

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018년 9월 27일 (27.09.2018)



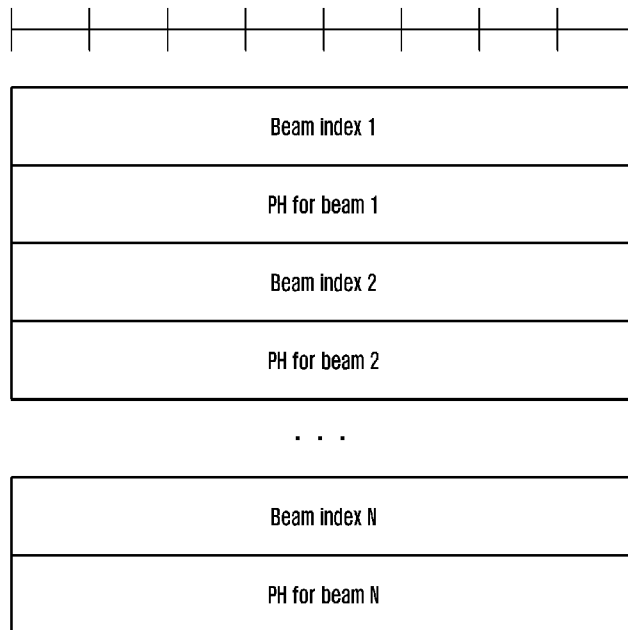
(10) 국제공개번호
WO 2018/174605 A1

- (51) 국제특허분류: *H04W 52/36* (2009.01) *H04W 24/02* (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/003378
- (22) 국제출원일: 2018년 3월 22일 (22.03.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2017-0036277 2017년 3월 22일 (22.03.2017) KR
- (71) 출원인: 삼성전자 주식회사 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) [KR/KR]; 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 류현석 (RYU, Hyunseok); 16943 경기도 용인시 수지구 광교마을로 62, 4210동 1701호, Gyeonggi-do (KR). 김재원 (KIM, Jaewon); 07982 서울시 양천

- 구 목동서로 100, 304동 701호, Seoul (KR). 유현규 (YU, Hyunkyu); 16584 경기도 수원시 권선구 덕영대로1217번길 24, 102동 601호, Gyeonggi-do (KR). 최상원 (CHOI, Sangwon); 06727 서울시 서초구 서운로11길 13, 602호, Seoul (KR). 황규연 (WHANG, Kuyeon); 14253 경기도 광명시 도덕공원로 59, 106동 1201호, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 윤앤리특허법인(유한)(YOON & LEE INTERNATIONAL PATENT & LAW FIRM); 08502 서울시 금천구 가산디지털1로 226, 에이스하이엔드타워 5차 3층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TRANSMITTING POWER HEADROOM INFORMATION IN COMMUNICATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 통신 시스템에서 파워 헤드룸 정보의 전송 방법 및 장치



(57) Abstract: The present disclosure relates to a communication technique which combines IoT technology with a 5G communication system for supporting a higher data transfer rate than existing 4G systems, and a system thereof. The present disclosure can be applied to an intelligent service (for example, a smart home, a smart building, a smart city, a smart car or a connected car, and services related to health care, digital education, retail business, security and safety, etc.) on the basis of 5G communication technology and IoT-related technology. The present method provides a power headroom information transmission method of a terminal, the headroom information transmission method including: a step of determining whether to transmit second power headroom information, on the basis of information about each beam included in first power headroom information, in a wireless communication system supporting



WO 2018/174605 A1

LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역 내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

beamforming; and a step of transmitting the second power headroom information to a base station when the transmission of the second power headroom information is determined.

(57) 요약서: 본 개시는 4G 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 위한 5G 통신 시스템을 IoT 기술과 융합하는 통신 기법 및 그 시스템에 관한 것이다. 본 개시는 5G 통신 기술 및 IoT 관련 기술을 기반으로 지능형 서비스 (예를 들어, 스마트 홈, 스마트 빌딩, 스마트 시티, 스마트 카 혹은 커넥티드 카, 헬스케어, 디지털 교육, 소매업, 보안 및 안전 관련 서비스 등)에 적용될 수 있다. 본 방법은 빔포밍을 지원하는 무선 통신 시스템에서 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔에 대한 정보에 기반하여 제2 파워 헤드룸 정보를 전송할지 여부를 결정하는 단계 및 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송이 결정되는 경우, 기지국으로 상기 제2 파워 헤드룸 정보를 전송하는 단계를 포함하는 단말의 파워 헤드룸 정보 전송 방법을 제공한다.

명세서

발명의 명칭: 통신 시스템에서 파워 헤드룸 정보의 전송 방법 및 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 통신 시스템에 대한 것으로서, 보다 구체적으로, 통신 시스템에서 단말 파워 헤드룸 정보의 전송 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 4G 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후 (Beyond 4G Network) 통신 시스템 또는 LTE 시스템 이후 (Post LTE) 이후의 시스템이라 불리어지고 있다. 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파(mmWave) 대역 (예를 들어, 60기가(60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO), 전차원 다중입출력(Full Dimensional MIMO: FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔형성(analog beam-forming), 및 대규모 안테나 (large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다. 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀 (advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크 (cloud radio access network: cloud RAN), 초고밀도 네트워크 (ultra-dense network), 기기 간 통신 (Device to Device communication: D2D), 무선 백홀 (wireless backhaul), 이동 네트워크 (moving network), 협력 통신 (cooperative communication), CoMP (Coordinated Multi-Points), 및 수신 간섭제거 (interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다. 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조(Advanced Coding Modulation: ACM) 방식인 FQAM (Hybrid FSK and QAM Modulation) 및 SWSC (Sliding Window Superposition Coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC(Filter Bank Multi Carrier), NOMA(non orthogonal multiple access), 및 SCMA(sparse code multiple access) 등이 개발되고 있다.
- [3] 한편, 인터넷은 인간이 정보를 생성하고 소비하는 인간 중심의 연결 망에서, 사물 등 분산된 구성 요소들 간에 정보를 주고 받아 처리하는 IoT(Internet of Things, 사물인터넷) 망으로 진화하고 있다. 클라우드 서버 등과의 연결을 통한 빅데이터(Big data) 처리 기술 등이 IoT 기술에 결합된 IoE (Internet of Everything) 기술도 대두되고 있다. IoT를 구현하기 위해서, 센싱 기술, 유무선 통신 및 네트워크 인프라, 서비스 인터페이스 기술, 및 보안 기술과 같은 기술 요소들이

요구되어, 최근에는 사물간의 연결을 위한 센서 네트워크(sensor network), 사물 통신(Machine to Machine, M2M), MTC(Machine Type Communication)등의 기술이 연구되고 있다. IoT 환경에서는 연결된 사물들에서 생성된 데이터를 수집, 분석하여 인간의 삶에 새로운 가치를 창출하는 지능형 IT(Internet Technology) 서비스가 제공될 수 있다. IoT는 기존의 IT(information technology)기술과 다양한 산업 간의 융합 및 복합을 통하여 스마트홈, 스마트 빌딩, 스마트 시티, 스마트 카 혹은 커넥티드 카, 스마트 그리드, 헬스케어, 스마트 가전, 첨단의료서비스 등의 분야에 응용될 수 있다.

- [4] 이에, 5G 통신 시스템을 IoT 망에 적용하기 위한 다양한 시도들이 이루어지고 있다. 예를 들어, 센서 네트워크(sensor network), 사물 통신(Machine to Machine, M2M), MTC(Machine Type Communication)등의 기술이 5G 통신 기술이 빔 포밍, MIMO, 및 어레이 안테나 등의 기법에 의해 구현되고 있는 것이다. 앞서 설명한 빅데이터 처리 기술로써 클라우드 무선 액세스 네트워크(cloud RAN)가 적용되는 것도 5G 기술과 IoT 기술 융합의 일 예라고 할 수 있을 것이다.
- [5] 한편, 종래 LTE에서는 상향링크를 통해 단말이 기지국으로 파워 헤드룸 정보를 전송한다. 이때, 파워 헤드룸 값은 단말의 최대 송신 전력과 단말이 상향링크 전송에 실제로 사용한 송신 전력의 차이를 의미한다. 기지국은 단말로부터 수신한 파워 헤드룸 정보를 이용하여 시스템 성능을 최적화시키기 위한 방법에 사용할 수 있다. 예를 들어, 단말로부터 수신한 파워 헤드룸 정보가 양수 (positive value)인 경우, 기지국은 해당 단말이 상향링크 송신 전력을 증가시킬 수 있다고 판단하여 해당 단말의 스케줄링 시 해당 단말이 할당 받을 수 있는 자원의 양을 증가시킬 수 있다. 이와 반대로, 단말로부터 수신한 파워 헤드룸 정보가 음수 (negative value)인 경우, 기지국은 해당 단말이 상향링크 송신 전력을 감소시켜야 한다고 판단하여, 해당 단말의 스케줄링 시 해당 단말이 할당 받을 수 있는 자원의 양을 감소시킬 수 있다. 이러한 동작을 통해, 상향링크로 전송되는 데이터 (또는 제어 정보)의 커버리지를 확보하고, 단말의 전력 소모를 감소시킬 수 있다.
- [6] 이러한 기지국과 단말의 파워 헤드룸 정보의 송신 및 수신에 관한 동작은 빔포밍을 사용하는 5G 통신 시스템에서도 필요하기 때문에, 빔포밍 시스템에서의 파워 헤드룸 정보를 전송하는 방법 및 장치에 대한 설계가 필요하다.
- [7] 한편, 종래 LTE 시스템에서는 상향링크 waveform으로 DFT-S-OFDM (Discrete Fourier Transform -Spread-Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 사용했다. 이와 달리, 5G 통신 시스템에서는 시스템 운용의 유동성 (Flexibility)을 최대화시키기 위해, DFT-S-OFDM과 CP-OFDM (Cyclic Prefix-Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 상향링크 waveform으로 모두 사용할 수 있다. 서로 다른 waveform은 서로 다른 특성을 갖고 있기 때문에, 이러한 점을 고려한 파워 헤드룸 정보의 전송 방법 및 장치에 대한 설계가 필요하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명의 실시 예는 빔포밍 시스템에서 빔의 변화에 따른 단말 파워 헤드룸 정보를 전송하기 위한 단말 및 기지국의 동작 방법 및 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- [9] 또한, 본 발명의 실시 예는 서로 다른 상향링크 waveform을 사용하는 시스템에서 waveform에 따른 단말 파워 헤드룸 정보를 전송하기 위한 단말 및 기지국의 동작 방법 및 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [10] 본 발명은 빔포밍을 지원하는 무선 통신 시스템에서 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔에 대한 정보에 기반하여 제2 파워 헤드룸 정보를 전송할지 여부를 결정하는 단계 및 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송이 결정되는 경우, 기지국으로 상기 제2 파워 헤드룸 정보를 전송하는 단계를 포함하는 단말의 파워 헤드룸 정보 전송 방법을 제공한다.
- [11] 상기 결정단계는, 상기 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔 중에서 신호의 세기가 기설정된 제1 임계값 이상인 적어도 하나의 빔을 포함하는 제1 빔 그룹을 결정하는 단계, 상기 제1 빔 그룹에 속한 각 빔의 경로감쇄(pathloss)값의 변화를 확인하는 단계 및 상기 경로감쇄값의 변화가 기설정된 문턱값 이상인 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [12] 상기 결정단계는, 상기 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔 중에서 신호의 세기가 기설정된 제2 임계값 이하인 적어도 하나의 빔을 포함하는 제2 빔 그룹을 결정하는 단계, 상기 제2 빔 그룹에 속한 각 빔의 경로감쇄값의 변화를 확인하는 단계 및 상기 경로감쇄값의 변화가 상기 문턱값 이상인 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [13] 상기 결정단계는, 상기 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔의 경로감쇄값에 대한 평균값을 결정하는 단계, 상기 평균값의 변화를 확인하는 단계; 및 상기 평균값의 변화가 상기 문턱값 이상인 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [14] 상기 결정단계는, 기지국으로부터 빔 측정을 위한 빔의 인덱스 정보를 포함하는 설정정보를 수신하는 단계, 상기 설정정보에 기반하여 빔을 측정하는 단계 및 상기 측정된 빔의 인덱스 정보와 상기 설정정보에 포함되어 있는 빔의 인덱스 정보가 서로 다른 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [15] 상기 결정단계는, 기지국으로부터 빔 변경을 위한 메시지를 수신하는 단계 및 상기 메시지를 수신한 이후 경과시간이 기설정된 기준값을 초과하는 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [16] 상기 전송단계는, 기설정된 포맷을 이용하여 상기 기지국으로 상기 제2 파워

헤드룸 정보를 전송하는 것을 특징으로 하며, 상기 기설정된 포맷은 각 빔의 인덱스 정보와 각 빔에 대한 파워 헤드룸 정보를 포함할 수 있다.

[17] 상기 기설정된 포맷은 상기 단말의 송신 전력을 낮추기 위한 백오프(back-off) 동작의 수행 여부를 지시하는 지시자 정보를 포함할 수 있다.

[18] 본 발명은 빔포밍을 지원하는 무선 통신 시스템에서, 송수신부 및 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔에 대한 정보에 기반하여 제2 파워 헤드룸 정보를 전송할지 여부를 결정하고, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송이 결정되는 경우, 기지국으로 상기 제2 파워 헤드룸 정보를 전송하는 제어부를 포함하는 단말을 제공한다.

[19] 상기 제어부는, 상기 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔 중에서 신호의 세기가 기설정된 제1 임계값 이상인 적어도 하나의 빔을 포함하는 제1 빔 그룹을 결정하고, 상기 제1 빔 그룹에 속한 각 빔의 경로감쇄(pathloss)값의 변화를 확인하며, 상기 경로감쇄값의 변화가 기설정된 문턱값 이상인 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정할 수 있다.

[20] 상기 제어부는, 상기 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔 중에서 신호의 세기가 기설정된 제2 임계값 이하인 적어도 하나의 빔을 포함하는 제2 빔 그룹을 결정하고, 상기 제2 빔 그룹에 속한 각 빔의 경로감쇄값의 변화를 확인하며, 상기 경로감쇄값의 변화가 상기 문턱값 이상인 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정할 수 있다.

[21] 상기 제어부는, 상기 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔의 경로감쇄값에 대한 평균값을 결정하고, 상기 평균값의 변화를 확인하며, 상기 평균값의 변화가 상기 문턱값 이상인 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정할 수 있다.

[22] 상기 제어부는, 기지국으로부터 빔 측정을 위한 빔의 인덱스 정보를 포함하는 설정정보를 수신하도록 상기 송수신부를 제어하고, 상기 설정정보에 기반하여 빔을 측정하며, 상기 측정된 빔의 인덱스 정보와 상기 설정정보에 포함되어 있는 빔의 인덱스 정보가 서로 다른 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정할 수 있다.

[23] 상기 제어부는 기설정된 포맷을 이용하여 상기 기지국으로 상기 제2 파워 헤드룸 정보를 전송하며, 상기 기설정된 포맷은 각 빔의 인덱스 정보와 각 빔에 대한 파워 헤드룸 정보를 포함할 수 있다.

