

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호
WO 2017/014510 A1

(43) 국제공개일
2017년 1월 26일 (26.01.2017)

- (51) 국제특허분류:
H04W 52/36 (2009.01) H04W 52/42 (2009.01)
H04W 52/24 (2009.01) H04W 52/14 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/007765
- (22) 국제출원일: 2016년 7월 15일 (15.07.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
62/193,849 2015년 7월 17일 (17.07.2015) US
62/200,930 2015년 8월 4일 (04.08.2015) US
62/207,619 2015년 8월 20일 (20.08.2015) US
62/245,538 2015년 10월 23일 (23.10.2015) US
- (71) 출원인: 삼성전자 주식회사 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) [KR/KR]; 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 오진영 (OH, Jin-Young); 06298 서울시 강남구 언주로 123, 3동 603호, Seoul (KR). 최승훈 (CHOI,

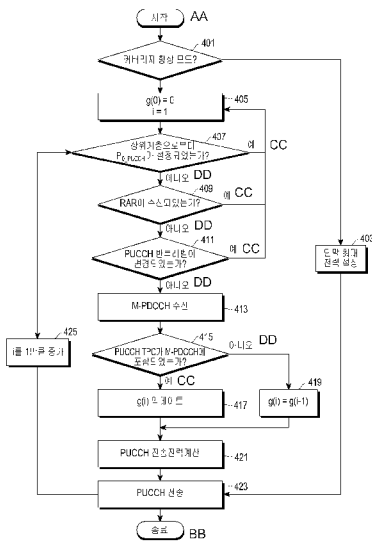
Seung-Hoon); 13641 경기도 성남시 수정구 위례순환로 150 래미안위례아파트 3403동 1502호, Gyeonggi-do (KR). **곽영우 (KWAK, Young-Woo)**; 16514 경기도 수원시 영통구 센트럴파크로 34 광고센트럴타운 62단지 아파트 6209동 1402호, Gyeonggi-do (KR). **노훈동 (NOH, Hoon-Dong)**; 16698 경기도 수원시 영통구 영통로 290번길 26 벽적골 주공아파트 834동 503호, Gyeonggi-do (KR). **김동한 (KIM, Dong-Han)**; 18107 경기도 오산시 수목원로 615 잔다리마을 1단지아파트 107동 703호, Gyeonggi-do (KR). **신철규 (SHIN, Cheol-Kyu)**; 16516 경기도 수원시 영통구 광고호수공원로 45호반베르디움아파트 1010동 904호, Gyeonggi-do (KR). **김윤선 (KIM, Youn-Sun)**; 13599 경기도 성남시 분당구 내정로 186 파크타운 대림아파트 103동 803호, Gyeonggi-do (KR). **노상민 (RO, Sang-Min)**; 06102 서울시 강남구 언주로 608 양지아파트 A동 505호, Seoul (KR).

(74) 대리인: 이진주 (LEE, Keon-Joo) 등; 03079 서울시 종로구 대학로 9길 16 미화빌딩, Seoul (KR).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TRANSMITTING SIGNAL IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

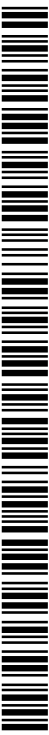
(54) 발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 신호 전송 방법 및 장치



401 ... Is it coverage enhancement mode?
 403 ... Set terminal maximum power
 407 ... Has P_u, P_d, P_e been set from an upper layer?
 409 ... Has RAR been received?
 411 ... Has PUCCH repetition level been changed?
 413 ... Receive M-PDCCH
 415 ... IS PUCCH TPC included in M-PDCCH?
 417 ... Update g(i)
 421 ... Calculate PUCCH transmission power
 423 ... Transmit PUCCH
 425 ... Increase i up to 1
 AA ... Start
 BB ... End
 CC ... Yes
 DD ... No

(57) Abstract: Disclosed are a communication technique for merging, with IoT technology, a 5G communication system for supporting a data transmission rate higher than that of a 4G system, and a system therefor. The disclosed technique and system can be applied to intelligent services (for example, smart home, smart building, smart city, smart car or connected car, health care, digital education, retailing, security and safety related services, and the like) on the basis of 5G communication technology and IoT related technology. A method for controlling uplink transmission power of a terminal in a wireless communication system comprises the steps of: initializing a power control adjustment value when a repetition level for a coverage enhancement mode is changed; updating the power control adjustment value according to a transmission power control (TPC) command received from a base station; calculating uplink transmission power on the basis of the updated power control adjustment value and the repetition level; and transmitting uplink data or control information by the calculated uplink transmission power.

(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. 무선 통신 시스템에서 단말의 상향링크 전송 전력을 제어하는 방법은, 커버리지 향상 모드를 위한 반복 레벨이 변경된 경우, 전력 제어 조정값을 초기화하는 과정, 기지국으로부터 수신되는 전송 전력 제어 (TPC) 명령에 따라 상기 전력 제어 조정값을 업데이트하는 과정, 상기 업데이트된 전력 제어 조정값 및 상기 반복 레벨에 기초하여 상향링크 전송 전력을 계산하는 과정, 상기 계산된 상향링크 전송 전력으로 상향링크 데이터 또는 제어 정보를 전송하는 과정을 포함한다.



WO 2017/014510 A1



(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, 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 역내 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 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 신호 전송 방법 및 장치 기술분야

- [1] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 채널 상태를 피드백하고 커버리지 향상을 위해 상향링크 전력을 제어하는 단말의 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] 무선 통신 시스템은 초기의 음성 위주의 서비스를 제공하던 것에서 벗어나 3GPP(3rd generation partnership projection)의 HSPA(High Speed Packet Access), LTE(Long Term Evolution) 혹은 E-UTRA (Evolved Universal Terrestrial Radio Access), 3GPP2의 HRPD(High Rate Packet Data), UMB(Ultra Mobile Broadband), 및 IEEE의 802.16e 등의 통신 표준과 같이 고속, 고품질의 패킷 데이터 서비스를 제공하는 광대역 무선 통신 시스템으로 발전하고 있다.
- [6] 상기 광대역 무선 통신 시스템의 대표적인 예인, LTE 시스템은 하향링크(Downlink)에서 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식을 채용하고 있고, 상향링크(Uplink)에서 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 방식을 채용하고 있다. 상기와 같은 다중 접속 방식(multiple access scheme)은, 통상 각 사용자 별로 데이터 혹은 제어정보를 실어 보낼 시간-주파수 자원들이 서로 겹치지 않도록, 즉 직교성(Orthogonality)이 성립하도록, 할당 및 운용함으로써 각 사용자의 데이터 혹은 제어정보를 구분한다.
- [7] LTE 시스템은 초기 전송에서 복호가 실패하면, 물리 계층에서 해당 데이터를 재전송하는 HARQ (Hybrid Automatic Repeat reQuest) 방식을 채용하고 있다. HARQ 방식이란 수신기가 데이터를 정확하게 디코딩하지 못한 경우, 상기 수신기가 송신기에게 디코딩 실패를 알리는 정보(NACK : Negative Acknowledgement)를 전송하여 상기 송신기가 물리 계층에서 해당 데이터를 재전송하는 방식이다. 상기 수신기는 상기 송신기가 재전송한 데이터를 기존에 디코딩에 실패한 데이터와 결합함으로써 데이터의 수신성능을 높일 수 있다. 또한, 상기 수신기가 데이터를 정확하게 복호한 경우 상기 수신기는 상기 송신기에게 디코딩의 성공을 알리는 정보(ACK; Acknowledgement)를 전송하여 상기 송신기가 새로운 데이터를 전송할 수 있도록 할 수 있다.
- [8] 또한 LTE 시스템은 하향링크의 수신 성능을 향상시키기 위해 채널 상태에

따라 단말에게 자원을 할당하는 방식을 채용하고 있다. 기지국은 상기 단말의 채널 상태에 따라 자원을 할당하기 위해 하향링크에 채널 상태 정보 기준신호(Channel state information-reference signal: CSI-RS)를 전송한다. 상기 단말은 상기 CSI-RS를 기반으로 채널 품질 정보(Channel quality information: CQI)을 측정하고 상기 CQI를 상기 기지국으로 전송한다. 상기 기지국은 상기 CQI를 기반으로 상기 단말에게 최적의 주파수 자원을 할당할 수 있다.

- [9] 전술한 바와 같이 동작하는 LTE 및 LTE-A 시스템은 일부 기능이 제한되어 저비용 및 낮은 복잡도를 갖는 단말(low-cost/low-complexity UE)을 지원할 수 있다. Low-cost 단말은 원격검침, 방법, 물류 등의 서비스를 주요 목적으로 하는 기계형 통신(Machine Type Communication: MTC) 혹은 기계 대 기계(Machine to Machine: M2M) 서비스에 적합할 것으로 예상된다. 또한 저가의 기계형 통신 단말(이하 low-cost MTC UE)은 셀룰러 기반 사물인터넷 (IoT; Internet of Things)을 실현할 수 있는 수단으로 기대된다.
- [10] Low-cost MTC 단말은 MTC/M2M 서비스 또는 사물 인터넷 서비스의 특성에 따라, 적은 이동성을 가지는 반면 사람이 도달하지 못하는 건물의 지하나 음영지역에서 동작할 수도 있기 때문에 기존 단말 대비 커버리지 향상이 필요하다. 또한, 상기와 같이 단말이 건물의 지하나 음영지역에 위치하지 않더라도 저비용 및 낮은 복잡도와 같은 요구 사양을 만족하기 위해 단말의 안테나 수나 단말의 기능이 제한되는 경우 수신 성능이 열화되기 때문에, 이를 보상하기 위한 커버리지 향상이 필요할 수 있다.
- [11] 이에 따라 상기 Low-cost MTC 단말과 같이 커버리지 향상을 필요로 하는 단말을 위한 새로운 기술을 개발할 필요가 발생하게 되었다.
- [12] 전술한 바와 같이, LTE, UMB, 802.16m 등의 현존하는 3세대 진화 이동통신 시스템은 multi-carrier multiple access 방식을 기반으로 하고 있으며, 전송 효율을 개선하기 위해 Multiple Input Multiple Output (MIMO, 다중 안테나)를 적용하고 빔포밍(beam-forming), 적응 변조 및 부호(Adaptive Modulation and Coding, AMC) 방법과 채널 감응 스케줄링(channel sensitive scheduling) 방법 등의 다양한 기술을 이용하는 특징을 갖고 있다. 상기의 여러 가지 기술들은 채널 품질(channel quality) 등에 따라 여러 안테나로부터 송신하는 전송 전력을 집중하거나 전송하는 데이터 양을 조절하고, 채널 품질이 좋은 사용자에게 선택적으로 데이터를 전송하는 등의 방법을 통해 전송 효율을 개선하여 시스템 용량 성능을 개선시킨다. 이러한 기법들은 대부분이 기지국(eNB: evolved Node B, BS: Base Station)과 단말(UE: User Equipment, MS: Mobile Station) 사이의 채널 상태 정보를 바탕으로 동작하기 때문에, eNB 또는 UE은 상기 기지국과 상기 단말 사이의 채널 상태를 측정할 필요가 있으며, 이때 이용되는 것이 상기 Channel Status Indication reference signal (CSI-RS)다. 앞서 언급한 eNB는 일정한 장소에 위치한 다운링크(downlink) 송신 및 업링크(uplink) 수신 장치를 의미하며 한 개의 eNB는 복수개의 cell에 대한 송수신을 수행한다. 한 개의 이동통신 시스템에서 복수개의

eNB들이 지리적으로 분산되어 있으며 각각의 eNB는 복수 개의 셀(cell)에 대한 송수신을 수행한다.

