



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월06일
(11) 등록번호 10-1724053
(24) 등록일자 2017년03월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 52/36 (2009.01) H04J 11/00 (2006.01)
H04W 52/14 (2009.01) H04W 52/24 (2009.01)
H04W 52/34 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 52/365 (2013.01)
H04J 11/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7010604(분할)
(22) 출원일자(국제) 2009년12월03일
심사청구일자 2015년05월26일
(85) 번역문제출일자 2015년04월23일
(65) 공개번호 10-2015-0052353
(43) 공개일자 2015년05월13일
(62) 원출원 특허 10-2015-7002081
원출원일자(국제) 2009년12월03일
심사청구일자 2015년02월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/066618
(87) 국제공개번호 WO 2010/065759
국제공개일자 2010년06월10일
(30) 우선권주장
61/119,471 2008년12월03일 미국(US)
61/119,799 2008년12월04일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
EP1912345 A1
US20060270431 A1

(73) 특허권자
인터디지털 패튼 홀딩스, 인크
미국, 델라웨어주 19809, 윌밍턴, 벨뷰 파크웨이
200, 스위트 300
(72) 발명자
장 구오동
미국 뉴욕주 11791 쇼셋 윌렛 드라이브 14
발라 예렘
미국 뉴욕주 11735 퍼밍데일 플로어 #2 할록 스트
릿 17
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 정윤석

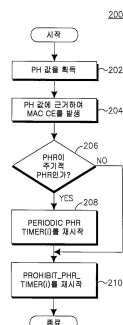
(54) 발명의 명칭 캐리어 집적에 대한 업링크 파워 헤드룸 보고

(57) 요약

파워 헤드룸을 보고하는 방법이 개시된다. 파워 헤드룸은 모든 캐리어들에 걸쳐(광대역), 또는 특정 캐리어에 대해, 또는 캐리어 그룹에 대해 보고될 수 있다. 파워 헤드룸을 계산하는데 사용되는 공식은 캐리어(또는 캐리어 그룹 내의 캐리어)가 유효한 업링크 그랜트를 갖는지 여부에 의존한다. 만약 캐리어 또는 캐리어 그룹이 유효한

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



업링크 그랜트를 갖지 않는다면, 파워 헤더룸은 레퍼런스 그랜트에 근거하여 계산될 수 있다. 파워 헤더룸은 무선 송수신 유닛에 의해 계산되고, eNodeB에 보고된다.

(52) CPC특허분류

H04W 52/146 (2013.01)

H04W 52/242 (2013.01)

H04W 52/346 (2013.01)

H04J 2211/005 (2013.01)

(72) 발명자

피에트라스키 필립 제이

미국 뉴욕주 11746 헌팅톤 스테이션 텔봇 플레이스 7

신 성혁

미국 뉴저지주 07647 노스베일 에이너 웨이 104

관 카일 정린

미국 뉴욕주 11787 스미스타운 아발론 서클 43

레비 조세프 에스

미국 뉴욕주 11566 메릭 이스트 웹스터 스트리트 26

왕 진

미국 뉴욕주 11722 센트럴 이슬립 페어론 드라이브 34

왕 피터 에스

미국 뉴욕주 11733 이스트 세타켓 폰드 패스 412

스턴-베코윙츠 자넷 에이

미국 뉴욕주 11363 리틀 넥 글렌우드 스트리트 41-20

하임 존 더블유

미국 뉴욕주 11510 볼드윈 롱펠로우 스트리트 1848

명세서

청구범위

청구항 1

파워 헤드룸(power headroom)을 보고하는 방법에 있어서,

eNodeB와 관련된 캐리어 그룹을 결정하는 단계;

상기 캐리어 그룹으로부터 서브프레임의 물리적 업링크 공유 채널(physical uplink shared channel, PUSCH) 전송을 갖지 않는 캐리어를 결정하는 단계;

상기 캐리어에 대한 최대 파워를 결정하는 단계;

상기 캐리어에 대한 최대 파워 및 레퍼런스 그랜트 할당(reference grant allocation)을 이용하여 상기 캐리어에 대한 파워 헤드룸을 계산하는 단계; 및

상기 eNodeB에게 상기 파워 헤드룸을 포함하는 파워 헤드룸 리포트를 송신하는 단계를 포함하는 파워 헤드룸을 보고하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 캐리어 그룹은 마스터 셀 그룹(master cell group, MCG)인 것인, 파워 헤드룸을 보고하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 캐리어 그룹은 보조 셀 그룹(secondary cell group, SCG)인 것인, 파워 헤드룸을 보고하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 eNodeB는 마스터 eNodeB(master eNodeB, MeNB)인 것인, 파워 헤드룸을 보고하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 eNodeB는 보조 eNodeB(secondary eNodeB, SeNB)인 것인, 파워 헤드룸을 보고하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 캐리어는 유효한 업링크 그랜트를 갖지 않는 것인, 파워 헤드룸을 보고하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 레퍼런스 그랜트 할당은 미리 정의된 할당인, 파워 헤드룸을 보고하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 미리 정의된 할당은 미리 정의된 개수의 자원 블록들인, 파워 헤드룸을 보고하는 방법.

청구항 9

파워 헤드룸(power headroom)을 보고하는 무선 송수신 유닛(wireless transmit/receive unit, WTRU)에 있어서, 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는

eNodeB와 관련된 캐리어 그룹을 결정하고;

상기 캐리어 그룹으로부터 서브프레임의 물리적 업링크 공유 채널(physical uplink shared channel, PUSCH) 전송을 갖지 않는 캐리어를 결정하고;

상기 캐리어에 대한 최대 파워를 결정하고;

상기 캐리어에 대한 최대 파워 및 레퍼런스 그랜트 할당(reference grant allocation)을 이용하여 상기 캐리어에 대한 파워 헤드룸을 계산하고;

상기 eNodeB에게 상기 파워 헤드룸을 포함하는 파워 헤드룸 리포트를 송신하도록 구성되는, 파워 헤드룸을 보고하는 무선 송수신 유닛(WTRU).

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 캐리어 그룹은 마스터 셀 그룹(master cell group, MCG)인 것인, 파워 헤드룸을 보고하는 무선 송수신 유닛(WTRU).

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 캐리어 그룹은 보조 셀 그룹(secondary cell group, SCG)인 것인, 파워 헤드룸을 보고하는 무선 송수신 유닛(WTRU).

청구항 12

제9항에 있어서, 상기 eNodeB는 마스터 eNodeB(master eNodeB, MeNB)인 것인, 파워 헤드룸을 보고하는 무선 송수신 유닛(WTRU).

청구항 13

제9항에 있어서, 상기 eNodeB는 보조 eNodeB(secondary eNodeB, SeNB)인 것인, 파워 헤드룸을 보고하는 무선 송수신 유닛(WTRU).

청구항 14

제9항에 있어서, 상기 캐리어는 유효한 업링크 그랜트를 갖지 않는 것인, 파워 헤드룸을 보고하는 무선 송수신 유닛(WTRU).

청구항 15

제9항에 있어서, 상기 레퍼런스 그랜트 할당은 미리 정의된 할당인, 파워 헤드룸을 보고하는 무선 송수신 유닛(WTRU).

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 미리 정의된 할당은 미리 정의된 개수의 자원 블록들인, 파워 헤드룸을 보고하는 무선 송수신 유닛(WTRU).

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2008년 12월 3일자로 출원된 미국 가출원번호 61/119,471 및 2008년 12월 4일자로 출원된 미국 가출원번호 61/119,799의 우선권을 주장하는 것으로서, 이들 가출원에 제시된 모든 내용은 참조로서 본 명세서에 포함된다. 본 출원은 무선 통신에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 개시는, 특히 LTE-A(Long Term Evolution Advanced)에 관련하여, 무선 통신에서 캐리어 집적(carrier aggregation)에 대한 업링크(uplink, UL) 파워 헤드룸(power headroom, PH)에 관한 것이다. 파워 헤드룸은 무선 송수신 유닛(wireless transmit/receive unit, WTRU)의 최대 전송 파워와 현재의 서브프레임에서의 물리적 UL 공유 채널(physical UL shared channel, PUSCH)전송을 위한 추정 파워간의 차이를 말한다. 파워 헤드룸 보고(power headroom report, PHR)는 상기 추정 PH를 나타내기 위해 WTRU에 의해 보고되는 인덱스이다. WTRU는 PHR을 진화(evolved) 노드 B(eNodeB 또는 eNB)에 전송하며, 이 eNodeB는 PHR을 이용하여 WTRU가 프레임당 얼마나 많은 UL 대역폭을 이용할 수 있는지를 결정한다.

[0003] 보다 높은 데이터 율 및 스펙트럼 효율을 지원하기 위해, 3GPP 장기간 진화(evolution)(LTE) 시스템이 3GPP 릴리즈 8(R8)에 도입되었다. LTE-기반 무선 액세스 시스템의 달성가능한 스루풋 및 커버리지를 더욱 향상시킴과 아울러, 각각 다운링크(downlink, DL) 및 업링크(UL) 방향에서의 1 Gbps 및 500Mbps의 국제 이동 통신(IMT)-어드밴스드 요건에 부합하기 위해, 3GPP 표준 기구에서 LTE-Advanced(LTE-A)가 현재 연구되고 있다.

[0004] LTE DL 전송방식은 직교 주파수 분할 다중 액세스(orthogonal frequency division multiple access, OFDMA) 공중 인터페이스에 기반을 두고 있다. LTE UL 방향의 경우, 이산 푸리에 변환(discrete Fourier transform, DFT)-스프레드(spread) OFDMA (DFT-S-OFDMA)에 기초한 단일 캐리어(single-carrier, SC) 전송이 이용된다. UL에서의 단일 캐리어 전송의 이용은 OFDM 등의 다중 캐리어 전송 방식과 비교하여 신호의 낮은 피크대 평균 파워 비율(peak to average power ratio, PAPR) 또는 (파워 증폭기의 비선형성과 관련된) 큐빅 메트릭에 의해 동기가 부여된다.

- [0005] 유연한 배치(flexible deployment)를 위해 LTE 시스템들은 1.4, 3.5, 10, 15 또는 20MHz의 스케일링 가능한 전송 대역폭을 지원한다. LTE 시스템은 주파수 분할 듀플렉스(frequency division duplex, FDD) 모드, 시분할 듀플렉스(time division duplex, TDD)모드 또는 하프 듀플렉스 FDD 모드에서 동작할 수 있다.
- [0006] LTE 시스템에서, 각 무선 프레임(10ms)은 10개의 동등한 사이즈의 1ms 서브 프레임으로 구성된다. 각 서브 프레임은 2개의 동등한 사이즈의 각각 0.5ms의 타임 슬롯으로 구성된다. 타임 슬롯당 7개 또는 6개의 OFDM 심볼들이 있을 수 있다. 7개의 심볼들은 정규 주기의 프리픽스 길이로 이용되며, 대안적인 시스템 구성에서 타임 슬롯당 6개의 심볼들이 확장된 주기적인 프리픽스 길이로 이용될 수 있다. LTE 시스템을 위한 서브 캐리어 간격(spacing)은 15KHz이다. 7.5KHz를 이용하는 대안적인 감소된 서브 캐리어 간격이 또한 가능하다. 리소스 요소(RE)는 OFDM 심볼 인터벌 동안 정확히 1개의 서브 캐리어에 대응한다. 0.5ms 타임슬롯 동안 12개의 연속적인 서브 캐리어들이 1개의 리소스 블록(resource block, RB)을 구성한다. 그러므로, 타임 슬롯당 7개의 심볼들에서, 각 RB는 $12 \times 7 = 84$ RE들로 구성된다. DL 캐리어는 최소 6개의 RB들로부터 최대 110 RB들에 이르는 스케일링 가능한 수의 리소스 블록(RB)으로 구성될 수 있다. 이는 대략 1MHz 내지 최대 10MHz의 전체적인 스케일링 가능한 전송 대역폭에 대응하나, 일반적인 전송 대역폭의 세트는 일반적으로 1.4, 3.5, 10, 15 또는 20MHz로 특정된다. LTE 에서 다이내믹 스케줄링을 위한 기본적인 타임 도메인 유닛은 2개의 연속적인 타임 슬롯으로 구성되는 1개의 서브프레임이다. 이는 RB쌍으로 칭해진다. 어떤 OFDM시스템들에서의 일부 서브 캐리어들은 시간-주파수 그리드에서 파이롯트 신호들을 수반하도록 할당된다. 전송 대역폭의 에지들에서 소정 수의 서브 캐리어들이 스펙트럼 마스크 요건에 부합하도록 전송되지 않는다.
- [0007] DL 방향에서, WTRU는 (예컨대, OFDMA 방식이 이용되는) 모든 전송 대역에 걸쳐 어느 곳에서든지 그의 데이터를 수신하도록 eNodeB에 의해 할당될 수 있다. DL은 스펙트럼의 중앙에 비사용 직류(DC) 옵셋 서브캐리어를 갖는다.
- [0008] UL 방향에서, LTE는 DFT-S-OFDMA 또는 동등하게 SC-FDMA 전송에 기초한다. 이 목적은 OFDMA 전송 포맷과 비교하여, 낮은 PAPR를 달성하고자 하는 것이다. 개념적으로, LRE LD 방향에서 WTRU는 모든 LTE 전송 대역폭의 주파수 도메인에 걸쳐 어디에서든지 그의 신호를 수신할 수 있는데 반해, UL에서의 WTRU는 FDMA 구성에서 배정된 서브 캐리어들의 제한된 연속적인 세트에서만 전송을 행할 수 있다. 이러한 원리는 단일 캐리어(SC)-FDMA로 칭해진다. 예컨대, 만일 UL에서의 전체적인 OFDM 신호 또는 시스템이 1 내지 100의 번호가 부여된 서브-캐리어로 구성되면, 제 1의 WTRU가 서브-캐리어 1-12를 통해 그 자신의 신호를 전송하도록 배정되며, 제 2의 WTRU는 서브-캐리어 13-24 등을 통해 전송을 행할 수 있다. eNodeB는 동시에 하나 이상의 WTRU로부터 전체 전송대역폭에 걸쳐 복합 UL 신호를 수신하나, 각 WTRU는 이용가능한 전송 대역폭의 서브세트 내로만 전송을 행한다. 원리적으로, LTE UL에서의 DFT-S OFDM은 그러므로 WTRU에 배정된 시간 주파수 리소스가 주파수-연속적인 서브-캐리어들의 세트로 구성되는 추가적인 제약을 갖는 통상적인 형태의 OFDM 전송으로서 보여질 수 있다. LTE UL에서는 (DL과는 달리) DC 서브-캐리어가 없다. 하나의 동작 모드에서, 주파수 호핑(frequency hopping)이 WTRU에 의해 UL 전송에 적용될 수 있다.
- [0009] LTE-A에 대해 제안된 하나의 개선은 유연한 대역폭을 위한 캐리어 집적 및 지원이다. 이들 변경을 위한 하나의 동기는 DL 및 UL 전송 대역폭이 R8 LTE의 최대 대역폭 20MHz를 초과하도록 하는 것, 예컨대 40MHz 대역폭을 허용하는 것이다. 제 2의 동기는 이용가능한 쌍으로 된 스펙트럼의 보다 유연한 사용을 가능하게 하는 것이다. 예컨대, R8 LTE는 대칭 및 쌍으로 된 FDD 모드에서 동작하도록 제한(예컨대 DL 및 UL 둘다는 각각 전송 대역폭이 10MHz 또는 20MHz이다)되는데 반해, LTE-A는 UL 5MHz가 쌍으로 된 DL 10 MHz와 같은 그러한 비대칭적인 구성으로 동작할 수 있다. 추가로, 복합의 집적 전송 대역폭들이 LTE-A (예컨대, DL에서 UL 20 MHz 캐리어 등이 쌍으로 된 제 1의 20MHz 캐리어 및 제 2의 캐리어)로 또한 가능하다. 이 복합의 집적 전송 대역폭들은 주파수 도메인에서 반드시 연속적이어야 할 필요는 없다. 예컨대 상기 예에서 제 1의 10MHz 컴포넌트 캐리어는 DL 대역에서 제 2의 5 MHz DL 컴포넌트 캐리어로부터 22.5 MHz 만큼 이격될 수 있다. 대안적으로, 연속적인 집적 전송 대역폭들에서의 동작이 또한 가능한바, 예컨대 20 MHz의 제 1의 DL 컴포넌트 캐리어가 연속적인 10 MHz DL 컴포넌트 캐리어와 집적되고 20 MHz의 UL 캐리어와 쌍을 이룰 수 있다.
- [0010] 유연한 대역폭을 위한 LTE-A 캐리어 집적 및 지원을 위한 서로 다른 구성의 예들이 도 1에 예시된다. 도 1a는 3개의 컴포넌트 캐리어들을 도시한 것으로서, 이들 중 2개는 연속적이며, 나머지 것은 비연속적이다. 도 1b 및 도 1c는 모두, 연속적인 컴포넌트 캐리어들을 도시한다. 집적 컴포넌트 캐리어들을 통합하기 위해 LTE R8 전송 구조/포맷을 확장하는 2개의 옵션이 있다. 하나의 옵션은 DFT 프리코더를 예컨대 그 신호가 도 1b 및 도 1a의 우측에 보인 바와 같이 연속적인 경우에 모든 컴포넌트 캐리어들에 걸쳐 집적 대역폭에 적용하는 것이다. 또 하나의 옵션은 도 1c에 보인 바와 같이, 오로지 컴포넌트 캐리어 당 DFT 프리코더를 적용하는 것이다. 주목되는

