(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년05월29일
(11) 등록번호 10-1740366
(24) 등록일자 2017년05월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/10 (2009.01) *H04W 24/02* (2009.01)
H04W 52/36 (2009.01) *H04W 72/12* (2009.01)
(21) 출원번호 10-2010-0103549
(22) 출원일자 2010년10월22일
심사청구일자 2015년10월15일
(65) 공개번호 10-2012-0001569
(43) 공개일자 2012년01월04일
(30) 우선권주장
1020100061166 2010년06월28일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
3GPP R1-101852
3GPP R2-103550*
3GPP R2-103634
3GPP R2-103602
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
김성훈
경기도 수원시 영통구 청명로 132, 청명마을 3단지 아파트 321동 1003호 (영통동)
정상수
경기도 수원시 팔달구 고화로13번길 7, 503호 (매산로2가)
(74) 대리인
윤동열

전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 황유진

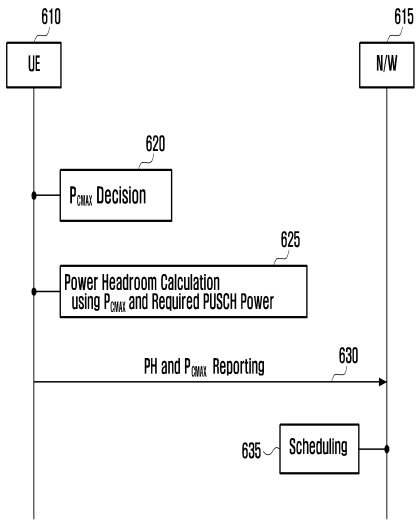
(54) 발명의 명칭 **이동 통신 시스템에서 역방향 최대 전송 전력을 보고하는 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명은 이동 통신 시스템에서 기지국이 단말기에게 자원을 할당하는 과정에서, 기지국이 정확한 스케줄링 결정을 내릴 수 있도록 하는 정보 구성 및 장치에 관한 것이다.

본 발명에서는 스케줄링 단계에서 사용되는 단말기의 최대 전송 전력을 기지국에게 정확하게 알려주기 위한 단말기 동작을 개시한다. 또한 단말기가 채널 상태와 무관하게 항상 동일하게 최대 전송 전력을 계산할 수 있도록 하는 방안을 제시한다.

대 표 도 - 도6



명 세 서

청구범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 단말의 가용 전송 전력(power headroom, PH) 보고 방법에 있어서,

가용 전송 전력 보고(power headroom report, PHR) 포맷을 설정하는 정보를 수신하는 단계;

PHR이 트리거 되었는지 결정하는 단계; 및

상기 PHR 포맷을 사용하여 적어도 하나의 활성화된 캐리어와 관련된 최대 전송 전력(Pcmax)와 PH를 전송하는 단계를 포함하며,

상기 PH는 상기 Pcmax에 기반하여 획득되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 하나 이상의 서빙 셀이 설정된 경우, 상기 Pcmax와 상기 PH는 각 서빙 셀에 대해 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 PHR 포맷은 확장된 PHR 매체 접근 제어 제어 요소(medium access control control element, MAC CE)를 포함하며,

상기 확장된 PHR MAC CE는 적어도 하나의 활성화된 캐리어와 관련된 적어도 하나의 PH 필드와 적어도 하나의 Pcmax 필드를 포함하고,

적어도 하나의 Pcmax 필드 각각은 적어도 하나의 PH 필드에 대응하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

만약, 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)과 물리 상향링크 제어 채널(PUCCH)에 대한 동시 전송이 설정된 경우, 타입 2 PH 값을 획득하는 단계; 및

상기 타입 2 PH 값과, 상기 타입 2 PH 값을 결정하는데 사용된 Pcmax를 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 타입 2 PH 값은 제1 셀의 Pcmax, PUSCH 전송 전력 및 PUCCH 전송전력에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

무선 통신 시스템에서 가용 전송 전력(power headroom, PH)을 보고하는 단말에 있어서,

신호를 송수신하는 송수신부; 및

가용 전송 전력 보고(power headroom report, PHR) 포맷을 설정하는 정보를 수신하고, PHR이 트리거 되었는지 결정하며, 상기 PHR 포맷을 사용하여 적어도 하나의 활성화된 캐리어와 관련된 최대 전송 전력(Pcmax)와 PH를 전송하도록 제어하는 제어부를 포함하며,

상기 PH는 상기 Pcmax에 기반하여 획득되는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 7

제6항에 있어서, 하나 이상의 서빙 셀이 설정된 경우, 상기 Pcmax와 상기 PH는 각 서빙 셀에 대해 결정되는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 PHR 포맷은 확장된 PHR 매체 접근 제어 제어 요소(medium access control control element, MAC CE)를 포함하며,

상기 확장된 PHR MAC CE는 적어도 하나의 활성화된 캐리어와 관련된 적어도 하나의 PH 필드와 적어도 하나의 Pcmax 필드를 포함하고,

적어도 하나의 Pcmax 필드 각각은 적어도 하나의 PH 필드에 대응하는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 제어부는 만약 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)과 물리 상향링크 제어 채널(PUCCH)에 대한 동시 전송이 설정된 경우, 타입 2 PH 값을 획득하고, 상기 타입 2 PH 값과, 상기 타입 2 PH 값을 결정하는데 사용된 Pcmax를 전송하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 타입 2 PH 값은 제1 셀의 Pcmax, PUSCH 전송 전력 및 PUCCH 전송전력에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 11

무선 통신 시스템에서 기지국의 가용 전송 전력(power headroom, PH) 수신 방법에 있어서,

단말에 대해 활성화된 상향링크 캐리어의 개수에 기반하여, 가용 전송 전력 (power headroom report, PHR) 포맷을 설정하는 정보를 확인하는 단계;

상기 정보를 포함하는 제어 메시지를 전송하는 단계; 및

상기 PHR 포맷을 사용하여, 상기 단말에 대한 적어도 하나의 활성화된 캐리어와 관련된 최대 전송 전력(Pcmax)과 PH를 수신하는 단계를 포함하며,

상기 PH는 상기 Pcmax에 기반하여 획득되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 하나 이상의 서빙 셀이 설정된 경우, 상기 Pcmax와 상기 PH는 각 서빙 셀에 대해 결정되는 것

을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 PHR 포맷은 확장된 PHR 매체 접근 제어 제어 요소(medium access control control element, MAC CE)를 포함하며,

상기 확장된 PHR MAC CE는 적어도 하나의 활성화된 캐리어와 관련된 적어도 하나의 PH 필드와 적어도 하나의 Pcmax 필드를 포함하고,

적어도 하나의 Pcmax 필드 각각은 적어도 하나의 PH 필드에 대응하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

만약, 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)과 물리 상향링크 제어 채널(PUCCH)에 대한 동시 전송이 설정된 경우,

타입 2 PH 값과, 상기 타입 2 PH 값을 결정하는데 사용된 Pcmax를 수신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 타입 2 PH 값은 제1 셀의 Pcmax, PUSCH 전송 전력 및 PUCCH 전송전력에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

무선 통신 시스템에서 가용 전송 전력 보고(power headroom report, PHR)를 수신하는 기지국에 있어서,

신호를 송수신하는 송수신부; 및

단말에 대해 활성화된 상향링크 캐리어의 개수에 기반하여, 가용 전송 전력 (power headroom report, PHR) 포맷을 설정하는 정보를 확인하고, 상기 정보를 포함하는 제어 메시지를 전송하며, 상기 PHR 포맷을 사용하여, 상기 단말에 대한 적어도 하나의 활성화된 캐리어와 관련된 최대 전송 전력(Pcmax)과 PH를 수신하도록 제어하는 제어부를 포함하며,

상기 PH는 상기 Pcmax에 기반하여 획득되는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 17

제16항에 있어서, 하나 이상의 서빙 셀이 설정된 경우, 상기 Pcmax와 상기 PH는 각 서빙 셀에 대해 결정되는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 PHR 포맷은 확장된 PHR 매체 접근 제어 제어 요소(medium access control control element, MAC CE)를 포

함하며,

상기 확장된 PHR MAC CE는 적어도 하나의 활성화된 캐리어와 관련된 적어도 하나의 PH 필드와 적어도 하나의 Pcmax 필드를 포함하고,

적어도 하나의 Pcmax 필드 각각은 적어도 하나의 PH 필드에 대응하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 19

제16항에 있어서, 상기 제어부는,

전송이 설정된 경우,

타입 2 PH 값과, 상기 타입 2 PH 값을 결정하는데 사용된 Pcmax를 수신하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 타입 2 PH 값은 제1 셀의 Pcmax, PUSCH 전송 전력 및 PUCCH 전송전력에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는 기지국.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 이동 통신 시스템에 한 것으로서, 보다 구체적으로 기지국의 스케줄링 결정에 사용되는 단말의 최대 전송 전력을 보고하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 이동통신 시스템은 사용자의 이동성을 확보하면서 통신을 제공하기 위한 목적으로 개발되었다. 이러한 이동통신 시스템은 기술의 비약적인 발전에 힘입어 음성 통신은 물론 고속의 데이터 통신 서비스를 제공할 수 있는 단계에 이르렀다.

[0003] 근래에는 차세대 이동 통신 시스템 중 하나로 3GPP에서 LTE(Long Term Evolution)에 대한 규격 작업이 진행 중이다. LTE는 2010년 정도를 상용화 목표로 해서, 현재 제공되고 있는 데이터 전송률보다 높은 최대 100 Mbps 정도의 전송 속도를 가지는 고속 패킷 기반 통신을 구현하는 기술이다. 이를 위해 여러 가지 방안이 논의되고 있는데, 예를 들어 네트워크의 구조를 간단히 해서 통신로 상에 위치하는 노드의 수를 줄이는 방안이나, 무선 프로토콜들을 최대한 무선 채널에 근접시키는 방안 등이 논의 중이다.

[0004] 한편, 데이터 서비스는 음성 서비스와 달리 전송하고자 하는 데이터의 양과 채널 상황에 따라 할당할 수 있는 자원 등이 결정된다. 따라서 이동 통신 시스템과 같은 무선 통신 시스템에서는 스케줄러에서 전송하고자 하는 자원의 양과 채널의 상황 및 데이터의 양 등을 고려하여 전송 자원을 할당하는 등의 관리가 이루어진다. 이는 차세대 이동 통신 시스템 중 하나인 LTE에서도 동일하게 이루어지며 기지국에 위치한 스케줄러가 무선 전송 자원을 관리하고 할당한다.

[0005] 일반적으로 LTE 시스템에서 역방향 스케줄링을 위해서 단말은 기지국에게 스케줄링 정보 (Scheduling Information)을 전달한다. 상기 스케줄링 정보로는 버퍼 상태 보고 (Buffer Status Report, BSR)와 가용 전송 전력 보고 (Power Headroom Report, PHR)가 있다. 이들 중 PHR은 기지국이 단말에게 역방향 전송을 위해 자원을 할당할 때 단말이 사용하는 최대 전송 전력이 단말이 전송에 사용할 수 있는 최대 전력 한도를 넘지 않도록 하기 위해 사용된다. 이 때 PHR에 대한 정보가 정확하지 않으면 자원을 제대로 스케줄링 못하거나 다른 전송에 간섭을 줄 수 있으므로 단말기가 보고한 PHR을 기지국이 정확하게 해석할 수 있도록 해야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 이동 통신 시스템에서 스케쥴링 정보를 효과적으로 처리하는 방법 및 장치와 그 시스템을 제공한다.

[0007] 또한 본 발명은 이동 통신 시스템에서 단말과 기지국간의 스케쥴링 정보를 효율적으로 처리하는 방법 및 장치와 그 시스템을 제공한다.

[0008] 또한 본 발명은 이동 통신 시스템에서 단말의 가용 전송 전력 보고를 정확하게 수행하는 방법 및 장치와 그 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 실시 예에 따라 이동 통신 시스템의 기지국에서 스케줄링에 사용되는 가용 전송 전력 보고의 정확도를 높이는 방법은 단말기가 가용 전송 전력을 계산할 때 사용하는 P_{CMAX}를 결정하는 과정과, 상기 결정된 P_{CMAX}를 기지국에게 전달하는 과정을 포함한다.

[0010] 또한 본 발명의 실시 예에 따라 이동 통신 시스템에서 단말기가 P_{CMAX}를 결정할 때, Required PUSCH Power가 P_{CMAX}보다 현저히 낮아서 Power Reduction을 할 필요가 없는 경우와 Required PUSCH Power가 P_{CMAX}와 유사해 Power Reduction이 발생할 확률이 높은 경우 모두에서 동일한 P_{CMAX}를 결정하도록 하는 방법을 포함한다.

[0011] 또한 본 발명의 실시 예에 따라 이동 통신 시스템에서 단말기가 P_{CMAX}를 기지국에 보고하는데 드는 오버헤드를 줄이기 위해 P_{CMAX}를 두 비트로 표현하고, 이를 Power Headroom MAC CE의 사용되지 않는 두 비트에 넣어 기지국에 전달하는 방법을 포함한다.

[0012] 또한 본 발명의 실시 예에 따라 이동 통신 시스템에서 단말기가 P_{CMAX}를 보고하는 정확도를 더욱 높이기 위해 정확한 P_{CMAX} 값을 넣어서 기지국에 전달할 수 있는 MAC CE 형식과, P_{CMAX} 보고를 트리거 하는 조건을 포함한다.