- [13] LTE/LTE-A 등 현존하는 3세대 및 4세대 이동통신 시스템은 데이터 전송률 및 시스템 용량의 확대를 위하여 복수 개의 송수신 안테나를 이용하여 전송하는 MIMO 기술을 활용한다. 상기 MIMO 기술은 복수 개의 송수신 안테나를 활용함으로써 복수 개의 인포메이션 스트림(information stream)을 공간적으로 분리하여 전송한다. 이와 같이 복수개의 information stream을 공간적으로 분리하여 전송하는 것을 spatial multiplexing이라 한다. 일반적으로 몇 개의 information stream에 대하여 spatial multiplexing을 적용할 수 있는지는 송신기와 수신기의 안테나 수에 따라 달라진다. 일반적으로 몇 개의 information stream에 대하여 spatial multiplexing을 적용할 수 있는지를 해당 전송의 rank라 한다. LTE/LTE-A Release 11까지의 표준에서 지원하는 MIMO 기술의 경우 송수신 안테나가 각각 8개 있는 경우에 대한 spatial multiplexing을 지원하며 rank가 최대 8까지 지원된다.

- [14] 이에 따라 MIMO 기술을 이용하기 위해 복수 개의 기준 신호를 전송하고 수신하는 단말과 기지국에 대한 새로운 기술을 개발할 필요가 발생하게 되었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [15] 본 개시에서는 커버리지 향상이 필요한 단말을 위한 효율적인 전송 전력 결정 방법 및 장치를 제안한다. 또한 반복 전송되는 연속되는 서브프레임 내에서 전송 전력이 변경되는 경우 단말간 간섭으로 인한 통신 성능 열화를 방지하는 방법 및 장치를 제안한다.

- [16] 본 개시에서는 단말이 기준신호를 측정하여 채널상태 정보를 생성하고, 상기 생성한 채널상태 정보를 전송하는 방법 및 장치를 제안한다.

과제 해결 수단

- [17] 무선 통신 시스템에서 단말의 상향링크 전송 전력을 제어하는 방법은 커버리지 향상 모드를 위한 반복 레벨이 변경된 경우, 전력 제어 조정값을 초기화하는 과정, 기지국으로부터 수신되는 전송 전력 제어(TPC) 명령에 따라 상기 전력 제어 조정값을 업데이트하는 과정, 상기 업데이트된 전력 제어 조정값 및 상기 반복 레벨에 기초하여 상향링크 전송 전력을 계산하는 과정, 상기 계산된 상향링크 전송 전력으로 상향링크 데이터 또는 제어 정보를 전송하는 과정을 포함한다.

- [18] 무선 통신 시스템에서 기지국이 단말의 상향링크 전송 전력 제어를 지원하는 방법은, 단말에 대해 설정된 커버리지 향상 모드를 위한 반복 레벨의 정보를 상기 단말에게 전송하는 과정, 상기 단말의 상향링크 전송 전력을 제어하기 위한 전송 전력 제어(TPC) 명령에 따라 상기 전력 제어 조정값을 상기 단말에게 전송하는 과정과, 상기 단말로부터 동일한 데이터 또는 동일한 제어 정보를

적어도 2 이상의 연속하는 서브프레임 동안 수신하는 과정을 포함하고, 상기 동일한 데이터 또는 제어 정보는, 상기 전송 전력 제어 명령에 의해 업데이트된 전력 제어 조정값 및 상기 반복 레벨에 기초하여 계산된 상향링크 전송 전력을 이용하여 상기 단말로부터 전송됨을 특징으로 한다.

도면의 간단한 설명

- [19] 본 개시의 특정한 바람직한 실시예들의 상기에서 설명한 바와 같은 또한 다른 측면들과, 특징들 및 이득들은 첨부 도면들과 함께 처리되는 하기의 설명으로부터 보다 명백하게 될 것이다.
- [20] 도 1은 LTE 시스템의 상향링크에서 데이터 혹은 제어 채널이 전송되는 무선자원영역의 기본 구조를 나타낸 도면;
- [21] 도 2는 LTE 또는 LTE-A 시스템에서 단말이 상향링크 시스템 전송대역을 통해 전송하는 데이터 채널과 제어 채널 구조의 대한 일 예를 도시한 도면;
- [22] 도 3은 커버리지 향상이 필요한 low-cost MTC 단말을 위한 반복 레벨을 결정하는 방법에 대한 일 실시예를 도시하는 도면;
- [23] 도 4은 본 개시의 일 실시예에 따라 커버리지 향상이 필요한 단말이 i번째 서브프레임에서 PUCCH 전송에 필요한 전송 전력을 계산하는 흐름을 도시하는 도면;
- [24] 도 5는 본 개시의 일 실시예에 따라 커버리지 향상이 필요한 단말이 PUSCH를 전송하는 일 실시예를 도시하는 도면;
- [25] 도 6은 본 개시의 일 실시예에 따라 커버리지 향상이 필요한 단말이 PUSCH 전송에 필요한 전송 전력을 계산하는 흐름을 도시하는 도면;
- [26] 도 7은 LTE 시스템에서 단말이 PUCCH를 전송하는 경우 상기 단말이 상기 PUCCH를 전송하기 위한 전송전력을 계산하여 적용하는 시점 및 서브프레임 별로 전송 전력의 변화를 도시하는 도면;
- [27] 도 8은 본 개시의 일 실시예에 따라 단말의 PUSCH 또는 PUCCH 전송 전력 적용을 도시하는 도면;
- [28] 도 9은 본 개시의 일 실시예에 따라 단말의 PUCCH 또는 PUSCH 전송 전력 적용을 도시하는 도면;
- [29] 도 10은 FD-MIMO 시스템의 개략적인 구조를 도시한 도면;
- [30] 도 11은 LTE/LTE-A 시스템에서 기지국이 하향링크로 스케줄링 할 수 있는 자원의 최소 단위를 시간-주파수영역에서 도시한 도면;
- [31] 도 12는 CSI-RS를 전송하는 상기 제1 방법과 상기 제2 방법을 도시한 도면;
- [32] 도 13은 단말이 2D-CSI-RS에 대하여 RI, PMI, CQI를 전송하는 것을 도시한 도면;
- [33] 도 14는 단말이 복수개의 CSI-RS에 대하여 RI, PMI, CQI를 전송하는 것을 도시한 도면;
- [34] 도 15는 두 개의 TP(Transmission point)가 JT와 DB로 동작하는 것을 도시한

- 도면;
- [35] 도 16은 본 개시의 제5 실시예에 따른 RI-reference CSI-process가 동작하는 것을 도시한 도면;
- [36] 도 17은 본 개시의 일 실시예를 기반으로 RI_H 와 RI_V 그리고 PMI_H , PMI_V , CQI_{HV} 가 각각 다른 타이밍 혹은 다른 조합을 이루어 보고되는 경우의 동작을 도시한 도면;
- [37] 도 18은 본 개시의 제6 실시예를 기반으로 하여 RI-reference CSI-process가 동작하는 것을 도시한 도면;
- [38] 도 19는 상기 제6 실시예를 기반으로 RI_H 와 RI_V 그리고 PMI_H , PMI_V , CQI_{HV} 가 각각 다른 타이밍 혹은 다른 조합을 이루어 보고되는 경우의 동작을 도시한 도면;
- [39] 도 20은 본 개시의 제7 실시예를 기반으로 하여 RI-reference CSI-process가 동작하는 것을 도시한 도면;
- [40] 도 21은 본 개시의 제8 실시예를 기반으로 하여 RI-reference CSI-process가 동작하는 것을 도시한 도면;
- [41] 도 22는 DI와 PTI가 RI와 동시에 보고될 때 상기 제8 실시예를 기반으로 RI-reference가 동작하는 것을 나타내는 도면;
- [42] 도 23은 본 개시의 제9 실시예를 기반으로 하여 RI-reference CSI-process가 동작하는 것을 도시한 도면;
- [43] 도 24는 본 개시의 실시예에 따른 단말의 동작 순서를 도시하는 순서도;
- [44] 도 25는 본 개시의 실시예에 따른 기지국의 동작 순서를 도시하는 순서도;
- [45] 도 26은 본 개시에 따른 단말의 블럭도를 도시한 도면;
- [46] 도 27은 본 개시에 따른 기지국의 블럭도를 도시한 도면이다.
- [47] 상기 도면들을 통해, 유사 참조 번호들은 동일한 혹은 유사한 엘리먼트들과, 특징들 및 구조들을 도시하기 위해 사용된다는 것에 유의해야만 한다.

발명의 실시를 위한 형태

- [48] 이하 본 개시의 실시예를 첨부한 도면과 함께 상세히 설명한다. 또한 본 개시를 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 개시의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 그리고 후술되는 용어들은 본 개시에서의 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.
- [49] 이때, 처리 흐름도 도면들의 각 블록과 흐름도 도면들의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해

수행되는 그 인스트럭션들이 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[50] 또한, 각 블록은 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실행 예들에서는 블록들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[51] 이 때, 본 실시 예에서 사용되는 '~부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA(field-Programmable Gate Array) 또는 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '~부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 '~부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '~부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들, 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '~부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부'들로 더 분리될 수 있다. 뿐만 아니라, 구성요소들 및 '~부'들은 디바이스 또는 보안 멀티미디어카드 내의 하나 또는 그 이상의 CPU들을 재생시키도록 구현될 수도 있다.

[52] 본 개시의 실시예들을 구체적으로 설명함에 있어서, 특정 무선통신 시스템을 주된 대상으로 할 것이지만, 본 명세서에서 청구하고자 하는 주요한 요지는 유사한 기술적 배경을 가지는 여타의 통신 시스템 및 서비스에도 본 명세서에 개시된 범위를 크게 벗어나지 아니하는 범위에서 적용 가능하며, 이는 당해

기술분야에서 숙련된 기술적 지식을 가진 자의 판단으로 가능할 것이다.