[24] 상기 기설정된 포맷은 상기 단말의 송신 전력을 낮추기 위한 백오프(back-off) 동작의 수행 여부를 지시하는 지시자 정보를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[25] 본 발명의 실시 예에 따른 파워 헤드룸 전송 방법은, 빔포밍을 사용하는 시스템에서 빔의 변화에 따른 단말 파워 헤드룸 정보의 전송 및 서로 다른 상향링크 waveform을 사용하는 시스템에서 waveform의 변화에 따른 단말 파워

헤드룸 정보의 전송을 통해, 시스템 성능을 최대화하고 단말의 전력 소모를 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [26] 도 1은 하향링크 빔 관리에 대한 예시이다.
- [27] 도 2는 하향링크 빔 관리에 대한 예시이다 (하향링크 빔과 상향링크 빔 사이에 상호성이 존재하는 경우).
- [28] 도 3은 상향링크 빔 관리에 대한 예시이다.
- [29] 도 4는 상향링크 빔 관리에 대한 예시이다 (상향링크 빔과 하향링크 빔 사이에 상호성이 존재하는 경우).
- [30] 도 5a는 파워 헤드룸 정보 전송을 위한 LTE의 MAC CE 포맷에 대한 예시이다 (Carrier Aggregation이 적용되지 않은 경우).
- [31] 도 5b는 파워 헤드룸 정보 전송을 위한 LTE의 MAC CE 포맷에 대한 예시이다 (Carrier Aggregation이 적용된 경우).
- [32] 도 6a는 빔 포밍을 고려한 파워 헤드룸 정보 전송을 위한 MAC CE 포맷에 대한 예시이다.
- [33] 도 6b는 빔 포밍을 고려한 파워 헤드룸 정보 전송을 위한 MAC CE 포맷에 대한 예시이다.
- [34] 도 6c는 빔 포밍을 고려한 파워 헤드룸 정보 전송을 위한 MAC CE 포맷에 대한 예시이다.
- [35] 도 7은 빔 포밍을 고려한 파워 헤드룸 정보 전송을 위한 MAC CE 포맷에 대한 예시이다.
- [36] 도 8은 서로 다른 waveform을 고려한 파워 헤드룸 정보 전송을 위한 MAC CE 포맷에 대한 예시이다.
- [37] 도 9는 본 발명에 따른 단말을 도시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [38] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면과 함께 상세히 설명한다. 또한 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. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [39] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해

정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

- [40] 4G 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후 (Beyond 4G Network) 통신 시스템 또는 LTE 시스템 이후 (Post LTE) 시스템이라 불리어지고 있다.
- [41] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파(mmWave) 대역 (예를 들어, 60기가(60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO), 전차원 다중입출력(Full Dimensional MIMO: FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔형성(analog beam-forming), 및 대규모 안테나 (large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.
- [42] 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀 (advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크 (cloud radio access network: cloud RAN), 초고밀도 네트워크 (ultra-dense network), 기기 간 통신 (Device to Device communication: D2D), 무선 백홀 (wireless backhaul), 이동 네트워크 (moving network), 협력 통신 (cooperative communication), CoMP (Coordinated Multi-Points), 및 수신 간섭제거 (interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다.
- [43] 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조(Advanced Coding Modulation: ACM) 방식인 FQAM (Hybrid FSK and QAM Modulation) 및 SWSC (Sliding Window Superposition Coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC(Filter Bank Multi Carrier), NOMA(non-orthogonal multiple access), 및 SCMA(sparse code multiple access) 등이 개발되고 있다.
- [44] 한편, 종래 LTE에서는 상향링크를 통해 단말이 기지국으로 파워 헤드룸 정보를 전송한다. 이때, 파워 헤드룸 값은 단말의 최대 송신 전력과 단말이 상향링크 전송에 실제로 사용한 송신 전력의 차이를 의미한다. 기지국은 단말로부터 수신한 파워 헤드룸 정보를 이용하여 시스템 성능을 최적화시키기 위한 방법에 사용할 수 있다. 예를 들어, 단말로부터 수신한 파워 헤드룸 정보가 양수 (positive value)인 경우, 기지국은 해당 단말이 상향링크 송신 전력을 증가시킬 수 있다고 판단하여 해당 단말의 스케줄링 시 해당 단말이 할당 받을 수 있는 자원의 양을 증가시킬 수 있다. 이와 반대로, 단말로부터 수신한 파워 헤드룸 정보가 음수 (negative value)인 경우, 기지국은 해당 단말이 상향링크 송신 전력을 감소시켜야 한다고 판단하여, 해당 단말의 스케줄링 시 해당 단말이 할당 받을 수 있는 자원의 양을 감소시킬 수 있다. 이러한 동작을 통해, 상향링크로 전송되는 데이터 (또는 제어 정보)의 커버리지를 확보하고, 단말의 전력 소모를

감소시킬 수 있다.

[45] 이러한 기지국과 단말의 파워 헤드룸 정보의 송신 및 수신에 관한 동작은 빔포밍을 사용하는 5G 통신 시스템에서도 필요하기 때문에, 빔포밍 시스템에서의 파워 헤드룸 정보를 전송하는 방법 및 장치에 대한 설계가 필요하다.

[46] 한편, 종래 LTE 시스템에서는 상향링크 waveform으로 DFT-S-OFDM (Discrete Fourier Transform -Spread-Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 사용했다. 이와 달리, 5G 통신 시스템에서는 시스템 운용의 유동성 (Flexibility)을 최대화시키기 위해, DFT-S-OFDM과 CP-OFDM (Cyclic Prefix-Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 상향링크 waveform으로 모두 사용할 수 있다. 서로 다른 waveform은 서로 다른 특성을 갖고 있기 때문에, 이러한 점을 고려한 파워 헤드룸 정보의 전송 방법 및 장치에 대한 설계가 필요하다.

[47] 파워 헤드룸은 단말의 현재 송신 전력과 단말의 최대 출력 전력의 차이를 의미하며, 단말은 하기의 [수학식 1]과 같이 파워 헤드룸을 계산할 수 있다.

[48] [수학식 1]

[49] $PH(i)=P_{CMAX}(i)-P_{TX}(i)$

[50] 상기 수학식 1의 PH(i)는 단말의 i번째 subframe에서 단말이 계산한 파워 헤드룸 값을 나타내며, 상기 PH(i)는 i번째 subframe에서 상향링크 데이터 및 제어 정보 전송에 단말이 실제로 사용한 송신 전력 $P_{TX}(i)$ 와 단말의 최대 출력 전력인 $P_{CMAX}(i)$ 와의 차이일 수 있다. $P_{TX}(i)$ 는 i번째 subframe에서 데이터 정보를 전송했는지 또는 제어 정보를 전송했는지 또는 데이터 정보와 제어 정보를 동시에 전송했는지에 따라 달라질 수 있다. 하기의 [수학식 2a]는 i번째 subframe에서 데이터 정보를 전송하는 경우에 대한 $P_{TX}(i)$ 의 예시이고, 하기의 [수학식 2b]는 i번째 subframe와 제어 정보를 전송하는 경우에 대한 $P_{TX}(i)$ 의 예시이다.

[51] [수학식 2a]

[52] $P_{TX}(i)=10\log_{10}(M_{PUSCH}(i))+P_{0_PUSCH}(j)+\alpha(j) \cdot PL+\Delta_{TF}(i)+f(i)[dBm]$

[53] 상기 수학식 2A의 $P_{TX}(i)$ 는 단말의 i 번째 subframe에서 상향링크 데이터 전송을 위한 물리 채널인 PUSCH (Physical Uplink Shared Channel)의 송신전력을 나타낸 것이다. 이때, P_{0_PUSCH} 는 $P_{0_NOMINAL_PUSCH}+P_{0_UE_PUSCH}$ 로 구성된 파라미터이며, higher layer signaling (RRC signaling)을 통해 기지국이 단말에게 알려주는 값이다. 특히, $P_{0_NOMINAL_PUSCH}$ 는 8-bit 정보로 구성된 셀-특정 (cell-specific)한 값으로 [-126, 24]dB의 범위를 갖는다. 또한 $P_{0_UE_PUSCH}$ 는 4-bit 정보로 구성된 단말-특정 (UE-specific)한 값으로 [-8, 7]dB의 범위를 갖는다. Cell-specific한 값은 Cell-specific RRC signaling (SIB: System Information Block)을 통해 기지국이 단말로 전송하며, UE-specific한 값은 dedicated RRC signaling을 통해 기지국이 단말로 전송한다. 이때, j는 PUSCH의 grant 방식을 의미하며 보다 구체적으로, j=0은 semi-persistent grant를 의미하고, j=1은 dynamic scheduled grant를 의미하며, j

= 2는 random access response에 대한 PUSCH grant를 의미한다. 한편, $\alpha(j)$ 는 경로손실 (path-loss)을 보상하기 위한 값으로, $\alpha(0)$ 와 $\alpha(1)$ 의 경우, 기지국은 {0, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1} 중의 하나의 값을 3-bit 정보를 통해 cell-specific하게 셀 내의 모든 단말에게 알려준다. $\alpha(2)=1$ 값을 사용한다.

[54] PL은 단말이 계산하는 경로손실 값으로, 기지국이 전송하는 하향링크 채널의 CRS (Cell-specific Reference Signal)의 수신 전력을 통해 계산한다. $\Delta_{TF}(i)$ 는 MCS에 관련된 값이며, $f(i)$ 는 Closed-loop으로 전력제어를 수행하기 위한 파라미터이다.

[55] [수학식 2b]

$$P_{TX}(i) = P_{0_PUCCH} + PL + h(n_{CQI}, n_{HARQ}, n_{SR}) + \Delta_{F_PUCCH}(F) + \Delta_{TXD}(F') + g(i) [dBm]$$

[57] 상기 수학식 2b의 $P_{TX}(i)$ 는 단말의 i 번째 subframe에서 상향링크 제어 정보 전송을 위한 물리 채널인 PUCCH (Physical Uplink Control Channel)의 송신전력을 나타낸 것이다. 이때, P_{0_PUCCH} 는 $P_{0_NOMINAL_PUCCH} + P_{0_UE_PUCCH}$ 로 구성된 파라미터이며 higher layer signaling (RRC signaling)을 통해 기지국이 단말에게 알려주는 값이다. 특히, $P_{0_NOMINAL_PUCCH}$ 는 8-bit 정보로 구성된 셀-특정 (cell-specific)한 값으로 [-126, 24]dB의 범위를 갖는다. 또한 $P_{0_UE_PUCCH}$ 는 4-bit 정보로 구성된 단말-특정 (UE-specific)한 값으로 [-8, 7]dB의 범위를 갖는다. Cell-specific한 값은 Cell-specific RRC signaling (SIB: System Information Block)을 통해 기지국이 전송하며, UE-specific한 값은 dedicated RRC signaling을 통해 기지국이 단말로 전송한다. 한편, PUSCH의 송신전력 제어와 달리, PUCCH 송신전력 제어에서는 경로 손실을 보상하는 $\alpha(j)$ 가 사용되지 않는다.

[58] 단말이 계산하는 경로손실 값인 PL은 PUSCH의 송신전력 제어에서와 마찬가지로, 기지국이 전송하는 하향링크 채널의 CRS (Cell-specific Reference Signal)의 수신 전력을 통해 계산한다. $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ 는 higher layer signaling (Cell-specific or UE-specific RRC signaling)을 통해 단말로 전송되며, PUCCH의 format에 따라 가변 하는 값이다. $\Delta_{TXD}(F')$ 는 PUCCH가 2-antenna ports로 전송되는 경우 (즉, SFBC: Space Frequency Block Code) higher layer signaling (Cell-specific or UE-specific RRC signaling)을 통해 단말로 전송되며, PUCCH의 format에 따라 가변 하는 값이다. $h(n_{CQI}, n_{HARQ}, n_{SR})$ 는 PUCCH format에 따라 다른

값이 사용되며, 이때 n_{CQI} 는 channel quality information의 피드백에 사용되는 비트수를 의미하고, n_{HARQ} 는 HARQ-ACK/NACK 피드백에 사용되는 비트수, 그리고 n_{SR} 는 Scheduling Request의 피드백에 사용되는 비트로서 0 또는 1이다. $g(i)$ 는 Closed-loop으로 전력제어를 수행하기 위한 파라미터이며, 기지국은 UE-specific하게 PUCCH 전송전력을 Correction할 수 있다.

[59] 한편, i 번째 subframe에서 단말의 최대 출력 전력을 나타내는 $P_{CMAX}(i)$ 는 하기의 [수학식 3a]의 범위를 갖는 값이며, 하기의 [수학식 3b]와 [수학식 3c]를 통해 단말이 계산할 수 있다.

[60] [수학식 3a]

$$[61] \quad P_{CMAX_L} \leq P_{CMAX} \leq P_{CMAX_H}$$

[62] 상기 수학식 3a에서 P_{CMAX_L} 은 P_{CMAX} 의 작은 값을 의미하고, 하기의 [수학식 3b]를 통해 단말이 계산할 수 있다. P_{CMAX_H} 는 P_{CMAX} 의 큰 값을 의미하고, 하기의 [수학식 3c]를 통해 단말이 계산할 수 있다.

[63] [수학식 3b]

$$[64] \quad P_{CMAX_L} = \min \{ P_{EMAX} - \Delta T_C, P_{PowerClass} - \max \{ MPR + AMPR + \Delta T_{IB} + \Delta T_C, PMPR \} \}$$

[65] [수학식 3c]

$$[66] \quad P_{CMAX_H} = \min \{ P_{EMAX}, P_{PowerClass} \}$$

[67] 상기 수학식 3b와 수학식 3c에서 P_{EMAX} 는 특정 셀에서 단말이 상향링크 전송에 사용할 수 있는 최대 송신 전력으로써, 기지국이 UE-specific한 RRC signaling을 통해 알려주는 값이다. $P_{PowerClass}$ 는 단말의 Power Class에 해당되는 값으로, 단말의 capability에 해당될 수 있다 (예를 들어, 23 dBm). MPR(maximum power reduction)은 상향링크 데이터 및 제어채널 전송을 위해 단말에게 할당된 주파수 자원의 양 (RB의 수: resource block의 수) 및 modulation을 반영할 수 있다.

AMPR(Additional maximum power reduction)은 ACLR (Adjacent Channel Leakage Ratio)과 스펙트럼 emission 요구사항에 따른 값이다. ΔT_{IB} 는 통신이 이루어지는 band combination에 따른 tolerance 값이고, ΔT_C 는 aggregated channel bandwidth 및 guard-band에 따라 달라지는 값이며, PMPR(Power amplifier-maximum power reduction)은 multi-RAT 환경에서의 규정을 준수하기 위한 파라미터이다.

[68] 단말은 상기 [수학식 1]을 통해 계산한 파워 헤드룸 값을 기지국으로 보고하며, 기지국은 이를 이용하여 시스템 운용을 최적화시키는데 사용할 수 있다. 예를 들어, 특정 단말이 기지국으로 보고한 파워 헤드룸 값이 양수인 경우, 기지국은 해당 단말에게 더 많은 자원 (RB: Resource Block)을 할당하여 시스템 수율을 증가시킬 수 있다. 이와 달리, 특정 단말이 기지국으로 보고한 파워 헤드룸 값이 음수인 경우, 기지국은 해당 단말에게 더 적은 자원을 할당하거나 송신 전력 제어 명령을 통해 해당 단말의 송신 전력을 줄여줄 수 있다. 이를 통해 해당 단말의 불필요한 전력 소모를 감소시키거나 In-band emission으로 인한 기지국 수신 신호의 성능 열화를 방지할 수 있다.