[0013] 또한 본 발명의 실시 예에 따라 이동 통신 시스템에서 기지국이 단말기로부터 보고 받은 P_{CMAX} 값을 데이터 베이스화하여 관리하는 과정과, 데이터 베이스에 빠진 스케줄링 상황이 있어 Update가 필요할 때 단말기에게 P_{CMAX} 보고를 요구하는 과정 및 상기 스케줄링 상황을 반영한 역방향 그랜트를 단말에게 할당하는 과정을 포함한다.

[0014] 보다 구체적으로, 본 발명의 이동통신 시스템에서 단말의 스케쥴링 정보 보고 방법은 상기 단말의 최대 전송 전력(P_{cmax})을 결정하는 단계, 상기 결정된 최대 전송 전력을 이용하여 상기 단말의 가용 전송 전력(Power Headroom)을 결정하는 단계, 상기 결정된 최대 전송 전력과 가용 전송 전력을 포함하는 스케쥴링 정보를 기지국에게 전송하는 단계 및 기지국이 결정한 스케쥴링에 따라 상향링크 자원을 상기 단말에게 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 이 경우, 상기 최대 전송 전력이, 상기 단말이 역방향 전송을 위해 사용하고 있는 전송 전력과는 무관하게 결정된다.

[0016] 그리고 본 발명의 제1 실시예에 따르면, 상기 최대 전송 전력은 가용 전력 Mac 제어 요소 메시지의 임의의 2 비트를 이용하여 상기 최대 전송 전력을 기지국에게 전송된다.

[0017] 또한, 본 발명의 제2 실시예에 따르면, 상기 최대 전송 전력은 미리 정의된 조건 만족 시 최대 전송 전력에 대한 정보를 포함하는 최대 전송 전력 보고 메시지를 생성하여 상기 기지국에게 전송된다.

[0018] 그리고 본 발명의 제3 실시예에 다르면, 단말의 상황별 최대 전송 전력은 기지국에서 데이터 베이스화 되어 저장 및 관리되며, 이 경우 최대 전송 전력을 기지국에게 전송하는 단계는 기지국으로부터 특정 조건 하에서의 최대 전송 전력을 보고할 것을 요청받는 단계 및 상기 요청에 대응하여 최대 전송 전력을 상기 기지국에게 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 이동통신 시스템에서 스케쥴링 정보를 보고하는 단말은 기지국과 신호를 송수신하는 송수신부 및 상기 단말의 최대 전송 전력(P_{cmax})을 결정하고, 상기 결정된 최대 전송 전력을 이용하여 상기 단말의 가용 전송 전력(Power Headroom)을 결정하며, 상기 결정된 최대 전송 전력과 가용 전송 전력을 포함하는 스케쥴링 정보를 기지국에게 전송하도록 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로

한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명을 적용하면 기지국이 단말기의 PHR을 보다 정확하게 해석할 수 있어 스케줄링을 효율적으로 할 수 있을 뿐만 아니라 다른 전송으로의 간섭도 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 LTE 이동 통신 시스템의 구조를 도시하는 도면.

도 2는 LTE 이동 통신 시스템의 프로토콜 구조를 도시하는 도면.

도 3은 LTE 이동 통신 시스템에서 PH를 사용하는 과정을 도시하는 도면.

도 4는 LTE 이동 통신 시스템에서 PH를 사용한 스케줄링의 일 예를 도시한 도면.

도 5는 LTE 이동 통신 시스템에서 PH를 사용한 잘못된 스케줄링의 일 예를 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 1 실시 예에 따른 네트워크와 단말기의 동작을 도시한 도면.

도 7은 LTE 이동 통신 시스템의 Power Headroom MAC CE의 구조를 도시한 도면.

도 8은 본 발명의 2 실시 예에 따른 P_{CMAX} 보고를 위한 단말기의 동작을 도시한 도면.

도 9는 본 발명의 2 실시 예에 따른 P_{CMAX} 보고를 위한 MAC CE의 구조를 도시한 도면.

도 10은 본 발명의 3 실시 예에 따른 기지국의 동작을 도시한 도면.

도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 단말 장치를 도시한 도면.

도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 기지국 장치를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 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. 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예를 설명하기로 한다.

[0023] 본 발명은 이동통신 시스템에서 스케줄링 결정에 사용되는 단말의 최대 전송 출력을 보고하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명을 본격적으로 설명하기에 앞서 도 1 및 도2을 통해 LTE 시스템에 대해서 좀 더 자세히 설명한다.

[0024] 도 1은 LTE 이동 통신 시스템의 구조를 도시하는 도면이다.

[0025] 상기 도 1을 참조하면, 도시한 바와 같이 LTE 이동 통신 시스템의 무선 액세스 네트워크는 차세대 기지국(Evolved Node B, 이하 ENB 또는 Node B라 한다)(105, 110, 115, 120)과 MME (125 Mobility Management Entity) 및 S-GW (130 Serving - Gateway)로 구성된다. 사용자 단말(User Equipment, 이하 UE라 칭한다)(135)은 ENB 및 S-GW를 통해 외부 네트워크에 접속한다.

[0026] ENB(105 ~ 120)는 UMTS 시스템의 기존 노드 B에 대응된다. ENB는 UE(135)와 무선 채널로 연결되며 기존 노드 B보다 복잡한 역할을 수행한다.

[0027] LTE에서는 인터넷 프로토콜을 통한 VoIP(Voice over IP)와 같은 실시간 서비스를 비롯한 모든 사용자 트래픽이 공용 채널(shared channel)을 통해 서비스 되므로, UE(135)들의 상황 정보를 취합해서 스케줄링을 하는 장치가 필요하며 이를 ENB(105 ~ 120)가 담당한다. 하나의 ENB는 통상 다수의 셀들을 제어한다. 최대 100 Mbps의 전송 속도를 구현하기 위해서 LTE는 최대 20 MHz 대역폭에서 직교 주파수 분할 다중 방식(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 이하 OFDM이라 한다)을 무선 접속 기술로 사용한다. 또한 단말의 채널 상태에 맞춰 변조 방식(modulation scheme)과 채널 코딩률(channel coding rate)을 결정하는 적응 변조 코딩(Adaptive Modulation & Coding, 이하 AMC라 한다) 방식을 적용한다.

[0028] S-GW(130)는 데이터 베어러를 제공하는 장치이며, MME(125)의 제어에 따라서 데이터 베어러를 생성하거나 제거

한다. MME(125)는 각 종 제어 기능을 담당하는 장치로 하나의 MME(125)는 다수의 기지국 들과 연결된다.

[0029] 도 2에 무선 프로토콜을 도시하는 도면이다.

[0030] 도 2에서 보는 것과 같이 LTE 시스템의 무선 프로토콜은 PDCP(Packet Data Convergence Protocol 205, 240), RLC(Radio Link Control 210, 235), MAC (Medium Access Control 215,230), PHY(220, 225)으로 이루어진다.

[0031] PDCP(Packet Data Convergence Protocol)(205, 240)는 IP 헤더 압축/복원 등의 동작을 담당하고, 무선 링크 제어(Radio Link Control, 이하 RLC라고 한다)(210, 235)는 PDCP PDU(Packet Data Unit)를 적절한 크기로 재구성해서 ARQ 동작 등을 수행한다. MAC(215,230)은 한 단말에 구성된 여러 RLC 계층 장치들과 연결되며, RLC PDU들을 MAC PDU에 다중화하고 MAC PDU로부터 RLC PDU들을 역다중화하는 동작을 수행한다. 물리 계층(PHY)(220, 225)은 상위 계층 데이터를 채널 코딩 및 변조하고 OFDM 심벌로 만들어서 무선 채널로 전송하거나, 무선 채널을 통해 수신한 OFDM 심벌을 복조하고 채널 디코딩해서 상위 계층으로 전달하는 동작을 한다. 전송을 기준으로 프로토콜 엔터티로 입력되는 데이터를 SDU(Service Data Unit), 출력되는 데이터를 PDU(Protocol Data Unit)이라고 한다.

[0032] 이러한 LTE 이동 통신 시스템에서 역방향 전송은 다른 대역에서 이루어지는 전송에 간섭을 초래하기 때문에 역방향 전송 출력은 적절한 수준으로 유지되어야 한다. 즉, Spurious Emission Requirement를 만족시켜야 한다. 이를 위해서 단말은 역방향 전송을 수행함에 있어서 소정의 함수를 이용해서 역방향 전송 출력을 산출하고, 산출된 역방향 전송 출력으로 역방향 전송을 수행한다. 예컨대, 단말은 할당 받은 전송 자원의 양과 적용할 MCS (Modulation Coding Scheme) 레벨 등의 스케줄링 정보와 경로 손실 값 등의 채널 상황을 추정할 수 있는 입력 값들을 상기 소정의 함수에 입력해서 요구 역방향 전송 출력 값을 산출하고, 상기 계산된 요구 역방향 전송 출력 값을 적용해서 역방향 전송을 수행한다. 단말이 적용할 수 있는 역방향 전송 출력 값은 단말의 최대 전송 값에 의해서 제한되며 계산된 요구 전송 출력 값이 단말의 최대 전송 값을 초과하면 단말은 최대 전송 값을 적용해서 역방향 전송을 수행한다. 이 경우 충분한 역방향 전송 출력을 적용하지 못하기 때문에 역방향 전송 품질 열화가 발생할 수 있다. 기지국은 요구 전송 출력이 최대 전송 출력을 초과하지 않도록 스케줄링을 수행하는 것이 바람직하다. 그러나 경로 손실 등의 몇몇 파라미터는 기지국이 파악할 수 없기 때문에, 단말은 필요 시 가용 전송 출력 메시지 (PHR, Power Headroom Report)라는 것을 전송해서 자신의 가용 전송 출력 (Power Headroom) 상태를 기지국에 보고한다.

[0033] 도 3은 PHR과 이를 사용한 스케줄링 과정을 나타내는 도면이다.

[0034] 현재, LTE 시스템에서 단말기(310)는 가용 전송 전력을 아래의 수식과 같이 계산한다.

수학식 1

[0035] $$\text{Power Headroom} = P_{CMAX} - \text{Required PUSCH Power}$$

[0036] [수학식 1]에서 P_{CMAX}는 현재 단말기가 사용할 수 있는 최대 전송 전력이며 Required PUSCH Power는 현재 단말기가 역방향 전송을 위해 사용하고 있는 전송 전력이다. 여기서 PUSCH는 물리 상향링크 공유 채널(Physical Uplink Shared Channel)이다. 단말기는 [수학식 1]에 따라 Power Headroom을 계산해 기지국에 보고하고(325) 기지국은 보고 받은 Power Headroom을 사용해 몇 개의 전송 자원 (Resource Block, RB)과 각 전송 자원 당 사용할 MCS를 할당하면 최대 출력 한도를 넘지 않을지를 판단하고 그에 따라 전송 자원을 할당하고 MCS 레벨을 결정한다(330).

[0037] 도 4는 도 3을 따라 동작하는 이동 통신 시스템을 좀 더 쉽게 이해하도록 PHR을 사용하는 상황의 예를 나타내는 도면이다. 앞서 언급했듯이, Power Headroom(410)은 P_{CMAX}(435)에서 Required PUSCH Power를 뺀 값이며, Required PUSCH Power는 주어진 Modulation 기법과 RB의 개수 하에서 단말기가 사용해야 하는 전송 전력(415), 경로 감쇄 정도(420), PUSCH에 적용하는 전송 전력 조절 값(425), 그리고 PUSCH의 전송 전력 오프셋(430)에 의해 결정되는 값이다. 계산된 Power Headroom(410)은 PHR에 의해 기지국에 전달되고, 기지국은 이를 기반으로 스케줄링 결정을 내린다(440).

[0038] 도 4에 따른 상기 동작은 PHR을 통해 기지국이 보고 받은 Power Headroom 값이 정확한 경우에만 정상적으로 수행될 수 있다. [수식 1]에서 Required PUSCH Power는 기지국과 단말기 양쪽에서 추가의 통신 없이도 동일한 값

을 유지할 수 있다. 반면, P_{CMAX}(435)는 단말기가 임의로 설정할 수 있는 파라메터이다. LTE 표준에 따르면 P_{CMAX}는 최소값과 최대값 사이에서 단말이 선택하는 값으로 [수학식 2]를 따른다.

수학식 2

[0039]
$$P_{CMAX_L} \leq P_{CMAX} \leq P_{CMAX_H}$$

[0040] [수학식 2]에서 P_{CMAX_L}과 P_{CMAX_H}는 각각 [수학식 3] 및 [수학식 4]에 따라 다음과 같이 계산된다.