- [53] 본 개시에서 제안하는 실시예들 중 적어도 일부는 롱 텀 에볼루션(Long-Term Evolution: LTE) 이동 통신 시스템과, 롱 텀 에볼루션-어드밴스드(Long-Term Evolution-Advanced: LTE-A) 이동 통신 시스템과, 고속 하향 링크 패킷 접속(high speed downlink packet access: HSDPA) 이동 통신 시스템과, 고속 상향 링크 패킷 접속(high speed uplink packet access: HSUPA) 이동 통신 시스템과, 3세대 프로젝트 파트너쉽 2(3rd generation project partnership 2: 3GPP2)의 고속 레이트 패킷 데이터(high rate packet data: HRPD) 이동 통신 시스템과, 3GPP2의 광대역 코드 분할 다중 접속(Wideband Code Division Multiple Access: WCDMA) 이동 통신 시스템과, 3GPP2의 코드 분할 다중 접속(Code Division Multiple Access: CDMA) 이동 통신 시스템과, 국제 전기 전자 기술자 협회(Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE) 802.16m 통신 시스템과, 진화된 패킷 시스템(Evolved Packet System: EPS)과, 모바일 인터넷 프로토콜(Mobile Internet 프로토콜: Mobile IP) 시스템 등과 같은 다양한 통신 시스템들에 적용 가능하다.
- [54] 본 개시에서, 기지국은 단말의 자원 할당을 수행하는 주체로서, eNode B, Node B, BS (Base Station), 무선 접속 유닛, 기지국 제어기, 또는 네트워크 상의 노드 중 적어도 하나일 수 있다. 단말은 UE (User Equipment), MS (Mobile Station), 셀룰러폰, 스마트폰, 컴퓨터, 또는 통신기능을 수행할 수 있는 멀티미디어시스템을 포함할 수 있다. 본 개시에서 하향링크(Downlink; DL)는 기지국이 단말에게 전송하는 신호의 무선 전송경로이고, 상향링크는(Uplink; UL)는 단말이 기지국에게 전송하는 신호의 무선 전송경로를 의미한다. 또한, 이하에서 LTE 혹은 LTE-A 시스템을 일례로서 본 개시의 실시예를 설명하지만, 유사한 기술적 배경 또는 채널형태를 갖는 여타의 통신시스템에도 본 개시의 실시예가 적용될 수 있다. 또한, 본 개시의 실시예는 숙련된 기술적 지식을 가진 자의 판단으로써 본 개시의 범위를 크게 벗어나지 아니하는 범위에서 일부 변형을 통해 다른 통신시스템에도 적용될 수 있다.
- [55] 본 개시의 일부 실시예들은 low-cost MTC 단말을 기준으로 기술되지만, 단지 low-cost MTC 단말에 제한되지 않고 커버리지 향상이 필요한 모든 일반 단말에 동일하게 적용될 수 있음을 배제하지 않는다.
- [56] 도 1은 LTE 시스템의 상향링크에서 데이터 혹은 제어 채널이 전송되는 무선자원영역의 기본 구조를 나타낸 도면이다.
- [57] 도 1에서 가로축은 시간영역을, 세로축은 주파수영역을 나타낸다. 시간영역에서의 최소 전송단위는 SC-FDMA 심볼이며, N_{ymb} (102)개의 SC-FDMA 심볼이 모여 하나의 슬롯(106)을 구성하고, 2개의 슬롯이 모여 하나의 서브프레임(105)을 구성한다. 상기 슬롯(106)의 길이는 0.5ms 이고, 상기 서브프레임(105)의 길이는 1.0ms 이다. 그리고 라디오 프레임(114)은 10개의 서브프레임으로 구성되는 시간영역의 단위이다. 주파수영역에서의 최소 전송단위는 서브캐리어이며, 전체 상향링크 시스템 전송 대역 (System

Transmission Bandwidth)의 대역폭은 총 N_{BW} (104)개의 서브캐리어로 구성된다. 참고로 N 은 개수를 의미한다.

- [58] 시간-주파수영역에서 자원의 기본 단위는 리소스 엘리먼트(Resource Element; 이하, RE)(112)로서 SC-FDMA 심볼 인덱스 및 서브캐리어 인덱스로 나타낼 수 있다. 리소스 블록(Resource Block; RB 혹은 Physical Resource Block; PRB)은 시간영역에서 N_{symb} (102)개의 연속된 SC-FDMA 심볼과 주파수 영역에서 N_{sc}^{RB} (110)개의 연속된 서브캐리어로 정의된다. 따라서, 하나의 RB(108)는 $N_{symb} \times N_{sc}^{RB}$ 개의 RE로 구성된다. 일반적으로 데이터의 최소 전송단위는 상기의

RB이다. LTE 시스템에서 일반적으로 $N_{symb} = 7$, $N_{sc}^{RB} = 12$ 이고, N_{BW} 는

상향링크 시스템 전송 대역의 대역폭에 비례한다. 즉, 상향링크 시스템 전송 대역폭에 따라 시스템 전송 대역폭 내에서 사용가능한 RB의 수, N_{RB}^{UL} 가

결정되며, $N_{BW} = N_{RB}^{UL} \times N_{sc}^{RB}$ 가 된다. 또한 단말에게 스케줄링되는 RB 개수에

비례하여 데이터 레이트가 증가한다. LTE 시스템에서는 6개의 전송 대역폭을 정의하여 운영한다. 하향링크와 상향링크를 주파수로 구분하여 운영하는 FDD(frequency division duplexing) 시스템의 경우, 하향링크 전송 대역폭과 상향링크 전송 대역폭이 서로 다를 수 있다. 채널 대역폭은 시스템 전송 대역폭에 대응되는 RF(radio frequency) 대역폭을 나타낸다.

- [59] <표 1>은 LTE 시스템에 정의된 시스템 전송 대역폭을 구성하는 RB의 개수와 채널 대역폭(Channel bandwidth)의 대응관계를 나타낸다. 예를 들어, 10MHz 채널 대역폭을 갖는 LTE 시스템은 시스템 전송 대역폭이 50개의 RB로 구성된다.

[60] 표 1

[표1]

채널 대역폭 $BW_{Channel}$ [MHz]	1.4	3	5	10	15	20
전송 대역폭 구성 (N_{RB})	6	15	25	50	75	100

- [61] LTE 시스템에서 지원하는 변조방식은 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying), 16QAM(Quadrature Amplitude Modulation), 64QAM 이며, 이들 각각의 변조차수(Modulation order) (Q_m)는 2, 4, 6 이다. 즉, QPSK 변조의 경우 심볼 당 2 비트, 16QAM 변조의 경우 심볼 당 4 비트, 64QAM 변조의 경우 심볼 당 6 비트를 전송할 수 있다.

- [62] 도 2는 LTE 또는 LTE-A(long term evolution-advanced) 시스템에서 단말이 상향링크 시스템 전송대역을 통해 전송하는 데이터 채널과 제어 채널 구조의 일 예를 도시한 도면이다.

- [63] 도 2에서 예시한 바와 같이 상향링크 시스템 전송 대역은 물리 상향링크 공유

채널(Physical uplink shared channel: PUSCH)을 전송할 수 있는 자원 영역(204)과 물리 상향링크 제어 채널(Physical uplink control channel: PUCCH)을 전송할 수 있는 자원 영역(203)으로 구성된다. 기지국은 상기 PUSCH 자원 영역(204)과 상기 PUCCH 자원 영역(203)을 셀 내에 있는 모든 단말에게 공통으로(즉, Cell-specifically) 설정(configure)할 수 있다. 상기 PUSCH 자원 영역(204)은 상기 상향링크 시스템 전송 대역에서 상기 PUCCH 자원 영역(203)를 제외한 복수의 리소스 블록 집합으로 구성된다. 상기 PUSCH 자원 영역(204)은 단말이 상기 기지국으로 데이터를 전송하는데 사용될 수 있다.

- [64] 주파수 분할 듀플렉스(Frequency Division Duplex) 방식을 사용하는 기지국이 서브프레임 $n-4$ 에서 물리 하향링크 제어 채널(Physical downlink control channel: PDCCH) 또는 Enhanced-PDCCH(EPDCCH)를 사용하여 단말에게 상기 PUSCH 자원 영역(204)내의 리소스 블록을 할당하면, 상기 단말은 서브프레임 $n(202)$ 에서 상기 할당받은 PUSCH 자원 영역(204)내의 리소스 블록을 사용하여 상기 기지국으로 데이터를 전송할 수 있다. 상기 PUCCH 자원 영역(203)은 상기 상향링크 시스템 전송 대역의 양 끝(edge)에 위치하는 복수의 리소스 블록의 집합으로 구성되며, 상기 PUCCH 자원 영역(203)은 상기 단말이 상기 기지국으로 상향링크 제어 정보(Uplink Control Information: UCI)를 전송하기 위해 사용된다.
- [65] 단말은 정해진 규칙에 따라 상기 PUCCH 자원영역(203)내의 한 개의 리소스 블록을 사용하여 PUCCH를 전송하는데, 주파수 다이버시티(Frequency Diversity) 이득을 얻기 위해 하나의 서브프레임을 구성하는 두 슬롯에서 서로 다른 리소스 블록을 사용하여 상기 PUCCH를 전송한다. 상기 단말은 상기 PUCCH를 전송하는 서브프레임 내에서 슬롯 단위로 주파수 호핑(frequency hopping)을 사용하여 상기 PUCCH를 전송한다. 즉, 도 2에서 예시하는 바와 같이 서브프레임 $n(202)$ 에서 PUCCH를 전송하는 단말은 슬롯 0(208)에서는 아래쪽 끝에 위치한 PUCCH 자원영역(203)내의 한 개의 리소스 블록을 사용하여 PUCCH(206)를 전송하고, 슬롯 1(209)에서는 윗쪽 끝에 위치한 PUCCH 자원영역(203)내의 한 개의 리소스 블록을 사용하여 상기 PUCCH(207)를 전송한다. 이 때 PUCCH 전송에 사용되는 두 슬롯에서의 리소스 블록들은 상향링크 시스템 전송 대역(201)의 중심을 기준으로 대칭되도록 위치한다.
- [66] 단말은 전송하고자 하는 UCI에 따라 PUCCH 포맷을 결정하고 PUCCH 자원영역(203)내의 다른 PRB를 사용하여 PUCCH를 전송한다. LTE 시스템에서 단말이 PUCCH를 사용해서 전송하는 UCI로는 물리 하향링크 공유 채널(Physical downlink shared channel)의 디코딩 성공 여부 여부에 따른 HARQ ACK/NACK 정보, 하향링크 채널 품질 정보(Channel quality information: CQI), 스케줄링 요청(Scheduling request: SR) 등을 포함할 수 있다.
- [67] 전송한 바와 같이 동작하는 LTE 및 LTE-A 시스템은 일부 기능이 제한되어 저비용 및 낮은 복잡도를 갖는 단말(low-cost/low-complexity UE)을 지원할 수

있다. Low-cost 단말은 원격검침, 방범, 물류 등의 서비스를 주요 목적으로 하는 기계형 통신(Machine Type Communication: MTC) 혹은 기계 대 기계(Machine to Machine: M2M) 서비스에 적합할 것으로 예상된다. 또한 저가의 기계형 통신 단말(이하 low-cost MTC UE)은 셀룰러 기반 사물인터넷 (IoT; Internet of Things)을 실현할 수 있는 수단으로 기대된다.

[68] Low-cost MTC 단말에 요구되는 저비용 및 낮은 복잡도를 실현하기 위해, 상기 low-cost MTC 단말의 수신 안테나를 1개로 제한하여 상기 low-cost MTC 단말의 RF 소자의 비용을 줄이거나, 혹은 상기 low-cost MTC 단말이 처리할 수 있는 TBS(Transport block size)의 상한을 기존 단말 대비 제한하여 상기 low-cost MTC 단말의 데이터 수신 버퍼의 비용을 줄이는 것이 가능하다. 그리고 일반적인 LTE 단말은 시스템 전송 대역의 대역폭에 관계없이 최소 20MHz 대역에 대한 광대역(wideband) 신호 송수신 기능을 갖추고 있는데 비해서, 상기 low-cost MTC 단말은 최대 대역폭을 20MHz 보다 작게 제한함으로써 추가적인 저비용 및 낮은 복잡도를 실현할 수 있다. 예를 들어, 20MHz 채널 대역폭의 LTE 시스템에서 1.4MHz 채널 대역폭을 지원하는 low-cost MTC 단말의 동작을 정의할 수 있다.