[69] 한편, 빔포밍을 사용하는 시스템에서는 하향링크 채널 상태와 상향링크 채널 상태의 불일치 정도가 빔포밍을 사용하지 않는 시스템에 비해서 많이 증가할 수 있다. 첫 번째 이유로, 기지국의 하향링크 송신을 위한 송신 빔 이득과 기지국의 상향링크 수신을 위한 수신 빔 이득이 서로 다를 수 있다. 이와 마찬가지로, 단말의 하향링크 수신을 위한 수신 빔 이득과 단말의 상향링크 송신을 위한 송신 빔 이득이 서로 다를 수 있다. 이러한 이유는, 기지국 송신 안테나의 패널 (panel) 수와 기지국 수신 안테나의 패널 (panel) 수가 다를 수 있고, 마찬가지로 단말

송신 안테나의 패널 (panel) 수와 단말 수신 안테나의 패널 (panel) 수가 다를 수 있기 때문이다. 일 예로, 기지국은 하향링크 전송을 위해 46 dBm의 송신 전력을 사용하지만, 단말은 이보다 훨씬 적은 23 dBm의 송신 전력을 사용할 수 있다. 따라서 하향링크 신호의 커버리지와 상향링크 신호의 커버리지가 상이할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 기지국의 수신 안테나 패널 수를 증가시키므로써 (기지국의 송신 안테나 패널 수에 대비해서 수신 안테나 패널 수를 증가시킴) 기지국의 수신 빔 이득을 증가시켜 상향링크 신호의 커버리지를 확보할 수 있다. 또한 단말의 송신 안테나 패널 수를 증가시키므로써 (단말의 수신 안테나 패널 수에 대비해서 송신 안테나 패널 수를 증가시킴) 단말의 송신 빔 이득을 증가시켜 상향링크 커버리지를 확보할 수 있다.

[70] 빔포밍을 사용하는 시스템에서 하향링크 채널 상태와 상향링크 채널 상태의 불일치 정도가 증가할 수 있는 두 번째 이유는, 기지국이 사용하는 빔과 단말이 사용하는 빔-쌍 (beam-pair)에 따라 서로 다른 빔 이득이 존재할 수 있기 때문이다. 예를 들어, 기지국이 N 개의 빔을 사용한다고 가정하고 $(1, 2, \dots, N)$, 단말이 M 개의 빔을 사용한다고 가정하자 $(1, 2, \dots, M)$. 단말은 기지국의 송신 빔 3과 자신의 수신 빔 1이 가장 좋은 빔일 수 있으며 이를 하향링크 best 빔-쌍으로 가정하자. 이때, 가장 좋은 빔의 의미는 빔의 수신 신호 세기가 가장 큰 빔을 의미할 수 있다. 그러나 기지국의 수신 입장에서는 단말의 송신 빔 2와 기지국의 수신 빔 N 이 가장 좋은 빔일 수 있으며 이를 상향링크 best 빔-쌍으로 가정하자. 앞서 언급한 것처럼, 하향링크 best 빔-쌍과 상향링크 best 빔-쌍을 형성하기 위해 사용되는 빔 이득이 서로 상이할 수 있기 때문에 하향링크 채널 상태와 상향링크 채널 상태의 불일치가 발생할 수 있다. 또 다른 일 예로, 하향링크 best 빔-쌍과 상향링크 best 빔-쌍의 빔 이득이 동일하더라도, 기지국은 유동적인 빔 운용을 위해 특정 단말에게 상향링크 데이터 및 제어 정보를 상향링크 best 빔-쌍이 아닌, 상향링크 second best 빔-쌍 또는 상향링크 third best 빔-쌍을 통해 전송하라고 명령할 수 있다. 이러한 경우, 하향링크 채널 상태와 상향링크 채널 상태의 불일치가 증가할 수 있다.

[71] 빔포밍을 사용하는 시스템에서 하향링크 채널 상태와 상향링크 채널 상태의 불일치 정도가 증가할 수 있는 세 번째 이유는, 동기신호, 제어채널 그리고 데이터 채널 전송 시 서로 다른 빔 폭 (beam width)을 사용할 수 있기 때문이다. 보다 구체적으로, 빔포밍 시스템에서 동기신호, 제어채널 그리고 데이터 채널은 빔 스위핑 (beam sweeping)을 수행하여 전송될 수 있다. 이때, 동기신호 및 broadcast 또는 multicast를 필요로 하는 제어 채널 (예를 들어, PBCH: Physical Broadcast Channel)을 좁은 빔 폭을 사용하여 전송할 경우, 좁은 빔 폭을 갖는 빔을 사용하여 셀 전체를 커버해야 하므로 빔 스위핑에 소요되는 시간이 증가될 수 있다. 따라서 동기신호 및 broadcast 또는 multicast 전송을 필요로 하는 제어 채널은 보다 넓은 빔 폭을 갖는 빔을 사용하여 전송할 필요가 있다. 한편, unicast로 전송될 필요가 있는 제어 채널 (예를 들어, PUCCH: Physical Uplink

Control Channel) 및 데이터 채널 (예를 들어, PUSCH: Physical Uplink Shared Channel)은 특정 단말에게 전송되기 때문에, 커버리지 확보 및 간섭을 줄이기 위해 보다 좁은 빔 폭을 갖는 빔을 사용하여 전송될 필요가 있다. 하향링크 채널 측정을 보다 넓은 빔으로 수행하고 상향링크 전송을 보다 좁은 빔으로 수행하는 경우, 하향링크 채널 상태와 상향링크 채널 상태의 불일치 정도가 증가할 수 있다.

- [72] 앞서 언급한 다양한 이유들로 인해, 빔포밍 시스템에서 하향링크 채널 상태와 상향링크 채널 상태의 불일치 정도가 증가하는 경우, 상기 [수학식 1]에서와 같이 하향링크 채널을 통해 단말이 계산한 파워 헤드룸 정보를 이용하여 기지국이 시스템을 운용하는데 심각한 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어, 특정 단말의 파워 헤드룸 값이 양수인 경우, 기지국은 해당 단말의 자원을 증가시킬 수 있으며 (즉, 상기 [수학식 2a]의 M_{PUSCH} 를 증가시킴), 이는 단말의 송신 전력을 증가시키는 것과 동일해 질 수 있다. 이때, 상향링크의 실제 채널 상태가 단말이 파워 헤드룸을 계산할 때 적용한 하향링크 채널 상태와 불일치 하는 경우가 발생할 수 있으며, 이는 실제 단말이 전송할 수 있는 송신 전력보다 더 적은 송신 전력을 사용한 결과를 초래할 수 있다. 따라서 상향링크 신호의 커버리지가 확보되지 못하는 문제가 발생할 수 있다. 또 다른 일 예로, 상향링크의 실제 채널 상태가 단말이 파워 헤드룸을 계산할 때 적용한 하향링크 채널 상태와 불일치 하는 경우, 실제 단말이 전송할 수 있는 송신 전력보다 더 높은 송신 전력을 사용하는 결과를 초래할 수 있다. 이는 단말의 불필요한 전력 소모를 야기할 수 있다. 또한, 단말이 자신의 최대 송신 출력 전력 보다 큰 전력 ([수학식 1]의 P_{CMAX} 보다 큰 전력)으로 송신하는 경우가 발생할 수 있다. 이러한 경우, 단말이 상향링크를 통해 송신한 신호들의 EVM (Error Vector Magnitude) 성능이 저하되어, 상향링크 신호의 수신 신호 신뢰도를 보장할 수 없게 된다. 또한, 실제 단말이 전송해야 하는 송신 전력보다 더 높은 송신 전력을 사용하게 되는 경우, 단말이 기지국에 가까이 위치하고 있을 수 있다. 이러한 경우, 해당 단말의 송신 전력이 기지국 수신기의 Dynamic Range를 넘게 되어 기지국이 수신해야 하는 또 다른 단말들의 상향링크 신호에 간섭을 발생시킬 수 있다 (In-band emission). 따라서 시스템 성능을 저하시키는 주요 원인으로 작용할 수 있다.

- [73] 빔 포밍 시스템에서는 앞서 예시한 바와 같이, 하향링크와 상향링크에서 사용되는 빔 이득의 차이로 인해 하향링크 채널과 상향링크 채널의 불일치 문제가 증가하여, 단말이 기지국으로 전송하는 파워 헤드룸 정보의 신뢰도가 떨어질 수 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위한 방안이 필요하다.

- [74] 앞서 언급한 하향링크 채널과 상향링크 채널의 불일치를 증가시키는 첫 번째 이유를 해결하기 위한 하나의 방법은, 기지국과 단말의 능력 협상 (capability negotiation) 과정에서 기지국이 자신의 송신 빔 이득과 수신 빔 이득을 측정 (또는 예상)하여, 이러한 정보를 단말에게 알려주는 방법이다. 단말도 자신의 송신 빔 이득과 수신 빔 이득을 측정 (또는 예상) 할 수 있으며, 이러한 정보를 기지국에게

알려줄 수 있다. 이러한 정보를 단말은 상기 [수학식 1]의 파워 헤드룸 연산에 적용시킬 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 [수학식 2a]와 [수학식 2b]의 경로감쇄 (PL: Path-Loss) 예상 시, 단말은 기지국으로부터 전달 받은 기지국의 송신 빔 정보와 기지국의 수신 빔 정보를 비교하여 둘 중 큰 값을 사용하여 경로감쇄를 예측하거나 둘 중 작은 값 (또는 큰 값) 또는 두 값의 평균을 사용하여 경로감쇄를 예측할 수 있다. 또 다른 일 예로, 기지국은 단말로부터 보고 받은 단말의 송신 빔 이득과 수신 빔 이득에 대한 정보를 활용하여 상향링크 채널 상태를 예측하는데 활용할 수 있다. 이때, 단말은 기지국의 송신 빔 이득과 수신 빔 이득을 모르고 있는 상태로 파워 헤드룸 값을 계산하여 기지국으로 보고한다. 기지국은 능력 협상 시 단말로부터 보고 받은 단말의 송신 빔 이득/수신 빔 이득에 대한 정보와 기지국 자신의 송신 빔 이득/수신 빔 이득에 대한 정보를 활용하여 단말이 송신한 파워 헤드룸 정보를 재해석할 수 있다. 즉, 특정 단말이 송신한 파워 헤드룸 값에 기지국/단말의 송신 빔/수신 빔 이득을 조합하여, 해당 단말의 자원을 증가시킬 것인지 (송신 전력을 증가시킬 것인지) 또는 해당 단말의 자원을 감소시킬 것인지 (송신 전력을 감소시킬 것인지)를 보다 정확하게 판단할 수 있다.

- [75] 그러나 빔 포밍 시스템에서는 효율적인 빔 운용을 위해 기지국의 송신/수신 빔 및 단말의 송신/수신 빔에 대한 빔 관리(**beam management**)가 필수적이다. 따라서 앞서 언급한 하향링크 채널과 상향링크 채널의 불일치를 증가시키는 두 번째와 세 번째 이유에서처럼, 기지국과 단말에서 운용하는 빔 폭 및 빔-쌍에 따라 기지국과 단말의 송/수신 빔 이득이 **dynamic**하게 변할 수 있다. 이러한 상황에서는 기지국과 단말 간 능력 협상을 통한 빔 이득 정보의 교환 방법 만으로는 파워 헤드룸 정보의 정확도를 높이는 데 한계가 있을 수 있다. 따라서, 빔 포밍 시스템에서는 빔 관리를 고려한 파워 헤드룸 정보 전송이 필요하다.
- [76] 보다 구체적으로 도 1은 하향링크 빔 관리에 대한 예시이다. 기지국은 단말에게 하향링크 빔 측정을 지시할 수 있다. 이러한 기지국의 하향링크 빔 측정 지시는 주기적으로 이루어지거나 비-주기적으로 이루어 질 수 있다. 기지국이 주기적으로 빔 측정을 지시하는 경우, 기지국은 단말이 하향링크 빔을 측정하기 위한 **reference signal (RS)**를 주기적으로 할당할 수 있으며, 단말이 측정한 하향링크 빔의 측정 결과를 기지국으로 보고(**beam measurement report**)하기 위한 자원도 주기적으로 할당할 수 있다. 이때, 단말이 기지국으로 보고하는 빔 측정 결과에는 하나 또는 둘 이상의 빔 ID (빔 **index** 또는 빔이 전송되는 자원의 **index**)와 해당 빔 ID에 대한 빔 수신 신호 세기가 포함될 수 있다. 이러한 주기적인 단말의 빔 측정 및 빔 측정 결과 보고를 위해 기지국은 **Beam Measurement Timer (BMT)**를 운용할 수 있다. 단말은 자신의 **BMT**가 만료되면 기지국으로 **BMT**가 만료됐음을 보고하고, 이를 수신한 기지국은 해당 단말이 사용했던 빔 측정 및 빔 측정 결과 보고에 사용된 모든 하향링크 및 상향링크 자원 (예를 들어, 단말에게 할당된 빔 측정용 **RS**가 할당된 하향링크 자원 및 빔

측정 보고를 위해 사용한 상향링크 자원)을 release할 수 있다.

- [77] 한편, 기지국은 단말에게 하향링크 빔 측정 지시를 비-주기적으로 지시할 수 있다. 이러한 경우 기지국은 하향링크 DCI (Downlink Control Information) 또는 상향링크 전송을 위한 DCI 내의 특정 필드를 빔 측정 지시를 triggering 하는데 사용할 수 있다. 즉, DCI 내의 특정 X bits는 현재 subframe (하향링크 DCI가 전송되고 있는 subframe) 또는 현재 subframe을 기준으로 K subframe 이후에 빔 측정을 위한 RS가 전송됨을 알려줄 수 있다. 또한 기지국은 DCI 내의 특정 필드를 단말이 측정한 빔 측정 정보를 보고하기 위한 상향링크 자원을 할당하는데 사용할 수 있다. 빔 측정을 위한 RS가 하향링크로 전송됨을 알려주는 빔 측정 RS의 할당 정보와 빔 측정 결과를 보고하기 위한 상향링크 자원 할당에 대한 정보는 동일한 DCI를 통해 전송되거나, 서로 다른 DCI를 통해 각각 전송될 수 있다. 서로 다른 DCI를 통해 전송되는 경우, 동일 subframe의 PDCCH (Physical Downlink Control Channel)로 전송되는 DCI 1 (빔 측정 RS의 전송을 위한 하향링크 자원 할당)과 DCI 2 (빔 측정 결과를 보고하기 위한 상향링크 자원 할당)를 의미하거나, 서로 다른 subframe의 PDCCH로 전송되는 DCI 1 (subframe n에 전송)과 DCI 2 (subframe n + k에 전송)를 의미할 수 있다.
- [78] 기지국이 단말로 전송하는 하향링크 빔 측정 지시 정보에는 단말이 몇 개의 하향링크 빔을 측정해야 하는지에 대한 정보가 포함될 수 있으며, 이러한 정보는 UE-specific RRC를 통해 단말로 전송되거나, MAC CE, Group common DCI 또는 UE-specific DCI를 통해 단말로 전송될 수 있다. 기지국이 N 개의 빔에 대한 측정을 지시한 경우, 단말은 N 개의 하향링크 빔에 대한 측정을 수행하고 해당 빔들에 대한 빔 측정 결과 보고를 수행한다. 한편, 단말이 기지국으로 전송하는 빔 측정 결과 보고에는 빔의 ID (또는 빔이 전송된 자원의 index)와 해당 빔의 수신 신호 세기가 포함될 수 있다.
- [79] n번째 subframe에서 빔 측정 결과 보고를 단말로부터 수신한 기지국은 해당 단말의 하향링크 빔을 결정하여 단말로 알려줄 수 있다. 이때 기지국은 단말이 사용할 하나 또는 둘 이상의 빔의 ID (또는 빔이 전송되는 자원의 index)에 대한 정보를 MAC CE (Control Element), UE-specific DCI 또는 Group Common DCI를 통해 단말에게 알려줄 수 있다. 빔의 ID (Beam ID: BID)에 대한 정보는 explicit 또는 implicit 방법을 사용하여 기지국이 단말로 전송할 수 있다. 예를 들어, 단말이 기지국으로 3개의 빔에 대해 빔 측정 결과 보고를 전송하고, 단말이 전송한 빔 측정 결과 보고에 BID-3 (beam ID 3)과 해당 빔의 수신신호 세기, BID-7과 해당 빔의 수신신호 세기, 그리고 BID-21과 해당 빔의 수신신호 세기가 순서대로 포함됐다고 가정하자. 이때 기지국은 단말의 하향링크 빔을 BID-21로 결정했다고 가정하자. 기지국이 단말에게 21번 빔에 대한 BID-21을 explicit하게 알려줄 수 있고, 단말이 보고한 빔 순서를 기준으로 3번째 빔이라고 implicit하게 알려줄 수 있다. 기지국이 단말로 하나의 하향링크 빔에 대한 정보를 알려주는 것을 예시하였으나, 기지국은 단말로 둘 이상의 빔으로 하향링크 데이터 또는

제어 정보를 수신할 것을 알려줄 수 있다.

