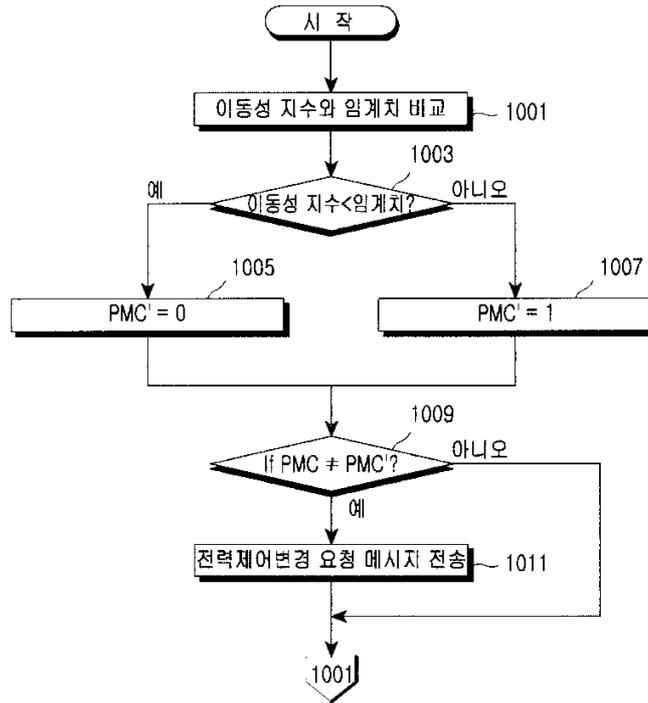
도면8



도면9



도면10



도면11