[69] 상기 Low-cost MTC 단말은 MTC/M2M 서비스 또는 사물 인터넷 서비스의 특성에 따라, 적은 이동성을 가지는 반면 사람이 도달하지 못하는 건물의 지하나 음영지역에서 동작할 수도 있기 때문에 기존 단말 대비 커버리지 향상이 필요하다. 또한, 상기와 같이 단말이 건물의 지하나 음영지역에 위치하지 않더라도 저비용 및 낮은 복잡도와 같은 요구 사양을 만족하기 위해 단말의 안테나 수나 단말의 기능이 제한되는 경우 수신 성능이 열화되기 때문에, 이를 보상하기 위한 커버리지 향상이 필요할 수 있다. 예를 들어, 상기 low-cost MTC 단말은 협대역 내에서만 수신이 가능하기 때문에, PUCCH 등의 전송시 서브프레임 내에서 주파수 호핑이 불가능하여 주파수 다이버시티를 얻을 수 없어 추가적인 커버리지 향상이 요구된다. 현재 3GPP에서는 상기 low-cost MTC 단말의 커버리지 확보를 위해 예를 들어, 기존 단말 대비 최대 15dB 커버리지 향상이 필요하다고 가정하고 있다. 상기 low-cost MTC 단말은 커버리지 향상을 만족시키기 위해, 기존 단말이 1ms의 서브프레임 단위로 물리 채널을 송수신 하는 것과 달리 커버리지 향상이 필요한 만큼 여러 서브프레임에서 물리 채널을 반복하여 전송하거나 수신하는 것이 고려되고 있다. 여기서 반복은 넓은 의미에서 동일한 정보가 복수개의 서브프레임 단위로 전송 또는 수신되는 것을 의미하며, 본 개시에서 반복은 동일한 물리적 신호 파형(waveform)이 반복되는 것뿐만 아니라 동일한 정보를 다른 물리 포맷 예를 들어, 다른 HARQ 리던던시 버전(Redundancy version: RV)을 적용하거나, 다른 부호화율(code rate)로 부호화하는 것을 포함할 수 있다. 기지국과 low-cost MTC 단말의 수신기는 반복 전송되는 물리 채널을 소프트 컴바이닝(soft combining) 또는 누적(accumulation)하여 기존의 커버리지보다 향상된 커버리지를 얻을 수 있다.

[70] 커버리지 확장 또는 향상을 위해 필요한 물리 채널의 반복 전송 횟수는

커버리지 향상 레벨(Coverage enhancement level)을 이용해 기지국이 단말에게 전송할 수 있다. 기지국은 단말의 보고 및 수신 상황에 따라 커버리지 향상 레벨을 결정하여 상기 단말에게 상기 결정한 커버리지 향상 레벨을 전송할 수 있다. 상기 커버리지 향상 레벨은 일 예로 4개의 레벨로 구별될 수 있으며, 기지국은 단말의 상황에 따라 적절한 커버리지 향상 레벨을 결정하여 상기 단말에게 상기 결정된 커버리지 향상 레벨을 전송할 수 있다. 각각의 커버리지 향상 레벨은 물리 채널의 반복 전송 횟수와 관계되어 있어, 단말은 상기 커버리지 향상 레벨에 기초해 물리 채널의 반복 전송 횟수를 결정할 수 있다. 일 예로서 상기 커버리지 향상 레벨은 기지국의 상위 계층, 즉 RRC(radio resource control) 시그널링 메시지를 통해 단말마다 설정될 수 있다. 또는 기지국이 하향링크 제어 정보(Downlink Control Information: DCI) 등을 통해 동적으로 PDSCH 또는 PUSCH 스케줄링시 단말의 커버리지 향상 레벨을 설정할 수도 있다.

- [71] 선택적으로 기지국은 단말의 보고(report) 및 수신 상황에 따라 다양한 커버리지 향상 모드들을 결정하여 단말에게 설정할 수 있다. 예를 들어 상기 커버리지 향상 모드를 다음과 같이 정의할 수 있다. low-cost MTC 단말이 일반 단말과 유사한 커버리지를 갖고 있어서 물리 채널의 반복 전송이 필요하지 않은 상황이거나 커버리지 향상을 위해 적은 횟수의 반복 전송만이 필요한 경우를 커버리지 향상 모드 A(Coverage enhancement mode A: CE mode A)라고 정의하고, low-cost MTC 단말이 물리채널의 커버리지 향상을 위해 많은 횟수의 반복 전송이 필요한 경우를 커버리지 향상 모드 B(Coverage enhancement mode B: CE mode B)라고 정의할 수 있다. 기지국은 단말의 상황에 따라 커버리지 향상 모드 A 또는 커버리지 향상 모드 B를 상기 단말에게 전송하여 상기 단말이 커버리지 향상 모드에 따른 동작을 수행하게 할 수 있다. 단말은 기지국이 설정한 커버리지 향상 모드에 따라 다른 동작을 수행할 수 있다. 예를 들면 커버리지 향상 모드에 따라 단말이 수신하는 DCI 비트 크기가 달라지는 경우, 상기 단말은 설정된 커버리지 향상 모드에 해당하는 DCI 비트의 크기를 가정하고 DCI의 블라인드 검출(blind detection)을 시도해야 한다.

- [72] 전술한 바에 따라, low-cost MTC 단말은 커버리지 향상이 필요한 경우 상향링크로 기지국에게 물리 채널을 반복하여 전송할 수 있다. 상향링크로 물리 채널을 반복하여 전송하기 위한 반복 레벨은 기지국이 설정하거나 또는 low-cost MTC 단말이 스스로 결정하여 설정할 수 있다. 예를 들어, 랜덤액세스 채널(random access channel: RACH)의 경우 단말은 측정한 경로감쇄를 기반으로 랜덤액세스 채널을 전송하기 위한 커버리지 향상 레벨을 결정할 수 있다. 반면, PUCCH나 PUSCH의 경우 기지국이 설정한 커버리지 향상 레벨에 따라 단말은 상기 PUCCH나 상기 PUSCH를 전송할 수 있다. 여기서, 상기 반복 레벨은 상기 low-cost MTC 단말이 커버리지 향상을 위해 필요한 서브프레임 반복 전송의 횟수를 의미할 수도 있으며, 또는 상기 반복 레벨은 실제 필요한 서브프레임

개수와 매핑되는 논리적 인덱스(logical index)일 수도 있다.

- [73] 본 개시에서는 실제 필요한 서브프레임 개수와 매핑되는 논리적 인덱스로 하는 반복 레벨을 기준으로 실시예들을 설명할 것이나 반복 레벨이 반복 전송의 횟수를 나타내는 경우도 본 개시에서 배제하지 않는다. 기지국이 반복 레벨을 설정하는 경우, 상기 기지국은 단말의 상태에 따라 RRC 시그널링 메시지를 통해 준정적(semi-static)으로 상기 반복 레벨을 설정하거나 또는 하향링크 제어 정보(Downlink Control Information: DCI)를 통해 동적으로 상기 반복 레벨을 설정할 수 있다. 또한 상기 기지국은 RRC 시그널링 메시지를 통해 일정 반복 레벨의 집합을 단말에게 전송하고, DCI를 통해 PUSCH 송신 또는 PDSCH 수신을 위한 정확한 반복 레벨을 상기 단말이 설정하게 할 수도 있다. 단말이 반복 레벨을 스스로 설정하는 경우에는, 기지국과의 경로감쇄(Path-loss) 측정값을 기준으로 반복 레벨을 결정할 수 있다.
- [74] 커버리지 향상이 필요한 low-cost MTC 단말은 일반적으로 경로감쇄가 크기 때문에 기존 단말의 상향링크 전송 전력 결정 방법을 동일하게 사용할 경우 상기 low-cost MTC 단말의 상향링크 전송 전력은 상기 low-cost MTC 단말의 최대 전송 전력 값으로 결정된다. 따라서 상기 low-cost MTC 단말은 상기 low-cost MTC 단말이 사용가능한 최대 전송 전력으로 PUSCH나 PUCCH를 전송한다. MTC에서 고려하고 있는 low-cost MTC 단말의 커버리지 향상 정도는 기존 LTE 단말 대비 15dB이고, 상기 low-cost MTC 단말의 복잡도 감소를 위해 상기 low-cost MTC 단말의 최대 전송전력을 20dBm으로 제한한다고 가정할 때(기존 단말의 경우 단말의 최대 전송전력은 23dBm) 상기 low-cost MTC 단말은 커버리지 향상을 위해 최대 18dB가 필요하게 된다.
- [75] 만약 기지국이 18dB의 커버리지 향상을 위해 4 단계의 반복 레벨을 운영한다고 하면(이때 반복레벨이 필요하지 않은 경우도 4 단계에 포함된다고 가정한다), 하나의 반복레벨은 6dB를 커버해야 한다. 이 경우, 동일한 반복 레벨을 갖는 두 단말이라고 할지라도 최대 6dB의 다른 경로 감쇄를 갖게 된다. 다시말해 커버리지 향상이 필요한 low-cost MTC 단말이 항상 최대 전송 전력으로 신호를 전송할 경우 같은 반복 레벨을 갖는 low-cost MTC 단말이라도 기지국과의 경로 감쇄에 따라 기지국에서 수신되는 전력이 다를 수 있다. 동일한 반복 레벨을 갖는 단말들이 전송하는 PUSCH나 PUCCH를 기지국이 수신할 때 상기 PUCCH나 상기 PUSCH의 수신 신호가 상기 단말들 간 차이가 클수록 셀 내 상기 단말들간 상향링크 신호의 간섭이 증가하게 되어 문제가 될 수 있다.
- [76] 또한, 커버리지 향상이 필요한 단말은 커버리지 향상이 필요한 만큼 동일한 PUSCH 또는 PUCCH를 N개의 서브프레임에 반복하여 전송하며, 기지국은 반복 수신되는 PUSCH 또는 PUCCH를 N개의 서브프레임동안 컴바이닝하여 커버리지 향상을 얻을 수 있다. 여기서 N은 단말이 커버리지 향상에 필요한 반복 전송의 수로, 1보다 큰 임의의 정수값을 갖는다. 상기 N은 채널별로 상기 기지국에 의해서 설정되거나 상기 단말이 직접 결정할 수 있다. 상기 기지국은

또한 PUSCH 또는 PUCCH를 전송하는 N개의 서브프레임 중에서 X개의 연속되는 서브프레임마다 채널 추정값을 컴바이닝하여 채널 추정의 정확도를 향상시킬 수 있으며 이를 통해 커버리지 향상을 극대화할 수 있다. 여기서, X는 채널 추정값을 컴바이닝 하기 위해 사용하는 서브프레임의 수로, 1보다 크고 N보다 작은 임의의 정수를 가질 수 있으며, 기지국이 설정하거나 미리 고정된 값일 수 있다. 기지국이 X개의 연속되는 서브프레임에서 채널 추정값을 컴바이닝 하기 위해서는 상기 X개의 연속되는 서브프레임 내에서 위상 연속성(Phase continuity)이 유지되어야 한다. 상기 위상 연속성을 유지하기 위해서는 단말의 전송 전력이나, 중심 주파수(center frequency)가 PUSCH 또는 PUCCH를 반복 전송하는 상기 X개의 연속되는 서브프레임 동안 동일하게 유지되어야 한다. 만약 PUSCH 또는 PUCCH가 반복 전송되는 서브프레임 동안 중심 주파수나 단말의 전송 전력이 변경되는 경우에는 위상 연속성이 보장될 수 없기 때문에 X개의 연속되는 서브프레임에서 채널 추정값을 컴바이닝 할 수 없다. 현재의 LTE 또는 LTE-A 단말을 위한 PUSCH 또는 PUCCH 전송 전력은 매 서브프레임마다 변경될 수 있으므로 위상 연속성을 항상 보장할 수 없는 문제가 있다.