- [80] 한편, 기지국은 동일 단말로부터 이전의 $n-k$ 번째 subframe에서 수신한 빔 측정 결과 보고와 n 번째 subframe에서 수신한 빔 측정 결과 보고를 서로 비교하여 하향링크 빔의 변경 여부를 결정할 수 있다. 하향링크 빔의 변경이 필요한 경우, 기지국은 단말로 하향링크 빔이 변경될 것임을 MAC CE (Control Element), UE-specific DCI 또는 Group Common DCI를 통해 알려 줄 수 있다. 이때, 앞서 설명한 바와 같이 변경할 빔의 ID (또는 변경된 빔이 전송되는 자원 index) 정보가 포함될 수 있다. 이를 알려준 기지국은 해당 단말로 전송되는 하향링크 데이터 및 제어 정보를 변경된 빔을 통해 전송할 수 있다. 이때, 기지국과 단말 사이에 사전에 약속된 규칙이 필요하다. 예를 들어, 기지국은 하향링크 빔이 변경될 것임을 단말에게 알려준 이후, 바로 다음에 전송되는 하향링크 데이터 및 제어 정보에 변경된 빔을 사용하여 전송할 수 있다. 또 다른 일 예로, 기지국-단말은 Timer에 기반하여 변경된 빔을 적용할 수 있다. 즉, 기지국은 하향링크 빔을 변경할 것임을 단말에게 알려준 이후, Timer를 구동시키며, 단말은 기지국으로부터 하향링크 빔이 변경될 것임을 수신한 후 Timer를 구동시킨다. Timer가 만료되기 전에 단말은 변경된 빔으로 switch하여 하향링크 수신을 준비할 수 있다. 이러한 Timer 기반의 동작은 큰 부반송파 간격 (subcarrier spacing)을 사용함으로써, 심볼 길이가 짧고 subframe (또는 slot)의 길이가 짧아지는 mmWave 시스템에서 기지국과 단말이 빠르게 빔을 변경해야 하는 문제를 해결할 수 있다.

- [81] 도 2는 하향링크 빔 관리에 대한 또 다른 예시로, 도 1과의 차이는 하향링크 빔과 상향링크 빔 사이에 빔 상호성 (beam correspondence 또는 beam reciprocity)이 존재하는 상황에서의 빔 관리 절차를 나타낸다. 이때 기지국에서의 빔 상호성은 기지국의 송신 빔과 수신 빔의 방향이 일치할 때 유지될 수 있으며, 단말에서의 빔 상호성은 단말의 송신 빔과 수신 빔의 방향이 일치할 때 유지될 수 있다. 보다 구체적으로 기지국과 단말이 각각 N 개의 빔과 M 개의 빔을 형성할 수 있다고 가정하자. 기지국에서 빔 상호성이 유지된다는 의미는, 기지국의 송신 빔 1과 기지국의 수신 빔 1이 동일한 특성 (예를 들어, 동일한 방향)을 가진다는 뜻이다. 또한 단말에서 빔 상호성이 유지된다는 의미는, 단말의 수신 빔 2와 단말의 송신 빔 2가 동일한 특성을 가진다는 뜻이다. 즉, 빔 호환성이 있는 환경에서는 기지국의 송신 빔 1과 단말의 수신 빔 2가 하향링크 빔-쌍을 형성한 경우, 단말의 송신 빔 2와 기지국의 수신 빔 1이 상향링크 빔-쌍을 형성하더라도 하향링크 빔-쌍과 동일한 빔의 특성 (예를 들어, 빔의 방향, 빔 이득, 빔 폭 등)을 유지할 수 있다.

- [82] 도 2에서 하향링크 빔-쌍과 상향링크 빔-쌍 사이에 빔 상호성이 유지되기 때문에, 기지국은 단말의 상향링크 빔을 측정하여 이를 하향링크 빔 관리에 적용할 수 있다. 이러한 기지국의 하향링크 빔 관리 지시는 주기적으로 이루어지거나 비-주기적으로 이루어 질 수 있다. 기지국이 주기적으로 빔 관리를

지시하는 경우, 기지국은 단말이 전송하는 상향링크 빔을 측정하기 위해 단말에게 상향링크 빔 측정을 위한 reference signal (RS) 전송에 대한 정보를 제공할 수 있다. 일 예로, 기지국은 단말의 상향링크 빔 측정을 위한 SRS (Sounding Reference Signal)의 전송에 대한 시간 자원 (예를 들어, slot 또는 subframe index, slot 또는 subframe 내의 symbol index 등) 및 주파수 자원 (예를 들어, SRS 전송을 위한 대역폭)을 단말에게 알려줄 수 있다. 주기적으로 빔 관리를 지시하는 경우, 기지국은 RRC를 통해 단말에게 SRS 전송을 위한 시간-주파수 자원을 알려줄 수 있다. 이를 수신한 단말은 기지국이 명령한 빔의 개수 만큼 서로 다른 상향링크 빔을 형성하여 상향링크 SRS를 전송한다.

- [83] 한편, 기지국은 단말에게 하향링크 빔 관리를 비-주기적으로 지시할 수 있다. 이러한 경우 기지국은 하향링크 DCI (Downlink Control Information) 또는 상향링크 전송을 위한 DCI 내의 특정 필드를 빔 관리 지시를 triggering 하는데 사용할 수 있다. 즉, DCI 내의 특정 X bits는 현재 subframe (하향링크 DCI가 전송되고 있는 subframe) 또는 현재 subframe을 기준으로 K subframe 이후에 상향링크 빔 측정을 위한 RS (예를 들어, SRS)가 전송돼야 함을 단말에게 알려줄 수 있다. 이때, 기지국은 단말에게 상향링크 빔 측정을 위해 사용되는 RS의 심볼 개수, RS가 전송되는 심볼 위치 (예를 들어, slot 또는 subframe의 마지막 심볼 또는 마지막에서 두 번째 심볼) 또는 두 가지 정보 모두를 DCI로 알려줄 수 있다. 이러한 정보들은 단말이 몇 개의 상향링크 빔을 사용해서 상향링크 전송을 수행해야 하는지와 관련이 있을 수 있다. 예를 들어, 기지국이 단말로 전송하는 하향링크 빔 관리 정보에는 단말이 몇 개의 빔을 형성하여 전송해야 하는지에 대한 정보가 포함될 수 있다. 예를 들어, 기지국이 4 개의 상향링크 빔을 측정해야 하므로 4개의 서로 다른 상향링크 빔을 전송할 것을 명령했다고 가정하자. 이러한 경우 단말은 4개의 상향링크 빔 측정을 위한 RS를 서로 다른 CP-OFDM 또는 DFT-S-OFDM 심볼로 전송할 수 있다 (즉 4개의 상향링크 빔 측정 RS를 통해 전송). 또 다른 일 예로, 서로 다른 빔이 동일한 CP-OFDM (또는 DFT-S-OFDM) 심볼에서 주파수 분할 (FDM: Frequency Division Multiplexing) 되어 전송 가능하다면, 4개 보다 적은 CP-OFDM (또는 DFT-S-OFDM) 심볼을 사용해서 상향링크 빔 측정을 위한 RS를 전송할 수 있다.

- [84] 기지국은 단말에게 몇 개의 상향링크 빔을 전송할 것인지에 대한 정보를 UE-specific RRC, MAC CE, Group common DCI 또는 UE-specific DCI를 통해 전송할 수 있다. 예를 들어, 기지국이 N 개의 상향링크 빔 전송을 지시한 경우, 단말은 N 개의 상향링크 빔을 전송한다. 단말로부터 이를 수신한 기지국은 하향링크 빔을 결정할 수 있다 (상향링크 빔-쌍과 하향링크 빔-쌍 사이에 빔 상호성이 존재하기 때문).

- [85] 기지국은 단말로 하향링크 빔에 대한 정보를 MAC CE (Control Element), UE-specific DCI 또는 Group Common DCI를 통해 알려 줄 수 있다. 이때, 하나 또는 둘 이상의 빔 ID (또는 빔이 전송되는 자원 index) 정보가 포함될 수 있다.

이를 알려준 기지국은 해당 단말로 전송되는 하향링크 데이터 및 제어 정보를 알려준 빔을 통해 전송할 수 있다. 이때, 기지국과 단말 사이에 사전에 약속된 규칙이 필요하다. 예를 들어, 기지국은 하향링크 빔을 단말에게 알려준 이후, 바로 다음에 전송되는 하향링크 데이터 및 제어 정보를 알려준 빔을 사용하여 전송할 수 있다. 또 다른 일 예로, 기지국-단말은 Timer에 기반하여 알려준 빔을 적용할 수 있다. 즉, 기지국은 하향링크 빔을 단말에게 알려준 이후, Timer를 구동시키며, 단말은 기지국으로부터 하향링크 빔 정보를 수신한 후 Timer를 구동시킨다. Timer가 만료되기 전에 단말은 기지국이 알려준 빔 방향으로 빔을 형성하거나, 기지국이 알려준 빔 방향으로 빔을 switch하여 하향링크 수신을 준비할 수 있다. 이러한 Timer 기반의 동작은 큰 부반송파 간격 (subcarrier spacing)을 사용함으로써, 심볼 길이가 짧고 subframe (또는 slot)의 길이가 짧아지는 mmWave 시스템에서 기지국과 단말이 빠르게 빔을 형성하거나 빔을 변경해야 하는 문제를 해결할 수 있다.

- [86] 도 3은 상향링크 빔 관리에 대한 예시이다. 기지국에서 빔을 결정하는 동작까지는 도 2와 동일할 수 있다. 상향링크 빔을 결정한 기지국은, 단말에게 상향링크 빔에 대한 정보를 MAC CE (Control Element), UE-specific DCI 또는 Group Common DCI를 통해 알려줄 수 있다. 이때, 어떤 빔으로 상향링크 전송을 수행해야 하는지에 대한 정보가 포함될 수 있으며 (즉, 빔의 ID (또는 빔이 전송되는 자원의 index) 정보가 포함될 수 있다). 이때, 하나의 빔 ID가 포함된 경우, 단말은 해당 빔으로 상향링크 전송을 수행한다. 둘 이상의 빔 ID가 포함된 경우, 단말은 해당 빔들로 상향링크 전송을 수행한다. 이러한 동작을 위해 기지국과 단말 사이에 사전에 약속된 규칙이 필요하다. 예를 들어, 단말은 상향링크 빔에 대한 정보를 기지국으로부터 수신한 이후, 바로 다음에 전송되는 상향링크 데이터 및 제어 정보를 해당 빔 (또는 해당 빔들)을 사용하여 전송할 수 있다. 또 다른 일 예로, 기지국-단말은 Timer에 기반하여 빔을 적용할 수 있다. 즉, 기지국은 상향링크 빔 정보를 단말에게 전송한 이후 Timer를 구동시키며, 단말은 기지국으로부터 상향링크 빔 정보를 수신한 후 Timer를 구동시킨다. Timer가 만료되기 전에 단말은 기지국이 명령한 빔 (또는 빔들) 방향으로 switch하여 상향링크 송신을 준비할 수 있다. 이러한 Timer 기반의 동작은 큰 부반송파 간격 (subcarrier spacing)을 사용함으로써, 심볼 길이가 짧고 subframe (또는 slot)의 길이가 짧아지는 mmWave 시스템에서 기지국과 단말이 빠르게 빔을 형성하거나 빠르게 빔을 변경해야 하는 문제를 해결할 수 있다.

- [87] 도 4는 상향링크 빔 관리에 대한 또 다른 예시로, 상향링크 빔과 하향링크 빔 사이에 빔 상호성이 존재하는 상황에서의 빔 관리 절차를 나타낸다. 기지국에서 빔을 결정하는 동작까지는 도 1과 동일할 수 있다. 빔을 결정한 기지국은 단말에게 상향링크 빔에 대한 정보를 전송하고 이를 수신한 단말은 해당 빔 (또는 해당 빔들)으로 상향링크 전송을 수행할 수 있다. 이때, 기지국과 단말의 동작은 도 3에서 명시한 바와 동일할 수 있다.