사항으로서, 도 1c에 보인 바와 같이, 서로 다른 캐리어들이 서로 다른 변조 및 코딩 세트들(modulation and coding sets, MCSs; 즉, 캐리어 특유의(carrier-specific) MCS)을 가질 수 있다.

[0011] R8 LTE 시스템 UL 방향에서, WTRU들은 그들의 데이터(및 어떤 경우들에서는 그들의 제어 정보)를 PUSCH를 통해 전송한다. 이 PUSCH 전송은 물리적인 DL 제어 채널(physical DL control channel, PDCCH) 포맷에서 수행되는 UL 스케줄링 그랜트(scheduling grant)를 이용하여, 스케줄링되고 eNodeB에 의해 제어된다. UL 스케줄링 그랜트의 부분으로서, WTRU는 변조 및 코딩 세트(MCS), 전송 파워 제어(transmit power control, TPC) 명령, UL 리소스 할당(즉, 할당된 리소스 블록의 인덱스들), 등등을 포함하는 제어 정보를 수신한다. WTRU는 TPC 명령에 의해 제어되는 전송 파워에서 대응하는 MCS를 갖는 할당된 UL 리소스들을 통해 그의 PUSCH를 전송한다.

[0012] UL WTRU 전송들을 스케줄링하기 위해, eNodeB에 있는 스케줄러는 임의의 리소스 할당을 위해 적절한 전송 포맷(즉, MCS)를 선택해야 함을 필요로 한다. 이를 위해, 스케줄러는 스케줄링되는 WTRU를 위한 UL 링크 품질을 추정할 수 있어야 함을 필요로 한다.

[0013] 이는 eNodeB가 WTRU의 전송 파워를 알아야 함을 요한다. LTE에서, 추정된 WTRU 전송 파워가 공식(formula)에 따라 계산되며, 여기서 eNodeB는 DL 경로손실에 대한 WTRU의 추정을 제외하고는 그 공식에 있는 모든 컴포넌트들을 안다. LTE에서, WTRU는 DL 경로손실 추정치를 측정하여 이를 PH 측정 보고 량(quantity)의 형태로 하여 eNodeB에 다시 보고한다. 이는 광대역 코드 분할 다중 액세스(WCDMA) 릴리스 6에서의 PH 측정 보고 개념과 유사하며, 여기서 PH는 eNodeB가 적절한 UL 스케줄링을 수행하도록 또한 보고된다.

[0014] LTE에서, PH 보고 절차는 서빙 eNodeB에 WTRU의 전송 파워와 최대 WTRU 전송 파워간의 차이에 관한 정보(포지티브(+) PH 값)를 제공하는데 이용된다. 이 정보는 또한, UL 파워 제어 공식에 따라서, 최대 WTRU 전송 파워를 초과할 때 최대 WTRU 전송 파워와 계산된 WTRU 전송 파워 간의 차이(네거티브(-) PH 값)를 포함할 수도 있다.

[0015] 전술한 바와 같이, LTE에서, 단일 컴포넌트 캐리어가 이용되며, 따라서 WTRU PH의 정의는 하나의 캐리어에 기초한다. 서브프레임 i에서의 PUSCH에 대한 WTRU 전송 파워 P_{PUSCH} 는 다음의 식 1로 정의된다.

$$P_{PUSCH}(i) = \min\{P_{CMAX}, 10\log_{10}(M_{PUSCH}(i)) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \times PL + \Delta_{TF}(i) + f(i)\}$$

[0016] (식 1)

[0017] 여기서, P_{CMAX} 는 구성된 최대 허용되는 WTRU 전송 파워이다. P_{CMAX} 는 WTRU 파워 클래스, 허용되는 톨러런스(tolerance) 및 조정(adjustments), eNodeB에 의해 WTRU에 시그널링되는 최대 허용되는 전송 파워에 의존한다.

[0018] $M_{PUSCH}(i)$ 는 서브프레임 i에 대해 유효한 리소스 블록들의 수로 표현되는 PUSCH 리소스 배정의 대역폭이다.

[0019] $P_{O_PUSCH}(j)$ 는 셀 특유의 노미널 컴포넌트 $P_{O_NOMINAL_PUSCH}(j)$ 와 WTRU 특유의 컴포넌트 $P_{O_UE_PUSCH}(j)$ 와의 합이다. $P_{O_NOMINAL_PUSCH}(j)$ 가 1db 레졸루션(resolution)을 갖는 [-126, 24]의 범위에서 j=0 및 1인 경우, 상위 계층들로부터 시그널링되며, 1db 레졸루션을 갖는 [-8.7]db의 범위에서 j=0 및 1인 경우 $P_{O_UE_PUSCH}(j)$ 가 무선 리소스 제어(RRC)에 의해 구성된다. 구성된 스케줄링 그랜트에 대응하는 PUSCH(재)전송의 경우, j=0이며, 새로운 패킷 전송과 관련된 DCI 포맷 0을 갖는 수신 PDCCH에 대응하는 PUSCH(재)전송의 경우, j=1이다. 랜덤 액세스 그랜트에 대응하는 PUSCH(재)전송들의 경우, j=2이다. $P_{O_UE_PUSCH}(2)=0$ 이고, $P_{O_NOMINAL_PUSCH}(2) = P_{O_PRE} + \Delta_{PREAMBLE_Msg3}$ 이며, 여기서 P_{O_PRE} 및 $\Delta_{PREAMBLE_Msg3}$ 가 상위 계층들로부터 시그널링된다.

[0020] j=0 또는 1인 경우, $\alpha \in \{0, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1\}$ 는 상위 계층들에 의해 제공되는 3비트의 셀 특유의 파라미터이다.

[0021] PL은 WTRU에 의해 계산되는 DL 경로손실 추정치이다.

[0022] $K_s=1.25$ 인 경우, $\Delta_{TF}(i) = 10\log_{10}((2^{MPR \times K_s} - 1) \times \beta_{offset}^{PUSCH})$ 이고, $K_s=0$ 인 경우, $\Delta_{TF}(i) = 0$ 이며, 여기서 K_s 는 RRC에 의해 계산되는 WTRU 특유의 파라미터이다. UL 공유채널(UL-SCH)데이터 없이 PUSCH를 통해 전송되는 제어 데이터의 경우,

$$MPR = \frac{O_{CQI}}{N_{RE}}$$

송되는 제어 데이터의 경우, 여기서 Q_{CQI} 는 CRC 비트들을 포함하는 CQI 비트들의 수이고,

N_{RE} 는 리소스 요소들의 수이다. 다른 경우들에서, $MPR = \sum_{r=0}^{C-1} \frac{K_r}{N_{RE}}$ 이며, 여기서 C 는 δ 코드 블록들의 수이고, K_r 은 코드블럭 r 에 대한 사이즈이다. UL-SCH없이 PUSCH를 통해 전송되는 제어 데이터의 경우, $\beta_{offset}^{PUSCH} = \beta_{offset}^{CQI}$ 이고, 다른 경우들에서 $\beta_{offset}^{PUSCH} = 1$ 이다.

[0024] 만일 TPC 명령들의 누적이 상위 계층들에 의해 제공된 WTRU 특유의 파라미터 *Accumulation-enabled*에 근거하여 인에이블되지 않는 경우, $f(i) = \delta_{PUSCH}(i - K_{PUSCH})$ 이다. δ_{PUSCH} 는 WTRU 특유의 보정 값(TPC 명령으로도 칭해짐)이며, PDCCH에서 WTRU에 신호된다. K_{PUSCH} 는 서브프레임 오프셋이며, 따라서 현재의 서브프레임 i 에서의 $f(i)$ 의 값은 현재의 프레임(i)전 K_{PUSCH} 프레임들을 수신한 δ_{PUSCH} 값이다. FDD의 경우, $K_{PUSCH} = 4$ 이고, TDD의 경우 K_{PUSCH} 의 값은 달라진다.

[0025] 서브프레임 i 에 대한 WTRU PH는 다음 식 2로 정의된다.

$$PH(i) = P_{CMAX} - \{10 \log_{10}(M_{PUSCH}(i)) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha \times PL + \Delta_{TF}(i) + f(i)\}$$

[0026] (식 2)

[0028] 어떤 최대 전송 파워 제한을 계산함이 없이 (무선 베어러(RB) 할당, MCS 및파워 제어 명령을 포함하는) UL 스케줄링 그랜트에 의해 요구되는 서브 프레임 i 에서의 PUSCH에 대한 WTRU 전송 파워는 다음의 식 3으로 정의된다.

$$P_{PUSCH_UG}(i) = 10 \log_{10}(M_{PUSCH}(i)) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \times PL + \Delta_{TF}(i) + f(i)$$

[0030] (식 3)

[0031] 따라서, 식 1에서 PUSCH에서의 실제 WTRU 전송 파워는 다음의 식 4로 나타낼 수 있다.

$$P_{PUSCH}(i) = \min\{P_{CMAX}, P_{PUSCH_UG}(i)\}$$

[0032] (식 4)

[0033] 식 2에서의 LTE에 대한 PH 공식은 다음의 식 5로 나타낼 수 있다.

$$PH(i) = P_{CMAX} - P_{PUSCH_UG}(i)$$

[0034] (식 5)

[0035] LTE에서의 PH에 대한 기존 정의는 R8 LTE에 의해 제공되는 SC-FDMA (또는 DFT-S OFDMA) 공중 인터페이스의 특정한 경우에 대해 지정되었다. 따라서, 이는 그의 전체적인 UL 방향 및 단일의 다중 액세스 방식(하나의 전송 안테나 SC-FDMA)에 대해 WTRU에 의해 측정 및 보고되는 하나의 단일 값에서의 결과들 및 단지 하나의 컴포넌트 캐리어에 특별히 적용된다. 그러나, 이러한 접근법은 캐리어 집적, LTE-A 시스템, 새로운 다중 액세스 방식, MIMO 방식을 이용하는 LTE-A 시스템에 또는, 유연한 대역폭 구성에서 동작할 때 eNodeB가 적절한 전송 파워 레벨들을 가지고 WTRU에 대해 UL 전송을 스케줄링 및 배정하기 위해 다중 컴포넌트 캐리어들 및/또는 다중 파워 증폭기들에 대한 PH 정보를 알아야 함을 요하는 경우에는 적용가능하지 않다.