- [77] 또한, 커버리지 향상이 필요한 복수의 단말들은 PUSCH를 반복하여 전송함에 있어, 상기 복수의 단말들이 동일한 리소스 블록과 동일한 서브프레임을 사용하는 경우, 상기 복수의 단말마다 고유하게 할당받은 직교 커버 코드(orthogonal cover code: OCC)를 반복되는 서브프레임마다 곱하여, 상기 복수의 단말들간 직교성이 유지되도록 함으로써 상기 복수의 단말들간 간섭없이 멀티플렉싱하여 기지국에게 전송하는 방법을 사용할 수 있다. 상기와 같이 OCC를 사용하여 PUSCH 반복 전송을 하는 경우에, 단말이 PUSCH를 반복하여 전송하는 X개의 연속되는 서브프레임 구간 동안 전송 전력이 동일해야 상기 복수의 단말간 간섭이 발생하지 않는다. 여기서 X는 하나의 OCC가 갖는 길이에 해당되는 값으로, X개의 단말이 한 리소스 블록에서 PUSCH를 전송할 수 있다. 하지만, 현재의 일반 단말을 위한 PUSCH 전송 전력은 매 서브프레임마다 변경될 수 있으므로 하나의 리소스 블록에 멀티플렉싱 되는 단말간의 직교성을 보장할 수 없는 문제가 있다. 상기와 같이 커버리지 향상이 필요한 단말이 기존의 상향링크 전송 전력 결정 방법에 따라 PUCCH나 PUSCH를 전송할 경우 상기 단말은 항상 상기 단말이 가용할 수 있는 최대 전송 전력을 사용하게 되어 문제가 발생할 수 있다. 커버리지 향상이 필요한 단말이 항상 최대 전송 전력으로 신호를 전송할 경우, 같은 반복 레벨을 갖는 단말이라도 기지국과의 경로 감쇄에 따라 상기 기지국에서 수신되는 전력은 다를 수 있으며, 셀 내 단말간의 전력차가 클수록 상기 단말간 상향링크 신호의 간섭이 증가하게 된다. 또한, 커버리지 향상이 필요한 단말은 항상 최대 전송 전력을 사용하게 되어 불필요한 전력이 낭비될 수 있다. 따라서 후술되는 실시예들에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 커버리지 향상이 필요한

단말을 위해 효율적으로 전송 전력을 결정한다.

- [78] 또한 상기와 같이 커버리지 향상이 필요한 단말이 기존의 상향링크 전송 전력 결정 방법에 따라 PUCCH나 PUSCH를 전송할 경우, 매 서브프레임마다 전송 전력을 결정하여 적용할 수 있어, 상기 매 서브프레임마다 전송 전력이 변경될 가능성이 있다. 하지만 상기 단말이 PUSCH나 PUCCH를 N개의 서브프레임에 반복 전송하며 X개의 연속된 서브프레임 단위로 채널 추정값을 컴바이닝(combining)하는 경우, 또는 상기 PUSCH나 상기 PUCCH의 전송전력이 X개의 연속된 서브프레임 내에서 변경되는 경우, 위상 연속성이 보장되지 않아서 채널 추정의 성능이 열화되어 커버리지가 줄어드는 문제점이 있다. 또한 스펙트럼 효율 향상을 위해 PUSCH를 전송하는 X개의 단말이 동일한 리소스 블록과 서브프레임을 사용하면서 OCC(orthogonal cover code)로 상기 X개의 단말이 구분되는 경우에도 반복 전송되는 X개의 연속되는 서브프레임 내에서 전송 전력이 변경되는 경우 단말간 간섭이 증가하는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 후술되는 실시예들에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 커버리지 향상이 필요한 단말을 위한 전송 전력을 효율적으로 결정한다.
- [79] 도 3은 커버리지 향상이 필요한 low-cost MTC 단말을 위한 반복 레벨을 결정하는 방법에 대한 일 실시예를 도시하는 도면이다.
- [80] 도 3에서 low-cost MTC 단말은 기존 단말 대비 15dB의 커버리지 향상을 확보하는 것을 가정한다. 또한 상기 기존 단말은 최대 23dBm의 최대 송신 전력을 갖는 반면, 상기 low-cost MTC 단말은 송신단의 복잡도를 줄이기 위해 20dBm의 최대 송신 전력을 갖는 것을 가정한다. 따라서 상기 low-cost MTC 단말이 상기 기존 단말 대비 15dB의 커버리지 향상을 위해서는 실제로 18dB의 커버리지 향상이 필요하다. 예를 들어 셀 내에서 커버리지 향상을 위한 반복 레벨이 4개(반복 레벨 0~3)로 설정된다고 가정하면 18dB의 커버리지 향상을 위해 각각의 반복 레벨은 6dB 간격을 갖는 것으로 미리 설정될 수 있다.
- [81] 도 3에서 기지국(301)을 기준으로 반복 레벨 0(302)는 low-cost MTC 단말이 커버리지 향상이 필요없는 것을 나타낸다. 반복 레벨 0(302)는 상기 기존 단말이 갖는 커버리지와 동일할 수도 있으나, 상기 low-cost MTC 단말이 저비용 및 낮은 복잡도를 위해 일부 기능의 제한에 따라 수신 성능의 열화로 상기 기존 단말 대비해서 반복 레벨 0(302) 커버리지가 작을 수도 있다.
- [82] 반복 레벨 1(303)은 반복레벨 0(302) 대비 0dB에서 최대 6dB까지의 커버리지 향상을 위해 반복 전송이 필요함을 의미한다.
- [83] 반복레벨 2(304)는 반복레벨 0(302) 대비 6dB에서 최대 12dB까지의 커버리지 향상을 위해 반복 전송이 필요함을 의미한다.
- [84] 반복레벨 3(305)은 반복레벨 0(302) 대비 12dB에서 최대 18dB까지의 커버리지 향상을 위해 반복 전송이 필요함을 의미한다. 여기서 반복 레벨은 거리에 따른 커버리지 향상 정도에 따라 결정되는 것으로 예시하였지만, 상기 반복 레벨과 각각의 반복 레벨이 커버하는 커버리지 향상이 반드시 기지국과 단말간 거리에

비례하는 것은 아니다. 즉, 단말이 음영지역 및 건물의 지하 등에 위치하는 경우에는 기지국과 단말간 거리가 상대적으로 짧음에도 큰 경로 감쇄로 인해 요구되는 반복 레벨이 높아질 수 있다.

[85] 반복 레벨 1(303), 반복 레벨 2(304), 반복 레벨 3(305)에 따른 물리적인 서브프레임의 반복 전송 및 반복 수신 횟수는 미리 정해질 수도 있으며, 기지국이 셀 내의 모든 단말에게 공통으로 설정할 수 있다. 또한 상기 반복 레벨은 각각의 단말이 기지국으로부터의 경로감쇄 및 상기 단말의 상황에 따라 상기 단말이 전송하는 신호의 수신전력을 측정하여 상기 기지국이 각각의 단말마다 설정할 수도 있으며, 또는 상기 단말이 상기 기지국과의 경로감쇄를 기반으로 스스로 설정할 수도 있다. 상기 기지국이 단말에게 필요한 반복 레벨을 설정하는 경우, RRC 시그널링을 사용하여 준정적(Semi-static)으로 설정하거나 DCI(Downlink Control Information)에 반복 레벨을 포함하여 상향링크 또는 하향링크의 반복 레벨을 동적으로 할당할 수도 있다.

[86] 상기 단말은 상기 단말의 커버리지 향상 정도에 따라 결정된 반복 레벨에 의해서 실제 물리적인 서브프레임 반복 전송 횟수를 알 수 있으며, 따라서 이에 따라 상향링크 신호를 반복하여 전송한다. 상기 단말은 각 채널에 따라 정의된 수학적식에 의해 전송 전력을 결정하고, 결정된 전송전력을 사용하여 상향링크 신호를 전송한다.

[87] 수학적식 1은 기존의 단말이 i 번째 서브프레임에서 PUCCH를 기지국으로 전송하기 위한 전송전력 $P_{PUCCH}(i)$ 을 계산하는 수식이다.

[88] 수학적식 1
[수식1]

$$P_{PUCCH}(i) = \min \left\{ P_{CMAX}(i), P_{0_PUCCH} + PL_c + h(n_{CQI}, n_{HARQ}, n_{SR}) + \Delta_{F_PUCCH}(F) + \Delta_{TxD}(F') + g(i) \right\} [dBm]$$

[89] 여기서 $P_{CMAX}(i)[dBm]$ 는 i 번째 서브프레임에서 단말이 사용할 수 있는 최대 전송전력을 의미한다. $P_{0_PUCCH}[dBm]$ 는 상위 계층으로부터 설정되는, PUCCH 수신을 위한 기지국의 목표 수신 전력을 의미한다. $PL_c [dB]$ 는 서빙 셀 c 와 단말간의 경로 감쇄를 의미한다. $h(n_{CQI}, n_{HARQ}, n_{SR})$ 는 PUCCH를 사용하여 전송되는 UCI에 포함되는 CQI, HARQ-ACK, SR의 정보량에 따라 결정되는 값으로서, n_{CQI} 는 CQI를 위한 정보 비트의 개수를 의미하고, n_{HARQ} 는 HARQ-ACK의 비트 수를 의미하고, n_{SR} 은 스케줄링 요청(SR)을 위해 단말에 대해 설정(configured)되는 값이다.

[90] $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ 는 사용되는 PUCCH 포맷에 따라 상기 기지국이 상위 계층을 통해 설정하는 옵션을 의미하고, $\Delta_{TxD}(F')$ 는 단말이 2개의 안테나 포트를 사용하여 PUCCH를 전송하도록 상위 계층에 의해 구성된 경우에 상위 계층을 통해 주어지고 그렇지 않은 경우 0으로 정해지는 값이며, $g(i)$ 는 i 번째 서브프레임에서 상기 기지국이 단말에게 전달하는 페루프(closed-loop) 전송전력제어(Transmit

Power Control: TPC) 명령에 따라 동적으로 보상되는 전력 제어 조정(power control adjustment) 값을 나타낸다. 경로 감쇄 PL_C 가 매우 커서 커버리지 향상이 필요한 단말의 경우 수학적 식 1에 따른 전송전력 $P_{PUCCH}(i)$ 은 항상 $P_{CMAX}(i)$ 가 된다. 이 경우 low-cost MTC 단말은 부족한 전송 전력만큼 상기 PUCCH를 반복 전송하여 커버리지를 확보할 수 있다.