- [88] 빔 포밍이 적용된 시스템에서는 기지국과 단말 각각의 송신 빔/수신 빔에 대한 관리(*beam management*)가 필수적이며, 이러한 경우 불가피하게 기지국과 단말의 송/수신 빔 이득이 *dynamic*하게 변경될 수 있다. 따라서 기지국과 단말의 빔 관리를 고려한 파워 헤드룸 정보 전송이 필요하다. 본 발명에서는 기지국과 단말이 도 1, 도 2, 도 3, 또는 도 4에서 명시된 빔 관리 절차에 따라 빔 관리를 수행한다고 가정한다.
- [89] 종래 LTE에서 단말의 파워 헤드룸 정보는 MAC CE를 통해 전송되며, 도 5a 또는 도 5b와 같은 포맷을 가질 수 있다. 도 5a는 CA (*Carrier Aggregation*)가 사용되지 않는 경우의 파워 헤드룸 정보를 전송하기 위한 포맷이고, 도 5b는 CA가 적용된 경우에서 파워 헤드룸 정보를 전송하기 위한 포맷이다. 도 5a와 도 5b에서 R은 *reserved bit*을 의미하며 '0'으로 *setting* 된다. 그리고, 도 5a와 도 5b에서 파워 헤드룸 정보는 6 bits로 표현될 수 있으며, -23 dB ~ 40 dB까지 1 dB의 간격을 가질 수 있다. 한편, 도 5b에서 C_i 는 SCell index i (*Secondary Cell i*)의 파워 헤드룸 정보의 존재 여부를 나타내는 필드이다. 예를 들어, Index 7을 갖는 SCell의 파워 헤드룸 정보가 해당 MAC CE에 포함되지 않은 경우 C_7 은 '0'으로 *setting* 될 수 있다. Type 1 파워 헤드룸 정보에는 PUSCH 전송 전력만을 고려하여 계산한 파워 헤드룸 값이 포함되고, Type 2 파워 헤드룸 정보에는 PUSCH와 PUCCH가 모두 전송되는 경우를 고려하여 계산한 파워 헤드룸 값이 포함된다. $P_{\text{CMAX},c}$ 는 Component Carrier, c 에서 단말이 사용할 수 있는 최대 출력 송신 전력을 의미하고, 상기 [수학식 3a], [수학식 3b], 그리고 [수학식 3c]에 의해 단말이 계산할 수 있다.
- [90] 한편, 빔 포밍을 고려한 파워 헤드룸 정보는 도 6a, 도 6b, 그리고 도 6c에서 도시한 MAC CE 포맷을 사용하여 전송될 수 있다. 도 6a은 빔 ID 정보와 파워 헤드룸 값의 크기가 8 bits 임을 예시한 도면이고, 도 6b에서는 빔 ID는 8 bits, 파워 헤드룸 값의 크기는 6 bits 임을 예시하였다. 또한 도 6c에서는 빔 ID의 크기가 10 bits, 파워 헤드룸 값의 크기가 6 bits 임을 예시하였다. 빔 ID와 파워 헤드룸을 표현하는 bit의 크기를 얼마로 정의하는지에 따라 다양한 변형이 가능할 수 있다. 또한 도 6에서는 명시하지 않았으나, 도 6에 예시한 MAC CE에는 도 5b와 유사하게, 해당 빔을 사용했을 때의 단말의 최대 출력 송신 전력 값 (P_{CMAX} 또는 $P_{\text{CMAX},c}$)이 포함될 수 있다.
- [91] 도 6 (도 6a, 도 6b, 도 6c)은 N개의 빔에 대한 파워 헤드룸 정보를 전송하는 경우에 대한 예시이다. 이때, N 값은 도 1, 도 2, 도 3, 그리고 도 4에서 예시한 바와 같이 빔 관리를 위해 기지국이 단말에게 알려준 'N' (단말이 측정할 하향링크 빔의 개수 또는 기지국이 측정할 상향링크 빔의 개수)값과 같거나 다를 수 있다. 즉, 빔 관리에 사용되는 빔의 개수는 파워 헤드룸 보고에 사용되는 빔의 개수와 같거나 다를 수 있다. 빔 관리에 사용되는 빔의 개수가 파워 헤드룸 보고에 사용되는 빔의 개수와 같은 경우, 단말은 빔 관리 목적으로 기지국이 RRC, MAC CE, Group common DCI 또는 UE-specific DCI를 통해 알려준 빔의

개수만큼 파워 헤드룸 정보를 구성할 수 있다. 빔 관리에 사용되는 빔의 개수가 파워 헤드룸 보고에 사용되는 빔의 개수와 다른 경우, 기지국은 RRC, MAC CE, Group common DCI 또는 UE-specific DCI를 통해 단말이 파워 헤드룸 정보를 구성하는데 사용해야 하는 빔의 개수를 별도로 알려줄 수 있다. 도 6에서 빔 ID (빔 index)가 전송되는 경우를 예시하였으나, 빔 index (빔 ID)가 빔이 전송되는 자원에 mapping 되는 경우에는 빔 ID 대신 빔이 전송되는 자원의 index가 파워 헤드룸 MAC CE에 포함될 수 있다.

- [92] 몇 개의 빔에 대한 파워 헤드룸 값을 전송해야 하는지에 대한 정보는 앞서 살펴본 바와 같이 기지국이 단말로 전송해 줄 수 있다. 어떤 빔에 대한 파워 헤드룸 값을 전송해야 하는지에 대한 정보는 단말 스스로 판단하거나, 기지국이 직접 단말에게 알려줄 수 있다. 단말이 스스로 판단하는 경우에 대한 일 예로, 도 1과 도 4에서 예시한 바와 같이 단말이 하향링크 빔을 측정하고 빔 측정 결과 보고를 통해 기지국으로 빔 ID (또는 빔 ID들)를 전송하는 경우를 고려해 볼 수 있다. 즉, 단말은 하향링크 빔 측정 결과 보고에 포함된 하나 또는 둘 이상의 빔 ID에 대한 파워 헤드룸 값을 기지국으로 전송할 수 있다. 이러한 경우, 도 6에 대한 또 다른 변형으로, 파워 헤드룸 MAC CE에 빔 ID는 전송되지 않고 파워 헤드룸 값만 전송될 수 있다. 즉, 단말은 자신이 전송한 빔 측정 보고에 구성된 빔 ID의 순서대로 파워 헤드룸 값을 구성하여 빔 ID의 전송 없이 파워 헤드룸 값만을 MAC CE를 통해 기지국으로 전송할 수 있다. 한편, 기지국이 단말에게 어떤 빔 (또는 빔들)에 대한 파워 헤드룸 값을 전송해야 하는지 알려주는 경우에 대한 일 예로, 도 1, 도 2, 도 3, 그리고 도 4에서 예시한 바와 같이, 기지국이 빔을 결정한 후 자신이 결정한 빔 (또는 빔들) 정보를 단말로 알려주는 경우, 단말은 해당 빔 (또는 빔들)에 대한 파워 헤드룸 정보를 구성할 수 있다. 이때, 기지국이 알려준 빔 정보에 구성된 빔 또는 빔들의 순서에 기반하여, 빔 ID의 전송 없이 파워 헤드룸 값만을 MAC CE를 통해 기지국으로 전송할 수 있다.

- [93] 도 7은 빔 포밍을 고려한 파워 헤드룸 MAC CE 구조의 또 다른 예시이다. 이때, B_i 는 빔 ID, 빔 Index 또는 빔이 전송되는 자원의 Index의 존재 여부를 의미할 수 있다. 보다 구체적으로, 도 6의 설명에서 언급한 것처럼, 단말이 빔 측정 결과 보고를 위해 사용했던 빔 ID (또는 빔 ID들)가 파워 헤드룸 정보 전송에 사용될 수 있다. 이때, 단말은 빔 측정 결과 보고를 위해 사용했던 모든 빔 ID들에 대한 파워 헤드룸 정보를 전송하지 않고, 특정 기준 시점 (기지국과 단말 사이에 약속된 시점으로, 예를 들어 빔 측정 보고를 수행했던 시점 또는 이전 파워 헤드룸 정보가 전송된 시점) 이후로 채널 변화가 큰 빔들 (예를 들어, 빔의 방향이 많이 틀어졌거나, 빔의 수신 신호 세기가 많이 변한 빔)에 대해서만 파워 헤드룸 정보를 전송할 수 있다. 따라서, 단말은 빔 측정 보고를 위해 사용했던 빔 ID들 중에 어떤 ID에 대한 파워 헤드룸 값이 도 7의 MAC CE를 통해 전송되는지 B_i 값을 '0' (해당 빔 ID에 대한 파워 헤드룸 값이 없음) 또는 '1' (해당 빔 ID에 대한 파워 헤드룸 값이 있음)로 setting 하여 기지국으로 전송할 수 있다. 이와

유사하게 도 6의 설명에서 언급한 것처럼, 기지국이 단말로 전송한 빔 정보에 포함된 빔 ID가 파워 헤드룸 정보 전송에 사용될 수 있다. 이때, 단말은 기지국으로부터 수신한 빔 정보에 포함된 모든 빔 ID들에 대한 파워 헤드룸 정보를 전송하지 않고, 앞서 예시한 바와 같이 특정 기준 시점 (기지국과 단말 사이에 약속된 시점으로 예를 들어, 단말이 빔 관리를 위한 빔 측정 결과 보고를 수행한 시점 또는 해당 단말이 이전에 파워 헤드룸 정보를 송신한 시점) 이후로 채널 변화가 큰 빔들 (예를 들어, 빔의 방향이 많이 틀어졌거나, 빔의 수신 신호 세기가 많이 변한 빔)에 대해서만 파워 헤드룸 정보를 전송할 수 있다. 이러한 경우, 기지국이 configuration한 빔 ID들과 단말이 기지국으로 전송한 빔 ID들이 달라질 수 있다. 따라서, 어떤 빔 ID에 대한 파워 헤드룸 값이 도 7의 MAC CE를 통해 전송되는지 B_i 값을 '0' (해당 빔 ID에 대한 파워 헤드룸 값이 없음) 또는 '1' (해당 빔 ID에 대한 파워 헤드룸 값이 있음) 로 setting 하여 기지국으로 전송할 수 있다. 한편, 도 7에서는 명시하지 않았으나, 도 7에 예시한 MAC CE에는 해당 빔을 사용했을 때의 단말의 최대 출력 송신 전력 값 (P_{CMAX} 또는 $P_{CMAX,c}$)이 포함될 수 있다. 또한, 도 7에서는 명시하지 않았으나, 파워 헤드룸 값을 표시하는 bit의 크기에 따라 도 6b에서와 같이 중간에 reserved bits가 포함될 수 있다. 또한, 도 7에서는 최대 7개의 빔에 대해 파워 헤드룸 값을 전송할 수 있도록 예시하였으나 (즉, $B_i, i=\{1,2,\dots,7\}$), 단말이 전송할 수 있는 파워 헤드룸 값의 최대 수에 따라서 B_i 가 차지하는 bit 수가 달라질 수 있다.

[94] 종래 LTE에서 단말이 파워 헤드룸을 전송해야 하는 조건 (즉, 파워 헤드룸 triggering 조건)은 크게 timer 기반의 triggering과 event 기반의 triggering으로 분류할 수 있다. Timer 기반의 triggering은 periodic timer 기반의 동작과 prohibit timer 기반의 동작으로 또 다시 분류될 수 있다. Periodic timer 기반의 동작에서 단말은, 기지국이 configuration한 periodic timer 간격으로 파워 헤드룸을 전송할 수 있다. 예를 들어, 기지국이 파워 헤드룸에 관련된 periodic timer를 10 ms (10 subframe)로 configuration한 경우, 단말은 periodic timer의 시작부터 10 ms 뒤 (즉, periodic timer가 만료된 시점), 기지국으로 파워 헤드룸 정보를 전송할 수 있다. Prohibit timer 기반의 동작에서 단말은 해당 timer가 구동되는 동안 파워 헤드룸을 전송할 수 없다. 예를 들어 파워 헤드룸에 관련된 prohibit timer가 10 ms (10 subframe)로 기지국으로부터 configuration된 경우, 단말은 prohibit timer가 구동되고 있을 때는 파워 헤드룸 정보를 전송할 수 없으므로, prohibit timer가 만료된 후에 기지국으로 파워 헤드룸 정보를 전송할 수 있다. 한편, event 기반의 파워 헤드룸 정보 전송은, 단말이 마지막 파워 헤드룸 정보를 기지국으로 전송한 시점의 하향링크 경로 감쇄 (pathloss)가 특정 임계값 (dl-PathlossChange) [dB] 이상으로 변경된 경우에 발생한다.

[95] 이와 유사하게, 빔 포밍을 고려한 파워 헤드룸 정보의 전송 조건이 정의될 수 있다. 예를 들어, periodic timer 기반의 동작으로, 파워 헤드룸에 관련된 periodic timer가 x ms (x subframe)로 기지국으로부터 configuration된 경우, 단말은

periodic timer의 시작부터 x ms 뒤 (즉, periodic timer가 만료된 시점), 기지국으로 파워 헤드룸 정보를 전송할 수 있다. Prohibit timer 기반의 동작으로, 파워 헤드룸에 관련된 prohibit timer가 y ms (y subframe)로 기지국으로부터 configuration된 경우, 단말은 prohibit timer가 구동되고 있을 때는 파워 헤드룸 정보를 전송할 수 없으므로, prohibit timer가 만료된 후에 기지국으로 파워 헤드룸 정보를 전송할 수 있다.

- [96] Event 기반의 빔 포밍을 고려한 파워 헤드룸 정보 전송에 대한 조건은 다음과 같이 다양하게 정의될 수 있다.
- [97] 1. 단말이 기지국으로 전송했던 마지막 파워 헤드룸 정보에 포함된 빔들 중 적어도 하나의 빔에 대한 경로 감쇄 (pathloss)가 특정 임계값 이상으로 변경된 경우
- [98] 2. 단말이 기지국으로 전송했던 마지막 파워 헤드룸 정보에 포함된 빔들 중 가장 좋은 빔 (빔의 신호 세기 가장 큰 빔)에 대한 경로 감쇄가 특정 임계값 이상으로 변경된 경우
- [99] 3. 단말이 기지국으로 전송했던 마지막 파워 헤드룸 정보에 포함된 빔들 중 가장 안 좋은 빔 (빔의 신호 세기 가장 작은 빔)에 대한 경로 감쇄가 특정 임계값 이상으로 변경된 경우
- [100] 4. 단말이 기지국으로 전송했던 마지막 파워 헤드룸 정보에 포함된 빔들 중 (빔의 신호 세기가 큰 순으로) X 개 이상의 빔들에 대한 경로 감쇄가 특정 임계값 이상으로 변경된 경우
- [101] 5. 단말이 기지국으로 전송했던 마지막 파워 헤드룸 정보에 포함된 빔들 중 (빔의 신호 세기가 작은 순으로) Y 개 이상의 빔들에 대한 경로 감쇄가 특정 임계값 이상으로 변경된 경우
- [102] 6. 단말이 기지국으로 전송했던 마지막 파워 헤드룸 정보에 포함된 빔들 모두의 경로 감쇄가 특정 임계값 이상으로 변경된 경우
- [103] 7. 단말이 기지국으로 전송했던 마지막 파워 헤드룸 정보에 포함된 빔들의 경로 감쇄에 대한 평균 값이 특정 임계값 이상으로 변경된 경우
- [104] 8. 기지국이 상향링크 혹은 하향링크 빔에 대한 변경을 지시한 후부터 z ms가 지난 경우 (z 는 timer 만료값으로 기지국이 단말에게 RRC Configuration을 통해 정보 제공)
- [105] 9. 기지국이 빔 관리를 위해 configuration한 빔 ID (또는 빔 ID들)와 단말이 측정된 빔 ID (또는 빔 ID들)가 서로 다른 경우
- [106] 10. 단말의 하향링크 빔 측정 보고가 상향링크 제어 채널 (PUCCH)이 아닌 상향링크 데이터 채널 (PUSCH)로 이루어지는 경우
- [107] 또한 위와 같은 조건 하에 단말은 파워 헤드룸 정보 전송을 요청하고 아래와 같이 파워 헤드룸 정보를 전송할 수 있다.
- [108] - 단말이 파워 헤드룸 정보 전송을 요청하고, 이에 대해 기지국이 confirm한 경우 혹은 상향링크 자원을 할당한 경우 단말은 파워 헤드룸 정보를 전송