[0036] 예컨대, LTE-A 시스템에서, 3개의 캐리어가 집적되어 이용되는 경우를 고려해보자. WTRU는 서로 다른 캐리어들에서 서로 다른 최대 전송 파워를 갖거나 또는 서로 다른 경로손실 값들을 갖거나 그리고/또는 서로 다른 캐리어들에서 서로 다른 전송 파워 레벨에 이르는 루프 파워 제어 파라미터들을 오픈할 수 있다. 1개의 서브프레임에서, eNodeB는 2개의 캐리어(예컨대, 캐리어 1 및 2)를 통해 전송을 행하도록 스케줄링된다. 2개의 캐리어들이 서로 다른 전송 파워를 가짐을 고려해볼 때, 단일 PH 값은 상기 2개의 캐리어들 각각에서 WTRU의 최대 전송 파워와 (파워 제어 공식에 따른)계산된 전송 파워간의 차이를 표시할 수가 없다. 더욱이, eNodeB가 캐리어 3에서 미래의 UL 전송을 스케줄링하기를 원하는 때에, (PH는 LTE에서의 개념에 따라 보고되지 않기 때문에) 캐리어 3에 관한 정보를 알지 못하게 된다. 만일 캐리어 3이 캐리어 1 및 2에 연속하지 않는 경우, 캐리어 3에서의 DL 경로손실이 캐리어 1 및 2에서의 PH로부터 신뢰적으로 파생되지 않는다. 비연속적인 캐리어 집적에서의 경로손실 차이는 7 또는 9dB와 같이 클 수 있다. 이는 eNodeB가 UL 전송을 최적의 파워 레벨로 스케줄링하는 것을 어렵게 하는바, 이는 WTRU가 측정 및 보고한 PH값이 이 WTRU에 배정된 모든 UL 캐리어들에 동등하게 유효한 대표적인 메트릭이 아니기 때문이다.

[0037] 기존의 보고된 PH 값들이 다중 캐리어들을 조정(accommodate)하기에 충분하지 않은 것에 부가적으로, PH 보고에

관한 시그널링 역시 불충분하다. LTE 시스템에서, 전체 셀 대역폭에 대한 단일 값 PHR의 WTRU에 의한 전송은 다음의 방식들 중 하나로 트리거된다. 즉, 만일 경로 손실이 마지막 PHR 이후로 $DL_PathlossChange$ dB보다 더 변경되었으면 (PERIODIC_PHR_TIMER에 의해 제어되면서) 그리고 만일 소정 시간이 마지막 보고 이후로 경과 되었으면 (PROHIBT_PHR_TIMER에 의해 제어되면서), 또는 주기적인 PHR의 구성 및 재구성하에 주기적으로 트리거된다. 비록 다중 이벤트들이 PHR이 전송되는 시간만큼 발생한다 하더라도, 단지 하나의 PHR이 MAC 프로토콜 데이터 유닛(PDU)에 포함된다.

- [0038] 다중 캐리어들이 캐리어 집적을 포함하는 LTE-A 시스템에서 WTRU에 배치되는 때에 대표적인 PH 정보를 추정 및 보고하는 방법들 및 절차들이 필요로 된다. 더욱이, LTE-A에서 효율적인 PH 보고를 지원하기 위해 PH 정보의 전송 및 시그널링이 어드레스되어야 함을 또한 필요로 한다.

발명의 내용

- [0039] 파워 헤드룸(power headroom)을 보고하는 방법이 개시된다. 파워 헤드룸은 모든 캐리어들에 걸쳐(광대역), 또는 특정 캐리어에 대해, 또는 캐리어 그룹에 대해 보고될 수 있다. 파워 헤드룸을 계산하는데 사용되는 공식은 캐리어(또는 캐리어 그룹 내의 캐리어)가 유효한 업링크 그랜트(uplink grant)를 갖는지 여부에 의존한다. 만약 캐리어 또는 캐리어 그룹이 유효한 업링크 그랜트를 갖지 않는다면, 파워 헤드룸은 레퍼런스 그랜트(reference grant)에 근거하여 계산될 수 있다. 파워 헤드룸은 무선 송수신 유닛에 의해 계산되고, eNodeB에 보고된다.

- [0040] 본 명세서에 첨부된 도면과 연계되어 예시적으로 제시되는 다음의 설명으로부터 본 발명이 더 상세히 이해될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1a 내지 도 1c는 LTE-A 캐리어 집적에 대한 서로 다른 예시적 구성을 나타낸다.

도 2는 광대역 PH 보고를 위한 방법의 흐름도이다.

도 3은 캐리어 특유의 또는 캐리어 그룹 특유의 PH 보고를 위한 방법의 흐름도이다.

도 4는 LTE 무선 통신 시스템/엑세스 네트워크를 나타낸다.

도 5는 도 4의 LTE 무선 통신 시스템의 예시적 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 이후에 언급되는 용어 "무선 송수신 유닛(Wireless Transmit/Receive Unit, WTRU)"은 사용자 장비(User Equipment, UE), 이동국(mobile station), 고정 또는 이동 가입자 유닛, 페이지(pager), 셀룰러 전화기(cellular telephone), 개인 휴대 정보 단말기(Personal Digital Assistant, PDA), 컴퓨터, 또는 무선 환경에서 동작할 수 있는 임의의 다른 타입의 사용자 디바이스를 포함하지만, 이러한 것에만 한정되는 것은 아니다. 이후에 언급되는 용어 "기지국(base station)"은 eNode B, 사이트 제어기(site controller), 액세스 포인트(Access Point, AP), 또는 무선 환경에서 동작할 수 있는 임의의 다른 타입의 인터페이스 디바이스(interfacing device)를 포함하지만, 이러한 것에만 한정되는 것은 아니다.

- [0043] WTRU의 최대 전송 파워는 WTRU 파워 클래스 정의, 상위 계층 구성에 의해 제공되는 허용된 값(또는 값들), 또는 WTRU의 PA(들)에 의한 제한의 임의의 조합에 의해 제한될 수 있다. eNodeB는 상위 계층 시그널링(예를 들어, RRC 시그널링)을 사용하여 캐리어당, 캐리어 그룹당, 또는 모든 캐리어들에 대한 최대 WTRU 전송 파워를 구성할 수 있다.

- [0044] 캐리어 그룹화에 있어서, 하나의 그룹화 방법은 연속적인 캐리어들이 함께 그룹화되도록 하는 것이다. 두 번째 방법은 다중 캐리어들이 동일한 PA를 공유할 때 이 캐리어들이 그룹화될 수 있도록 하는 것이다. 만약 WTRU가 서로 다른 UL 캐리어들을 제어하는 상이한 PA들을 갖는다면, WTRU는 초기 네트워크 액세스(RRC 연결 설정), 핸드오버(handover)(RRC 연결 재구성), 또는 다른 RRC 재확립 이벤트들과의 PA 연관을 보고할 필요가 있을 수 있다.

- [0045] 대안적으로, 캐리어들과의 PA 연관(즉, CC-대-PA 맵핑)은, 만약 맵핑이 eNodeB에서 결정된다면, 상위 계층 시그널링을 통해 eNodeB에 의해 제공될 수 있다. 예를 들어, L개의 PA들(여기서 $L \geq 1$)을 사용하여 J개의 컴포넌트 캐리어(Component Carrier, CC)들(여기서 $J \geq 1$)을 통한 WTRU 전송의 경우를 고려한다. J개의 CC들의 L개의 PA

들의 맵핑은, 만약 맵핑이 WTRU에서 결정된다면, WTRU에 의해 eNodeB에 시그널링될 수 있다. 대안적으로, 맵핑은, 만약 맵핑이 eNodeB에서 결정된다면, eNodeB에 의해 WTRU에 시그널링될 수 있다. 대안적으로, 맵핑은, WTRU 카테고리 및/또는 캐리어 할당과 같은, 구성에 따라 달라지는 사전에 정의된 규칙들에 근거하여 WTRU와 eNodeB 양쪽 모두에 의해 독립적으로 얻어질 수 있다. WTRU에서의 PA들의 개수는, 예를 들어, WTRU 능력 정보의 일부로서 WTRU에 의해 시그널링되는 WTRU 카테고리 정보로부터 eNodeB에 의해 획득가능할 수 있다. 대안적으로, WTRU는 PA들의 개수 및 이들의 특성, 예를 들어, 최대 전송 파워를 eNodeB에 명시적으로 시그널링할 수 있다.

[0046] PH를 정의 및 계산하는 것은, 특정 캐리어들에 대해, 또는 개별 PA들과 연관된 캐리어들에 걸쳐, 또는 모든 캐리어들에 걸쳐 정의될 수 있는 UL 파워 제어 공식에 따라, 계산된 WTRU 전송 파워와 WTRU 최대 전송 파워와의 차이를 반영할 필요가 있다. 세 개의 기본 시나리오가 최대 전송 파워 제한을 위해 정의된다. 세 개의 시나리오들 각각에 있어서, PH를 계산 및 보고하는 방법이 제공된다. PH 계산 및 보고는 WTRU에 의해 수행된다.

[0047] 시나리오 1(Scenario 1)

[0048] 모든 집적된 캐리어들에 관한 WTRU의 전송 파워의 합은 사전에 정의된 그리고/또는 구성된 최대 전송 파워(P_{CMAX})에 영향을 받는다. LTE에서와 같이, P_{CMAX} 는, eNodeB에 의해 WTRU에 시그널링되는 (가능하게는 캐리어 그룹당) 최대 허용 전송 파워, WTRU 파워 클래스, 그리고 허용된 톨러런스 및 조정의 어떤 조합에 따라 달라질 수 있다. 이러한 시나리오는, 모든 집적된 캐리어들에 관한 WTRU 전송 신호 증폭/파워를 제어하는 무선 주파수(Radio Frequency, RF) PA가 단지 하나만 존재하는 경우 또는 최대 전송 파워가 상위 계층 시그널링에 의해 모든 캐리어들에 대해 구성되는 경우에 대응한다. 이러한 시나리오에서, 모든 집적된 캐리어들에 관한 WTRU의 전송 파워의 합은 P_{CMAX} 로 제한된다.

[0049] 방법 1.A(Method 1.A)

[0050] 본 방법에서, 서브프레임 i 에서의 WTRU에 대한 광대역 PH는 아래의 식 6과 같이 정의된다.

$$PH_{WB}(i) = P_{CMAX} - 10 \log_{10} \left\{ \sum_{k \in \Omega} 10^{\frac{P_{PUSCH_UG}(k,i)}{10}} \right\} \quad (\text{식 } 6)$$

[0052] 여기서 k 는 캐리어 번호이고, $k = 1, \dots, K$ 의 범위에 있으며, Ω 는 (그 각각이 서브프레임 i 에 대한 UL 그랜트를 갖는) 활성 캐리어들의 세트이고, 그리고 $P_{PUSCH_UG}(k,i)$ 는 파워 제한(power limitations)을 고려하기 전에 서브프레임 i 에서의 캐리어 k 상으로 전송될 PUSCH에 대한 전송 파워이다. PH는, WTRU에 대한 현재 UL 그랜트(들)에 근거하여, 특정 전송을 위해 WTRU에 의해 계산(computing)되고, 여기서 상이한 UL 그랜트들이 서로 다른 캐리어들에 할당될 수 있다.

[0053] eNodeB가, WTRU에 이용가능한 대역폭의 양을 증가 또는 감소시킴으로써 또는 변조 및 코딩 설정(Modulation and Coding Set, MCS) 레벨을 증가 또는 감소시킴으로써, UL 그랜트를 변경할 때, eNodeB는 그 보고된 PH에 근거하여 WTRU의 이용가능한 파워를 알게 된다. 이러한 광대역 PH 보고는 단일의 값을 보고함으로써 시그널링 오버헤드(signaling overhead)를 최소화시키는 이점을 갖는다.

[0054] 방법 1.B(Method 1.B)

[0055] 본 방법에서는, 캐리어당 PH가 정의된다. 서브프레임 i 에서의 유효한 UL 그랜트를 갖는(이에 따라 PUSCH 전송을 갖는) 각각의 UL 캐리어 k 에 대해서, 그 PH는 아래의 식 7과 같이 정의된다.

$$PH(k,i) = P_{CMAX_carrier}(k) - P_{PUSCH_UG}(k,i) \quad (\text{식 } 7)$$

[0057] 여기서, $P_{CMAX_carrier}(k)$ 는, k 번째 캐리어의 구성된 최대 WTRU 전송 파워이고, 아래의 식 7a 및 7b와 같이 정의될 수 있다.

$$P_{CMAX_carrier}(k) = 10 \log_{10} \left(\left(\frac{BW_k}{\sum_{k=1, \dots, K} BW_k} \right) \times 10^{\frac{P_{CMAX}}{10}} \right) \quad (\text{식 } 7a)$$

[0059] 또는

$$P_{CMAX_carrier}(k) = 10 \log_{10} \left(\left(\frac{BW_k}{\sum_{k \in \Omega} BW_k} \right) \times 10^{\frac{P_{CMAX}}{10}} \right) \quad (\text{식 7b})$$

여기서, BW_k 는 캐리어 k 에 대한 대역폭이다. 식 7a에서의 $P_{CMAX_carrier}(k)$ 의 정의는 WTRU에서의 모든 PA들에 걸쳐 모든 서브대역들 또는 캐리어들($k = 1, \dots, K$)에 대해 사용된다. 식 7b에서의 $P_{CMAX_carrier}(k)$ 의 정의는, 예를 들어, 동일한 PA를 공유하는 캐리어들(즉, 세트 Ω 에서의 캐리어들)의 서브세트에 대해 사용된다. 각각의 캐리어가 동일한 대역폭을 가질 때, $P_{CMAX_carrier}(k)$ 는 해당하는 캐리어들 모두에 대해 동일하다. 대안적으로, $P_{CMAX_carrier}(k)$ 는 각각의 캐리어 k 에 대해 서로 다르게 또는 독립적으로 구성될 수 있지만, 모든 캐리어들 k , 즉 Ω 에서 k 에 대한 $P_{CMAX_carrier}(k)$ 의 합은 전체 최대 전송 파워 P_{CMAX} 에 영향을 받는다, 즉 식 7a에 있어서

$$\sum_{k=1, \dots, K} P_{CMAX_carrier}(k) \leq P_{CMAX} \quad \text{그리고} \quad \sum_{k \in \Omega} P_{CMAX_carrier}(k) \leq P_{CMAX} \quad \text{대안적으로,}$$

$P_{CMAX_carrier}(k)$ 는 간단하게 모든 k 에 대해 일정한 값으로 설정될 수 있다.