- [91] 하지만, 동일한 반복 레벨을 갖는 단말들이 동일한 $P_{CMAX}(i)$ 로 PUCCH를 전송할 경우 셀 내의 상기 단말들 간에 간섭으로 인한 성능 열화가 발생할 수 있다. 예를 들면 동일한 반복 레벨 2(304)를 갖는 제1 및 제2 단말들(306, 307)은 반복 레벨 2(304)가 커버하는 영역 내에서 상기 제1 및 상기 제2 단말들의 위치에 따라 경로 감쇄가 최대 6dB 차이가 발생할 수 있다. 도 3에서는 상기 제1 단말(306)의 경로감쇄가 상기 제2 단말(307)의 경로감쇄보다 6dB 작은 경우를 예시하였다. 상기 제1 및 상기 제2 단말들(306, 307)이 수학적 식 1에 따라 전송전력 $P_{CMAX}(i)$ 로 PUCCH를 전송한다면, 상기 기지국이 수신하는 수신 전력은 상기 제1 및 상기 제2 단말간에 6dB의 차이가 발생한다. 통상적으로 이를 “near-far effect”라고 칭한다. 상기 PUCCH를 전송하는 단말이 코드 분할 멀티플렉싱(Code Division Multiplexing: CDM)를 사용하여 동일한 PUCCH 자원 내의 동일한 리소스 블록에 신호를 전송하기 때문에, 전송한 수신 전력 차이 또는 near-far effect는 상기 PUCCH를 수신하는데 있어 셀내의 단말간 간섭(intracell interference)을 야기할 수 있다. 상기 수신 전력 차이 또는 near-far effect는 성능의 열화를 초래하고, 상기 PUCCH가 PDSCH 수신에 대한 ACK/NACK 및 하향링크 채널 상태 정보 등을 전송하는 채널이라는 점을 감안하면, 결과적으로 하향링크 전송량(Throughput)은 감소한다. 뿐만 아니라, 도 3에서 상기 제1 단말(306)의 경로감쇄가 상기 제2 단말(307)의 경로 감쇄보다 6dB 작음에도 동일한 반복 전송 횟수와 동일한 전송전력을 사용한다면, 상기 제1 단말(306)은 전력 소모 측면에서 6dB의 전력을 낭비하는 결과를 초래한다. 따라서 커버리지 향상이 필요한 단말의 PUCCH 전송에 있어 셀 내의 단말간 간섭을 최소화하고 전력소모를 효율화 할 수 있는 방법이 요구된다.

[92] <제1 실시예>

- [93] 제1 실시예에서는, 단말이 PUCCH를 전송하는데 커버리지 향상이 필요하여 상기 PUCCH를 하나 이상의 서브프레임에 반복 전송하는 경우에 적합한 전력제어 방법을 제안한다. 기존 단말의 PUCCH 전송 전력을 결정하는 수학적 식 1에 따르면, 커버리지 향상이 필요한 단말은 항상 $P_{CMAX}(i)$ 를 사용하여 PUCCH를 전송해야 한다. 하지만 이와 같은 경우, 전송한 바와 같이 셀 내에서 동일한 리소스 블록에 PUCCH를 전송하고 단말들은 CDM으로 구분되므로 단말간 간섭이 발생할 수 있으며, 동일한 반복 레벨 내에서 기지국에 가까운 단말은 필요없는 전력을 낭비하는 문제가 발생한다. 따라서, 커버리지 향상이 필요한 단말의 PUCCH를 전송하기 위한 전송 전력을 위한 새로운 방법이 필요하다.

- [94] 본 개시의 제1 실시예에서는 커버리지 향상이 필요한 단말은 초기 전송 전력을

$P_{CMAX}(i)$ 나 $P_{CMAX}(i)$ 에서 반복 레벨에 따른 오프셋이 반영된 전력값으로 결정한 다음, 기지국이 전송하는 폐루프(closed-loop) TPC 명령을 반영하여 동적으로 조정하여 방법을 제안한다. 하기의 수학적 식 2는 본 개시의 제1 실시예에 따라 커버리지 향상이 필요한 단말의 PUCCH를 전송하기 위한 전송 전력을 결정하기 위해 정의한 수학적 식이다.

[95] 수학적 식 2

[수식2]

$$P_{PUCCH}(i) = \min \left\{ \begin{array}{l} P_{CMAX}(i), \\ P_{CMAX}(i) - \Delta_{RL}(L) + g(i) \end{array} \right\}$$

[96] 여기서, $P_{PUCCH}(i)$ 는 i 번째 서브프레임에서 PUCCH를 기지국으로 전송하기 위해 결정된 전송전력을 나타내며, $\Delta_{RL}(L)$ 은 각 반복 레벨 L 에 따른 오프셋 값이다.

[97] 상기 $\Delta_{RL}(L)$ 은 상기 기지국에 의해 각 반복 레벨에 대해 셀 내의 단말들에게 설정될 수도 있고, 또는 각 반복 레벨에 대해 미리 정해진 값으로 셀 내의 단말들은 설정할 수 있다. $g(i)$ 는 i 번째 서브프레임에서 상기 기지국이 상기 단말의 전력제어를 위해 상기 단말에게 전송하는 TPC 명령에 의해 계산되는 값이다. 상기 $g(i)$ 는 TPC 명령을 누적하여 계산되거나(누적(accumulation) 방식) 또는 최근 수신한 값으로 결정(절대(absolute) 방식)될 수 있다. 상기의 두 방법 중에 어느 방식이 사용될지 여부는 기지국에 의해 설정될 수 있다.

[98] 단말이 본 개시의 제1 실시예에 따라 전력제어를 수행할 때 누적 방식으로 상기 $g(i)$ 를 계산하는 경우, 하기 수학적 식 3을 사용할 수 있다.

[99] 수학적 식 3

[수식3]

$$g(i) = g(i-1) + \sum_{m=0}^{M-1} \delta_{PUCCH}(i - k_m)$$

[100] 여기서 $\delta_{PUCCH}(i)$ 는 i 번째 서브프레임에서 폐루프(closed loop) PUCCH 전력제어를 위해 상기 기지국으로부터 수신받은 TPC 명령을 의미한다.

[101] 또한 단말이 본 개시의 제1 실시예에 따라 전력제어를 수행할 때 절대 방식으로 $g(i)$ 를 계산하는 경우, $g(i)$ 는 가장 최근에 상기 기지국으로부터 수신된 TPC 명령의 값을 갖는다. PUCCH를 전송하는 단말을 위한 TPC 명령은 PDSCH 스케줄링을 위해 기지국이 단말에게 전송하는 M-PDCCH의 DCI에 포함될 수 있다. 예를 들어, 단말이 C-RNTI(cell radio network temporary identifier)를 사용하여 수신한 DCI 포맷 1A/1B/1D/1/2A/2/2B/2C/2D 또는 TPC-PUCCH-RNTI를 사용하여 수신한 DCI 포맷 3/3A에서 PUCCH를 위한 TPC 명령 $\delta_{PUCCH}(i)$ 를 얻을 수 있으나, 본 개시에서는 단말이 $\delta_{PUCCH}(i)$ 를 얻을 수 있는 DCI 포맷을 제한하지 않는다. 또한, 수학적 식 3에서 주파수 분할 듀플렉스(Frequency Division Duplex: FDD)의 경우 $M=0$, $k_0=4$ 이며, 시간 분할

듀플렉스(Time Division Duplex: TDD)의 경우에는 M, km 은 <표 2>와 같이 TDD UL/DL 설정에 따라 다른 값을 갖는다.

[102] 표 2

[표2]

UL/DL Configuration	Subframe n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	6	-	4	-	-	6	-	4
1	-	-	7, 6	4	-	-	-	7, 6	4	-
2	-	-	8, 7, 4, 6	-	-	-	-	8, 7, 4, 6	-	-
3	-	-	7, 6, 11	6, 5	5, 4	-	-	-	-	-
4	-	-	12, 8, 7, 11	6, 5, 4, 7	-	-	-	-	-	-
5	-	-	13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	7	5	-	-	7	7	-

[103] $\delta_{PUCCH}(i)$ 는 상기 절대방식으로 사용될 경우 2 비트로 구성될 수 있으며, 상기 누적 방식으로 사용될 경우 1비트 또는 2비트로 구성될 수 있다.

[104] 본 개시의 제1 실시예의 또 다른 방법은 커버리지 향상이 필요한 단말의 PUCCH 전송 전력을 수학적 식 4을 사용하여 결정하는 것이다.

[105] 수학적 식 4

[수식4]

$$P_{PUCCH}(i) = \min \left\{ P_{CMAX}(i), P_{0_PUCCH} + PL_c + h(n_{CQI}, n_{HARQ}, n_{SR}) + \Delta_{F_PUCCH}(F) + \Delta_{TxD}(F') + g(i) - \Delta_{RL}(L) \right\} [dBm]$$

[106] 여기서, 수학적 식 2과 동일하게 $\Delta_{RL}(L)$ 은 각 반복레벨 L 에 따른 옵션 값으로, 기지국의 설정에 따라 각 반복 레벨마다 셀 내의 단말에게 설정될 수도 있고, 또는 각 반복 레벨마다 미리 정해진 값이 설정될 수 있다. 또한 $\Delta_{RL}(L)$ 은 단말이 전송하는 PUCCH 포맷 별로 다르게 설정될 수도 있다.

[107] 또한 제1 실시예에 따른 본 개시에서는 $g(i)$ 가 초기화되는 조건을 제안한다. 기존의 단말의 경우에는, P_{0_PUCCH} 를 계산하기 위해 상위 계층으로부터 수신되는 파라미터가 새로운 값으로 설정된 경우, 또는 단말이 랜덤 액세스 과정에서 랜덤 액세스 응답(Random Access Response: RAR)을 수신 받은 경우 $g(i)$ 를 초기화 할 수 있다.

[108] 본 개시에서는 단말이 필요한 커버리지 향상 정도가 변경되어 기지국이 단말에게 PUCCH 전송을 위한 반복레벨을 새롭게 설정하는 경우에 단말은 $g(i)$ 를 $g(0)=0$ 으로 초기화한다. 다른 실시예로서 단말 스스로 경로감쇄의 변화에

따라 PUCCH 전송을 위한 반복레벨을 변경하는 경우에도 $g(i)$ 를 $g(i)=0$ 으로 초기화할 수 있다.

- [109] 또한 제1 실시예에서는 커버리지 향상 모드에 따라 상기의 수학적식 2 또는 수학적식 4을 기반한 전력제어를 적용하는 방법에 대해 제안한다. 즉, 기지국이 단말에게 커버리지 향상 모드 A를 설정하면 단말은 수학적식 2 또는 수학적식 4을 기반으로 PUCCH 전송을 위한 전력 제어를 적용할 수 있다. 또는 기지국이 단말에게 커버리지 향상 모드 A를 설정하면 단말은 수학적식 1에 기반한 기존의 전력제어 방식을 적용하여 PUCCH 전송을 위한 전력 제어를 적용할 수 있다. 반면 기지국이 단말에게 커버리지 향상 모드 B를 설정하면 단말은 PUCCH 전송을 위한 전력제어를 사용하지 않고, 항상 단말의 최대 전력으로 전송할 수 있다. 또는 기지국이 단말에게 커버리지 향상 모드 B를 설정하면 단말은 PUCCH 전송을 위한 전력제어를 사용하지 않고, 기지국이 설정하거나, 단말이 구현에 따라 결정한 전력값으로 PUCCH 를 전송할 수 있다.
- [110] 도 4은 본 개시의 일 실시예에 따라 커버리지 향상이 필요한 단말이 i 번째 서브프레임에서 PUCCH 전송에 필요한 전송 전력을 계산하는 흐름을 도시하는 도면이다.
- [111] 도 4를 참조하면, 단말은 i 번째 서브프레임의 전송 전력을 계산하기 위해 커버리지 향상 모드 A인지 확인한다(401). 상기 커버리지 향상 모드 A는 물리 채널의 반복 전송이 필요하지 않은 상황이거나 커버리지 향상을 위해 적은 횟수의 반복 전송만이 필요한 경우를 의미하고, 상기 커버리지 향상 모드 B는 물리채널의 커버리지 향상을 위해 많은 횟수의 반복 전송이 필요한 경우를 의미한다. 단말은 일 예로서 기지국의 상위 계층 시그널링에 의해 단말에 대해 설정된 커버리지 향상 모드를 식별할 수 있다.
- [112] 상기 확인된 커버리지 향상 모드가 A이면, 상기 단말은 $g(0)$ 를 0으로, i 는 1로 초기화한다(405). 여기서 i 는 서브프레임의 인덱스를 의미한다.
- [113] 상기 단말은 P_{0_PUCCH} 를 계산하기 위한 파라미터들이 상위 계층에 의해서 설정되어 있는지 판단한다(407).
- [114] 상기 P_{0_PUCCH} 를 계산하기 위한 파라미터들이 상위 계층에서 설정되었다면, 상기 단말은 405 단계부터 다시 수행한다. 상기 P_{0_PUCCH} 를 계산하기 위한 파라미터들이 설정되어 있지 않다면, 상기 단말은 랜덤 액세스(random access) 과정에서 랜덤 액세스 응답(random access response: RAR)을 수신하였는지 확인한다(409).
- [115] 상기 단말이 상기 랜덤 액세스 응답을 수신하였다면 상기 단말은 405 단계부터 다시 수행한다. 그러나, 상기 단말이 상기 랜덤 액세스 응답을 수신하지 않았다면, 상기 단말은 PUCCH 반복 레벨이 기지국의 설정에 의해 또는 상기 단말의 결정에 의해 변경되었는지 확인한다(411).
- [116] 407단계에서 411단계는 반드시 모두 수행되어야 하는 것은 아니다. 상기 407단계에서 411단계는 필요에 따라 생략 가능하다.