수학식 3

[0041]
$$P_{CMAX_L} = MIN\{P_{EMAX} - \Delta T_C,\ P_{PowerClass} - MPR - A\text{-}MRP - \Delta T_C\}$$

수학식 4

[0042]
$$P_{CMAX_H} = MIN\{P_{EMAX},\ P_{PowerClass}\}$$

[0043] 위에서 P_{EMAX}, ΔTC, $P_{PowerClass}$, MPR, A - MPR의 의미는 규격 36.101에 기술되어 있으며, 간단히 설명하면 다음과 같다. P_{EMAX} 는 단말이 위치한 셀에서 허용된 최대 역방향 전송 출력이며 기지국이 단말에게 알려 준다. $P_{PowerClass}$ 는 단말의 물리적 특성에서 기인한 최대 전송 출력을 의미한다. 단말은 생산 단계에서 power class가 결정되며, 단말은 상기 power class를 소정의 RRC 메시지를 사용해서 기지국에게 알려 준다. MPR, A - MPR, ΔTC 는 단말이 spurious emission (의도되지 않은 방사, 스퓨리어스 방사라고도 함)을 소정의 요구 조건에 맞추기 위해서 단말이 최대 전송 출력을 조정할 수 있는 한계 값을 정의하는 파라미터이다. MPR은 단말이 할당받은 전송 자원의 양 (즉 대역폭)과 변조 방식에 의해서 정해지는 값으로 각 경우 별 MPR의 값은 36.101의 테이블 6.2.3-1에 정의되어 있다. A - MPR은 역방향 전송이 이뤄지는 주파수 대역, 지역적 특성, 역방향 전송의 대역폭 등에 의해서 정의된 값으로 36.101의 테이블 6.2.4-1, 6.2.4-2, 6.2.4-3에 정의되어 있다. A - MPR은 지역적 특성과 주파수 대역적 특성에 따라서, 주변에 스퓨리어스 방사에 특별히 민감한 주파수 대역이 있을 경우에 대비해서 사용된다. ΔTC 는 역방향 전송이 주파수 대역의 가장 자리에서 수행되는 경우 추가적인 전송 출력 조정을 허용하기 위한 것이다. 역방향 전송이 임의의 주파수 대역의 최저 4 MHz 대역이나 최고 4 MHz 대역에서 이뤄진다면 단말은 ΔTC 를 1.5 dB로 설정하고 나머지 경우에는 0으로 설정한다.

[0044] [수학식 2]에서 보듯이 P_{CMAX}는 최대값과 최소값 사이에서 단말이 임의로 설정할 수 있는 값이므로 PHR을 이용한 기지국의 스케줄링이 제대로 이루어지려면 Power Headroom 값뿐만 아니라 단말기가 정한 P_{CMAX}도 기지국에게 보고되어야 할 필요가 있다.

[0045] 표 1은 단말기의 상황에 따라 P_{CMAX_L}이 어떻게 바뀌며, 이 때 P_{CMAX}가 어떤 범위에서 임의로 선택될 수 있는가를 나타내는 예이다. 표 1에서 특히 Case 3의 경우 P_{CMAX}가 선택될 수 있는 범위가 8 dBm으로 선택 가능한 P_{CMAX}의 최소값과 최대값이 약 6배 이상 차이 남을 알 수 있다.

표 1

단말기 상황에 따른 선택 가능한 P_{CMAX}의 범위

Case	P_{CMAX_L}	Note
1. UE is scheduled with 20 RBs/16QAM in 20 MHz cell : MPR = 2 dB.	MIN { $P_{EMAX} - \Delta T_C$, $P_{PowerClass} - MPR - A\text{-}MPR - \Delta T_C$} = MIN {23 – 0, 23 – 2 – 0 – 0} = **21 dBm**	UE choose its P_{CMAX} in [21 ~ 23 dBm]
2. UE is scheduled with 19 RBs/QPSK in 20 MHz cell : MPR = 1 dB UE is signalled with NS_03 and is operating in band 2 : A-MPR = 1 dB The scheduled resource is at the edge of band 2: ΔT_C = 1.5 dB	MIN {23 – 1.5, 23 – 1 – 1 – 1.5} = **19.5 dBm**	UE choose its P_{CMAX} in [19.5 ~ 23 dBm]
3. UE is signaled with NS_07 and in region A. It is scheduled with 8 RBs whose RB indexes are 0 ~ 7: A-MPR = 8 dB	MIN {23 – 0, 23 – 0 – 8 – 0} = **15 dBm**	UE choose its P_{CMAX} in [15 ~ 23 dBm]

[0046]

[0047] 한편, 도 5는 도 3에 따른 동작을 하는 이동 통신 시스템에서 단말기가 결정한 P_{CMAX}를 기지국이 잘못 알고 있을 때 발생할 수 있는 상황에 대한 예를 도시하는 도면이다.

[0048] 즉, 도 5에서 도시되는 바와 같이, 기지국은 P_{CMAX}(535)가 P_{CMAX_H}라고 생각하고 스케줄링을 했으나 실제 단말기가 설정한 PCMAX는 그보다 작은 경우 할당 받은 자원을 모두 사용하려면 PCMAX를 넘는 전송 전력을 사용해야 하며, 이 경우 Spurious Emission Requirement를 만족시킬 수 없다(540).

[0049] 기지국이 단말기가 보고한 Power Headroom으로부터 Required PUSCH Power를 정확하게 계산할 수 있도록 본 발명에서는 P_{CMAX}를 적절하게 결정하고 이를 기지국에게 알릴 수 있도록 한다.

[0050] 도 6은 단말기가 PH 값과 함께 P_{CMAX} 값을 기지국에 전달하여 보다 정확한 스케줄링이 가능토록 하는 과정을 도시하는 순서도이다.

[0051] 도 6에 따르면 단말기(610)는 P_{CMAX}를 상황에 따라 적절하게 결정하고(620), 결정된 P_{CMAX}를 바탕으로 Power Headroom을 계산하며(625), 그 계산된 값과 함께 P_{CMAX} 값도 기지국(615)에게 보고한다(630). 기지국(615)는 이들 정보를 바탕으로 보다 정확한 스케줄링 결정을 내릴 수 있다(635).

[0052] 이를 위해 본 발명에서는 먼저 단말기가 Power Headroom을 계산함에 있어서 Required PUSCH Power와 무관하게 항상 일관된 P_{CMAX} 값을 선택하도록 한다. 즉, Required PUSCH Power가 P_{CMAX}보다 현저히 낮아서 P_{CMAX}를 어떤 값으로 결정하던지 단말기의 당장의 전송에는 큰 영향이 없는 경우, 또는 Required PUSCH Power가 P_{CMAX}와 비슷한 값이어서 P_{CMAX}를 어떤 값으로 정하느냐가 당장의 전송에 큰 영향을 미치는 경우 모두에서 동일한 P_{CMAX}가 설정되도록 한다는 것이다.

[0053] 위에서 설명한 Required PUSCH Power와 P_{CMAX}의 상관 관계를 예를 들어 살펴보자. 먼저, 단말기와 기지국 사이의 채널 상황이 좋지 않아 Required PUSCH Power가 높은 경우를 고려해 보자. 이 경우는 Required PUSCH Power가 P_{CMAX}와 비슷한 값이거나 채널 상황이 매우 열악할 경우 P_{CMAX}보다 더 큰 값일 수도 있다. 만약 Required PUSCH

Power가 P_{CMAX}보다 크다면 단말기는 Spurious Emission Requirement를 만족시키기 위해 전송 전력을 P_{CMAX}에 맞추어야 하며 (Power Reduction), 이럴 경우 P_{CMAX}를 어떠한 값으로 설정했느냐가 시스템 성능에 아주 큰 영향을 미치게 된다. 만약 P_{CMAX}가 너무 낮게 설정되었다면 더 높은 전송 전력을 쓸 수 있음에도 불구하고 단말기가 전송 전력을 너무 낮추게 되며, 이는 잦은 전송 오류로 연결될 수 있다. 한편, P_{CMAX}가 너무 높게 설정되었다면 Spurious Emission Requirement를 만족시키지 못해 주변 대역에서 이루어지는 전송을 방해할 수 있다. 따라서 단말기는 주어진 범위, 즉 P_{CMAX_L}과 P_{CMAX_H} 사이의 값들 중에서 Spurious Emission Requirement를 만족시키는 가장 큰 값을 선택하는 것이 시스템 성능에 이로울 것이다.

[0054] 한편, 단말기와 기지국 사이의 채널 품질이 매우 좋아 단말기의 Required PUSCH Power가 아주 낮은 값이라고 하자. 이 경우는 어차피 단말기의 Required PUSCH Power가 낮기 때문에 어떤 P_{CMAX}를 사용하던지 상관없이 Spurious Emission Requirement를 만족시킬 수 있을 것이다. 이 경우에 적용할 수 있는 가장 간단한 P_{CMAX}를 결정하는 방법은 P_{CMAX}를 별다르게 조절하지 않고 그냥 P_{CMAX_H}로 설정하는 것이다. 그러나 이러한 경우는 차후 단말기가 PCMAX를 조절해야만 하는 상황, 즉 채널 상황의 악화 등으로 Required PUSCH Power가 증가했을 때 단말이 사용하게 될 PCMAX에 대한 정보를 기지국에게 제공하지 못하게 된다. 따라서 앞서 언급한 것처럼 Required PUSCH Power가 현저히 낮아 실제로는 어떤 P_{CMAX}를 사용해도 당장의 전송에는 영향이 없는 경우라 하더라도 Required PUSCH Power가 높아서 P_{CMAX}를 적절히 조절해야만 하는 상황과 동일하게 P_{CMAX}를 결정해야만 하는 것이다.

[0055] 이를 위해 단말기는 자신의 Required PUSCH Power가 매우 낮은 경우 P_{CMAX}를 결정할 때 실제 Required PUSCH Power를 고려하는 것이 아닌 미리 정의된 큰 Required PUSCH Power, 예를 들면 P_{CMAX_H}와 동일한 가상의 Required PUSCH Power를 고려해서 P_{CMAX}를 결정한다. 이 때 가상의 Required PUSCH Power는 P_{CMAX}를 결정할 때만 사용되며 Power Headroom 값을 계산할 때는 실제 Required PUSCH Power를 사용해야 한다는 점에 주목하자.

[0056] 단말기는 상기와 같이 P_{CMAX}를 결정한 후 결정된 P_{CMAX}를 기지국에게 보고해야 한다. 이 때 P_{CMAX}를 보고하기 위해 다양한 방법이 사용될 수 있지만, 본 발명의 1 실시 예에서는 LTE 표준에 정의된 Power Headroom MAC CE (Control Element)(가용 전력 MAC 제어 요소 메시지)를 그대로 사용하는 방안을 제안한다.

[0057] 도 7은 LTE 표준에 정의된 Power Headroom MAC CE의 구조를 나타낸다.

[0058] 도 7에서 보듯이, Power Headroom MAC CE는 1 Octet의 길이를 갖고, 여섯 비트(715)를 사용해 Power Headroom Level을 기지국에 알린다. 여섯 비트를 사용하므로 총 64개의 Power Headroom Level을 표현할 수 있으며, Power Headroom Level의 값 자체를 전송하는 것이 아니라 64개 중 한 개의 Power Headroom Level을 지칭하는 인덱스만을 전송한다.

[0059] Power Headroom Level을 나타내기 위해 여섯 비트를 사용하므로 1 Octet의 나머지 2 비트(710)는 현재 사용되지 않고 Reserved 상태로 남겨져 있다. 본 발명의 실시 예 1에서는 추가의 오버헤드 없이 PH 값을 계산할 때 사용된 P_{CMAX} 값을 기지국에게 알릴 수 있도록 Power Headroom MAC CE의 Reserved 2 비트를 사용하는 방안을 제안한다. 단말기가 P_{CMAX} 값을 기지국에 알리기 위해 두 비트를 사용하므로 총 네 가지의 경우 중에 하나를 선택하는 방식으로 보고를 할 수 있다. 본 발명의 실시 예 1에서는 두 비트를 사용해 단말기가 P_{CMAX} 값을 기지국에게 효과적으로 전달할 수 있는 다음 세 가지 방안을 제안한다.

[0060] 1) 방안 A

비트	의미
00	$P_{CMAX} = P_{CMAX_L}$
01	$P_{CMAX_L} < P_{CMAX} \leq P_{CMAX_L} + (P_{CMAX_H} - P_{CMAX_L})/2$
10	$P_{CMAX_L} + (P_{CMAX_H} - P_{CMAX_L})/2 < P_{CMAX} \leq P_{CMAX_H}$
11	$P_{CMAX} = P_{CMAX_H}$

[0061]

[0062] 2)방안 B

비트	의미
00	$P_{CMAX_L} \leq P_{CMAX} \leq P_{CMAX_L} + (P_{CMAX_H} - P_{CMAX_L})/4$
01	$P_{CMAX_L} + (P_{CMAX_H} - P_{CMAX_L})/4 < P_{CMAX} \leq P_{CMAX_L} + 2 * (P_{CMAX_H} - P_{CMAX_L})/4$
10	$P_{CMAX_L} + 2 * (P_{CMAX_H} - P_{CMAX_L})/4 < P_{CMAX} \leq P_{CMAX_L} + 3 * (P_{CMAX_H} - P_{CMAX_L})/4$
11	$P_{CMAX_L} + 3 * (P_{CMAX_H} - P_{CMAX_L})/4 < P_{CMAX} \leq P_{CMAX_H}$

[0063]

[0064] 세 번째 방안에서는 P_{CMAX} 값을 직접 보고하는 것이 아니라 대신 Power Reduction을 보고한다.

[0065] 3) 방안 C

비트	의미
00	0 < Power Reduction < K/4
01	K/4 < Power Reduction < 2K/4
10	2K/4 < Power Reduction < 3K/4
11	3K/4 < Power Reduction < K

[0066]

[0067] 위의 세 번째 방안에서 K는 $P_{CMAX_H} - P_{CMAX_L}$과 같다. 여기서 제안한 세 가지 방안 중 어떤 것을 사용해도 이동 통신 시스템은 소정의 목적을 달성할 수 있다.

[0068] <2 실시 예>

[0069] 앞서 설명한 1 실시 예의 경우 P_{CMAX} 값을 기지국에게 알리기 위해 기존의 Power Headroom MAC CE의 Reserved 두

bit를 사용한다. 이 경우 별도의 오버헤드 없이 P_{CMAX}를 기지국에게 알릴 수 있다는 장점이 있지만, 두 bit만으로 P_{CMAX}를 나타내야 하므로 P_{CMAX}를 정확하게 보고할 수 없다는 단점 또한 존재한다. 보다 정확한 P_{CMAX} 보고를 위해 단말기는 별도의 새로운 MAC CE를 사용할 수 있다. 즉, 단말기가 결정한 P_{CMAX} 값을 정확히 담을 수 있는 MAC CE를 새롭게 정의하고, 단말기는 미리 정의된 특정 조건이 만족되면 P_{CMAX} 보고를 위한 MAC CE를 생성해 기지국에게 전송한다.