- [109] - 단말이 파워 헤드룸 정보 전송을 요청하고, 이에 대해 기지국이 특정 빔 혹은 빔들 (혹은 이에 상응하는 레퍼런스 신호 자원 위치, 포트 정보 등)에 대한 파워 헤드룸 정보를 전송할 것을 명령한 경우 단말은 이에 맞춰 파워 헤드룸 정보 전송
- [110] 또한 기지국이 특정 빔 혹은 빔들 (혹은 이에 상응하는 레퍼런스 신호 자원 위치, 포트 정보 등)에 대해 파워 헤드룸 정보를 전송할 것을 직접 명령한 경우 단말은 이에 맞춰 파워 헤드룸 정보를 전송할 수 있다.
- [111] 한편, 종래 LTE 시스템에서는 상향링크 Waveform으로 DFT-S-OFDM (Discrete Fourier Transform -Spread-Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 사용했다. 이와 달리, 5G 통신 시스템에서는 시스템 운용의 유동성 (Flexibility)을 최대화시키기 위해, DFT-S-OFDM과 CP-OFDM (Cyclic Prefix-Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 Waveform으로 모두 사용할 수 있다. 서로 다른 Waveform은 서로 다른 특성을 갖고 있기 때문에, 이러한 점을 고려하여 파워 헤드룸 정보를 구성할 필요가 있다.
- [112] 일 예로, DFT-S-OFDM은 CP-OFDM에 비해 PAPR (Peak-to-Average Power Ratio) 이 낮다. 따라서 CP-OFDM의 높은 PAPR을 지원하기 위해서는 넓은 linear 영역을 갖는 PA (Power Amplifier)가 필요함을 의미하고 이는 단말의 가격을 높일 수 있다. 따라서, 서로 다른 waveform을 동일한 단말에서 동일한 PA를 사용하여 지원하기 위해서는, CP-OFDM을 사용하는 경우 높은 PAPR로 인해, PA의 linear 영역을 벗어나는 신호의 양을 줄이기 위해 송신 전력의 back-off를 수행해야 한다. 이러한 경우, 도 8과 같이 파워 헤드룸 정보에 단말이 CP-OFDM의 사용으로 back-off를 수행한 사실을 포함시킬 수 있다. 보다 구체적으로 도 8에서 P는 해당 파워 헤드룸 정보에 단말이 back-off를 수행했는지의 여부를 알려주는 bit 이다. Back-off가 수행됐다면, P는 '1'로 setting 될 수 있다. 또한 단말이 CP-OFDM의 사용으로 인해 송신 전력의 back-off를 수행했다면, 상기 [수학식 3a], [수학식 3b], 그리고 [수학식 3c]에 명시된 P_{CMAX} 는 \tilde{P}_{CMAX} 로 변경될 수 있다. 이때, $\tilde{P}_{CMAX} = P_{CMAX} - \Delta$ 를 의미하고, Δ 는 단말이 수행한 back-off 값이다.
- [113] 도 9는 본 발명에 따른 단말을 도시한 도면이다.
- [114] 본 발명에 따른 단말은 송수신부(910), 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔에 대한 정보에 기반하여 제2 파워 헤드룸 정보를 전송할지 여부를 결정하고, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송이 결정되는 경우, 기지국으로 상기 제2 파워 헤드룸 정보를 전송하는 제어부(920) 및 저장부(930)를 포함할 수 있다.
- [115]
- [116] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본

발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 즉 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명의 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다. 또한 상기 각각의 실시 예는 필요에 따라 서로 조합되어 운용할 수 있다. 예컨대, 본 발명의 실시예의 일부분들이 서로 조합되어 기지국과 단말이 운용될 수 있다.

- [117] 또한, 본 명세서와 도면에는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 개시하였으며, 비록 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 빔포밍을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말의 파워 헤드룸(power headroom) 정보 전송 방법에 있어서, 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔에 대한 정보에 기반하여 제2 파워 헤드룸 정보를 전송할지 여부를 결정하는 단계; 및
상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송이 결정되는 경우, 기지국으로 상기 제2 파워 헤드룸 정보를 전송하는 단계를 포함하는, 단말의 파워 헤드룸 정보 전송 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 결정단계는, 상기 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔 중에서 신호의 세기가 기설정된 제1 임계값 이상인 적어도 하나의 빔을 포함하는 제1 빔 그룹을 결정하는 단계; 상기 제1 빔 그룹에 속한 각 빔의 경로감쇄(pathloss)값의 변화를 확인하는 단계; 및
상기 경로감쇄값의 변화가 기설정된 문턱값 이상인 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정하는 단계를 포함하는, 단말의 파워 헤드룸 정보 전송 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 결정단계는, 상기 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔 중에서 신호의 세기가 기설정된 제2 임계값 이하인 적어도 하나의 빔을 포함하는 제2 빔 그룹을 결정하는 단계; 상기 제2 빔 그룹에 속한 각 빔의 경로감쇄값의 변화를 확인하는 단계; 및
상기 경로감쇄값의 변화가 상기 문턱값 이상인 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정하는 단계를 포함하는, 단말의 파워 헤드룸 정보 전송 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 결정단계는, 상기 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔의 경로감쇄값에 대한 평균값을 결정하는 단계; 상기 평균값의 변화를 확인하는 단계; 및
상기 평균값의 변화가 상기 문턱값 이상인 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정하는 단계를 포함하는, 단말의 파워 헤드룸 정보 전송 방법.

- [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 결정단계는,
 기지국으로부터 빔 측정을 위한 빔의 인덱스 정보를 포함하는
 설정정보를 수신하는 단계;
 상기 설정정보에 기반하여 빔을 측정하는 단계; 및
 상기 측정된 빔의 인덱스 정보와 상기 설정정보에 포함되어 있는
 빔의 인덱스 정보가 서로 다른 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의
 전송을 결정하는 단계를 포함하는,
 단말의 파워 헤드룸 정보 전송 방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
 상기 결정단계는,
 기지국으로부터 빔 변경을 위한 메시지를 수신하는 단계; 및
 상기 메시지를 수신한 이후 경과시간이 기설정된 기준값을
 초과하는 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정하는
 단계를 포함하는,
 단말의 파워 헤드룸 정보 전송 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
 상기 전송단계는,
 기설정된 포맷을 이용하여 상기 기지국으로 상기 제2 파워 헤드룸
 정보를 전송하는 것을 특징으로 하며,
 상기 기설정된 포맷은 각 빔의 인덱스 정보와 각 빔에 대한 파워
 헤드룸 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는,
 단말의 파워 헤드룸 정보 전송 방법.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
 상기 기설정된 포맷은 상기 단말의 송신 전력을 낮추기 위한
 백오프(back-off) 동작의 수행 여부를 지시하는 지시자 정보를
 포함하는 것을 특징으로 하는,
 단말의 파워 헤드룸 정보 전송 방법.
- [청구항 9] 빔포밍을 지원하는 무선 통신 시스템의 단말에 있어서,
 송수신부; 및
 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔에 대한 정보에
 기반하여 제2 파워 헤드룸 정보를 전송할지 여부를 결정하고, 상기
 제2 파워 헤드룸 정보의 전송이 결정되는 경우, 기지국으로 상기
 제2 파워 헤드룸 정보를 전송하는 제어부를 포함하는,
 단말.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
 상기 제어부는,
 상기 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔 중에서 신호의

세기가 기설정된 제1 임계값 이상인 적어도 하나의 빔을 포함하는 제1 빔 그룹을 결정하고, 상기 제1 빔 그룹에 속한 각 빔의 경로감쇄(pathloss)값의 변화를 확인하며, 상기 경로감쇄값의 변화가 기설정된 문턱값 이상인 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정하는 것을 특징으로 하는, 단말.

[청구항 11]

제9항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔 중에서 신호의 세기가 기설정된 제2 임계값 이하인 적어도 하나의 빔을 포함하는 제2 빔 그룹을 결정하고, 상기 제2 빔 그룹에 속한 각 빔의 경로감쇄값의 변화를 확인하며, 상기 경로감쇄값의 변화가 상기 문턱값 이상인 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정하는 것을 특징으로 하는, 단말.

[청구항 12]

제9항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 제1 파워 헤드룸 정보에 포함되어 있는 각 빔의 경로감쇄값에 대한 평균값을 결정하고, 상기 평균값의 변화를 확인하며, 상기 평균값의 변화가 상기 문턱값 이상인 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정하는 것을 특징으로 하는, 단말.

[청구항 13]

제9항에 있어서,
상기 제어부는,
기지국으로부터 빔 측정을 위한 빔의 인덱스 정보를 포함하는 설정정보를 수신하도록 상기 송수신부를 제어하고, 상기 설정정보에 기반하여 빔을 측정하며, 상기 측정된 빔의 인덱스 정보와 상기 설정정보에 포함되어 있는 빔의 인덱스 정보가 서로 다른 경우, 상기 제2 파워 헤드룸 정보의 전송을 결정하는 것을 특징으로 하는, 단말.

[청구항 14]

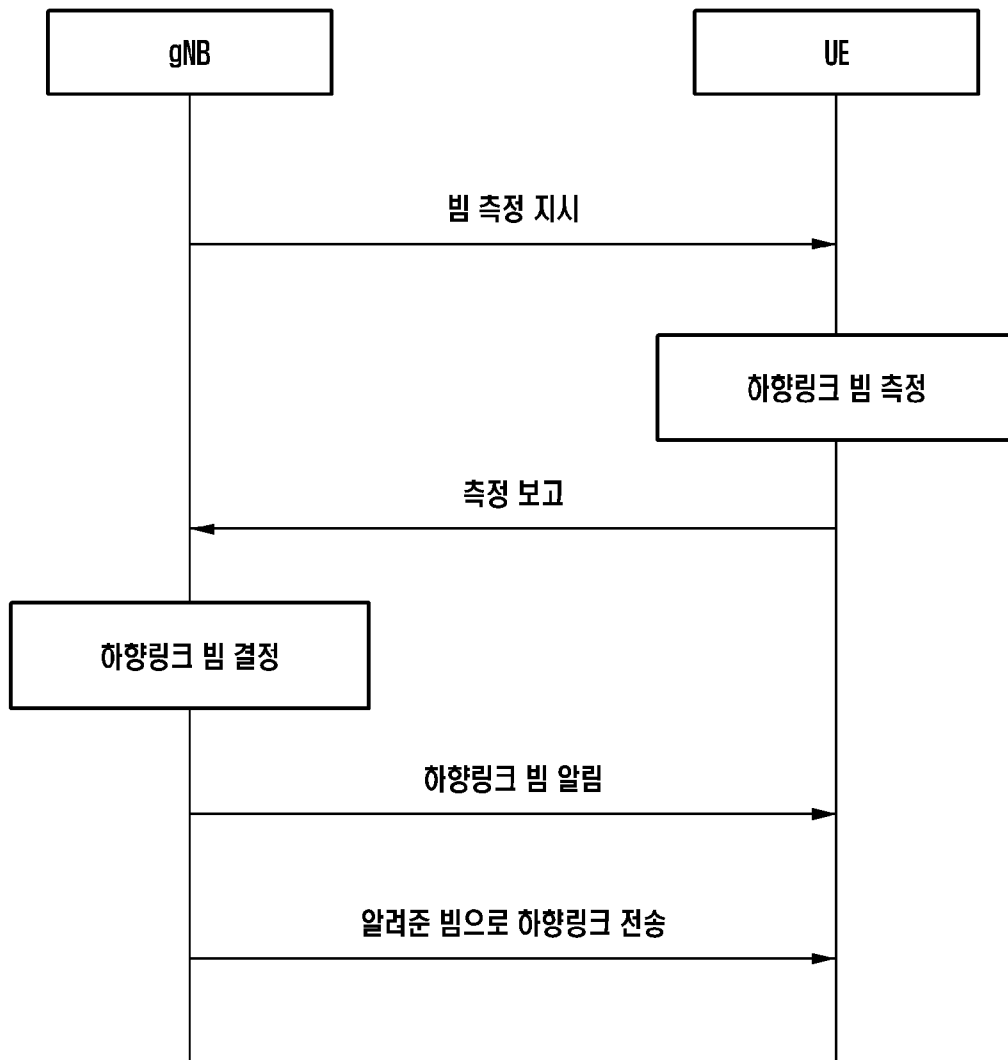
제9항에 있어서,
상기 제어부는 기설정된 포맷을 이용하여 상기 기지국으로 상기 제2 파워 헤드룸 정보를 전송하며, 상기 기설정된 포맷은 각 빔의 인덱스 정보와 각 빔에 대한 파워 헤드룸 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는, 단말.

[청구항 15]

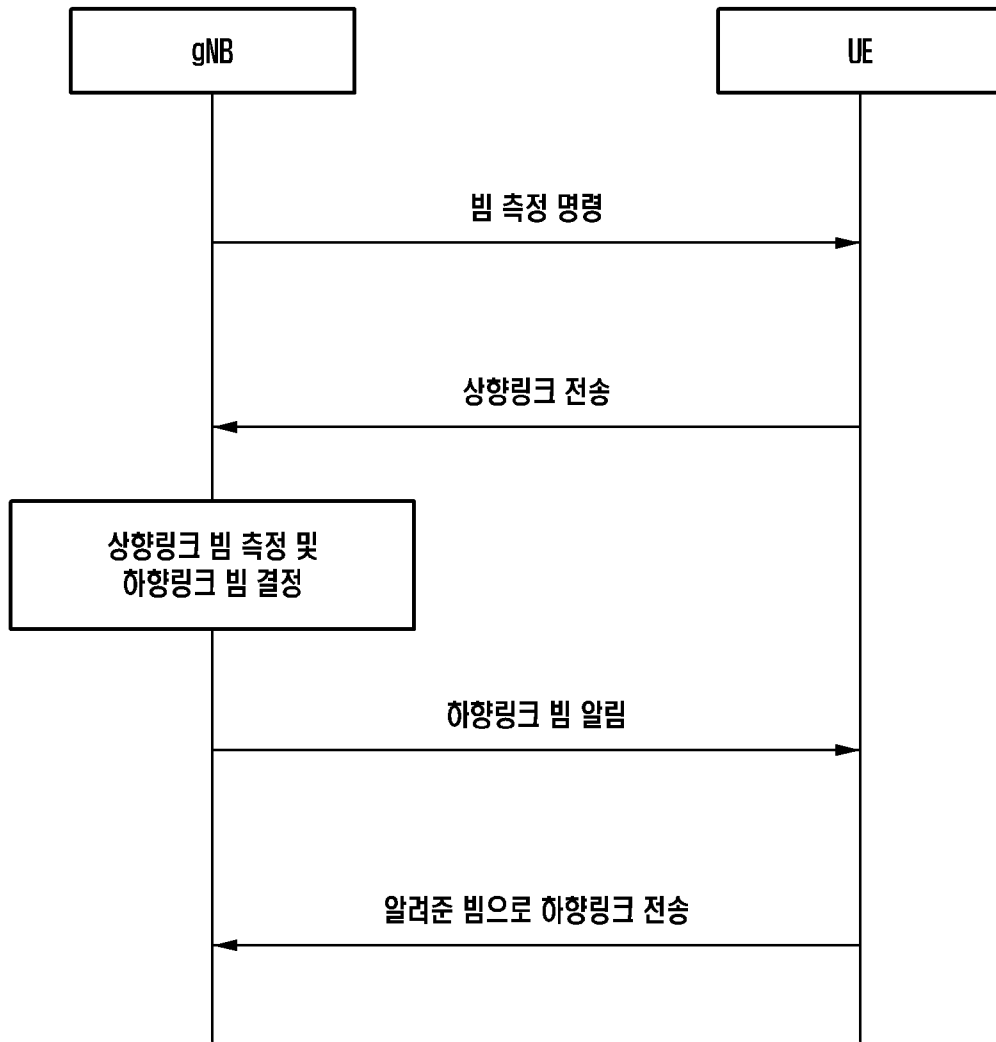
제14항에 있어서,

상기 기설정된 포맷은 상기 단말의 송신 전력을 낮추기 위한 백오프(back-off) 동작의 수행 여부를 지시하는 지시자 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는, 단말.