앞서 설명된 바와 같이, PH는 각각의 UL 컴포넌트 캐리어에 대해 WTRU에 주어진 현재 UL 그랜트에 근거하여 WTRU에 의해 계산될 수 있고, 여기서, UL 그랜트는 eNodeB에 의해 WTRU에 제공된다. 식 7은 이러한 경우에 대한 것이다. 대안적으로, 만약 어떠한 현재 그랜트도 주어지지 않는다면, 최근 또는 가장 늦은 UL 그랜트가 동일한 식에서 대신 사용될 수 있다. 대안적으로, PH는 실제 그랜트에 근거하는 것이 아닌 레퍼런스 UL 그랜트 스케줄링을 사용함으로써 계산될 수 있다. 예를 들어, $PH_{RG}(k,i) = P_{CMAX_carrier}(k) - P_{PUSCH_RG}(k,i)$ 이고, 여기서 $P_{PUSCH_RG}(k,i)$ 는 UL 전송이 행해지는 캐리어 k 에서의 레퍼런스 그랜트 할당에 근거하여 계산될 수 있는 전송 파워이다. 레퍼런스 그랜트는, WTRU와 eNodeB가 PH를 보고할 때 사용하기 위한, 레퍼런스로 사전에 합의한 것(예를 들어, 사전에 정의된 것, 시그널링된 것)으로 가정한다.

어떠한 UL 그랜트도 갖지 않는 각각의 UL 캐리어 k 에 대해, WTRU는 선택에 따라서, 자신의 PH를 보고할 수 있는 바, 이는 아래의 식 8과 같은 레퍼런스 그랜트 파라미터들(PUSCH 배정, 전달 포맷 등)에 근거하여 결정된다.

$$PH(k,i) = P_{CMAX_carrier}(k) - P_{PUSCH_REF}(k,i) \quad (\text{식 8})$$

여기서, $P_{PUSCH_REF}(k,i)$ 는 아래의 식 9와 같이 정의된다.

$$P_{PUSCH_REF}(k,i) = f_{1_REF}(P_{PUSCH_REF}(n,i)) + \alpha \times (PL(k) - f_{2_REF}(PL(n))) \quad (\text{식 9})$$

여기서, $n \neq k$ 이고, 캐리어 n 은 유효한 업링크 그랜트를 갖는 캐리어들의 세트에 속한다. α 는 셀 특유의 파라미터이다. $PL(k)$ 는 캐리어 k 에 관해 WTRU에 의해 계산되는 경로손실 추정치이다. 만약 서로 다른 캐리어들 간의 경로손실에서의 변동이 크게 다르지 않다면(예를 들어, 1 dB보다 작다면), 캐리어들에 대한 단일의 PL 값이 간단히 사용될 수 있다. 캐리어 n 은 유효한 UL 그랜트를 갖는 캐리어들의 세트에 속하고, $f_{1_REF}(\cdot)$ 는 레퍼런스 캐리어 특유의 WTRU 전송 파워의 함수이고, 그리고 $f_{2_REF}(\cdot)$ 는 레퍼런스 캐리어 특유의 경로손실의 함수이다. 레퍼런스 함수들은, 다음과 같은 것, 즉 고정 값 레퍼런스(fixed value reference), 유효한 UL 그랜트를 갖는 UL 캐리어들 중 하나의 파라미터들, 또는 유효한 UL 그랜트를 갖는 모든 UL 캐리어들의 파라미터들의 평균값 가운데 어느 하나일 수 있지만 이러한 것에만 한정되는 것은 아니다.

방법 1.C(Method 1.C)

본 방법에서는, 캐리어들의 그룹당 PH가 정의된다. 특히, 연속하는 캐리어들 또는 동일한 PA를 공유하는 캐리어들이 함께 그룹화될 수 있다. 캐리어 그룹 m 이 Ω_m 로서 표시된 캐리어들의 세트를 갖는다고 가정한다. 그룹에서의 캐리어들 중 적어도 하나에 대한 UL 그랜트를 갖는 각각의 UL 캐리어 그룹 m 에 대해, 그 PH는 아래의 식 10과 같이 정의된다.

$$PH(m, i) = 10 \log_{10} \left(\sum_{k \in \Omega_m} 10^{\frac{P_{CMAX_carrier}(k)}{10}} \right) - 10 \log_{10} \left(\sum_{k \in \Omega_m} 10^{\frac{P_{PUSCH_UG}(k, i)}{10}} \right)$$

(식 10)

여기서, $P_{CMAX_carrier}(k)$ 는 식 7a 또는 7b에서와 같이 정의된다. 유효한 UL 그랜트가 없는 특정 캐리어들에 대해, 그 전송 파워는 제로(0)일 수 있다(즉, 서브프레임 i 에서의 UL 그랜트를 갖지 않는 캐리어 k 에 대해 $P_{PUSCH_UG}(k, i) = 0$).

그룹에서의 임의의 캐리어에 대해 어떠한 UL 그랜트도 갖지 않는 각각의 UL 캐리어 그룹 m 에 대해, 캐리어 그룹에 대한 PH는 아래의 식 11로서 레퍼런스 그랜트 파라미터들에 근거하여 결정 및 보고될 수 있다.

$$PH(m, i) = 10 \log_{10} \left(\sum_{k \in \Omega_m} 10^{\frac{P_{CMAX_carrier}(k)}{10}} \right) - 10 \log_{10} \left(\sum_{k \in \Omega_m} 10^{\frac{P_{PUSCH_REF}(k, i)}{10}} \right)$$

(식 11)

전형적으로, 캐리어 그룹 특유의 PH 보고는, 그룹 내에서의 캐리어들이 연속하는 경우에 (그리고 가능하게는 유사한 UL 그랜트들을 갖는 경우에) 사용될 수 있고, 이에 따라 이들의 전송 파워 레벨은 서로 근접하여 있다(이는 PH 값들이 서로 유사하게 되도록 한다). 캐리어 그룹 특유의 PH 보고의 경우, PH 보고 오버헤드가 캐리어 특유의 PH 보고에서보다 더 작다.

방법 1.D(Method 1.D)

광대역 및 캐리어(또는 캐리어 그룹) 특유의 방법들의 결합이 사용될 수 있다. 예를 들어, 광대역 PH 값 및 캐리어 특유의 PH 값의 보고, 또는 광대역 PH 값 및 캐리어 그룹 특유의 PH 값의 보고가 사용될 수 있다.

eNodeB 내에서의 통신의 성질에 따라 달라질 수 있는, 결합된 보고는 이로울 수 있다. 만약 각각의 캐리어가, 가능하게는 자기 자신의 UL 그랜트와 함께, 개별적으로 전송된다면, (CC 특유의 PH 보고를 통해) 캐리어 특유의 전송 파워 측정치와 함께, (광대역 PH 보고를 통해) 전체 전송 파워 측정치를 제공하는 이점이 존재할 수 있다. 결합된 보고를 사용함으로써, eNodeB는, eNodeB 내에서의 PH 보고의 추가적인 내부 프로세싱을 요구함이 없이 이러한 정보를 획득할 수 있다. eNodeB는 WTRU가 PH를 보고하는 방법(예를 들어, 광대역 PH, 캐리어당 PH, 캐리어 그룹당 PH, 또는 이들의 조합을 보고하는 것)에 대해서 각각의 WTRU를 구성할 수 있다.

시나리오 2(Scenario 2)

캐리어 그룹 m 에 관한 전체 WTRU 전송 파워는, 사전에 정의된 그리고/또는 구성된 최대 전송 파워 $P_{CMAX}(m)$ 에 영향을 받는다, 여기서 $P_{CMAX}(m)$ 는 캐리어 그룹 m 에 대한 (dBm에서의) 구성된 최대 허용 WTRU 전송 파워다. $P_{CMAX}(m)$ 는, eNodeB에 의해 WTRU에 시그널링되는 (가능하게는 캐리어 그룹당) 최대 허용 전송 파워, WTRU 파워 클래스, 그리고 허용된 톨러런스 및 조정의 어떤 조합에 따라 달라질 수 있다. 캐리어 그룹은 하나 이상의 캐리어들로 구성될 수 있다. 수 개의 캐리어들이 캐리어 그룹으로서 구성되는 한 가지 이유는 다중 캐리어들이 하나의 RF PA와 연관되는 경우이다. 대안적으로, 캐리어들의 그룹화는 예를 들어, 캐리어-PA 연관을 고려함이 없이 상위 계층 시그널링을 통해 eNodeB에 의해 구성될 수 있다.

Ω_m 은 캐리어 그룹 m 에서의 캐리어들의 세트를 표시한다. 유효한 UL 그랜트가 없는 특정 캐리어들에 대해, 그 전송 파워는 제로(0)일 수 있다(즉, 서브프레임 i 에서의 UL 그랜트를 갖지 않는 캐리어 k 에 대해 $P_{PUSCH_UG}(k, i) = 0$).

방법 2.A(Method 2.A)

이 방법의 경우, 서브프레임 i 에서의 WTRU에 대한 광대역 PH는 다음과 같이 정의된다.

$$PH_{WB}(i) = 10 \log_{10} \left(\sum_m 10^{\frac{P_{CMAX}(m)}{10}} \right) - 10 \log_{10} \left(\sum_{k \in \Omega_m} 10^{\frac{P_{PUSCH_UG}(k, i)}{10}} \right)$$

[0087] (식 12a)

[0088] 또는

$$PH_{WB}(i) = 10 \log_{10} \left(\sum_m 10^{\frac{P_{CMAX}(m)}{10}} \right) - 10 \log_{10} \left(\sum_m \sum_{k \in \Omega_m} 10^{\frac{P_{PUSCH_UG}(k,i)}{10}} \right)$$

[0089]

[0090] (식 12b)

[0091] 대안적으로,

$$PH_{WB}(i) = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{M} \sum_m 10^{\frac{P_{CMAX}(m)}{10}} \right) - 10 \log_{10} \left(\sum_{k \in \Omega_m} 10^{\frac{P_{PUSCH_UG}(k,i)}{10}} \right)$$

[0092]

[0093] (식 13a)

[0094] 또는

$$PH_{WB}(i) = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{M} \sum_m 10^{\frac{P_{CMAX}(m)}{10}} \right) - 10 \log_{10} \left(\sum_m \sum_{k \in \Omega_m} 10^{\frac{P_{PUSCH_UG}(k,i)}{10}} \right)$$

[0095]

[0096] (식 13b)

[0097] 여기서, M은 캐리어 그룹들의 개수이다.

[0098] WTRU는 선택에 따라서는, UL 그랜트가 없는 캐리어들에 대해 광대역 PH를 보고할 수 있고, 이것은 $PH_{WB_NG}(i)$ 로서 표시된다.

$$PH_{WB_NG}(i) = 10 \log_{10} \left(\sum_m 10^{\frac{P_{CMAX}(m)}{10}} \right) - 10 \log_{10} \left(\sum_{k \notin \Omega} 10^{\frac{P_{PUSCH_REF}(k,i)}{10}} \right)$$

[0099]

[0100] (식 14)

[0101] 여기서, $P_{PUSCH_REF}(k,i)$ 는 앞서 정의된 바와 같다. k는 캐리어 번호이며, 여기서 $k = 1, \dots, K$ 이고, 그리고 Ω 는 (그 각각이 서브프레임 i에 대한 UL 그랜트를 갖는) 활성 캐리어들의 세트임을 상기하면, 식 14에서의 계산된 UL 파워는 활성 캐리어들의 세트 Ω 에 존재하지 않는 $k = 1, \dots, K$ 의 세트에서의 캐리어들의 서브세트에 걸쳐 행해진 총합이다.

[0102] 방법 2.B(Method 2.B)

[0103] 본 방법에서는, 캐리어 그룹당 PH가 정의된다. 서브프레임 i에서의 그룹에서 하나 이상의 캐리어들에 대해 유효한 UL 그랜트를 갖는(이에 따라 PUSCH 전송을 갖는) 각각의 UL 캐리어 그룹 m에 대해서, 그 PH는 아래의 식 15와 같이 정의된다.

$$PH(m, i) = P_{CMAX}(m) - 10 \log_{10} \left(\sum_{k \in \Omega_m} 10^{\frac{P_{PUSCH_UG}(k,i)}{10}} \right)$$

[0104]

[0105] (식 15)

[0106] 여기서, $P_{CMAX}(m)$ 는 앞서 정의된 바와 같다.

[0107] 그룹에서의 임의의 캐리어에 대해 어떠한 UL 그랜트도 갖지 않는 각각의 UL 캐리어 그룹 m에 대해, WTRU는 선택에 따라서, 자신의 PH를 보고할 수 있는바, 이는 레퍼런스 그랜트 파라미터들(PUSCH 배정, 전달 포맷 등)에 근거하여 아래의 식 16과 같이 정의된다.

$$PH(m, i) = P_{CMAX}(m) - 10 \log_{10} \left(\sum_{k \in \Omega_m} 10^{\frac{P_{PUSCH_REF}(k, i)}{10}} \right) \quad (식 16)$$

여기서, $P_{PUSCH_REF}(k, i)$ 는 식 9에서와 같이 정의된다.

앞서 언급된 바와 같이, 캐리어 그룹 특유의 PH 보고는, 그룹 내에서의 캐리어들이 연속하는 경우에 (그리고 가능하게는 유사한 UL 그랜트들을 갖는 경우에) 전형적으로 사용될 수 있고, 이에 따라 이들의 전송 파워 레벨은 서로 근접하여 있다(이는 PH 값들이 서로 유사하게 되도록 한다).

방법 2.C(Method 2.C)

본 방법에서는, 캐리어당 PH가 정의된다. 서브프레임 i 에서의 유효한 UL 그랜트를 갖는(이에 따라 PUSCH 전송을 갖는) Ω_m 에서의 UL 캐리어 k 에 대해서, 그 PH는 아래의 식 17과 같이 정의된다.

$$PH(k, i) = P_{CMAX_carrier}(k) - P_{PUSCH_UG}(k, i) \quad (식 17)$$

여기서, $P_{CMAX_carrier}(k)$ 는, Ω_m 에서의 k 번째 캐리어의 구성된 최대 WTRU 전송 파워이고, 아래의 식 17a 및 17b와 같이 정의될 수 있다.

$$P_{CMAX_carrier}(k) = 10 \log_{10} \left(\left(\frac{BW_k}{\sum_{k \in \Omega_m} BW_k} \right) \times 10^{\frac{P_{CMAX}(m)}{10}} \right) \quad (식 17a)$$

또는

$$P_{CMAX_carrier}(k) = 10 \log_{10} \left(\left(\frac{BW_k}{\sum_{k \in \Omega_m \cap carrier\ k\ has\ grant} BW_k} \right) \times 10^{\frac{P_{CMAX}(m)}{10}} \right) \quad (식 17b)$$

여기서, 식 17b에서의 총합은 단지 캐리어 그룹에서의 캐리어들에 대해서만 적용되고, 각각의 캐리어는 UL 그랜트를 갖는다.