[0070] 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따라 P_{CMAX}를 보고하기 위한 단말기의 동작을 도시하는 순서도이다.

[0071] 단말기는 미리 정의된 특정 조건이 만족되었는지 검사하고(815), 만약 그렇다면 P_{CMAX}를 보고하기 위한 MAC CE(최대 전송 전력 보고 메시지)를 생성해 기지국에게 전송한다(820).

[0072] 도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따라 P_{CMAX}를 단말기가 기지국에게 보고할 때 사용하는 MAC CE(최대 전송 전력 보고 메시지)의 예를 나타낸다.

[0073] 한편, 상기에서 말하는 P_{CMAX} 보고를 위한 조건은 예를 들어 다음과 같이 정의될 수 있다.

[0074] ■ Power를 일정 기준 이상 Reduction 하는 경우; 또는

[0075] ■ 선택한 P_{CMAX}가 P_{CMAX_L}과 다른 경우; 또는

[0076] ■ 선택한 P_{CMAX}가 P_{CMAX_H}와 다른 경우; 또는

[0077] ■ 가장 최근에 보고한 Power Reduction 비율, 즉, $(P_{CMAX} - P_{CMAX_L}) / (P_{CMAX_H} - P_{CMAX})$과 다르게 Power Reduction이 이루어지는 경우

[0078] 단말기는 위의 조건 중 하나 이상이 만족된 경우 P_{CMAX} 보고를 위한 MAC CE를 생성해 기지국에게 전송한다. 기지국은 해당 MAC CE를 수신하면 단말기가 결정한 P_{CMAX}를 정확하게 알 수 있다. 이 때 단말은 PHR을 함께 트리거해서 전송할 수도 있다.

[0079] <3 실시 예>

[0080] 단말기는 1 실시 예나 2 실시 예처럼 자신이 설정한 P_{CMAX}가 변할 때마다 기지국에게 변한 P_{CMAX} 값을 보고할 수도 있지만, 이 경우 보고를 위한 자원 할당이 필요하게 된다. 반면, 기지국이 단말기의 상황 별로 어떤 P_{CMAX}를 사용했는지 또는 얼마나 Power를 Reduction 했는지에 대한 정보를 누적하고 그를 데이터 베이스로 관리하면 기지국이 정보를 충분히 수집한 후에는 별도의 보고 없이도 단말기의 상황에 따라 단말기가 어떤 P_{CMAX}를 쓰는지나 얼마나 Power를 Reduction 할 것인가 판단할 수 있게 된다.

[0081] 도 10은 P_{CMAX} 또는 Power Reduction을 데이터 베이스로 관리하기 위한 기지국의 동작을 나타내는 도면이다.

[0082] 도 10에서 보듯이 기지국은 각 스케줄링 상황에 따라 P_{CMAX} (또는 Power Reduction 정도) 값을 수집해 두며, 만약 데이터 베이스의 Update가 필요한 경우(1015) 그것이 어떤 스케줄링 상황인지를 판단한다(1020). 기지국은 단말기에게 P_{CMAX}를 리포팅 하라는 요구 메시지를 전송하며(1025), 그 후 해당 스케줄링 상황을 반영하여 역방향 그랜트를 단말기에게 할당한다(1030). 단말기는 역방향 그랜트를 사용해 P_{CMAX}를 리포팅 한다.

[0083] 이해를 돕기 위해 예를 들어 보면, 기지국은 단말기 1 (UE1)에 대해 표 2와 같이 상황에 따른 Power Reduction 정보를 기록해 둘 수 있다.

표 2

단말기 상황에 따른 Power Reduction 정도의 예

Modulation	Channel bandwidth / Transmission bandwidth configuration (RB)						Power reduction of UE 1 (dB)
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	
QPSK	> 5	> 4	> 8	> 12	> 16	> 18	1
16 QAM	≤ 5	≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 18	1
16 QAM	> 5	> 4	> 8	> 12	> 16	> 18	?

[0084]

[0085] 표 2를 보면 단말기 1은 Modulation 방식으로 QPSK를 사용하고 현재 Bandwidth가 5 MHz이며 할당 받은 Resource Block (RB)의 수가 8개 이상이라면 전송 전력을 1 dB 만큼 낮춘다는 것을 알 수 있다. 또 다른 예로 만약 단말기 1이 Modulation 방식으로 16 QAM을 사용하고 동일한 Bandwidth에서 사용하는 RB의 수가 8개 이하라면 전송 전력을 1 dB 만큼 낮춘다는 것을 알 수 있다. 이처럼 기지국은 단말기가 특정 자원 사용 상황에서 얼마나 전송 전력을 낮추는 것을 데이터 베이스화 해 두어 차후 자원 할당에 활용한다.

[0086] 표 2에서 단말기가 Modulation 방식으로 16 QAM을 사용하면서 각 Bandwith에 대해 RB의 수가 일정 수 이상인 경우에 대해서는 Power Reduction 정보를 현재 기지국이 가지고 있지 않다. 이처럼 기지국은 아직 Update 되지 않은 상황에 대해서는 Power Reduction 정보를 보고할 것을 단말기에게 요구한다. 즉, 위 예에서 기지국은 Power Reduction 보고를 지시하는 MAC CE를 단말기 1에게 전송한 후 첫 번째 역방향 그랜트로 Modulation 방식은 16 QAM을 사용하면서 RB를 18개 이상 사용하라고 단말기 1에게 알린다. 단말기 1은 Power Reduction 보고 를 요구하는 MAC 제어 메시지를 수신한 후 역방향 그랜트를 받으면 다음 역방향 전송 시 Power Reduction을 담은 MAC CE를 함께 전송한다.

[0087] 기지국은 단말기 1으로부터 Power Reduction을 담은 MAC CE를 수신하고 데이터 베이스의 빈 부분을 Update한다. 기지국은 추후 자원을 할당할 때 단말기 1의 상황에 따라 얼마의 Power Reduction이 이루어질지를 데이터 베이스를 참조하여 알아낼 수 있다.

[0088] 상기 도 10에서 Power Reduction 보고는 P_{CMAX} 보고와 동일하다. 즉 기지국이 단말에게 사용한 P_{CMAX}를 보고할 것을 지시하고 단말은 선택한 P_{CMAX}를 보고할 수 있다. 이 때 단말은 PHR을 함께 전송할 수도 있다.

[0089] 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 단말의 구성을 나타낸 블록도로서, 도 11의 단말 장치는 송수신부 (1105), 제어부(1110), 다중화 및 역다중화부 (1120), 제어 메시지 처리부 (1135) 및 각 종 상위 계층 처리부 (1125, 1130)를 포함한다.

[0090] 송수신부(1105)는 순방향 캐리어로 데이터 및 소정의 제어 신호를 수신하고 역방향 캐리어로 데이터 및 소정의 제어 신호를 전송한다. 다수의 캐리어가 설정된 경우, 송수신부(1105)는 상기 다수의 캐리어로 데이터 송수신 및 제어 신호 송수신을 수행한다. 특히, 본 발명의 실시예에 따른 송수신부(1105)는 단말의 최대 전송 전력 정보를 포함하는 스케쥴링 정보, Power Headroom MAC CE (Control Element), 본 발명에서 신규 정의된 최대 전송 전력 보고 메시지 등을 기지국으로 전송할 수 있다.

[0091] 다중화 및 역다중화부(1120)는 상위 계층 처리부(1125, 1130)나 제어 메시지 처리부(1135)에서 발생한 데이터를 다중화하거나 송수신부(1105)에서 수신된 데이터를 역다중화해서 적절한 상위 계층 처리부(1125, 1130)나 제어 메시지 처리부(1135), 혹은 제어부 (1110)로 전달하는 역할을 한다.

[0092] 제어 메시지 처리부(1135)는 네트워크가 전송한 제어 메시지를 처리해서 필요한 동작을 취한다. 이때 제어 메시지 처리부(1135)는 제어 메시지에 수납된 파마미터 중 P_{CMAX} 결정과 관련된 파라미터, 예를 들어 P_{EMAX}를 제어부로 전달한다.

[0093] 상위 계층 처리부(1125, 1130)는 서비스 별로 구성될 수 있으며, FTP나 VoIP 등과 같은 사용자 서비스에서 발생하는 데이터를 처리해서 다중화 및 역다중화부(1120)로 전달하거나 다중화 및 역다중화부(1120)로부터 전달한 데이터를 처리해서 상위 계층의 서비스 어플리케이션으로 전달한다.

[0094] 제어부(1110)는 송수신부(805)를 통해 수신된 스케줄링 명령, 예를 들어 역방향 그랜트 등을 해석해서, 적절한 시점에 적절한 전송 자원으로 역방향 전송이 수행되도록 송수신부(1105)와 다중화 및 역다중화부(1120)를 제어한다.

[0095] 특히, 본 발명의 실시예에 따른 제어부(1110)는 단말의 최대 전송 전력(P_{cmax})을 결정하고, 상기 결정된 최대 전송 전력을 이용하여 단말의 가용 전송 전력(Power Headroom)을 결정하며, 상기 결정된 최대 전송 전력과 가용 전송 전력을 포함하는 스케쥴링 정보를 기지국에게 전송하는 일련의 과정을 제어할 수 있다. 이 경우, 상기 최대 전송 전력이, 상기 단말이 역방향 전송을 위해 사용하고 있는 전송 전력과는 무관하게 결정된다.

[0096] 그리고 본 발명의 제1 실시예에 따르면, 상기 제어부(1110)는 최대 전송 전력이 가용 전력 Mac 제어 요소 메시지의 임의의 2 비트를 통해 기지국으로 전송되도록 제어한다.

[0097] 또한, 본 발명의 제2 실시예에 따르면, 상기 제어부(1110)는 최대 전송 전력이 미리 정의된 조건 만족 시 최대 전송 전력에 대한 정보를 포함하는 최대 전송 전력 보고 메시지를 통해 기지국으로 전송되도록 제어한다. 이 경우, 상기 생성된 최대 전송 전력 보고 메시지는 다중화 및 역다중화부(1120)로 전달된다.

[0098] 그리고 본 발명의 제3 실시예에 따르면, 단말의 상황별 최대 전송 전력은 기지국에서 데이터 베이스화 되어 저장 및 관리되며, 이 경우 상기 제어부(1110)는 기지국으로부터 특정 조건 하에서의 최대 전송 전력을 보고할 것을 요청받으며, 상기 요청에 대응하여 최대 전송 전력을 상기 기지국에게 전송하도록 제어할 수 있다.

[0099] 도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 기지국의 구성을 나타낸 블록도로서, 도 12의 기지국 장치는 송수신부(1205), 제어부(1210), 다중화 및 역다중화부 (1220), 제어 메시지 처리부 (1235), 각 종 상위 계층 처리부(1225, 1230), 스케줄러(1215)를 포함한다.

[0100] 송수신부(1205)는 순방향 캐리어로 데이터 및 소정의 제어 신호를 전송하고 역방향 캐리어로 데이터 및 소정의 제어 신호를 수신한다. 다수의 캐리어가 설정된 경우, 송수신부(1205)는 상기 다수의 캐리어로 데이터 송수신 및 제어 신호 송수신을 수행한다.

[0101] 다중화 및 역다중화부(1220)는 상위 계층 처리부(1225, 1230)나 제어 메시지 처리부(1235)에서 발생한 데이터를 다중화하거나 송수신부(1205)에서 수신된 데이터를 역다중화해서 적절한 상위 계층 처리부(1225, 1230)나 제어 메시지 처리부(1235), 혹은 제어부 (1210)로 전달하는 역할을 한다.

[0102] 제어 메시지 처리부(1235)는 단말이 전송한 제어 메시지를 처리해서 필요한 동작을 취하거나, 단말에게 전달할 제어 메시지를 생성해서 하위 계층으로 전달한다. 예컨대 제어 메시지 처리부는 단말이 전달한 $P_{PowerClass}$ 정보를 제어부로 전달한다.

[0103] 상위 계층 처리부(1225, 1230)는 서비스 별로 구성될 수 있으며, FTP나 VoIP 등과 같은 사용자 서비스에서 발생하는 데이터를 처리해서 다중화 및 역다중화부(1220)로 전달하거나 다중화 및 역다중화부(1220)로부터 전달한 데이터를 처리해서 상위 계층의 서비스 어플리케이션으로 전달한다.

[0104] 제어부(1210)는 단말로부터 전달된 MAC CE를 처리해서 스케줄러에게 스케줄링 관련 정보를 전달한다. 예컨대 제어부(1210)는 단말로부터 수신한 PHR을 해석해서 스케줄러에게 단말의 가용 전송 출력을 통보한다. 제어부는 상기 PHR에서 보고된 파워 헤드룸과 P_{CMAX}를 기반으로해서, 단말이 상황 별로 어떤 P_{CMAX}를 선택하는지, 즉 얼마나 전송 출력을 감소시키는지를 데이터 베이스화해서 관리한다. 그리고 임의의 시점에서 단말에게 할당될 수 있는 최대 전송 자원의 양과 코딩 레이트를 스케줄러에게 통보한다. 제어부는 또한 스케줄러가 전달한 스케줄링 정보에 따라서 다중화 및 역다중화부에게 순방향 데이터를 생성해서 송수신부로 전달할 것을 명령한다. 제어부는 또한 단말에게 P_{CMAX} 보고를 지시하는 MAC CE를 생성해서 다중화 및 역다중화부로 전달한다.