- [117] 상기 PUCCH 반복 레벨이 변경되었다면, 상기 단말은 405 단계부터 다시 수행한다. 상기 PUCCH 반복 레벨이 변경되지 않았다면, 상기 단말은 MTC를 위한 PDCCH(이하 M-PDCCH라 칭함)를 수신한다(413).
- [118] 상기 단말은 상기 수신한 M-PDCCH에 상기 단말의 PUCCH 전송 전력을 결정하기 위한 TPC 명령이 포함되어 있는지 확인한다(415). 일 예로서, 상기 단말은 C-RNTI를 이용해 DCI 포맷 1A/1B/1D/1/2A/2/2B/2C/2D를 수신하거나 TPC-PUCCH-RNTI를 이용해 DCI 포맷 3/3A를 수신하도록 설정된 경우 상기 수신한 M-PDCCH에 PUCCH TPC $\delta_{PUCCH}(i)$ 가 포함되었다고 판단할 수 있다. 단, 상기 단말이 $\delta_{PUCCH}(i)$ 에 대한 정보를 얻을 수 있는 DCI는 상기 포맷에 한정되지 않는다.
- [119] 상기 TPC 명령이 상기 수신한 M-PDCCH에 포함되어 있으면, 상기 단말은 상기 기지국의 $g(i)$ 계산 방식(누적 방식 또는 절대 방식)에 따라 상기 TPC 명령에 기초하여 $g(i)$ 를 업데이트한다(417).
- [120] 그러나, 상기 TPC 명령이 상기 수신한 M-PDCCH에 포함되어 있지 않다면, 상기 단말은 $g(i)$ 를 이전 값, 즉 $g(i-1)$ 으로 유지한다(419). 다시 말해 $g(i)$ 의 값은 변경되지 않는다.
- [121] 상기 단말은 상기 수학식 2을 이용해 커버리지 향상 모드에서 PUCCH 전송 전력을 계산한다(421).
- [122] 상기 단말은 설정된 반복 레벨과 전송 전력에 기초해 상기 기지국으로 상기 PUCCH를 전송한다(423).
- [123] 401 단계에서 상기 커버리지 향상 모드 A가 아니라면, 상기 단말은 커버리지 향상 모드 B라고 판단하고, 상기 PUCCH를 전송하기 위해 상기 단말의 전송 전력을 최대값으로 설정하거나 미리 결정된 임의의 전력 값으로 설정할 수 있다(403).
- [124] 상기 단말은 상기 PUCCH를 최대 전송전력 값이나 또는 임의의 전력값으로 전송한다(423).
- [125] 상기 단말은 $i+1$ 번째 서브프레임의 전송 전력을 계산하기 위해 407 단계로 이동한다(425).
- [126] 본 개시의 제1 실시예에 따라, 기지국은 셀 내에 위치하는 커버리지 향상이 필요한 단말들이 PUCCH를 전송함에 있어 상기에서 제안한 TPC 명령을 사용한 페루프 전송 전력 제어를 수행할지 여부를 셀 내의 단말들에게 설정할 수 있다. 상기 기지국은 셀 내의 단말들에게 페루프 전송 전력 제어 여부를 셀 공통으로 설정할 수 있으며, 또는 셀 내의 커버리지 향상 모드에 있는 단말들(혹은 MTC 단말들)에게 시스템 정보를 전송하기 위해 사용하는 MTC-SIB(System information block)을 사용하여 설정할 수 있다. 기지국이 MTC-SIB을 통해 커버리지 향상 모드에 있는 단말에게 페루프 전송 전력 제어를 수행하도록 설정하면, 상기 단말은 하향링크 스케줄링을 위해 전송되는 DCI를 디코딩하는데 있어 상기 DCI에 TPC 명령 필드가 포함되어 있음을 가정하고 DCI

디코딩을 수행한다. 예를 들어 단말은 C-RNTI를 사용하여 DCI 포맷 1A/1B/1D/1/2A/2/2B/2C/2D(또는 PDSCH 스케줄링을 위한 DCI 포맷)을 수신하려는 경우, TPC 명령 필드가 해당 DCI에 포함되어 있다는 것을 가정하고 DCI 디코딩을 시도하며, TPC-PUCCH-RNTI를 사용한 DCI 포맷 3/3A를 수신하려는 경우 해당 DCI에 TPC 명령이 포함되어 있다는 것을 가정하고, DCI 디코딩을 시도한다.

[127] 반면에 기지국이 커버리지 향상 모드에 있는 단말에게 페루프 전송 전력 제어를 수행하지 않도록 설정하면, 상기 단말은 하향링크 스케줄링을 위해 전송되는 DCI를 디코딩하는데 있어 TPC 필드가 포함되지 않다고 가정하고 DCI 디코딩을 수행한다. 예를 들어 단말은, C-RNTI를 사용하여 DCI 포맷 1A/1B/1D/1/2A/2/2B/2C/2D(또는 PDSCH 스케줄링을 위한 DCI 포맷)을 수신하려는 경우 해당 DCI에 TPC 명령 필드가 포함되어 있지 않다고 가정하고 DCI 디코딩을 시도하며, TPC-PUCCH-RNTI를 사용한 DCI 포맷 3/3A를 수신하려는 경우 상기 단말은 상기 기지국이 해당 DCI를 통해 TPC 명령을 전송하지 않는다고 가정한다.

[128] 또한, 본 개시의 제1 실시예에 따라, 기지국은 셀 내에 위치하는 커버리지 향상이 필요한 단말에게 PUCCH를 전송함에 있어 상기에서 제안한 TPC 명령을 사용한 페루프 전송 전력 제어를 수행할지 여부를 단말에게 설정된 커버리지 향상 모드에 따라 결정할 수 있다. 상기 기지국은 RRC 시그널링을 통해 셀 내 단말들의 커버리지 향상 모드를 설정(configure)할 수 있다. 상기 기지국이 커버리지 향상 모드 A를 단말에게 설정한 경우 상기 단말은 하향링크 스케줄링을 위해 전송되는 DCI를 디코딩하는데 있어 TPC 명령 필드가 포함되어 있다는 것을 가정하고 상기 DCI 디코딩을 수행한다. 예를 들어 단말이 C-RNTI를 사용하여 DCI 포맷 1A/1B/1D/1/2A/2/2B/2C/2D(또는 PDSCH 스케줄링을 위한 DCI 포맷)을 수신하려는 경우, TPC 명령 필드가 해당 DCI에 포함되어 있다는 것을 가정하고 DCI 디코딩을 시도한다. 상기 단말이 TPC-PUCCH-RNTI를 사용하여 DCI 포맷 3/3A를 수신하려는 경우 상기 기지국이 커버리지 향상 모드 A를 상기 단말에게 상기 DCI를 이용해 TPC 명령을 전송한다고 가정하고 수신을 시도한다.

[129] 반면에 기지국이 커버리지 향상 모드 B를 단말에게 설정하면, 단말은 하향링크 스케줄링을 위해 전송되는 DCI를 디코딩하는데 있어 상기 DCI에 TPC 필드가 포함되지 않다고 가정하고 DCI 디코딩을 수행한다. 예를 들어 단말은, C-RNTI를 사용하여 DCI 포맷 1A/1B/1D/1/2A/2/2B/2C/2D(또는 PDSCH 스케줄링을 위한 DCI 포맷)을 수신하려는 경우 해당 DCI에 TPC 명령 필드가 없다고 가정하고 DCI 디코딩을 시도하며, TPC-PUCCH-RNTI를 사용한 DCI 포맷 3/3A를 수신하려는 경우 상기 단말은 기지국이 해당 DCI를 통해 TPC 명령을 전송하지 않는다고 가정한다.

[130] 또한 시스템 정보로 설정되는 전력 제어 설정 여부와 단말에게 RRC

시그널링으로 설정되는 커버리지 향상 모드에 대해, 기지국이 셀 내의 모든 단말에게 공통으로 페루프 전송 전력 제어를 수행하도록 설정하고, PUCCH를 전송하는 단말이 커버리지 향상 모드 A를 설정하는 경우, 상기 단말은 하향링크 스케줄링을 위해 전송되는 DCI를 디코딩하는데 있어 TPC 명령 필드가 포함되어 있다는 것을 가정하고 DCI 디코딩을 수행할 수도 있다. 또한

TPC-PUCCH-RNTI를 사용한 DCI 포맷 3/3A이 설정된 경우 단말은, 기지국이 커버리지 향상 모드 단말에게 해당 DCI를 전송한다고 가정하고 수신을 시도한다. 반면에 그 밖의 경우에는 단말은 해당 DCI에 TPC 명령 필드가 없다고 가정하고 DCI 디코딩을 시도하며, TPC-PUCCH-RNTI를 사용한 DCI 포맷 3/3A은 기지국에 의해 커버리지 향상 모드의 단말에게 전송되지 않는다고 가정한다.

- [131] 제1 실시예에서는 동일한 반복 레벨을 갖는 여러 단말이 동일한 전송전력

$$P_{CMAX}(i)$$

를 사용하여 PUCCH를 전송할 경우에 셀 내의 단말간에 간섭에 의한 성능 열화를 방지하기 위한 전력 제어 방법을 제안하였다. 커버리지 향상이 필요한 단말의 PUSCH 전송의 경우에는, PUSCH를 전송할 수 있는 리소스 블록은 단말마다 고유하게 할당하므로 하나의 단말이 전송하는 PUSCH와 다른 단말이 전송하는 PUSCH 사이에는 간섭이 발생하지 않는다. 하지만, PUSCH의 커버리지 향상을 위해 여러 개의 서브프레임에 걸쳐 PUSCH를 반복하여 전송하는 경우, 기지국은 스펙트럼 효율(spectrum efficiency)을 향상시키기 위해 동일한 리소스 블록 자원에서 code division multiple access(CDMA) 방식으로 단말이 PUSCH를 전송하도록 스케줄링 할 수 있다.