각각의 캐리어가 동일한 대역폭을 가질 때, $P_{CMAX_carrier}(k)$ 는 Ω_m 에서의 캐리어들 모두에 대해 동일하다. 대안적으로, $P_{CMAX_carrier}(k)$ 는 각각의 캐리어 k 에 대해 서로 다르게 또는 독립적으로 구성될 수 있지만, Ω_m 에서의 모든 캐리어들 k 에 대한 $P_{CMAX_carrier}(k)$ 의 합은 캐리어 그룹 최대 전송 파워 $P_{CMAX}(m)$ 에 영향을 받는바, 즉 식 17a에 있어

서 $\sum_{k \in \Omega_m} P_{CMAX_carrier}(k) \leq P_{CMAX}(m)$ 또는 식 17b에 있어서 $\sum_{k \in \Omega_m \cap carrier\ k\ has\ grant} P_{CMAX_carrier}(k) \leq P_{CMAX}(m)$. 대안적으로, $P_{CMAX_carrier}(k)$ 는 간단하게 모든 k 에 대해 일정한 값으로 설정될 수 있다.

어떠한 UL 그랜트도 갖지 않는 각각의 UL 캐리어 k 에 대해, WTRU는 선택에 따라서, 자신의 PH를 보고할 수 있는바, 이는 레퍼런스 그랜트 파라미터들(PUSCH 배정, 전달 포맷 등)에 근거하여 아래의 식 18과 같이 정의된다.

$$PH(k, i) = P_{CMAX_carrier}(k) - P_{PUSCH_REF}(k, i) \quad (식 18)$$

여기서,

$$P_{CMAX_carrier}(k) = 10 \log_{10} \left(\left(\frac{BW_k}{\sum_{k \in \Omega} BW_k} \right) \times 10^{\frac{P_{CMAX}}{10}} \right)$$

그리고 $P_{PUSCH_REF}(k, i)$ 는 식 9에서와 같이 정의된다.

방법 2.D(Method 2.D)

[0126] 광대역 및 캐리어(또는 캐리어 그룹) 특유의 방법들의 결합이 사용될 수 있다. 예를 들어, 광대역 PH 값 및 캐리어 특유의 PH 값의 보고, 또는 광대역 PH 값 및 캐리어 그룹 특유의 PH 값의 보고가 사용될 수 있다. eNodeB는 WTRU가 PH를 보고하는 방법(예를 들어, 광대역 PH, 캐리어당 PH, 캐리어 그룹당 PH, 또는 이들의 조합을 보고하는 것)에 대해서 각각의 WTRU를 구성할 수 있다.

[0127] 방법 2.E(Method 2.E)

[0128] 본 방법에서는, PH 계산이 레퍼런스 캐리어에 근거하여 이루어진다. 경로손실이 캐리어 주파수에 의존하기 때문에(즉, 캐리어 주파수가 커지면 경로손실도 커짐), PH 보고는, 레퍼런스 컴포넌트 캐리어, 예를 들어, 가장 낮은 캐리어 주파수를 갖는 캐리어 또는 가장 높은 캐리어 주파수를 갖는 캐리어에 근거하여 행해진다. 다른 캐리어들에 대한 파워 헤드룸 값들은 이러한 레퍼런스 캐리어와 관련되어 계산되고 보고된다. 대안적으로, WTRU는 레퍼런스 캐리어에 대한 PH를 보고하고, 그리고 eNodeB는 보고된 레퍼런스 PH에 따라 다른 캐리어들에 대한 PH를 추정한다. 본 방법은 또한 시나리오 1 및 3에 적용가능하다.

[0129] 시나리오 3(Scenario 3)

[0130] 캐리어 그룹 m에 관한 전체 WTRU 전송 파워는, 사전에 정의된 그리고/또는 구성된 최대 전송 파워 $P_{CMAX}(m)$ 에 영향을 받는다. P_{CMAX} 는, eNodeB에 의해 WTRU에 시그널링되는 (가능하게는 캐리어 그룹당) 최대 허용 전송 파워, WTRU 파워 클래스, 그리고 허용된 톨러런스 및 조정의 어떤 조합에 따라 달라질 수 있다. 캐리어 그룹에 하나 이상의 캐리어들이 존재할 수 있다. 더욱이, 모든 집적된 캐리어들에 관한 WTRU의 전송 파워의 합은, 사전에 정의된 그리고/또는 구성된 최대 허용 전송 파워 P_{CMAX_total} 에 영향을 받는데, 이 경우,

$$P_{CMAX_total} \leq 10 \log_{10} \left(\sum_m 10^{\frac{P_{CMAX}(m)}{10}} \right) \quad \text{또는} \quad P_{CMAX_total} \leq 10 \log_{10} \left(\sum_{k=1, \dots, K} 10^{\frac{P_{CMAX_carrier}(k)}{10}} \right).$$

P_{CMAX_total} 은, eNodeB에 의해 WTRU에 시그널링되는 최대 허용 총 전송 파워, WTRU 파워 클래스, 그리고 허용된 톨러런스 및 조정의 어떤 조합에 따라 달라질 수 있다. 이러한 시나리오는, 하나 또는 다중 캐리어들의 그룹에 대한 WTRU 전송 신호 증폭/파워를 제어하는 RF PA가 존재하는 경우, 최대 전송 파워가 각각의 캐리어 그룹에 대해 구성되는 경우, 그리고 최대 전송 파워가 모든 캐리어들(또는 캐리어 그룹들)에 대해 구성되는 경우에 대응할 수 있다.

[0131] 설명의 편의를 위해, 식 3과 유사하게, $P_{PUSCH_UG}(k,i)$ 는 최대 전송 파워 제한을 고려하기 전에 소정의 UL 스케줄링 그랜트(RB 할당, MCS, 파워 제어 커맨드, 등)에 의해 요구되는 캐리어 k에 관한 서브프레임 i에서의 WTRU 전송 파워를 표시하기 위해 사용된다. LTE-A에서의 $P_{PUSCH_UG}(k,i)$ 의 정확한 공식은 LTE-A 표준에서 채택된 파워 제어 절차 및 공식에 의존한다. 나머지 설명에 있어서, 제안된 방법들은 $P_{PUSCH_UG}(k,i)$ 를 결정하기 위해 사용되는 UL 파워 제어 절차 및 공식과는 독립적이다.

[0132] 본 명세서에는, UL에서 K개의 집적된 캐리어들이 존재한다고 가정한다(여기서, $K \geq 1$). K개의 캐리어들 중에서, M개의 캐리어들이 서브프레임 i에서 유효한 UL 그랜트들을 갖는다(여기서, $M \leq K$). \mathcal{O} 는 유효한 UL 그랜트들을 갖는 모든 캐리어들의 세트를 표시한다.

[0133] 방법 3.A(Method 3.A)

[0134] 본 방법에서, 서브프레임 i에 있어서의 WTRU에 대한 광대역 PH는 식 6에서 정의된다. 광대역 PH 보고는 단일의 값을 보고함으로써 시그널링 오버헤드를 최소화시키는 이점을 갖는다. WTRU는 선택에 따라서는, UL 그랜트가 없는 캐리어들에 관한 광대역 PH를 보고할 수 있고, 이것은 식 14에서 정의되는 바와 같은 $PH_{WB_NG}(i)$ 로서 표시된다.

[0135] 방법 3.B(Method 3.B)

[0136] 본 방법에서는, 캐리어당 PH가 정의된다. 서브프레임 i에서 유효한 UL 그랜트를 갖는(이에 따라 PUSCH 전송을 갖는) 각각의 UL 캐리어 k에 대해서, 그 PH는 아래의 식 17에서 정의되며, 더욱이,

$$P_{CMAX_total} \leq 10 \log_{10} \left(\sum_{k=1, \dots, K} 10^{\frac{P_{CMAX_carrier}(k)}{10}} \right)$$

에 영향을 받는다. 어떠한 UL 그랜트도 갖지 않는 각각의 UL 캐리어 k에 대해, WTRU는 선택에 따라서, 자신의 PH를 보고할 수 있는바, 이는 레퍼런스 파라미터들(PUSCH 배정,

전달 포맷 등)에 근거하여 식 18에서 정의되며, 더욱이, $P_{CMAX_total} \leq 10 \log_{10} \left(\sum_{k=1, \dots, K} 10^{\frac{P_{CMAX_carrier}(k)}{10}} \right)$ 에 영향을 받는다.

[0137] 방법 3.C(Method 3.C)

[0138] 본 방법에서는, 캐리어 그룹당 PH가 정의된다. 서브프레임 i에서의 그룹에서 적어도 하나의 캐리어에 대해 유효한 UL 그랜트를 갖는(이에 따라 PUSCH 전송을 갖는) 각각의 UL 캐리어 그룹 m에 대해, 그 PH는 식 15에서 정의

되며, 더욱이, $P_{CMAX_total} \leq 10 \log_{10} \left(\sum_m 10^{\frac{P_{CMAX}(m)}{10}} \right)$ 에 영향을 받는다. 그룹에서의 임의의 캐리어에 대해 어떠한 UL 그랜트도 갖지 않는 각각의 UL 캐리어 그룹 m에 대해, WTRU는 선택에 따라서, 자신의 PH를 보고할 수 있는바, 이는 레퍼런스 그랜트 파라미터들(PUSCH 배정, 전달 포맷 등)에 근거하여 식 16에서 정의되며, 더욱이,

$$P_{CMAX_total} \leq 10 \log_{10} \left(\sum_m 10^{\frac{P_{CMAX}(m)}{10}} \right) \text{에 영향을 받는다.}$$

[0139] 방법 3.D(Method 3.D)

[0140] 광대역 및 캐리어(또는 캐리어 그룹) 특유의 방법들의 결합이 사용될 수 있다. 예를 들어, 광대역 PH 값 및 캐리어 특유의 PH 값의 보고, 또는 광대역 PH 값 및 캐리어 그룹 특유의 PH 값의 보고가 사용될 수 있다. eNodeB는 WTRU가 PH를 보고하는 방법(예를 들어, 광대역 PH, 캐리어당 PH, 캐리어 그룹당 PH, 또는 이들의 조합을 보고하는 것)에 대해서 각각의 WTRU를 구성할 수 있다.

[0141] 큐빅 메트릭을 고려한 파워 헤드룸(Power Headroom with Consideration of Cubic Metric)

[0142] LTE-A의 UL에서, 단일 캐리어 속성은, 캐리어 집적, 증진된 다중 액세스 기술(예를 들어, OFDMA 또는 클러스터-기반의 DFT-OFDMA와 같은 것), 및 MIMO를 포함하는 수 개의 인자들로 인해, 손실될 수 있다. 단일 캐리어 속성이 없는 신호는 전형적으로, 단일 캐리어 속성을 갖는 신호보다 더 큰 큐빅 메트릭(Cubic Metric, CM)을 가질 수 있다. 이렇게 더 큰 CM을 갖는 신호의 전송은, WTRU RF PA 특성에 따라, 정상 최대 파워로부터 어느 정도의 디레이팅(derating) 또는 백오프(backoff)를 요구할 수 있다. 정상 최대 파워로부터의 WTRU 백오프의 발생을 피하기 위해, PH 보고는 더 큰 CM의 영향을 포함할 수 있다. 예를 들어, 방법 2.B에서의 식 15에서의 소정의 경우, CM은 아래의 식 19를 사용하여 PH 계산에서 하나의 인자로 포함될 수 있다.

$$PH(m, i) = P'_{CMAX}(m) - 10 \times \log_{10} \left\{ \sum_{k \in \Omega_m} 10^{\frac{P_{PUSCH_UG}(k, i)}{10}} \right\} \quad (\text{식 19})$$

[0144] 여기서, $P'_{CMAX_L} - T(P'_{CMAX_L}) \leq P'_{CMAX} \leq P_{CMAX_H} + T(P_{CMAX_H})$ 그리고

$P'_{CMAX_L} = \min(P_{EMAX_L}, P_{UMAX} - \Delta CM(i))$, $P'_{CMAX_H} = \min(P_{EMAX_H}, P_{powerClass})$. P_{EMAX_L} 및 P_{EMAX_H} 각각은 상위 계층들에 의해 구성된 최대 허용 파워이다. P_{UMAX} 는 WTRU 파워 클래스 및/또는 PA 구현에 따라 달라지는, WTRU 최대 출력 파워이다. $P_{powerClass}$ 는, 톨러런스 또는 어떤 백오프도 고려함이 없이, WTRU 파워 클래스에 따라 달라지는, WTRU 최대 출력 파워이다. P'_{CMAX} 는 앞서 정의된 바와 같은 P_{CMAX} 가 수정된 것으로, P_{EMAX_L} 에 의해서가 아닌 P_{UMAX} 에 의해 제한을 받는다는 점에서, 사실상 P_{CMAX} 의 하한치를 낮춘다. $\Delta CM(i)$ 는 서브프레임 i에서의 단일 캐리어 속성의 손실로 인한 (전형적으로는 dB에서의) 더 큰 CM과 관련된 인자이다. $\Delta CM(i)$ 는 소정의 PA 구현을 고려하여, 임의의 공지된 방법에 의해 WTRU에 의해 결정된다. 하나 이상의 PA를 갖는 WTRU에 있어서, 본 방법은 각각의 PA에 대해서 유일하게 적용될 수 있다.

[0145] 통계치-기반의 파워 헤드룸 보고(Statistic-Based Power Headroom Reporting)

[0146] 보고될 복수의 PH 값들이 있는 경우, LTE-A에서의 PHR 시그널링 오버헤드는 LTE에서와 비교하여 증가한다. 제어 시그널링을 줄이기 위해, 효과적인 PHR 시그널링이 사용될 수 있다.