[0105] 스케줄러는 단말의 버퍼 상태, 채널 상태, 파워 헤드룸 상태 등을 고려해서 단말에게 전송 자원을 할당하고, 송

수신부에게 단말이 전송한 신호를 처리하거나 단말에게 신호를 전송하도록 처리한다.

[0106] 본 발명의 4 실시 예에서는 다중 캐리어 (carrier aggregation) 상황에서 P_{CMAX}를 보고하는 방법 및 장치를 제시한다. Carrier Aggregation은 한 단말에 다수의 캐리어를 집적함으로써 전송 속도를 높이는 방법이며 3GPP REL-10에서 정의된 기술이다. Carrier aggregation으로 동작하는 단말은 프라이머리 셀(Primary Cell, 이하, ‘PCell’)과 세컨더리 셀(Secondary Cell, 이하, ‘SCell')을 가진다. 여기서, 셀(Cell)은 순방향 캐리어와 역방향 캐리어의 집합으로 하나의 Cell은 순방향 캐리어로만 구성되거나 순방향 캐리어와 역방향 캐리어로 구성될 수 있다. 단말에 여러 개의 캐리어가 설정되어 있을 때 (혹은 여러 개의 셀이 설정되어 있을 때), 단말의 배터리 소모를 최소화하기 위해서 셀은 기지국의 제어에 따라서 개별적으로 활성화되거나 비활성화된다. 단말은 활성화된 셀에서는 기지국의 스케줄링에 따라서 순방향 데이터를 수신하거나 역방향 데이터를 전송한다. PCell은 항상 활성화 상태를 유지하는 셀이고, SCell은 기지국의 제어에 따라서 활성화되거나 비활성화되는 셀이다.

[0107] 본 발명의 제4 실시예에 따른 단말은 carrier aggregation으로 동작하지 않는 경우, PHR이 트리거되면 PH(가용 전송 전력. P_{CMAX}와 PUSCH power의 차이값)만 보고한다. 반면, carrier aggregation으로 동작하는 경우에는 PHR이 트리거되면, 단말은 PH와 P_{CMAX}를 함께 보고한다. 이는 carrier aggregation으로 동작하는 경우에는, 역방향 전송이 여러 채널과 여러 캐리어로 동시에 발생할 수 있으며, P_{CMAX}의 불확실성에 의한 전송 출력 부족이 발생할 가능성이 단일 캐리어 전송에 비해서 증가하기 때문이다.

[0108] 도 13에 본 발명 4 실시 예의 전체 동작을 도시하였다.

[0109] 임의의 시점에 기지국(1310)은 1315 단계에서 연결 상태의 단말(1305)에게 PHR을 설정한다. PHR은 기지국이 역방향 스케줄링을 하기 위해서는 꼭 필요한 기능이므로, 통상 기지국은 단말이 연결 상태로 천이하면 상기 단말에게 PHR을 설정한다. 이 때 아이들 상태에서 연결 상태로 천이하는 단말은 다중 캐리어로 동작할 수 없기 때문에, 상기 시점에는 단일 캐리어에 대한 종래 PHR이 설정된다.

[0110] 종래 PHR 기능이 설정된 단말은 임의의 조건이 만족하면 PHR을 트리거한다. 상기 조건은 예를 들어 PHR 기능이 설정된 후 처음으로 역방향 전송 자원을 할당 받은 경우, 혹은 역방향 전송 자원이 가용한 시점에 경로 손실의 변화가 일정 기준 값 이상인 경우 등을 들 수 있다.

[0111] PHR이 트리거되면, 단말은 1320 단계에서 할당 받은 역방향 전송 자원, MCS, 경로 손실, 전송 출력 제어 명령의 누적값 등을 사용해서 Required PUSCH Power(요구 PUSCH 전송 출력)을 계산한다. 그리고 단말은 $P_{CMAX,H}$와 $P_{CMAX,L}$ 사이에서 spurious emission requirement를 충족시킬 수 있도록 P_{CMAX}를 선택한다. 그리고 P_{CMAX}와 요구 PUSCH 전송 출력의 차이 값을 계산해서 PH를 결정한다.

[0112] 그리고 1325 단계에서 단말은 종래의 PHR MAC CE를 이용해서 상기 결정된 PH을 보고한다.

[0113] 이후 임의의 시점인 1330 단계에서, 기지국은 단말에게 소정의 제어 메시지를 전송해서 carrier aggregation을 설정한다. 즉, 단말에게 하나 이상의 SCell을 설정한다. 예를 들어, 기지국은 단말의 트래픽이 증가하면 carrier aggregation을 설정할 수 있다. 이 경우, 기지국은 단말에게 carrier aggregation을 설정하면서, 동일한 제어 메시지 혹은 별도의 제어 메시지로 새로운 PHR 기능을 함께 설정할 수 있다.

[0114] 상기 새로운 PHR 기능이란, PHR이 트리거되면 단말이 기지국에게 활성화 상태의 모든 역방향 캐리어 (이하 역방향 캐리어란 역방향 자원이 설정되어 있는 SCell과 동일한 의미로 사용된다)에 대해서 PH을 계산해서 보고하고, 상기 활성화 상태의 역방향 캐리어 전부 혹은 일부에 대해서 P_{CMAX}를 보고하는 PHR 기능이다. 예를 들어 P_{CMAX}가 동일한 역방향 캐리어들은 P_{CMAX}를 하나만 보고하고 나머지는 생략할 수도 있다.

[0115] 상기 carrier aggregation을 설정하는 제어 메시지에는, 새롭게 설정되는 캐리어에 대한 정보뿐만 아니라 아래와 같은 정보가 수납될 수 있다.

[0116] - 새로운 PHR 기능 사용 여부를 지시하는 정보

[0117] - PUSCH와 PUCCH 동시 전송 여부를 지시하는 정보

[0118] 상기 첫번째 정보에서 새로운 PHR 기능 사용이 지시되지 않는다면, 단말은 PHR 기능을 비활성화한다. 다시 말해서 단말은 carrier aggregation 동작 중에는 새로운 PHR 기능을 사용하거나 PHR 기능을 사용하지 않을 뿐, 기존

의 PHR 기능을 사용하지 않는다.

[0119] 상기 두번째 정보는 단말이 PCell에서 PUSCH와 PUCCH를 동시에 전송해야 하는지 여부를 지시하는 정보이다. PUCCH는 HARQ 피드백, 순방향 채널 품질 정보 (Channel Quality Indicator) 등이 전송되는 역방향 제어 채널로 PCell에서만 사용된다. 기지국은 단말의 채널 상황이나 단말의 성능 등을 고려해서 단말이 PCell에서 PUSCH와 PUCC를 동시에 전송해야 하는지, 둘 중 하나만 전송해야 하는지를 설정한다.

[0120] PUSCH와 PUCCH를 동시에 전송하지 않는 경우에는, PUCCH를 PUSCH에 피기백해서 전송하므로 PUSCH 전송의 성능 저하가 발생한다. 그러므로 기지국은 단말의 여건이 허락하면 PUSCH와 PUCCH를 동시에 전송하도록 설정하는 것이 바람직하다. PUSCH와 PUCCH 동시 전송이 설정된 경우 단말은 PHR이 트리거되면 type 2 PH과 상기 type 2 PH 계산에 사용된 P_{CMAX}도 함께 보고한다. Type 2 PH은 아래와 같이 정의되는 값으로,

[0121] Type 2 PH = P_{CMAX} of PCell - PUSCH power - PUCCH power

[0122] 단말이 PCell에서 PUCCH와 PUSCH 동시 전송을 수행하는 경우, 기지국에게 PUCCH와 PUSCH가 동시 전송될 때의 전송 출력 상황에 대한 정보를 제공하기 위한 목적으로 사용된다.

[0123] 1335 단계에서 단말은 PHR이 트리거되면, 해당 시점에 활성화 상태의 Cell들에 대해서 P_{CMAX}를 결정하고 PUSCH 전송 출력을 계산한다. 상기 정보를 바탕으로 Cell 별로 PH을 결정한다. 그리고 상기 계산된 PH 값 및 각 Cell 별 P_{CMAX}를 수납한 PHR MAC CE를 생성해서 1340 단계에서 전송한다. 만약 상기 단말에게 PUSCH/PUCCH 동시 전송이 설정되어 있다면 단말은 PCell의 P_{CMAX}와 PUSCH 전송 출력, PUCCH 전송 출력을 이용해서 Type 2 PH을 계산하고 Type 2 PH 및 Type 2 PH 계산에 사용한 P_{CMAX}도 PHR MAC CE에 수납해서 함께 전송한다.

[0124] 도 14는 본 발명의 제4 실시예에 따른 단말의 동작 순서를 도시하는 순서도이다.

[0125] 우선, 1405 단계에서 PHR 전송이 필요한 상황이 발생한다. 이는 기존의 PHR 기능 혹은 새로운 PHR 기능이 설정된 단말에게 새로운 역방향 전송 자원이 가용해졌을 때 트리거되었지만 아직 취소되지 않은 PHR이 있는 상태이다. 단말은 1410 단계로 진행해서 설정된 PHR 기능이 종래의 PHR 기능인지 새로운 PHR 기능인지 검사한다.

[0126] 여기서, 종래의 PHR 기능은 Carrier aggregation 동작과 무관한 PHR 기능으로, PHR이 트리거되면 단말이 단일 캐리어에 대한 PH을 계산해서 보고하는 기능을 의미한다. 반면, 새로운 PHR 기능은 carrier aggregation 동작과 관련된 PHR 기능으로, PHR이 트리거되면 활성화 상태의 모든 역방향 캐리어들의 (혹은 역방향 전송 자원이 설정된 Cell의) PH을 계산하고, 상기 PH들과 PH 계산에 사용된 P_{CMAX}를 함께 보고하는 기능이다.

[0127] 전술한 바와 같이 단말에 carrier aggregation 동작이 설정될 때 단말은 상기 새로운 PHR 기능 설정 여부를 명령 받는다. 현재 사용중인 PHR 기능이 종래의 PHR 기능이라면 단말은 1415 단계로 진행해서 PH을 계산하고 1420 단계로 진행해서 상기 PH을 PHR에 수납하고 1455 단계로 진행해서 상기 PHR을 전송한다.

[0128] 현재 사용중인 PHR 기능이 새로운 PHR 기능이라면 단말은 1425 단계로 진행한다. 1425 단계에서 단말은 해당 시점에 활성화 상태인 모든 역방향 캐리어들의 (혹은 역방향 전송 자원이 설정된 Cell의) PH들을 계산한다. 그리고 단말은 1430 단계에서 상기 계산된 PH들을 PHR에 수납한다. 1435 단계에서 단말은 각 Cell의 PH을 계산할 때 사용한 P_{CMAX}들을 상기 PH들과 함께 PHR에 수납한다.

[0129] 그리고 1440 단계에서 단말은 PUSCH와 PUCCH의 동시 전송이 설정되어 있는지 검사한다. 만약 설정되어 있다면 단말은 1445 단계로 진행한다. 반면, 설정되어 있지 않다면 단말은 1455 단계로 진행해서 생성된 PHR을 기지국으로 전송한다.

[0130] 1445 단계로 진행한 단말은 PCell의 P_{CMAX}에서 요구 PUSCH 전송 출력과 요구 PUCCH 전송 출력을 감산해서 Type 2 PH을 계산한다. 그리고 상기 계산된 Type 2 PH을 PHR에 수납한다. 1450 단계에서 단말은 상기 Type 2 PH 계산에 사용한 PCell의 P_{CMAX}를 PHR에 수납하고 1455 단계로 진행해서 PHR을 전송한다.

[0131] PHR에 P_{CMAX}포함 여부를 다른 기준으로 판단하는 본 발명의 또 다른 동작을 도 15에 도시하였다.

[0132] 1505 단계에서 PHR 전송이 필요한 상황이 발생하면 단말은 1510 단계로 진행해서 해당 시점에 활성화 상태인 모든 역방향 캐리어들의 PH들을 계산한다. 그리고 1515 단계로 진행해서 상기 계산된 PH들을 PHR에 수납한다.

[0133] 그리고 단말은 1520 단계로 진행해서 PUCCH와 PUSCH의 동시 전송이 설정되어 있는지 검사하고, 만약 설정되어 있다면 P_{CMAX}를 보고해야할 필요성이 높기 때문에 1530 단계로 진행해서 PHR에 PCMAX를 포함시킨다.

[0134] 반면, PUCCH와 PUSCH의 동시 전송이 설정되어 있지 않다면 단말은 1525 단계로 진행해서 PHR에 수납된 PH의 개수가 1개인지 1개 이상인지 검사한다. PHR에 수납된 PH의 개수가 1개라는 것은 해당 시점에 활성화된 역방향 캐리어의 수가 1개라는 것이며, P_{CMAX}보고의 필요성이 다중 캐리어 상황 보다 낮다는 것을 의미하기 때문에 1535 단계로 진행해서 PHR에 P_{CMAX}를 포함시키지 않는다. 단말은 1540 단계로 진행해서 PHR을 전송한다. PUSCH와 PUCCH의 동시 전송이 설정된 경우에는 PHR에 적어도 2개의 PH이 포함되므로, 1520 단계는 생략할 수도 있다. 즉, 단말은 PHR에 수납된 PH의 개수가 1개라면 P_{CMAX}를 포함시키지 않고 1개 이상이라면 P_{CMAX}를 포함시키도록 제어할 수도 있다.