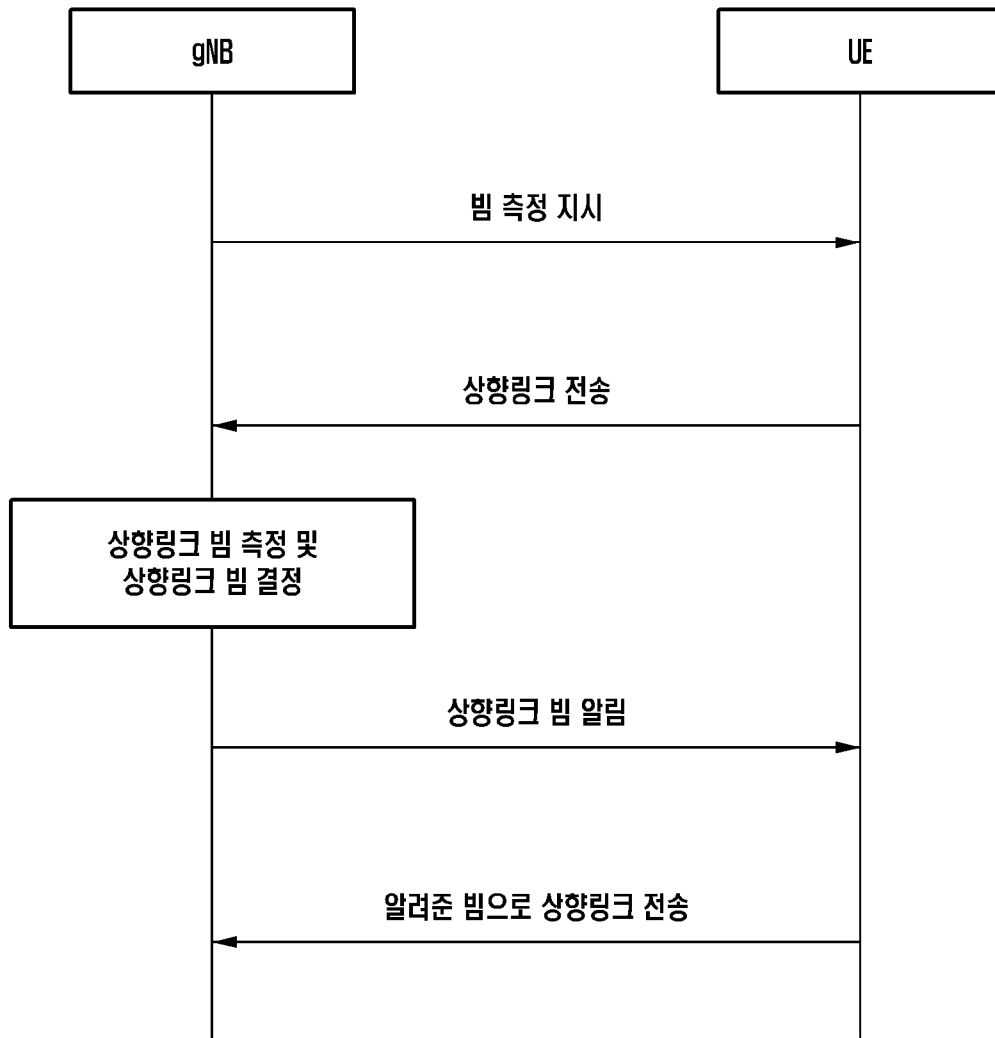
[Fig. 1]



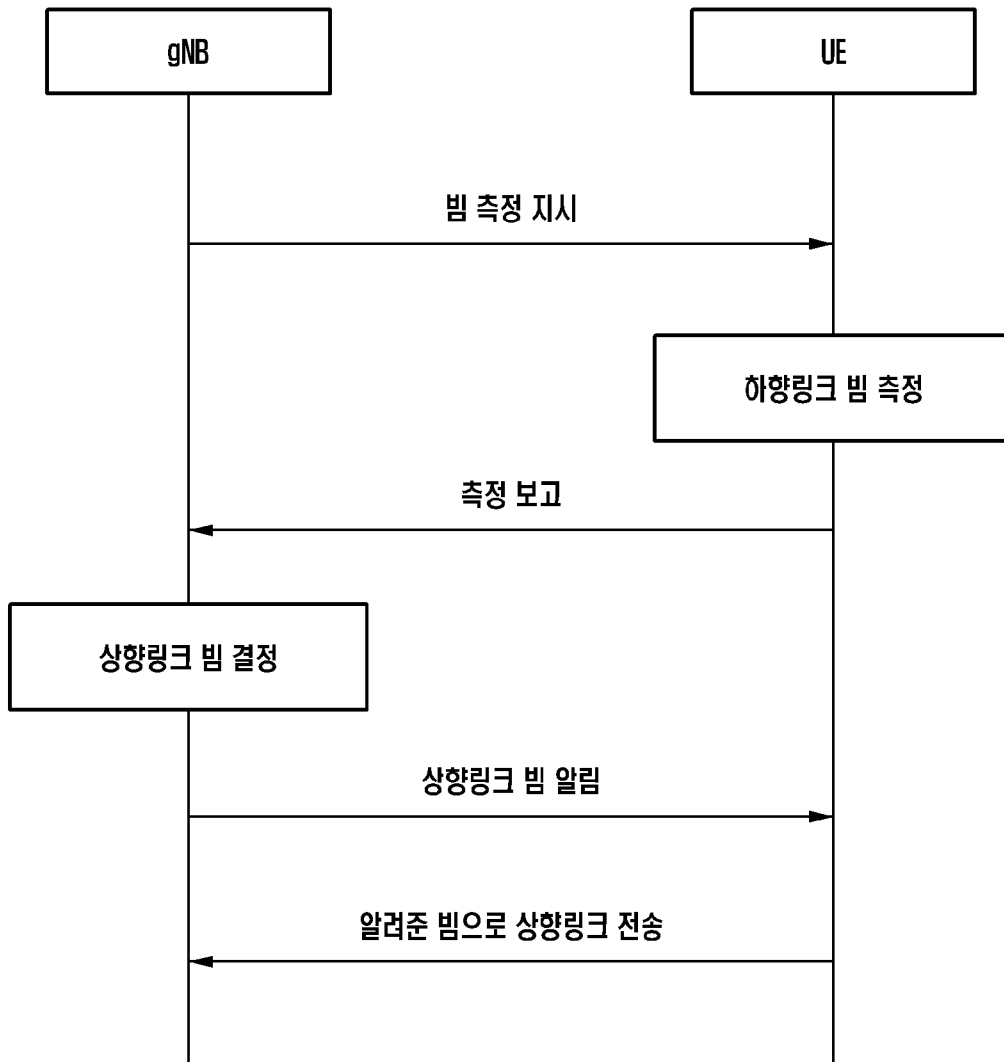
[Fig. 2]



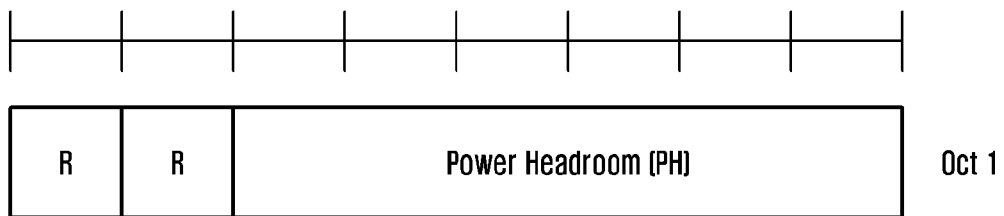
[Fig. 3]



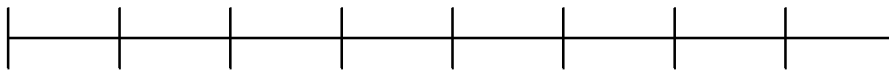
[Fig. 4]



[Fig. 5a]



[Fig. 5b]

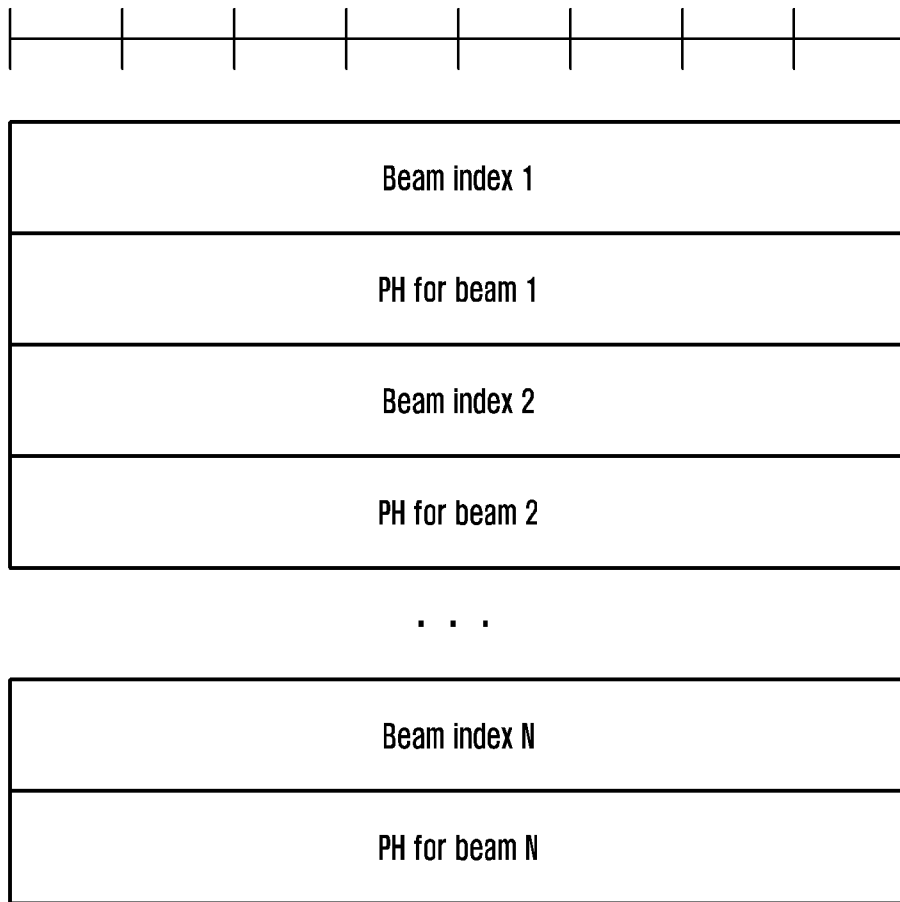


C ₇	C ₆	C ₅	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁	R
P	V	PH (Type 2, PCell)					
R	R	P _{C_{MAX,C} 1}					
P	V	PH (Type 1, PCell)					
R	R	P _{C_{MAX,C} 2}					
P	V	PH (Type 1, SCell 1)					
R	R	P _{C_{MAX,C} 3}					

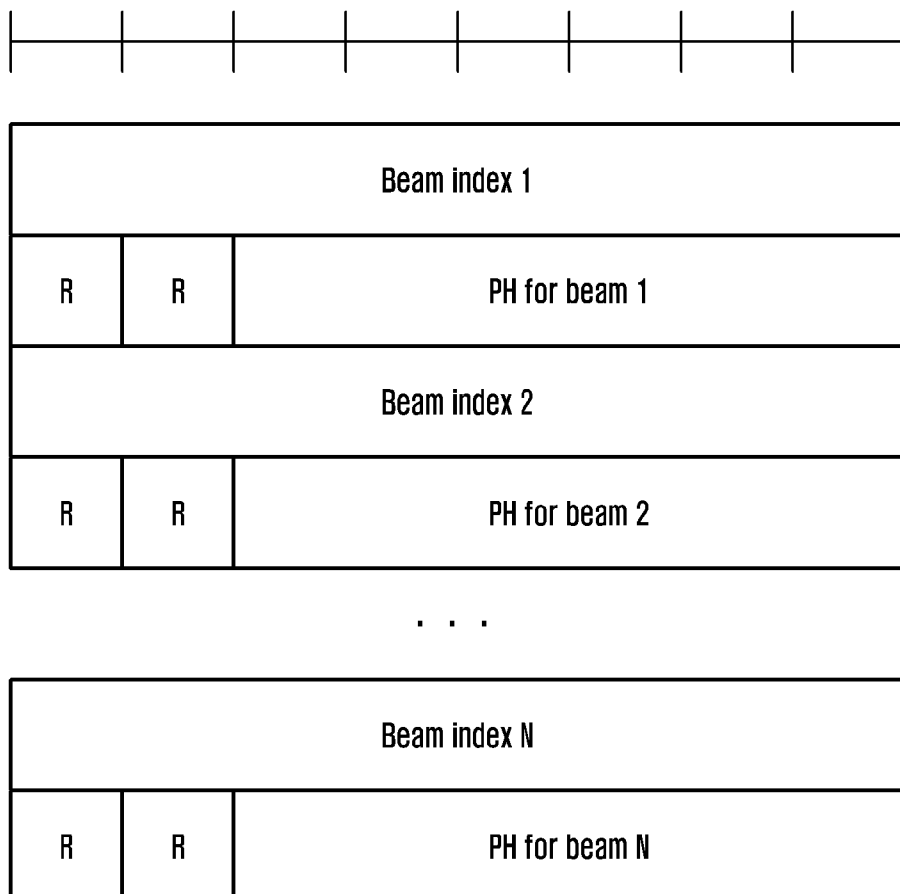
...

P	V	PH (Type 1, SCell n)					
R	R	P _{C_{MAX,C} m}					

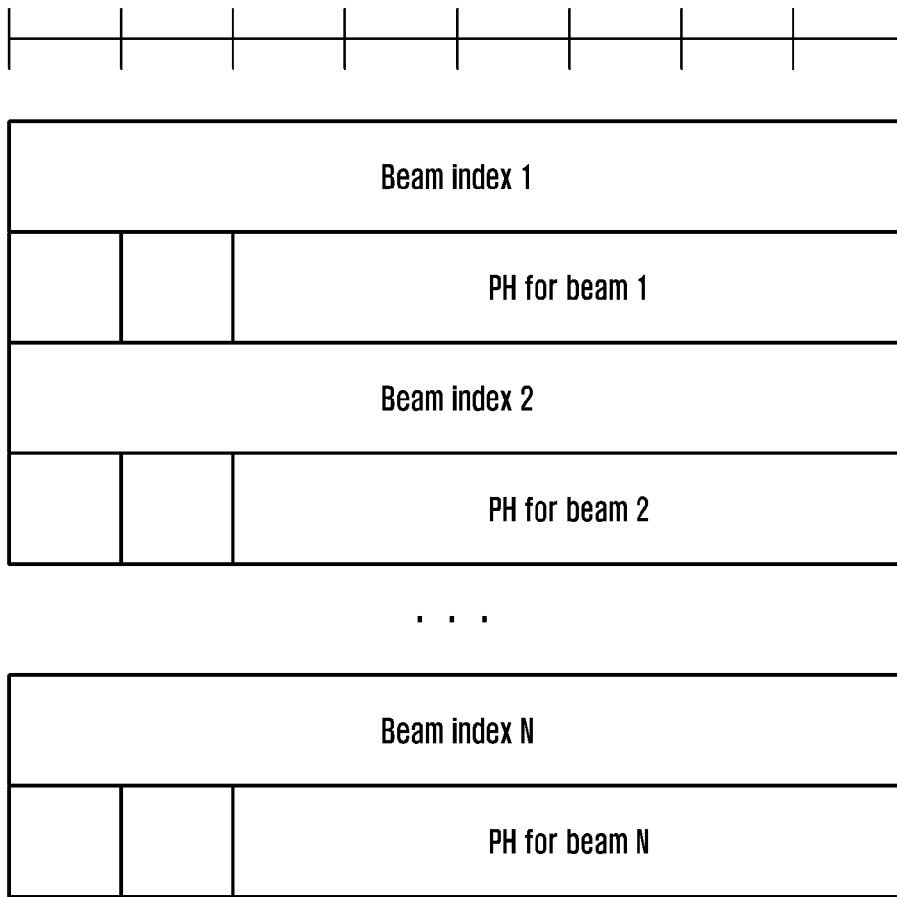
[Fig. 6a]