- [0147] 오버헤드를 감소시키기 위해, 감소된 수의 PH 값들이 시그널링될 수 있다. PH 보고의 목표는 네트워크로 하여금 얼마나 많은 파워가 UL 전송을 위해 설정될 수 있는지를 알게 하는 것이다. 현재 PHR 정의가 UL 스케줄링 그랜트, 경로손실에서의 차이, 및 서로 다른 PA들에 관한 제한에 따라 달라지기 때문에, 네트워크에 대한 시그널링을 위해 특정의 캐리어당 PHR을 선택하는 것은 어려울 수 있다. 예를 들어, 만약 캐리어 1에서의 그랜트가 캐리어 2에서의 그랜트보다 더 크다면, 캐리어 1에서의 PHR은, 캐리어 1에서의 경로손실이 더 작을지라도, 캐리어 2에서보다 더 작을 수 있다.
- [0148] 오버헤드를 감소시키기 위해, 다중 캐리어 그룹(또는 캐리어) 특유의 PHR들의 통계치가 사용될 수 있다. 예를 들어, 이 통계치는, 세트로부터 가장 작은 PH, 가장 큰 경로손실 캐리어에 대응하는 PH, 또는 가장 작은 경로손실 캐리어에 대응하는 PH 중 어느 하나일 수 있다($P_{\text{MAX_carrier}}$ - 경로손실). 가장 작은 경로손실 캐리어에 대응하는 PHR을 선택함으로써, PHR 선택으로부터 그랜트 의존성 측면을 효과적으로 제거한다.
- [0149] 개별 PHR들의 통계적 측정량이 사용될 수 있다. 예를 들어, PH들의 평균 또는 가장 나쁜 경우의 PH가 보고될 수 있다. 이러한 통계적 측정량에 추가하여, 개별 캐리어들에 대한 차동적 PH 값들이 또한 보고될 수 있다.
- [0150] 차동적 보고(Differential Reporting)
- [0151] 제어 시그널링 오버헤드를 줄이기 위해, 차동적 PH 보고가 사용될 수 있다. 예를 들어, 방법 2.B에 있어서, 하나 또는 수 개의 캐리어들의 PH 값들이, 풀 레졸루션(full resolution)으로 보고될 수 있고 그리고 레퍼런스 포인트(reference point)들로서 설정될 수 있다. 캐리어들의 나머지에 대한 PH 값들은 레퍼런스 포인트들에 대해 차동적으로(즉, 델타(delta)로서) 계산되어 보고될 수 있다. 또 다른 예로서, 방법 2.D에서, 광대역 PH 값들이 레퍼런스 포인트들로서 사용될 수 있고, 그 다음에 캐리어 그룹 특유의 PH 값들이 광대역 PH 값에 대해 차동적으로 계산되어 보고될 수 있다.
- [0152] (레퍼런스 포인트로서 사용되는) 풀-레졸루션 PHR에 대한 시그널링 포맷은 LTE R8에 대한 시그널링 포맷(즉, 1dB의 레졸루션을 갖는 [40; - 23] dB 범위의 6 비트)과 동일하게 유지될 수 있고, 이에 따라 하위 호환성(backward compatibility)이 유지될 수 있다. 차동적 PHR이 더 적은 비트들로 보고될 수 있다.
- [0153] 업링크에서의 파워 헤드룸 보고의 맵핑(Mapping of Power Headroom Reporting in the Uplink)
- [0154] LTE에서, PH는 UL 캐리어 상의 PUSCH를 통해 매체 액세스 제어(Medium Access Control, MAC) 제어 요소(Control Element, CE)에서 운반된다(이는 단지 하나의 캐리어만을 갖기 때문이다). LTE-A에 있어서, 보고될 수 개의 PH 값들이 존재할 있다. 따라서, PHR의 UL 캐리어(들)로의 맵핑이 특정돼야 한다.
- [0155] 단지 일 타입의 PHR만이 소정의 서브프레임 또는 전송 시간 간격(Transmission Time Interval, TTI)에서 트리거될 때, 다음과 같은 PHR 대 UL 캐리어 맵핑들 중 어느 하나가 사용될 수 있다.
- [0156] 1. (UL 그랜트를 갖는 캐리어에 대한) 캐리어 특유의 PHR이 자기 자신의 UL 캐리어 상에 전송된다.
- [0157] 2. (UL 그랜트를 갖지 않는 캐리어에 대한) 캐리어 특유의 PHR이 사전에 정의된 UL 캐리어 상에 전송된다.
- [0158] 3. (UL 그랜트를 갖는 캐리어 그룹에 대한) 캐리어 그룹 특유의 PHR이 캐리어 그룹 내의 캐리어 상에 전송된다.
- [0159] 4. (UL 그랜트를 갖는 캐리어 그룹에 대한) 캐리어 그룹 특유의 PHR이 사전에 결정된 규칙에 따라 캐리어 상에 전송된다.
- [0160] 5. 광대역 PHR이 사전에 정의된 규칙에 따라 하나의 캐리어 상에 맵핑된다.
- [0161] 하나보다 많은 타입의 PHR이 소정의 서브프레임 또는 TTI에서 트리거되는 경우, UL 그랜트를 갖지 않는 캐리어(또는 캐리어들/캐리어 그룹)에 대한 PHR이, UL 그랜트를 갖는 캐리어(또는 캐리어들/캐리어 그룹)에 대한 PHR과 동일한 캐리어 상에 전송될 수 있다. UL 그랜트를 갖는 광대역 PHR이, 그랜트를 갖는 캐리어 특유의 또는 캐리어 그룹 특유의 PHR과 동일한 캐리어 상에 전송될 수 있고 또는 그 반대의 경우도 가능하다.
- [0162] 파워 헤드룸의 보고 모드(Reporting Modes of Power Headroom)
- [0163] 수 가지 타입의 PH 정보가 존재한다. 광대역 PH(WB-PHR)는, 현재 TTI에서의 유효한 UL 스케줄링 그랜트를 갖는 모든 캐리어들에 대한 하나의 WB-PHR(타입 1) 또는, 현재 TTI에서의 유효한 UL 스케줄링 그랜트를 갖지 않는 모든 캐리어들에 대한 하나의 WB-PHR(타입 2)를 포함한다. 캐리어 특유의 또는 캐리어 그룹 특유의 PH(CS-PHR)는 현재 TTI에서의 유효한 UL 스케줄링 그랜트를 갖는 각각의 캐리어 또는 캐리어 그룹에 대한 하나의 CS-PHR(타입 3) 또는, 현재 TTI에서의 유효한 UL 스케줄링 그랜트를 갖지 않는 각각의 캐리어 또는 캐리어 그룹에 대한 하나

의 CS-PHR(타입 4)를 포함한다.

- [0164] 시스템은, RRC 시그널링 또는 L1/L2 시그널링을 통해 eNodeB에 의해 구성 및 재구성될 수 있는, 수 개의 PH 보고 모드들을 지원할 수 있다. 캐리어 집적을 갖는 LTE-A에 대한 PH 보고는 앞서 언급된 타입들 중 어느 하나 또는 이들의 조합일 수 있다. 예를 들어, UL 다중 액세스 방식, UL 파워 제어 방식, 그리고 최대 WTRU 전송 파워 한계치가 캐리어당 존재하는 것인지 아니면 모든 캐리어들에 걸쳐 존재하는 것인지 여부에 따라, 다음의 보고 모드들이 가능하다.
- [0165] 보고 모드 1: 타입 1 PH 단독
- [0166] 보고 모드 2: 타입 3 PH 단독
- [0167] 보고 모드 3: 타입 1 및 3 PH
- [0168] 보고 모드 4: 타입 1 및 2 PH
- [0169] 보고 모드 5: 타입 3 및 4 PH
- [0170] 보고 모드 6: 타입 1, 2 및 3 PH
- [0171] 보고 모드 7: 타입 1, 3 및 4 PH
- [0172] 보고 모드 8: 타입 1, 2, 3 및 4 PH
- [0173] 파워 헤드룸 보고 절차의 구성(Configuration of Power Headroom Reporting Procedures)
- [0174] PH의 서로 다른 타입들에 대해 사용되는 보고 파라미터들(PERIODIC PHR TIMER, DL_PathlossChange, 및 PROHIBIT_PHR_TIMER)는 PH의 각각의 타입에 대한 보고 빈도를 제어하도록 구성될 수 있다. PH 타입 i (여기서, $i = 1, 2, 3$, 또는 4)에 있어서, 파라미터들, PROHIBIT_PHR_TIMER(i), PERIODIC PHR_TIMER(i), 및 DL_PathlossChange(i)가 사용될 수 있다.
- [0175] 다음은 파라미터 구성을 보고하는 예이다.
- [0176] 타입 2 PH 및 타입 4 PH는 타입 1 PH 및 타입 3 PH보다 더 적은 빈도로 보고될 수 있다. 타입 2 및 타입 4에 대한 보고 파라미터들(PROHIBIT_PHR_TIMER(i), PERIODIC PHR_TIMER(i), 및 DL_PathlossChange(i)) 중 일부 또는 이들 모두는 타입 1 및 타입 3에 대한 것들보다 더 크다. PROHIBIT_PHR_TIMER(i) 값이 더 크다는 것이 의미하는 바는, 이벤트 트리거 PHR(즉, 경로손실의 변화에 의해 트리거되는 PHR)과 마지막 PHR 간의 시간이 더 클 수 있음을 나타낸다. PERIODIC PHR_TIMER(i) 값이 더 크다는 것이 의미하는 바는, 두 개의 주기적 PHR들 간의 시간이 더 클 수 있음을 나타낸다. DL_PathlossChange(i) 값이 더 크다는 것이 의미하는 바는, (비주기적) PHR을 트리거하기 위해 DL 경로손실의 변화가 더 클 수 있음을 나타낸다.
- [0177] 최대 WTRU 전송 파워 한계치가 모든 캐리어들에 걸친 WTRU 전송 파워의 합인 경우, 타입 1 PH는 타입 3 PH보다 더 높은 빈도로 보고될 수 있다. 이러한 경우에, 타입 3 PH에 대한 파라미터들(PROHIBIT_PHR_TIMER(i), PERIODIC PHR_TIMER(i), 및 DL_PathlossChange(i)) 중 일부 또는 이들 모두는 타입 1 PH에 대한 것들보다 더 크다.
- [0178] 최대 WTRU 전송 파워 한계치가 모든 캐리어들 전체에 걸친 것이 아닌 캐리어(또는 캐리어 그룹)당 최대 WTRU 전송 파워 한계치인 경우, 타입 3 PH는 타입 1 PH보다 더 높은 빈도로 보고될 수 있다. 이러한 경우에, 타입 1 PH에 대한 파라미터들(PROHIBIT_PHR_TIMER(i), PERIODIC PHR_TIMER(i), 및 DL_PathlossChange(i)) 중 일부 또는 이들 모두는 타입 3 PH에 대한 것들보다 더 크다.
- [0179] 서로 다른 PHR 타입들의 주기성과 관련하여, eNodeB는 각각의 PHR 타입을 정의할 수 있고 필요에 따라 각각의 타입의 보고 주기성을 설정할 수 있다. 보고의 빈도 및 타입은 eNodeB의 스케줄러의 기능과 관련된다.
- [0180] 수 개의 캐리어들에 걸쳐 정의된 PH(예를 들어, 광대역 PH 또는 캐리어 그룹 특유의 PH)에 대해서, 등가 경로손실(PL_{eq})로 불리는 경로손실 메트릭이 PH 보고를 위해 사용될 수 있다. 등가 경로손실은, 다음과 같은 것, 즉 해당하는 캐리어들 중 최대(또는 최소) 경로손실, 해당하는 캐리어들의 평균 경로손실, 또는 해당하는 캐리어들 간의 경로손실의 가중 평균 가운데 어느 하나일 수 있다.
- [0181] 각각의 캐리어의 경로손실에는, (모든 캐리어들 또는 캐리어들의 그룹 간의) 전체 WTRU 계산 전송 파워에 기여한 정도에 의해 가중치가 부여될 수 있다. 경로손실에는 다음과 같은 인자들, 즉 서브프레임 i 에 대한 리소스

블럭들의 개수로 표현된 각각의 캐리어 상의 PUSCH 리소스 배정의 대역폭, 전달 포맷 인자, 및 서브프레임 i 에 대한 (UL 파워 제어 커맨드에 따른) 전송 파워 조정 단계에 의해 가중치가 부여될 수 있다. 전달 포맷 인자는 다음의 수식, 즉 $K_S = 1.25$ 에 대해서는 $\Delta_{TF}(i) = 10\log_{10}(2^{MPR(i) \times K_S} - 1)$, $K_S = 0$ 에 대해서는 $\Delta_{TF}(i) = 0$ 에

의해 결정되고, 여기서 K_S 는 RRC에 의해 주어지는 셀 특유의 파라미터이다.

$$MPR(i) = \frac{TBS(i)}{N_{RE}(i)}$$

이고, 여기서 $TBS(i)$ 는 서브프레임 i 에 대한 전달 블럭 크기이며, $N_{RE}(i)$ 는 리소스 요소들의 개수이다.