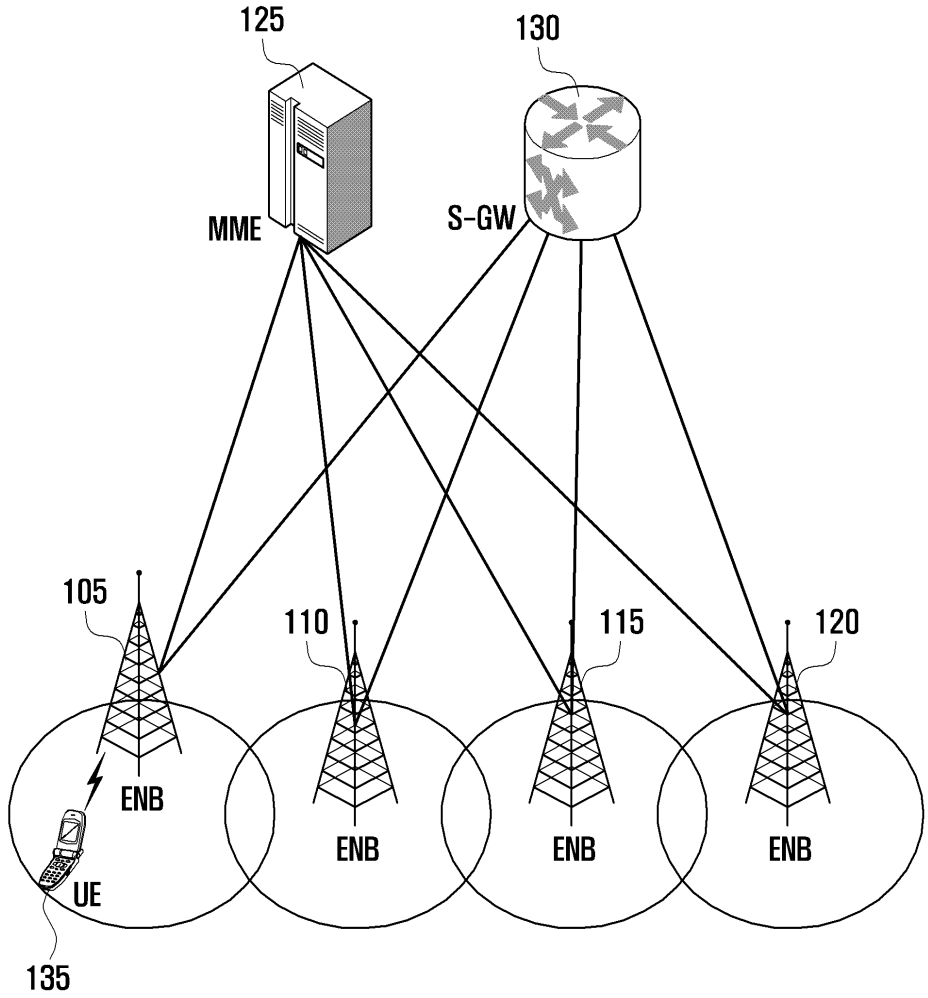
[0135] 본 발명 4 실시예의 기지국 장치는 이전 실시예와 동일하므로 설명을 생략한다.

[0136] 본 발명 4 실시예의 단말 장치는 제어부 동작을 제외하면 이전 실시예와 동일하므로, 제어부 동작만 설명한다.

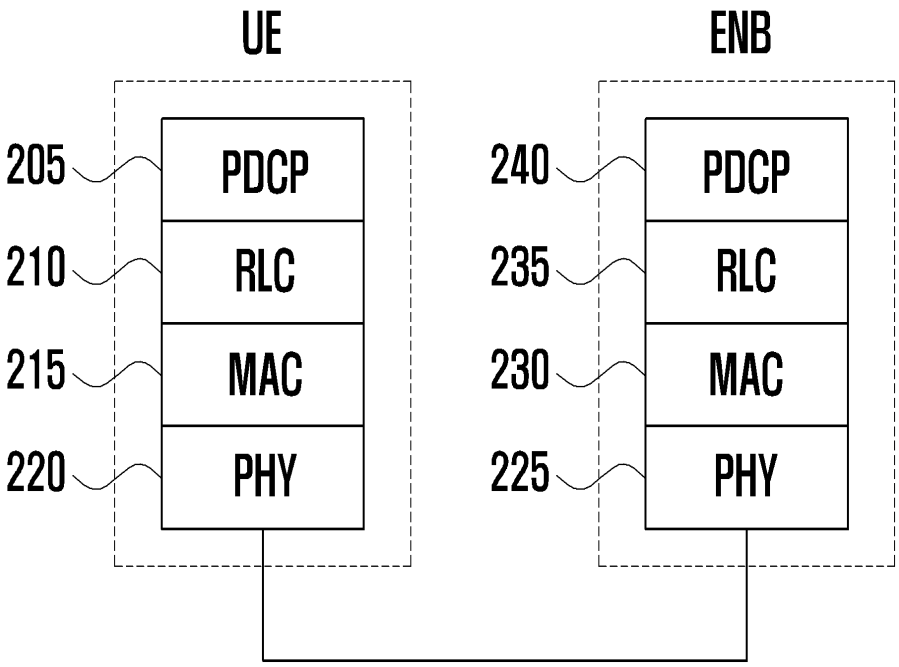
[0137] 제어부(1110)는 PHR이 트리거되었을 때, 제반 사항을 고려해서 PHR에 P_{CMAX}를 포함시킬지 여부를 판단한다. 즉 새로운 PHR 기능이 설정된 후라면 PHR에 P_{CMAX}가 포함되도록 하고, 종래의 PHR 기능이 설정된 상태라면 PHR에 P_{CMAX}가 포함되지 않도록 한다. 또는 PHR에 수납된 PH의 개수가 1개라면 P_{CMAX}가 포함되지 않도록 하고 1 개 이상이라면 P_{CMAX}가 포함되도록 한다.