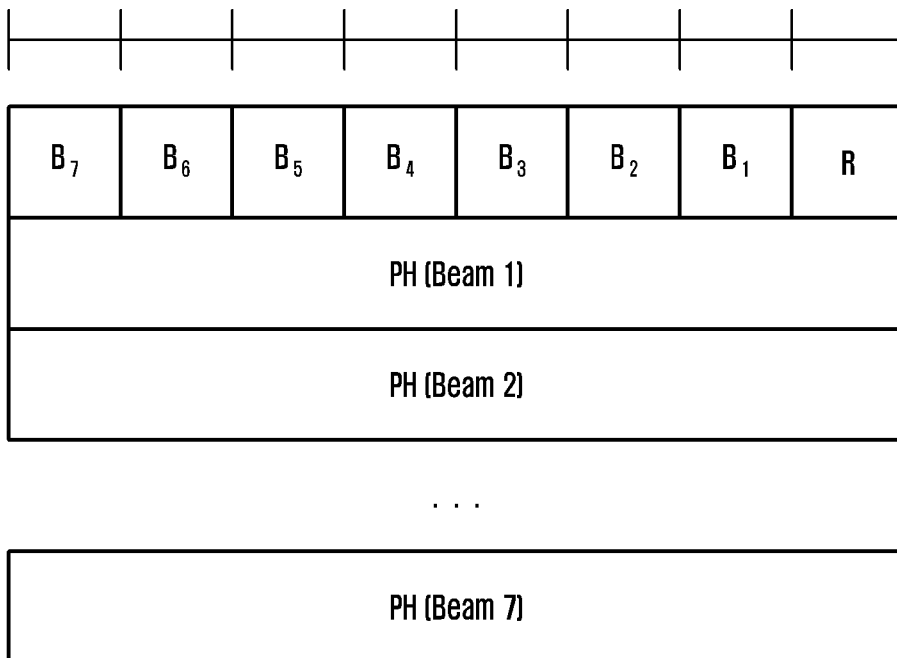
[Fig. 6b]



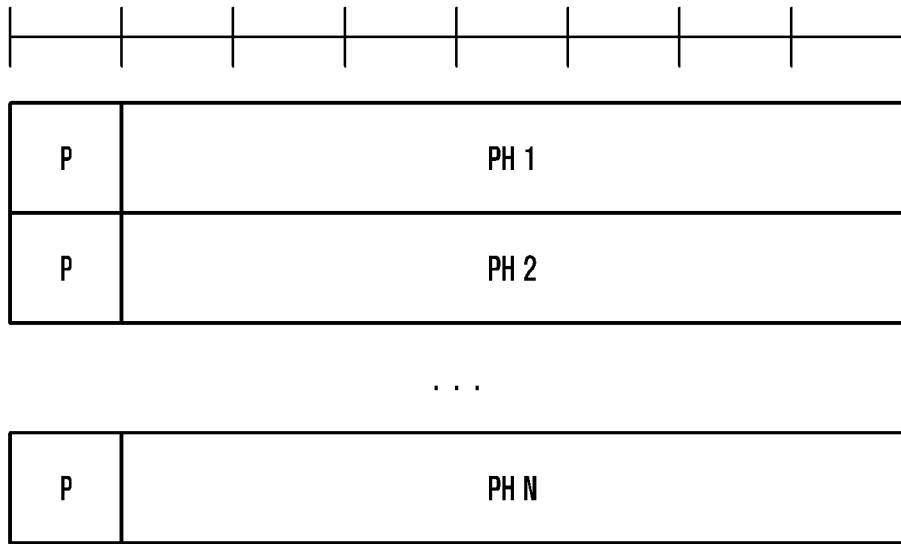
[Fig. 6c]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/003378

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 52/36(2009.01)i, H04W 24/02(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W 52/36; H04B 7/26; H04W 72/12; H04J 11/00; H04W 52/14; H04W 24/10; H04B 7/04; H04W 24/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: terminal, base station, first power headroom, second power headroom, beam forming

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2011-0002067 A (NORTEL NETWORKS LIMITED) 06 January 2011 See paragraphs [0026]-[0027]; and figure 4.	1-15
A	KR 10-2012-0068953 A (LG ELECTRONICS INC.) 27 June 2012 See paragraphs [0117]-[0120]; claim 1; and figure 8.	1-15
A	"3GPP; TSG RAN; Physical Layer; Measurements (FDD) (Release 13)", 3GPP TS 25.215 V13.1.0, 30 June 2016 See section 5.1.14.	1-15
A	WO 2015-152589 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 08 October 2015 See paragraphs [418]-[420]; and figure 16.	1-15
A	KR 10-2013-0087036 A (QUALCOMM INCORPORATED) 05 August 2013 See paragraph [0059]; and figure 7.	1-15
A	US 2010-0120446 A1 (GAAL, Peter) 13 May 2010 See paragraphs [0042]-[0048]; claims 32, 40.	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 AUGUST 2018 (13.08.2018)

Date of mailing of the international search report

13 AUGUST 2018 (13.08.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2018/003378

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date		
KR 10-2011-0002067 A	06/01/2011	CN 102017487 A	13/04/2011		
		CN 102017487 B	05/03/2014		
		CN 102017524 A	13/04/2011		
		CN 102017524 B	02/04/2014		
		CN 103716110 A	09/04/2014		
		CN 103716110 B	15/06/2016		
		EP 2272191 A1	12/01/2011		
		EP 2272191 A4	26/11/2014		
		EP 2272210 A1	12/01/2011		
		EP 2272210 A4	01/06/2011		
		EP 2272210 B1	26/12/2012		
		JP 05410509 B2	05/02/2014		
		JP 05571067 B2	13/08/2014		
		JP 2011-524106 A	25/08/2011		
		JP 2011-525060 A	08/09/2011		
		KR 10-1522059 B1	20/05/2015		
		KR 10-1597377 B1	25/02/2016		
		US 2011-0019768 A1	27/01/2011		
		US 2011-0034206 A1	10/02/2011		
		US 2012-0207114 A1	16/08/2012		
		US 2013-0182665 A1	18/07/2013		
		US 8514957 B2	20/08/2013		
		US 9161335 B2	13/10/2015		
		US 9392578 B2	12/07/2016		
		WO 2009-134742 A1	05/11/2009		
		WO 2009-134747 A1	05/11/2009		
		KR 10-2012-0068953 A	27/06/2012	CN 102742331 A	17/10/2012
				CN 102742331 B	26/08/2015
				EP 2503830 A2	26/09/2012
				EP 2503830 A4	29/07/2015
				KR 10-1366335 B1	12/03/2014
				KR 10-1435858 B1	01/09/2014
				KR 10-1672285 B1	03/11/2016
US 2013-0051259 A1	28/02/2013				
US 2013-0250889 A1	26/09/2013				
US 2013-0250890 A1	26/09/2013				
US 2013-0258980 A1	03/10/2013				
US 2015-0304967 A1	22/10/2015				
US 2016-0262119 A1	08/09/2016				
US 2017-0188315 A1	29/06/2017				
US 8462705 B2	11/06/2013				
US 9094925 B2	28/07/2015				
US 9094926 B2	28/07/2015				
US 9107176 B2	11/08/2015				
US 9363771 B2	07/06/2016				
US 9629106 B2	18/04/2017				
US 9918287 B2	13/03/2018				
WO 2011-122910 A2	06/10/2011				

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2018/003378

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		WO 2011-122910 A3	02/02/2012
WO 2015-152589 A1	08/10/2015	CN 106465300 A	22/02/2017
		EP 3128791 A1	08/02/2017
		EP 3128791 A4	08/11/2017
		JP 2017-515367 A	08/06/2017
		KR 10-2016-0141728 A	09/12/2016
		US 2017-0019864 A1	19/01/2017
		US 2017-0325181 A1	09/11/2017
		US 9756583 B2	05/09/2017
		US 9918286 B2	13/03/2018
KR 10-2013-0087036 A	05/08/2013	CN 103270798 A	28/08/2013
		CN 103270798 B	12/04/2017
		EP 2638750 A1	18/09/2013
		EP 2638750 B1	20/07/2016
		EP 2642804 A1	25/09/2013
		EP 2642804 B1	06/01/2016
		EP 2642805 A1	25/09/2013
		EP 2642805 B1	17/12/2014
		ES 2533190 T3	08/04/2015
		ES 2567295 T3	21/04/2016
		ES 2599649 T3	02/02/2017
		JP 05694553 B2	01/04/2015
		JP 2014-500665 A	09/01/2014
		KR 10-1564277 B1	30/10/2015
		US 2012-0115537 A1	10/05/2012
		US 9084209 B2	14/07/2015
		WO 2012-064872 A1	18/05/2012
US 2010-0120446 A1	13/05/2010	BR P10921525 A2	29/05/2018
		CN 102273303 A	07/12/2011
		CN 102273303 B	09/04/2014
		EP 2356871 A1	17/08/2011
		EP 2356871 B1	12/08/2015
		ES 2552314 T3	27/11/2015
		JP 05442750 B2	12/03/2014
		JP 2012-508527 A	05/04/2012
		KR 10-1341031 B1	12/12/2013
		KR 10-2011-0084311 A	21/07/2011
		TW 201032654 A	01/09/2010
		TW 1400977 B	01/07/2013
		US 8606289 B2	10/12/2013
		WO 2010-054364 A1	14/05/2010

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
H04W 52/36(2009.01)i, H04W 24/02(2009.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H04W 52/36; H04B 7/26; H04W 72/12; H04J 11/00; H04W 52/14; H04W 24/10; H04B 7/04; H04W 24/02

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 단말, 기지국, 제1 파워 헤드룸(power headroom), 제2 파워 헤드룸, 빔포밍

C. 관련 문헌

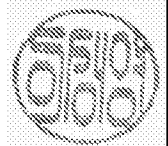
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2011-0002067 A (노텔 네트워크 리미티드) 2011.01.06 단락 [0026]-[0027]; 및 도면 4 참조.	1-15
A	KR 10-2012-0068953 A (엘지전자 주식회사) 2012.06.27 단락 [0117]-[0120]; 청구항 1; 및 도면 8 참조.	1-15
A	`3GPP; TSG RAN; Physical layer; Measurements (FDD) (Release 13)`, 3GPP TS 25.215 V13.1.0, 2016.06.30 섹션 5.1.14 참조.	1-15
A	WO 2015-152589 A1 (엘지전자 주식회사) 2015.10.08 단락 [418]-[420]; 및 도면 16 참조.	1-15
A	KR 10-2013-0087036 A (켈컴 인코포레이티드) 2013.08.05 단락 [0059]; 및 도면 7 참조.	1-15
A	US 2010-0120446 A1 (GAAL PETER) 2010.05.13 단락 [0042]-[0048]; 청구항 32, 40.	1-15

추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:
 “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
 “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
 “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일 2018년 08월 13일 (13.08.2018)	국제조사보고서 발송일 2018년 08월 13일 (13.08.2018)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 이성영 전화번호 +82-42-481-3535
---	------------------------------------



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일		
KR 10-2011-0002067 A	2011/01/06	CN 102017487 A	2011/04/13		
		CN 102017487 B	2014/03/05		
		CN 102017524 A	2011/04/13		
		CN 102017524 B	2014/04/02		
		CN 103716110 A	2014/04/09		
		CN 103716110 B	2016/06/15		
		EP 2272191 A1	2011/01/12		
		EP 2272191 A4	2014/11/26		
		EP 2272210 A1	2011/01/12		
		EP 2272210 A4	2011/06/01		
		EP 2272210 B1	2012/12/26		
		JP 05410509 B2	2014/02/05		
		JP 05571067 B2	2014/08/13		
		JP 2011-524106 A	2011/08/25		
		JP 2011-525060 A	2011/09/08		
		KR 10-1522059 B1	2015/05/20		
		KR 10-1597377 B1	2016/02/25		
		US 2011-0019768 A1	2011/01/27		
		US 2011-0034206 A1	2011/02/10		
		US 2012-0207114 A1	2012/08/16		
		US 2013-0182665 A1	2013/07/18		
		US 8514957 B2	2013/08/20		
		US 9161335 B2	2015/10/13		
		US 9392578 B2	2016/07/12		
		WO 2009-134742 A1	2009/11/05		
		WO 2009-134747 A1	2009/11/05		
		KR 10-2012-0068953 A	2012/06/27	CN 102742331 A	2012/10/17
				CN 102742331 B	2015/08/26
				EP 2503830 A2	2012/09/26
				EP 2503830 A4	2015/07/29
				KR 10-1366335 B1	2014/03/12
				KR 10-1435858 B1	2014/09/01
				KR 10-1672285 B1	2016/11/03
US 2013-0051259 A1	2013/02/28				
US 2013-0250889 A1	2013/09/26				
US 2013-0250890 A1	2013/09/26				
US 2013-0258980 A1	2013/10/03				
US 2015-0304967 A1	2015/10/22				
US 2016-0262119 A1	2016/09/08				
US 2017-0188315 A1	2017/06/29				
US 8462705 B2	2013/06/11				
US 9094925 B2	2015/07/28				
US 9094926 B2	2015/07/28				
US 9107176 B2	2015/08/11				
US 9363771 B2	2016/06/07				
US 9629106 B2	2017/04/18				
US 9918287 B2	2018/03/13				
WO 2011-122910 A2	2011/10/06				

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		WO 2011-122910 A3	2012/02/02
WO 2015-152589 A1	2015/10/08	CN 106465300 A EP 3128791 A1 EP 3128791 A4 JP 2017-515367 A KR 10-2016-0141728 A US 2017-0019864 A1 US 2017-0325181 A1 US 9756583 B2 US 9918286 B2	2017/02/22 2017/02/08 2017/11/08 2017/06/08 2016/12/09 2017/01/19 2017/11/09 2017/09/05 2018/03/13
KR 10-2013-0087036 A	2013/08/05	CN 103270798 A CN 103270798 B EP 2638750 A1 EP 2638750 B1 EP 2642804 A1 EP 2642804 B1 EP 2642805 A1 EP 2642805 B1 ES 2533190 T3 ES 2567295 T3 ES 2599649 T3 JP 05694553 B2 JP 2014-500665 A KR 10-1564277 B1 US 2012-0115537 A1 US 9084209 B2 WO 2012-064872 A1	2013/08/28 2017/04/12 2013/09/18 2016/07/20 2013/09/25 2016/01/06 2013/09/25 2014/12/17 2015/04/08 2016/04/21 2017/02/02 2015/04/01 2014/01/09 2015/10/30 2012/05/10 2015/07/14 2012/05/18
US 2010-0120446 A1	2010/05/13	BR PI0921525 A2 CN 102273303 A CN 102273303 B EP 2356871 A1 EP 2356871 B1 ES 2552314 T3 JP 05442750 B2 JP 2012-508527 A KR 10-1341031 B1 KR 10-2011-0084311 A TW 201032654 A TW I400977 B US 8606289 B2 WO 2010-054364 A1	2018/05/29 2011/12/07 2014/04/09 2011/08/17 2015/08/12 2015/11/27 2014/03/12 2012/04/05 2013/12/12 2011/07/21 2010/09/01 2013/07/01 2013/12/10 2010/05/14