- [0182] 광대역 파워 헤드룸 보고 절차(Wideband Power Headroom Reporting Procedures)
- [0183] 광대역 PH 보고의 경우에 있어, 하나의 PROHIBIT_PHR_TIMER(i) 및 하나의 PERIODIC PHR_TIMER(i)가 전체 셀 대역폭에 대한 WB-PHR에 대해 유지(즉, 시작, 실행, 만료, 재시작)될 수 있다.
- [0184] 다음의 이벤트들 중 어느 하나가 일어나는 경우, 타입 i 의 PHR이 트리거될 수 있다.
- [0185] 1. PROHIBIT_PHR_TIMER(i)가 만료되거나 또는 만료되었고, 그리고 경로손실이 마지막 PHR 이후로 $DL_PathlossChange(i)$ dB보다 더 많이 변한 경우. 광대역 PHR에 대해, PHR 트리거를 위해 사용된 경로손실은 앞서 정의된 PL_{eq} 이다.
- [0186] 2. PERIODIC PHR_TIMER(i)가 만료되는 경우, 이러한 경우 PHR은 "주기적 PHR(Periodic PHR)"로 불린다.
- [0187] 3. 주기적 PHR을 구성 및 재구성(또는 재설정)하는 경우.
- [0188] 만약 타입 i 의 PHR이 동일한 타입의 PHR의 마지막 전송 이후로 트리거되었음을 PH 보고 절차가 결정한다면, 그리고 만약 WTRU가 이러한 TTI 동안 새로운 전송을 위해 할당된 UL 리소스들을 갖는다면, 도 2에 제시된 바와 같은 방법(200)이 수행될 수 있다.
- [0189] PH 값이 물리 계층으로부터 획득된다(단계(202)). MAC에서의 멀티플렉싱(Multiplexing) 및 어셈블리(Assembly) 절차가, 상기 획득된 PH 값에 근거하여 PHR MAC CE를 발생시키도록 명령을 받는다(단계(204)). PHR이 주기적 PHR인지 여부의 결정이 행해진다(단계(206)). 만약 PHR이 주기적 PHR이라면, PERIODIC PHR_TIMER(i)를 재시작한다(단계(208)). 만약 PHR이 주기적 PHR이 아니라면(단계(206)) 또는 PERIODIC PHR_TIMER(i)를 재시작한 이후(단계(208)), PROHIBIT_PHR_TIMER(i)를 재시작한다(단계(210)). 그 다음에 방법은 종료된다.
- [0190] 일 타입의 WB-PHR에 대한 복수의 이벤트들이, PHR이 전송될 수 있는 시간 에 발생할지라도, 타입당 하나의 PHR이 MAC PDU에 포함된다.
- [0191] 캐리어 특유의 또는 캐리어 그룹 특유의 파워 헤드룸 보고 절차(Carrier-Specific or Carrier Group-Specific Power Headroom Reporting Procedures)
- [0192] 또 다른 예에서, 캐리어 특유의 또는 캐리어 그룹 특유의 PH 보고의 경우에 있어서, 하나의 PROHIBIT_PHR_TIMER 및 하나의 PERIODIC PHR_TIMER가 각각의 캐리어 또는 캐리어 그룹에 대한 각각의 CS-PHR 타입에 대해 유지된다. 동일한 타입 내에서, 하나의 캐리어 또는 캐리어 그룹의 PH 보고 절차는 다른 캐리어 또는 캐리어 그룹들과 독립적이다.
- [0193] 각각의 캐리어 또는 캐리어 그룹의 타입 i 의 PHR은 만약 다음과 같은 이벤트들 중 어느 하나가 일어난다면 트리거될 수 있다.
- [0194] 1. 이러한 캐리어 또는 캐리어 그룹의 PROHIBIT_PHR_TIMER(i)가 만료되거나 또는 만료되었고, 그리고 경로손실이 이러한 캐리어 또는 캐리어 그룹의 타입 i 의 마지막 PHR 이후로 $DL_PathlossChange(i)$ dB보다 더 많이 변한 경우. 캐리어 특유의 PH에 대해, 경로손실은 LTE에서와 동일한 정의를 따른다. 캐리어 그룹 특유의 PH에 대해, 경로손실은 앞서 정의된 PL_{eq} 이다.
- [0195] 2. 이러한 캐리어 또는 캐리어 그룹의 PERIODIC PHR_TIMER(i)가 만료된 경우, 이러한 경우 PHR은 "주기적 PHR"로 불린다.
- [0196] 3. 주기적 PHR을 구성 및 재구성(또는 재설정)하는 경우.
- [0197] 만약 이러한 캐리어 또는 캐리어 그룹에 대한 타입 i 의 PHR이 동일한 타입의 PHR의 마지막 전송 이후로 트리거되었음을 PH 보고 절차가 결정한다면, 그리고 만약 WTRU가 이러한 TTI 동안 새로운 전송을 위해 할당된 UL 리소

스들을 갖는다면, 도 3에 제시된 바와 같은 방법(300)이 수행된다.

[0198] PH 값이 물리 계층으로부터 획득된다(단계(302)). MAC에서의 멀티플렉싱 및 어셈블리 절차가, 상기 획득된 PH 값에 근거하여 PHR MAC CE를 발생시키도록 명령을 받는다(단계(304)). PHR이 주기적 PHR인지 여부의 결정이 행해진다(단계(306)). 만약 PHR이 주기적 PHR이라면, 이러한 캐리어 또는 캐리어 그룹에 대해 PERIODIC PHR TIMER(i)를 재시작한다(단계(308)). 만약 PHR이 주기적 PHR이 아니라면(단계(306)) 또는 PERIODIC PHR TIMER(i)를 재시작한 이후(단계(308)), 이러한 캐리어 또는 캐리어 그룹에 대해 PROHIBIT_PHR_TIMER(i)를 재시작한다(단계(310)). 그 다음에 방법은 종료된다.

[0199] 하나의 캐리어 또는 캐리어 그룹에 대해 일 타입의 PHR에 대한 복수의 이벤트들이 PHR이 전송될 수 있는 시간에 발생할지라도, 캐리어 또는 캐리어 그룹당 타입별 단지 하나의 PHR만이 MAC PDU에 포함될 수 있다. 그러나, 동일한 타입 또는 서로 다른 타입의 복수의 PHR들이 MAC PDU에 포함될 수 있다(MAC PDU의 헤더는 MAC CE를 시사하는바, 하나의 MAC CE는 또한 복수의 제어 커맨드들, 예를 들어, 복수의 PHR들을 연결(concatenate)시킬 수 있음).

[0200] PHR은 대안적으로, 버퍼 상태 보고(Buffer Status Report, BSR)를 전송하는 WTRU에 의해, 그리고 주기적 PHR이 현재 실행되고 있지 않다면, 트리거될 수 있다. 단지 하나의 BSR 값만이, UL 캐리어들의 개수에 상관없이, WTRU에 대해 보고된다. 어떤 경우에 있어서, BSR은 WTRU가 UL 그랜트를 가질 때 전송될 수 있고, 그리고 BSR은 eNodeB에게 버퍼 상태를 알려준다. 만약 PUSCH 상의 패딩 비트(padding bit)들의 개수가 하나의 구성된 PHR 타입과 그 서브헤더를 합한 크기와 동일하거나 이보다 더 크다면, 이러한 패딩 비트들을 전송하는 대신, 적어도 하나의 PHR 타입이 BSR과 함께 PUSCH 상에 보고된다. BSR과 함께 PHR을 전송하는 것은 WTRU에서 현재 상태의 더 완전한 상황을 eNodeB에 제공하고, 이에 따라 eNodeB 스케줄러는 더 적합한 동작을 취할 수 있다. 또한, BSR이 비어있는 경우, WTRU는, PUSCH 상에 빈 BSR을 전송하는 대신, BSR을 대신하여 하나 또는 수 개의 PHR들(광대역 타입, 캐리어 특유의 타입, 또는 캐리어 그룹 특유의 타입)을 전송할 수 있다. PHR은 BSR에서의 요청된 리소스에 따라 보고 모드로 설정될 수 있고, 그리고 보고된 PH는 보고를 위해 계산된 일시적 PH 값이다.

[0201] 예시적 LTE 시스템 구성(Exemplary LTE System Configuration)

[0202] 도 4는 진화된 범용 지상 무선 액세스 네트워크(Evolved-Universal Terrestrial Radio Access Network, E-UTRAN)(405)를 포함하는 장기간 진화(Long Term Evolution, LTE) 무선 통신 시스템/액세스 네트워크(400)를 나타낸다. E-UTRAN(405)은 WTRU(410) 및 수개의 진화된 노드-B(evolved Node-B, eNB)들(420)을 포함한다. WTRU(410)는 eNB(420)와 통신한다. eNB들(420)은 X2 인터페이스를 사용하여 서로 인터페이스한다. eNB들(420) 각각은 S1 인터페이스를 통해 이동성 관리 엔티티(Mobility Management Entity, MME)/서빙 게이트 웨이(Serving Gate Way, S-GW)(430)와 인터페이스한다. 도 4에서는 단일의 WTRU(410) 및 세 개의 eNB들(420)이 제시되지만, 무선 및 유선 디바이스들의 임의의 조합이 무선 통신 시스템 액세스 네트워크(400)에 포함될 수 있음을 명백한 것이다.

[0203] 도 5는 WTRU(410), eNB(420), 및 MME/S-GW(430)를 포함하는 LTE 무선 통신 시스템(500)의 예시적 블록도이다. 도 5에 제시된 바와 같이, WTRU(410), eNB(420), 및 MME/S-GW(430)는 캐리어 집적에 대한 업링크 파워 헤드룸을 보고하는 방법을 수행하도록 구성된다.

[0204] 전형적인 WTRU에서 발견될 수 있는 컴포넌트들에 추가하여, WTRU(410)는 선택적 컴포넌트인 링크된 메모리(522)를 갖는 프로세서(516), 적어도 하나의 송수신기(514), 선택적 컴포넌트인 배터리(520), 및 안테나(518)를 포함한다. 프로세서(516)는 캐리어 집적에 대한 업링크 파워 헤드룸을 보고하는 방법을 수행하도록 구성된다. 송수신기(514)는 무선 통신의 전송 및 수신에 용이하도록 프로세서(516) 및 안테나(518)와 통신한다. 배터리(520)가 WTRU(410) 내에 사용되는 경우, 이것은 송수신기(514)와 프로세서(516)에 파워를 공급한다.

[0205] 전형적인 eNB에서 발견될 수 있는 컴포넌트들에 추가하여, eNB(420)는 선택적 컴포넌트인 링크된 메모리(515)를 갖는 프로세서(517), 송수신기들(519), 및 안테나들(521)을 포함한다. 프로세서(517)는 캐리어 집적에 대한 업링크 파워 헤드룸을 보고하는 방법을 수행하도록 구성된다. 송수신기들(519)은 무선 통신의 전송 및 수신에 용이하도록 프로세서(517) 및 안테나들(521)과 통신한다. eNB(420)는, 선택적 컴포넌트인 링크된 메모리(515)를 구비한 프로세서(533)가 포함된 이동성 관리 엔티티/서빙 게이트 웨이(MME/S-GW)(430)에 연결된다.

[0206] 실시예(Embodiments)

[0207] 1. 캐리어 특유의 파워 헤드룸을 보고하는 방법으로서, 이 방법은 캐리어당 최대 파워를 계산하는 것과, 상기 캐리어가 유효한 업링크 그랜트를 갖는 경우, 식 7에 따라 파워 헤드룸을 계산하는 것과, 그리고 상기 계산된

파워 헤드룸을 보고하는 것을 포함한다.

- [0208] 2. 실시예 1의 방법에서, 캐리어당 최대 파워를 계산하는 것은 식 17b에 근거한다.
- [0209] 3. 캐리어 특유의 파워 헤드룸을 보고하는 방법으로서, 이 방법은 캐리어당 최대 파워를 계산하는 것과, 상기 캐리어가 유효한 업링크 그랜트를 갖지 않는 경우, 식 8에 따라 파워 헤드룸을 계산하는 것과, 그리고 상기 계산된 파워 헤드룸을 보고하는 것을 포함한다.
- [0210] 4. 실시예 1 또는 3의 방법에서, 캐리어당 최대 파워를 계산하는 것은 식 17a에 근거한다.
- [0211] 5. 실시예 2 또는 4의 방법에서, 캐리어 그룹에서의 모든 캐리어들에 대한 캐리어당 최대 파워의 합은, 해당 캐리어 그룹에 대한 최대 전송 파워에 의해 제한된다.
- [0212] 6. 캐리어 그룹 특유의 파워 헤드룸을 보고하는 방법으로서, 이 방법은 캐리어당 최대 파워를 계산하는 것과, 상기 캐리어 그룹에서의 적어도 하나의 캐리어가 유효한 업링크 그랜트를 갖는 경우, 식 10에 따라 그룹 파워 헤드룸을 계산하는 것과, 그리고 상기 계산된 파워 헤드룸을 보고하는 것을 포함한다.
- [0213] 7. 캐리어 그룹 특유의 파워 헤드룸을 보고하는 방법으로서, 이 방법은 캐리어당 최대 파워를 계산하는 것과, 상기 캐리어 그룹에서의 어떠한 캐리어도 유효한 업링크 그랜트를 갖지 않는 경우, 식 11에 따라 그룹 파워 헤드룸을 계산하는 것과, 그리고 상기 계산된 파워 헤드룸을 보고하는 것을 포함한다.
- [0214] 8. 실시예 1, 3, 6 또는 7 중 하나의 방법에서, 캐리어당 최대 파워를 계산하는 것은, 식 7a에 근거한다.
- [0215] 9. 실시예 1, 3, 6 또는 7 중 하나의 방법에서, 캐리어당 최대 파워를 계산하는 것은, 식 7b에 근거한다.
- [0216] 10. 모든 캐리어들에 대한 캐리어당 최대 파워의 합은 전체 최대 전송 파워에 의해 제한된다.
- [0217] 11. 캐리어 그룹 특유의 파워 헤드룸을 보고하는 방법으로서, 이 방법은 상기 캐리어 그룹에서의 적어도 하나의 캐리어가 유효한 업링크 그랜트를 갖는 경우, 식 15에 따라 그룹 파워 헤드룸을 계산하는 것과, 그리고 상기 계산된 파워 헤드룸을 보고하는 것을 포함한다.
- [0218] 12. 캐리어 그룹 특유의 파워 헤드룸을 보고하는 방법으로서, 이 방법은 상기 캐리어 그룹에서의 어떠한 캐리어도 유효한 업링크 그랜트를 갖는 않는 경우, 식 16에 따라 그룹 파워 헤드룸을 계산하는 것과, 그리고 상기 계산된 파워 헤드룸을 보고하는 것을 포함한다.
- [0219] 13. 광대역 파워 헤드룸을 보고하는 방법으로서, 이 방법은 식 6, 12a, 12b, 13a, 또는 13b 중 어느 하나에 따라 파워 헤드룸을 계산하는 것과, 그리고 상기 계산된 파워 헤드룸을 보고하는 것을 포함한다.
- [0220] 14. 유효한 업링크 그랜트가 없는 캐리어들에 대한 광대역 파워 헤드룸을 보고하는 방법으로서, 이 방법은 식 14에 따라 파워 헤드룸을 계산하는 것과, 그리고 상기 계산된 파워 헤드룸을 보고하는 것을 포함한다.
- [0221] 15. 구성가능한 파워 헤드룸을 보고하는 방법으로서, 이 방법은 광대역 파워 헤드룸을 보고하기 위한 방법들, 또는 캐리어 특유의 파워 헤드룸을 보고하기 위한 방법들, 또는 캐리어 그룹 특유의 헤드룸을 보고하기 위한 방법들 중 임의의 것을 결합한 것을 포함한다.
- [0222] 16. 임의의 앞선 실시예를 따르는 파워 헤드룸 보고 방법으로서, 이 방법은 큐빅 메트릭의 영향을 고려하는 것을 더 포함하며, 여기서 최대 전송 파워 한계치는, 최대 무선 송수신 유닛의 출력 파워에 근거하여 최대 전송 파워의 하한치를 일정 값으로 조정함으로써 수정된다.
- [0223] 17. 임의의 앞선 실시예를 따르는 파워 헤드룸 보고 방법으로서, 이 방법은 차동적 파워 헤드룸 보고를 사용하는 것을 더 포함하며, 여기서 하나의 캐리어 또는 캐리어 그룹에 대한 파워 헤드룸은 폴 레졸루션으로 보고되어 레퍼런스 포인트로서 설정되며, 그리고 다른 캐리어들에 대한 파워 헤드룸은 계산되어 상기 레퍼런스 포인트에 대한 차이로서 보고된다.
- [0224] 비록 특징들 및 구성요소들을 특정 결합으로 하여 앞서 설명하였지만은, 각각의 특징 또는 구성요소는 다른 특징 및 구성요소 없이 단독으로 사용될 수 있고, 또는 다른 특징 및 구성요소와 다양하게 결합 또는 비결합되어 사용될 수 있다. 본 명세서에서 제시되는 방법 및 흐름도는, 범용 컴퓨터 또는 프로세서에 의한 실행을 위해 컴퓨터 판독가능 저장 매체에 통합되는 컴퓨터 프로그램, 소프트웨어, 또는 펌웨어로 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체의 예로는, 판독 전용 메모리(Read Only Memory, ROM), 랜덤 액세스 메모리(Random Access Memory, RAM), 레지스터, 캐시 메모리, 반도체 메모리 디바이스, 자기 매체(magnetic media)(예를 들어, 내부 하드 디스크 및 탈착가능 디스크와 같은 것), 광자기 매체(magneto-optical media), 그리고 광학 매체(optical