도면

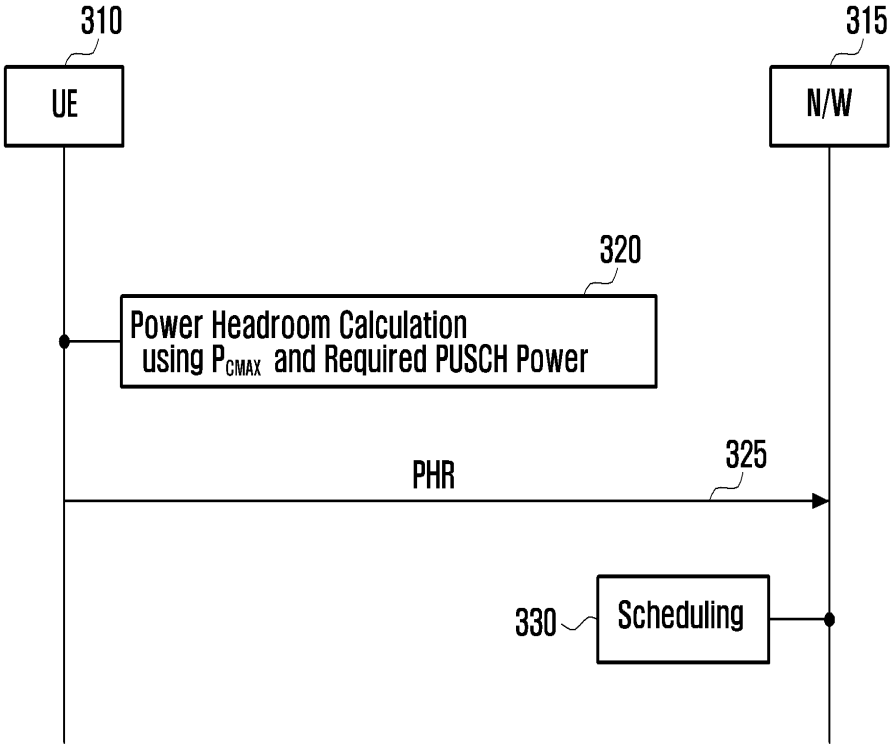
도면1



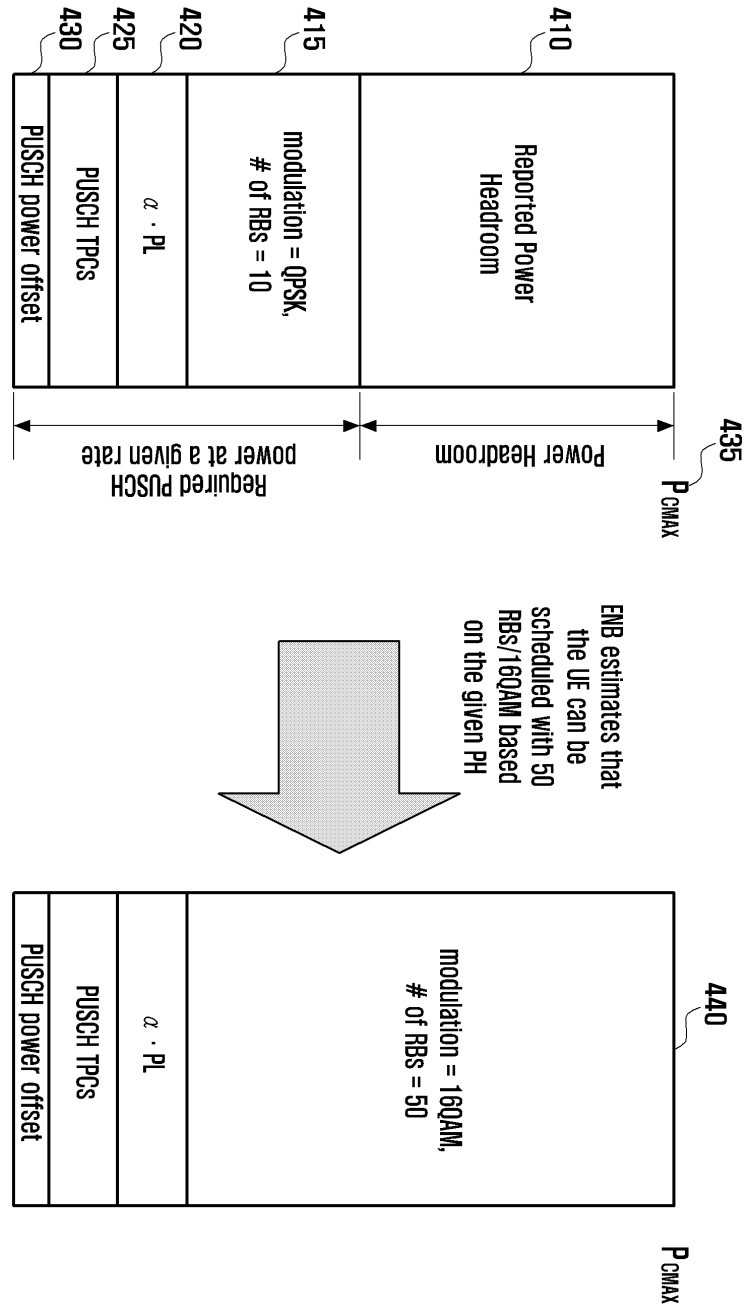
도면2


UE
ENB
205
PDCP
210
RLC
215
MAC
220
PHY
240
PDCP
235
RLC
230
MAC
225
PHY

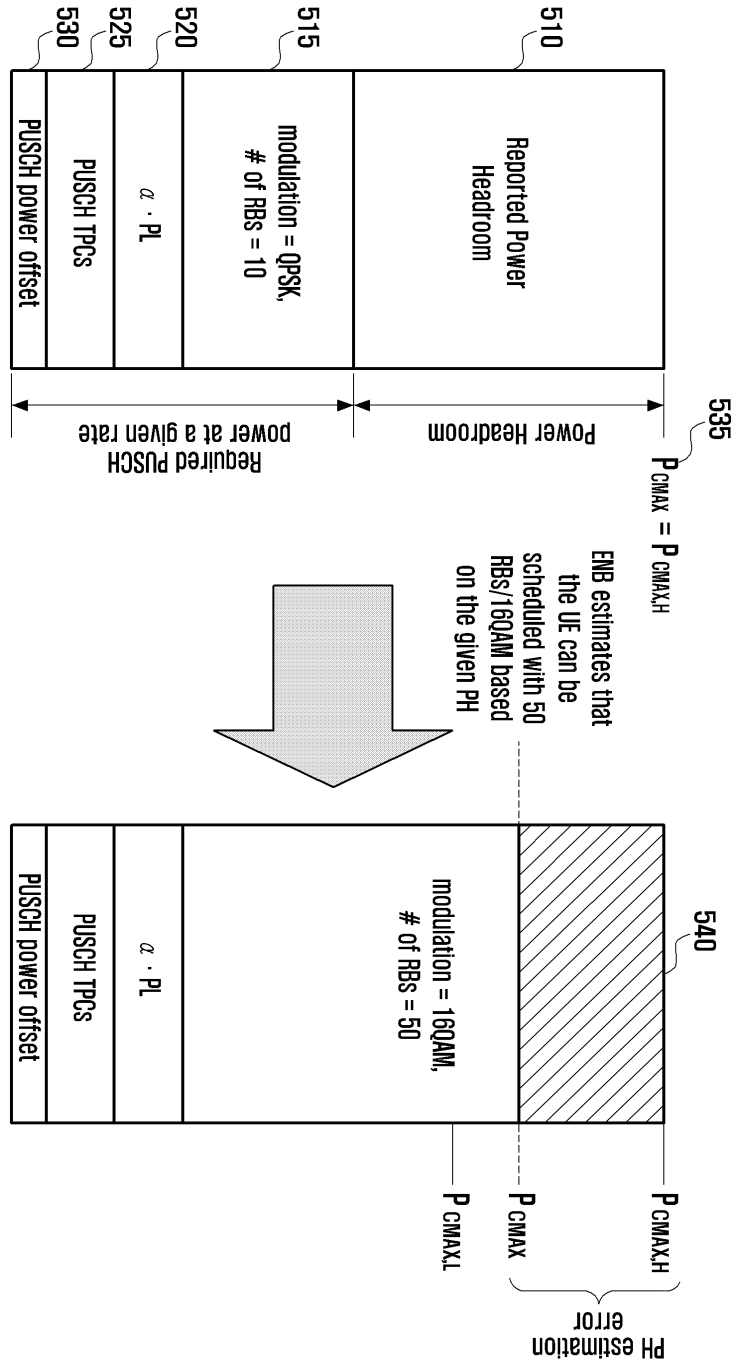
도면3


310
UE
315
N/W
320
Power Headroom Calculation
using P_{CMAX} and Required PUSCH Power
PHR
325
330
Scheduling

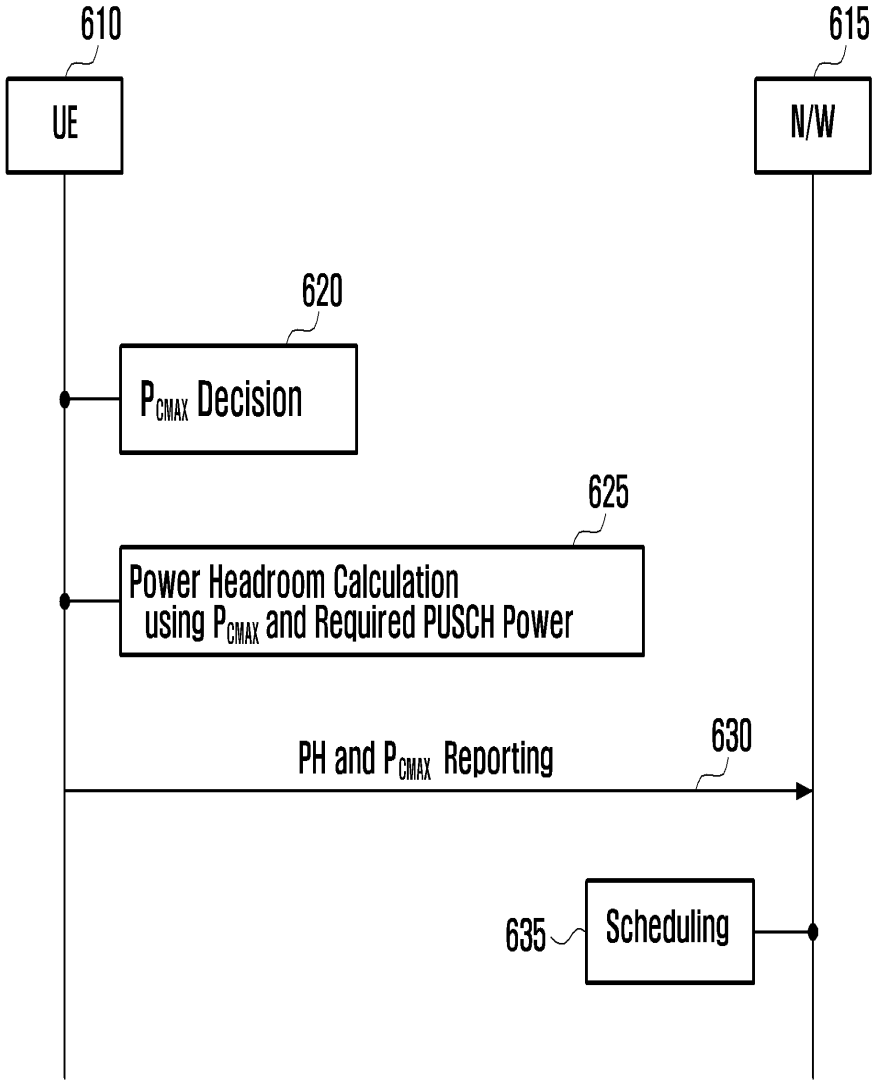
도면4


410
415
420
425
430
Reported Power Headroom
modulation = QPSK, # of RBs = 10
α · PL
PUSCH TPCs
PUSCH power offset
Power Headroom
Required PUSCH power at a given rate
435
PCMAX
ENB estimates that the UE can be scheduled with 50 RBs/16QAM based on the given PH
440
modulation = 16QAM, # of RBs = 50
α · PL
PUSCH TPCs
PUSCH power offset
PCMAX

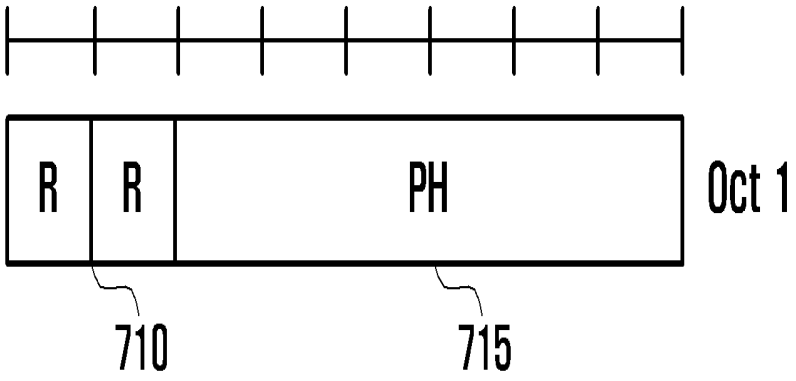
도면5


510
515
520
525
530
Reported Power Headroom
modulation = QPSK, # of RBs = 10
α · PL
PUSCH TPCs
PUSCH power offset
Power Headroom
Required PUSCH power at a given rate
535
P CMAX = P CMAX,H
ENB estimates that the UE can be scheduled with 50 RBs/16QAM based on the given PH
540
modulation = 16QAM, # of RBs = 50
α · PL
PUSCH TPCs
PUSCH power offset
P CMAX,L
P CMAX
P CMAX,H
PH estimation error

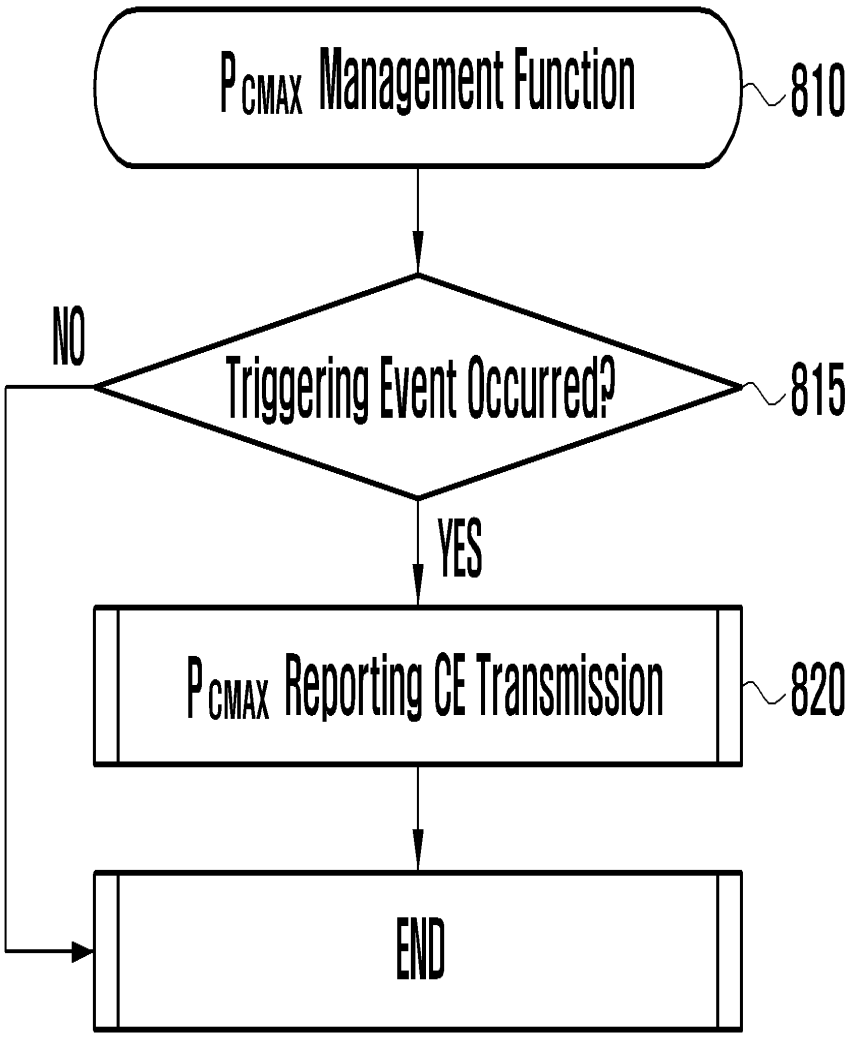
도면6


610
615
UE
N/W
620
P_{CMAX} Decision
625
Power Headroom Calculation
using P_{CMAX} and Required PUSCH Power
PH and P_{CMAX} Reporting
630
635
Scheduling

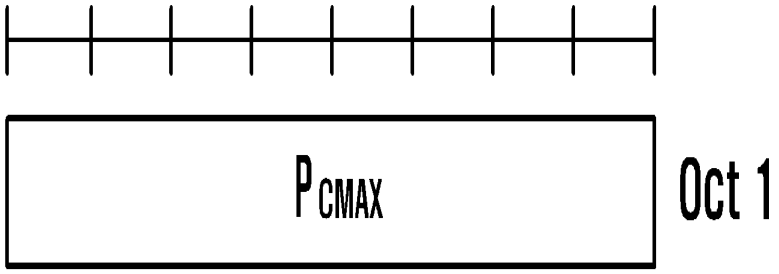
도면7


R
R
PH
Oct 1
710
715

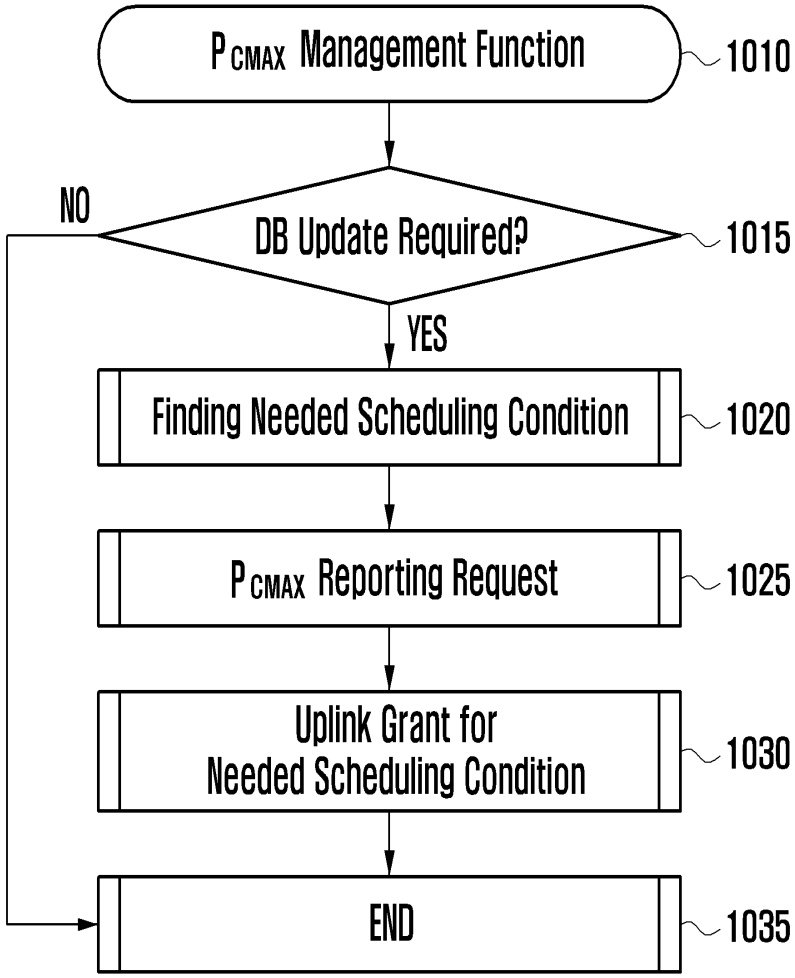
도면8


P CMAX Management Function
810
NO
Triggering Event Occurred?
815
YES
P CMAX Reporting CE Transmission
820
END