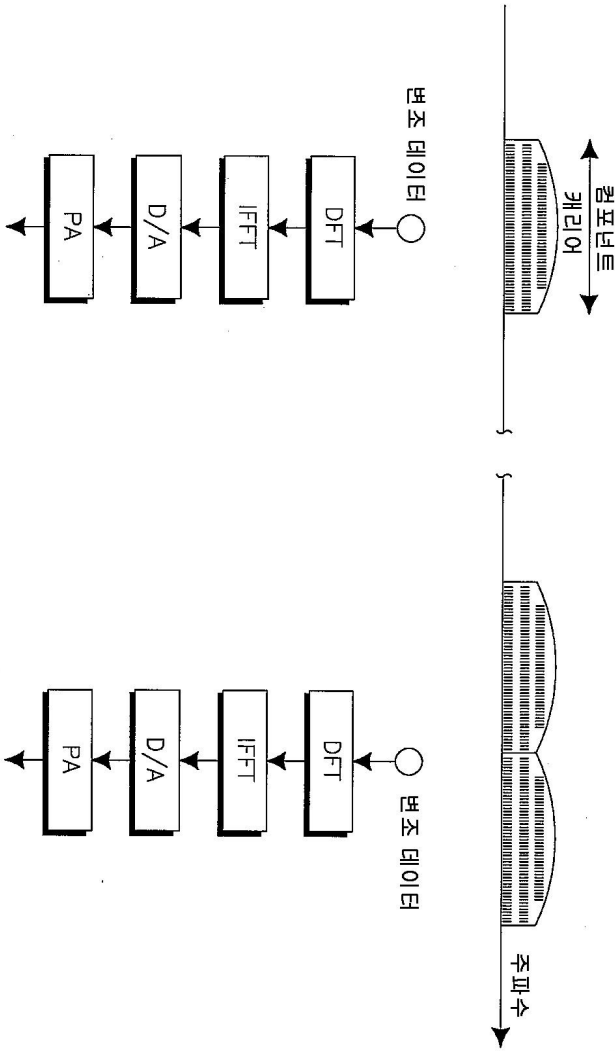
media)(예를 들어, CD-ROM 디스크들 및 디지털 다용도 디스크(Digital Versatile Disk, DVD)들과 같은 것)가 있다.

[0225] 적절한 프로세서들로는, 예를 들어, 범용 프로세서, 특수 목적 프로세서, 종래의 프로세서, 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor, DSP), 복수의 마이크로프로세서가 있고, 아울러 DSP 코어, 제어기, 마이크로제어기, 애플리케이션 특정 집적 회로(Application Specific Integrated Circuits, ASICs), 애플리케이션 특정 표준 제품(Application Specific Standard Products, ASSPs), 현장 프로그래밍가능 게이트 어레이(Field Programmable Gate Arrays, FPGAs) 회로, 임의의 다른 타입의 집적 회로(Integrated Circuit, IC), 그리고/또는 상태 머신과 연관된 하나 이상의 마이크로프로세서가 있다.

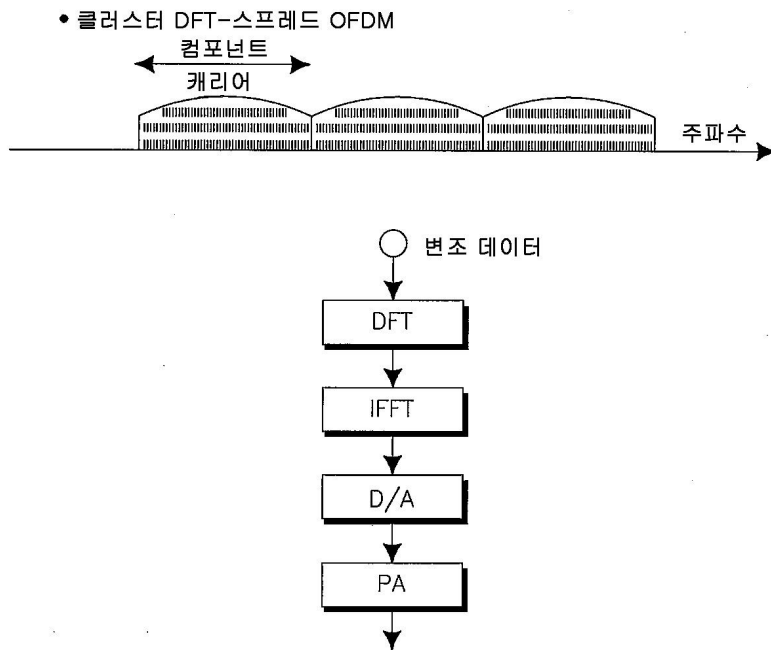
[0226] 소프트웨어와 연관된 프로세서는 무선 전송 수신 유닛(WTRU), 사용자 장비(UE), 단말기, 기지국, 이동성 관리 엔티티(MME) 또는 진화된 패킷 코어(Evolved Packet Core, EPC), 또는 임의의 호스트 컴퓨터에서의 사용을 위한 무선 주파수 송수신기를 구현하기 위해 사용될 수 있다. WTRU는, 소프트웨어 정의 무선(Software Defined Radio, SDR) 및 다른 컴포넌트들, 예를 들어 카메라, 비디오 카메라 모듈, 비디오폰, 스피커폰, 진동 디바이스, 스피커, 마이크로폰, 텔레비전 송수신기, 핸드 프리 헤드셋(hands free headset), 키보드, 블루투스(Bluetooth®) 모듈, 주파수 변조(Frequency Modulated, FM) 라디오 유닛, 근접 통신(Near Field Communication, NFC) 모듈, 액정 디스플레이(Liquid Crystal Display, LCD) 디스플레이 유닛, 유기 발광 다이오드(Organic Light-Emitting Diode, OLED) 디스플레이 유닛, 디지털 음악 재생기, 미디어 플레이어, 비디오 게임 플레이어 모듈, 인터넷 브라우저, 및/또는 임의의 무선 근거리 네트워크(Wireless Local Area Network, WLAN) 또는 초광대역(Ultra Wide Band, UWB) 모듈과 같은 것을 포함하는 하드웨어 및/또는 소프트웨어로 구현되는 모듈들과 결합되어 사용될 수 있다.

도면

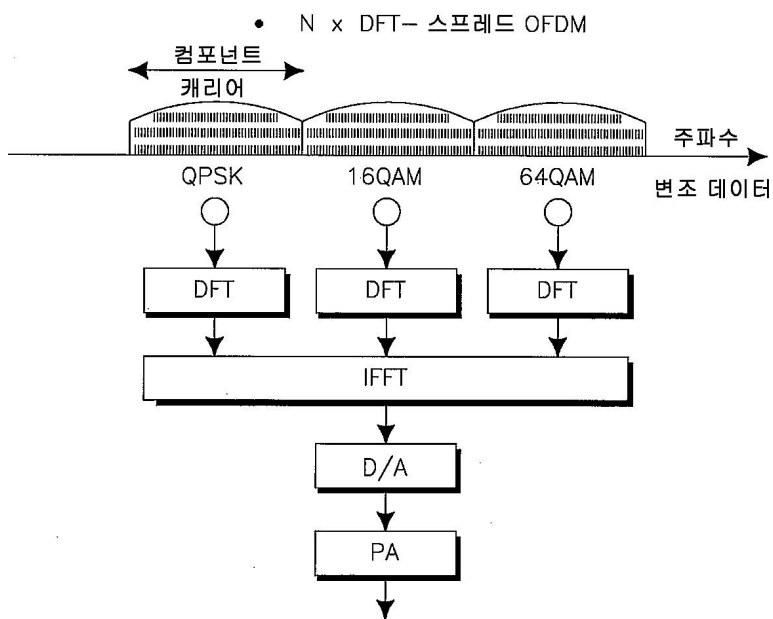
도면1a



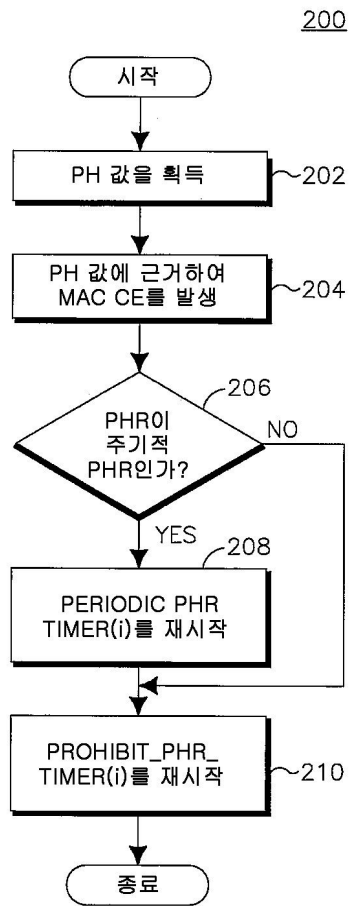
도면1b



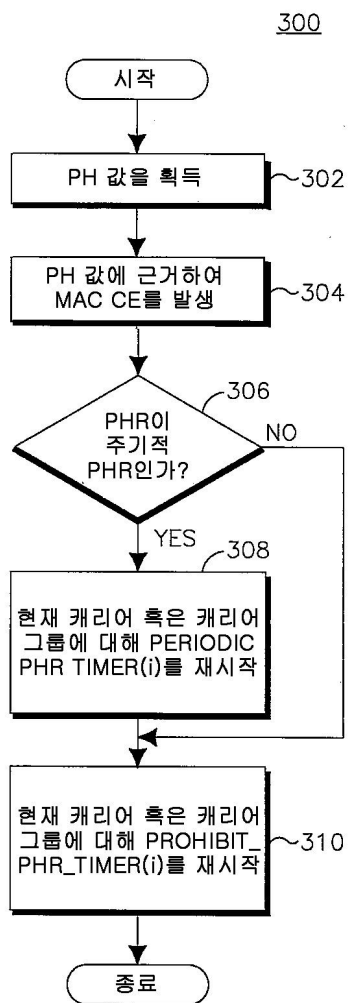
도면1c



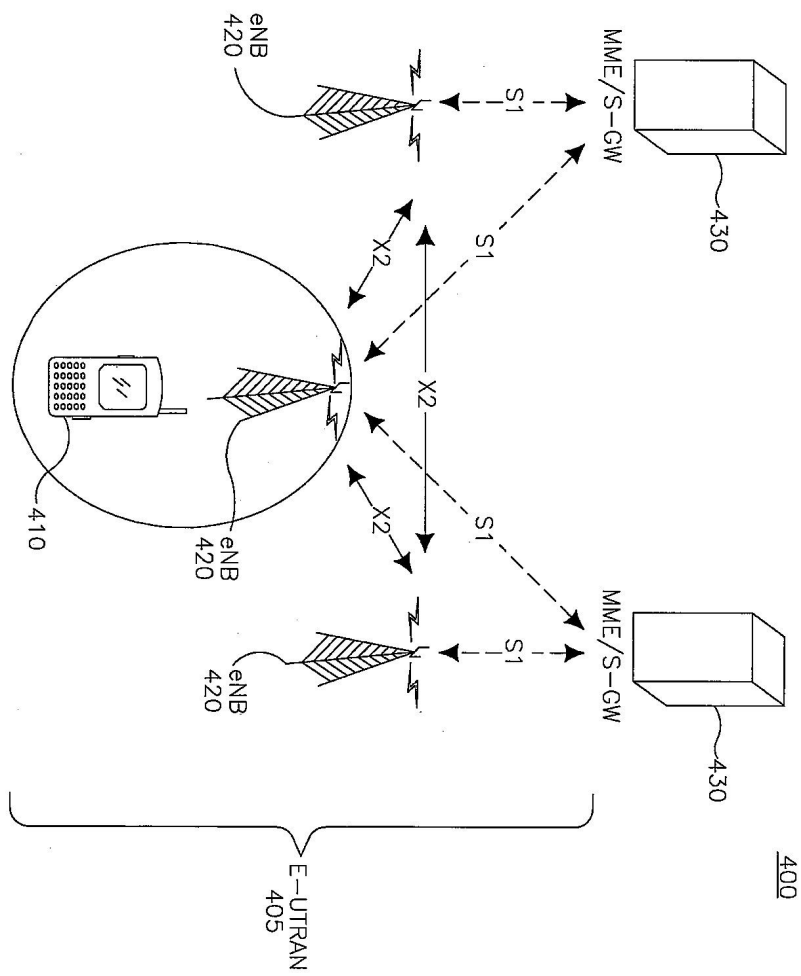
도면2



도면3



도면4



도면5