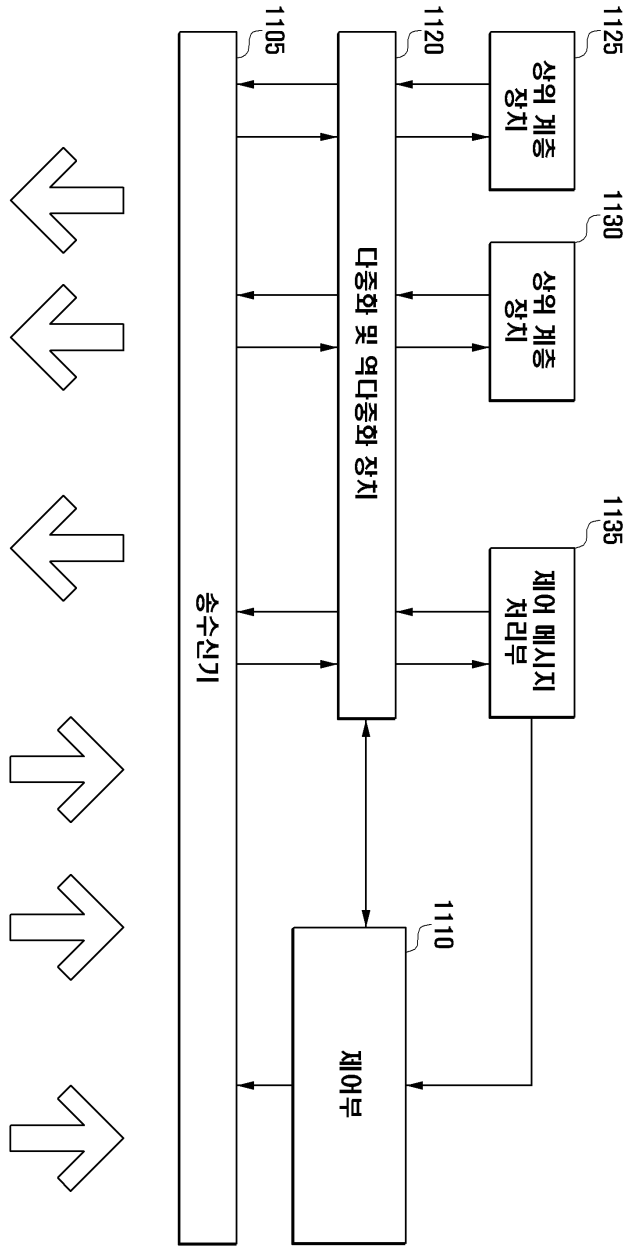
도면9


P CMAX
Oct 1

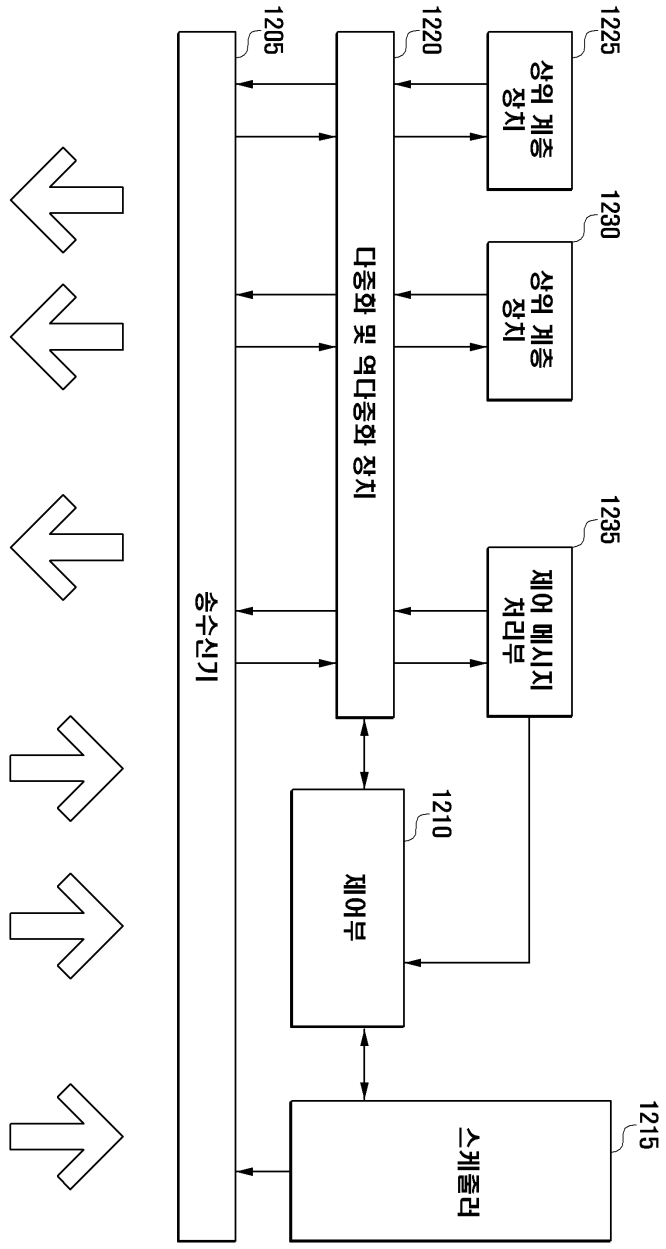
도면10


P CMAX Management Function
1010
NO
DB Update Required?
1015
YES
Finding Needed Scheduling Condition
1020
P CMAX Reporting Request
1025
Uplink Grant for
Needed Scheduling Condition
1030
END
1035

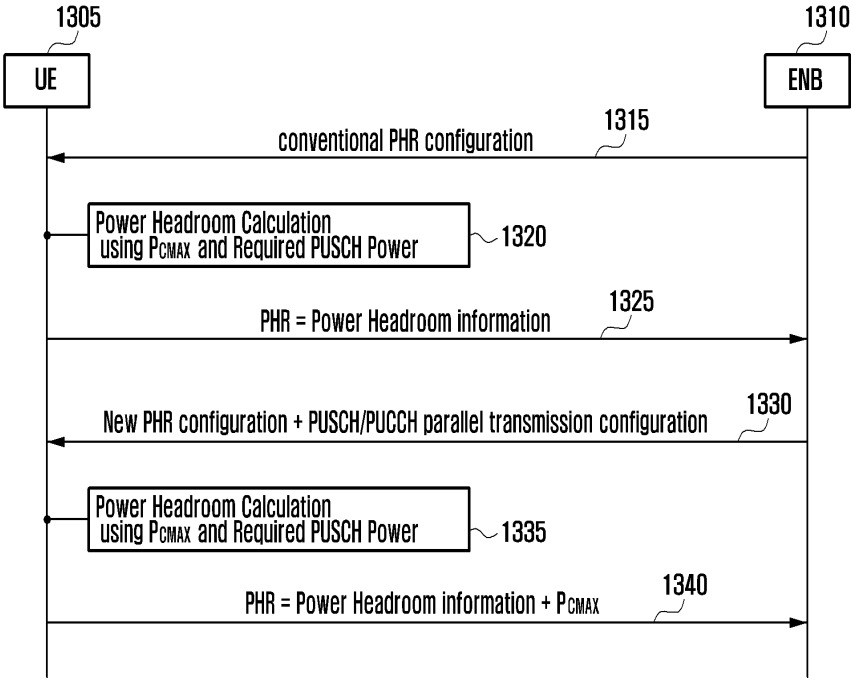
도면11


1105
송수신기
1120
다중화 및 역다중화 장치
1125
상위 계층 장치
1130
상위 계층 장치
1135
제어 메시지 처리부
1110
제어부

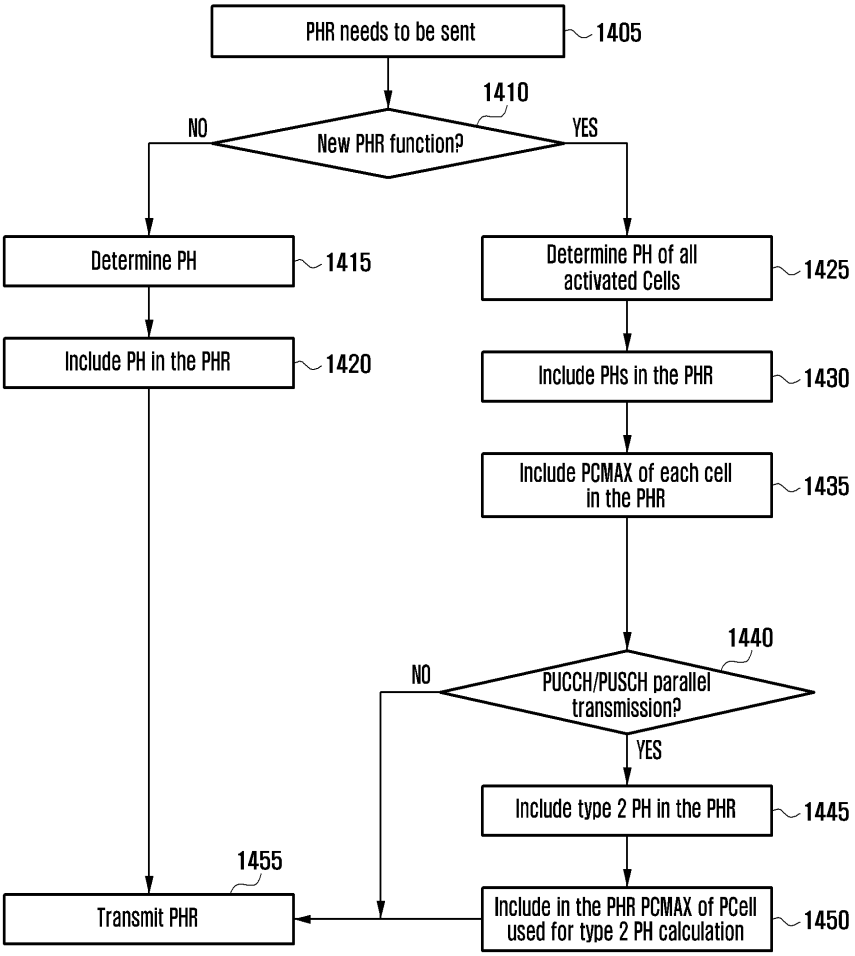
도면12


1205
송수신기
1220
다중화 및 역다중화 장치
1225
상위 계층 장치
1230
상위 계층 장치
1235
제어 메시지 처리부
1210
제어부
1215
스케줄러

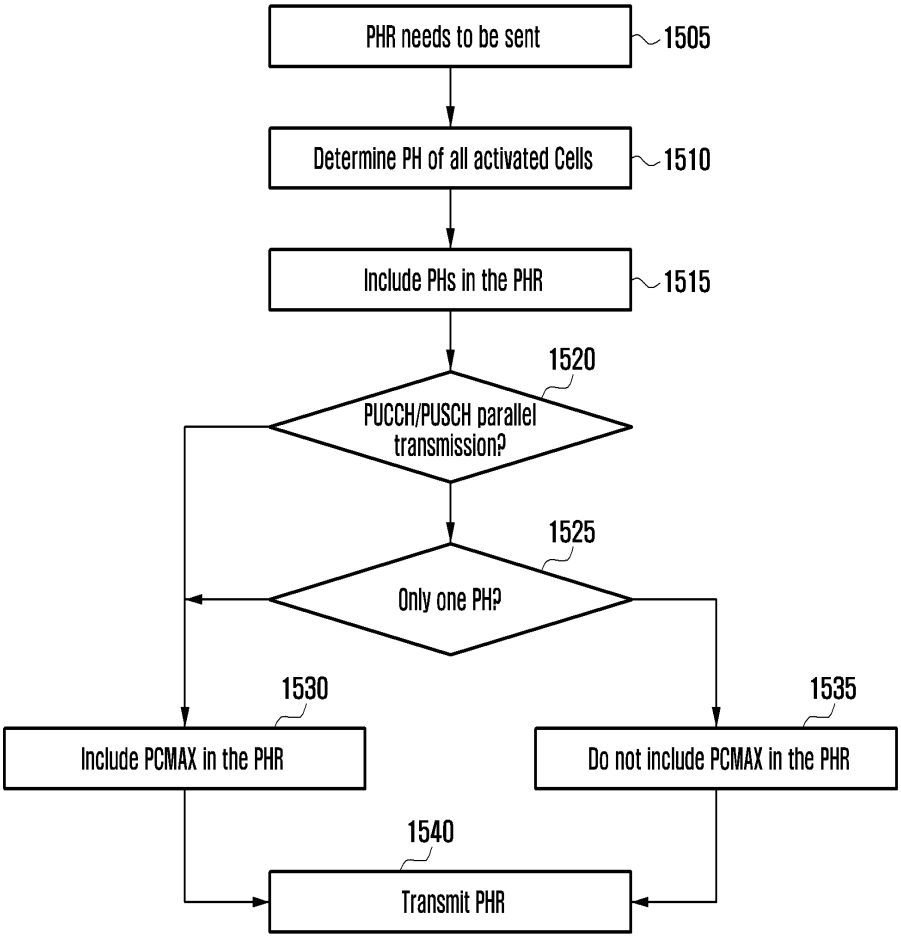
도면13


1305
UE
1310
ENB
conventional PHR configuration
1315
Power Headroom Calculation
using PCMAX and Required PUSCH Power
1320
PHR = Power Headroom information
1325
New PHR configuration + PUSCH/PUCCH parallel transmission configuration
1330
Power Headroom Calculation
using PCMAX and Required PUSCH Power
1335
PHR = Power Headroom information + PCMAX
1340

도면14


PHR needs to be sent
1405
1410
New PHR function?
NO
YES
Determine PH
1415
Include PH in the PHR
1420
Determine PH of all activated Cells
1425
Include PHs in the PHR
1430
Include PCMAX of each cell in the PHR
1435
1440
PUCCH/PUSCH parallel transmission?
NO
YES
Include type 2 PH in the PHR
1445
Include in the PHR PCMAX of PCell used for type 2 PH calculation
1450
1455
Transmit PHR

도면15


PHR needs to be sent
1505
Determine PH of all activated Cells
1510
Include PHs in the PHR
1515
1520
PUCCH/PUSCH parallel transmission?
1525
Only one PH?
1530
Include PCMAX in the PHR
1535
Do not include PCMAX in the PHR
1540
Transmit PHR