- [132] 도 5는 본 개시의 일 실시예에 따라 커버리지 향상이 필요한 단말이 PUSCH를 전송하는 일 실시예를 도시하는 도면이다.

- [133] 도 5에서 단말1(501), 단말2(502), 단말3(503), 단말4(504)는 주파수축 상에서 동일한 리소스 블록을 사용하고 시간축 상에서도 동일한 서브프레임에서 PUSCH를 전송한다. 커버리지 향상이 필요한 단말은 요구되는 커버리지를 만족하기 위해 상기 PUSCH를 다수의 서브프레임에 걸쳐 반복하여 전송할 수 있다. 도 5의 예시에서 단말1(501), 단말2(502), 단말3(503), 단말4(504)은 커버리지 향상을 위해 4개의 서브프레임에 상기 PUSCH를 전송한다. 즉, 단말1(501), 단말2(502), 단말3(503), 단말4(504)은 커버리지 향상을 위해 서브프레임 (i-1), 서브프레임 (i), 서브프레임 (i+1), 서브프레임 (i+2)에서 상기 PUSCH를 반복하여 전송한다.

- [134] 스펙트럼 효율을 위해 동일한 리소스 블록 및 동일한 서브프레임에서 전송하는 상기 PUSCH를 단말 별로 구분하기 위해 각 단말은 서브프레임에 전송되는 PUSCH에 각각 직교 커버 코드(orthogonal cover code: OCC)를 곱하여 전송할 수 있다. 상기 OCC는 1 또는 -1로 구성된 Walsh-Hadamad 코드를 구성하는 이진 시퀀스(binary sequence)이며, 따라서 상기 OCC 사이에는 서로 직교성이

유지된다. 도 5에서 단말1(501), 단말2(502), 단말3(503), 단말4(504)은 서로 직교하는 다른 OCC1(505), OCC2(506), OCC3(507), OCC4(508)를 가지고 있으며, 상기 기지국은 동일한 시간 및 동일한 주파수 자원을 사용하는 단말들 사이에 서로 직교성을 유지하도록 상기 단말들마다 고유한 OCC를 할당한다. 상기 단말들(501, 502, 503, 504)은 기지국으로부터 할당받은 OCC를 사용하여 여러 서브프레임에 반복 전송되는 PUSCH에 서브프레임 별로 곱하여 전송한다. 예를 들어, 단말 2(502)의 경우, 상기 단말2(502)가 기지국으로부터 할당받은 OCC2(506)가 1, -1, 1, -1이므로, 상기 단말2(502)은 차례로 서브프레임 (i-1)에서 전송될 PUSCH에 대해서는 1을 곱하여 전송하고, 서브프레임 (i)에서 전송될 PUSCH에 대해서는 -1을 곱하여 전송하고, 서브프레임 (i+1)에서 전송될 PUSCH에 대해서는 1을 곱하여 전송하고, 서브프레임 (i+2)에서 전송될 PUSCH에 대해서는 -1을 곱하여 전송한다. 동일한 시간 및 동일한 주파수 자원을 사용하는 단말들은 상기 각 단말들이 할당받은 OCC를 사용하여 동일한 방식으로 PUSCH에 상기 할당받은 OCC를 서브프레임 별로 곱하여 전송한다.

[135] 기지국은 상기 각 단말들의 PUSCH들을 수신하며 여러 서브프레임에 걸쳐 전송되는 상기 PUSCH들을 컴바이닝 하기 전에 서브프레임 별로 수신하고자 하는 단말이 사용한 상기 OCC를 서브프레임 별로 곱한 다음 컴바이닝을 수행한다. 상기 기지국은 near-far effect가 없는 상황이라면 동일한 시간 및 동일한 주파수 자원에서 전송되는 다른 단말들의 PUSCH의 영향 없이 해당 단말의 PUSCH를 수신할 수 있다. 즉, 동일한 시간 및 동일한 주파수 자원에서 여러 단말이 PUSCH를 전송하더라도 상기 여러 단말 간에 간섭이 발생하지 않는다.

[136] 하지만, 전송한 바와 같이 커버리지 향상을 위해 다수의 서브프레임에서 반복 전송되는 PUSCH를 다수의 단말이 동일한 시간 및 주파수 자원을 사용하고 OCC로 구분하는 경우, near-far effect가 크다면 단말간 간섭이 증가할 수 있다. 따라서 커버리지 향상이 필요한 단말의 PUSCH 전송에 있어도 복수의 단말이 스펙트럼 효율을 증가시키기 위해 동일한 시간 및 동일한 주파수 자원을 사용하고 OCC로 단말간 PUSCH 신호 구분을 사용하는 동시에 상기 단말간 간섭을 최소화하고 전력소모를 효율화 할 수 있는 방법이 요구된다.

[137] <제 2 실시 예>

[138] 본 개시에 따른 제2 실시예는, 단말이 PUSCH를 전송하는데 있어 커버리지 향상이 필요하여 상기 PUSCH를 하나 이상의 서브프레임에서 반복 전송하는 경우에 적합한 전력제어 방법이다. 특히 복수개의 단말이 동일한 시간 및 동일한 주파수 자원을 사용해서 PUSCH를 반복 전송하고, 기지국이 OCC를 이용해 상기 복수개의 단말간의 상기 PUSCH를 구분하는 경우에 적합한 전력 제어 방법이다. 하지만 본 개시의 제2 실시예는 OCC를 사용하여 단말간의 PUSCH가 구분되는 경우에만 적용할 수 있는 것은 아니다.

[139] 기존의 LTE 및 LTE-A 단말의 PUSCH 전송 전력은 수학식 5를 이용하여

결정된다.

[140] 수학적식 5

[수식5]

$$P_{PUSCH}(i) = \min \left\{ \begin{array}{l} P_{CMAX}(i), \\ 10 \log_{10} (M_{PUSCH}(i)) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{TF}(i) + f(i) \end{array} \right\}$$

[141] 여기서, $P_{CMAX}(i)$ [dBm]는 i 번째 서브프레임에서 단말이 사용할 수 있는 최대 전송전력을 의미한다. P_{O_PUSCH} [dBm]는 상위 계층으로부터 설정되는, PUSCH 수신을 위한 기지국의 목표 수신 전력을 의미한다. $M_{PUSCH}(i)$ 는 PUSCH 전송을 위해 할당된 리소스 블록의 개수를 의미한다. PL_c [dB]는 서빙 셀 c 와 단말간의 경로 감쇄를 의미하며, $\alpha_c(j)$ 는 기지국으로부터 설정되는 값이며, j 는 PUSCH의 자원 할당 방식이 semi-persistent grant에 대응하는지, dynamic scheduled grant에 대응하는지 random access response grant에 대응하는지에 따라 정해지는 값이다. $\Delta_{TF}(i)$ 는 상기 PUSCH 전송을 위해 사용되는 MCS에 따라 기지국이 설정한 값이다. $f(i)$ 는 기지국이 상기 단말에게 전달하는 페루프 TPC 명령에 따라 동적으로 보상되는 전력값을 나타낸다. 각 파라미터의 정확한 내용은 3GPP LTE 규격 TS36.213을 참고한다.

[142] 수학적식 5를 참고하면 PUCCH 전송과 동일하게 커버리지 향상이 필요한 단말의 경우 경로 감쇄 PL_c 가 매우 커서 전송전력 $P_{PUSCH}(i)$ 은 항상 $P_{CMAX}(i)$ 로 제한되게 된다. 따라서 커버리지 향상이 필요한 상기 단말은 부족한 전송 전력만큼 반복 전송을 통해 커버리지를 확보할 수 있다. 하지만 커버리지 향상이 필요한 상기 단말이 항상 $P_{CMAX}(i)$ 를 사용하여 상기 PUSCH를 전송하는 경우, 전송한 바와 같이 셀 내에서 동일한 리소스 블록에 PUSCH를 전송하는 단말간에 간섭이 발생할 수 있다. 또한, 동일한 반복 레벨을 갖는 단말들 내에서 기지국에 가까운 단말의 경우 필요없는 전력을 낭비하는 문제가 발생한다. 따라서, 상기 기지국이 커버리지 향상이 필요한 상기 단말의 전력제어를 위해 전송하는 페루프 TPC 명령에 따라 $P_{CMAX}(i)$ 를 조정하여 결정하는 방법을 제안한다.

[143] 수학적식 6는 본 개시의 제2 실시예에 따라 단말의 PUSCH 전송 전력을 결정하는 방법을 정의하는 수학적식이다.

[144] 수학적식 6

[수식6]

$$P_{PUSCH}(i) = \min \left\{ \begin{array}{l} P_{CMAX}(i), \\ P_{CMAX}(i) - \Delta_{RL}(L) + f(i) \end{array} \right\}$$

[145] 여기서, $P_{PUSCH}(i)$ 는 i 번째 서브프레임에서 결정된 PUSCH의 전송전력을 나타내며, $\Delta_{RL}(L)$ 은 각 반복 레벨 L 에 따른 오프셋 값이다. $f(i)$ 는 동적으로 기지국이 단말의 전력제어를 위해 상기 단말에게 전달하는 TPC 명령에 따라 결정되는 값이다.

[146] $\Delta_{RL}(L)$ 은 상기 기지국의 설정에 따라 각 반복 레벨마다 셀 내의 단말에게 미리 설정될 수도 있고, 또는 미리 정의된 고정값일 수도 있다. 기지국이 절대 방식의 TPC(absolute TPC) 명령을 사용하는 경우 $f(i)$ 은 TPC명령이 나타내는 전력제어 값을 적용하며, 누적 방식의 TPC(accumulated TPC)명령을 사용하는 경우에는 상기 $f(i)$ 은 상기 기지국이 해당 단말에게 전송하는 TPC 명령에 의해 i 번째 서브프레임에서 누적된 값으로 수학식 7과 같이 계산될 수 있다.

[147] 수학식 7
[수식7]

$$f(i) = f(i-1) + \delta_{PUSCH}(i - K_{PUSCH})$$

[148] 여기서 $\delta_{PUSCH}(i)$ 는 i 번째 서브프레임에서 폐루프(closed loop) PUCCH 전력제어를 위해 기지국으로부터 수신받은 TPC 명령을 의미한다. 단말을 위한 TPC 명령은 PUSCH 스케줄링을 위해 상기 기지국이 상기 단말에게 전송하는 M-PDCCH의 DCI에 포함될 수 있다. 예를 들어, 단말은 C-RNTI를 사용하여 수신한 DCI 포맷 0 또는 TPC-PUCCH-RNTI를 사용하여 수신한 DCI 포맷 3/3A에서 PUSCH를 위한 TPC 명령 정보 $\delta_{PUSCH}(i)$ 를 얻을 수 있으나, 본 개시에서는 단말이 $\delta_{PUSCH}(i)$ 를 얻을 수 있는 DCI 포맷을 제한하지 않는다.

[149] 본 개시의 제2 실시예의 또 다른 방법은 수학식 8을 이용하여 커버리지 향상이 필요한 단말의 PUSCH 전송 전력을 결정하는 것이다.

[150] 수학식 8
[수식8]

$$P_{PUSCH}(i) = \min \left\{ \begin{array}{l} P_{CMAX}(i), \\ 10 \log_{10} (M_{PUSCH}(i) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{TF}(i) + f(i) - \Delta_{RL}(L)) \end{array} \right\}$$

[151] 여기서, 상기 수학식 6과 동일하게 $\Delta_{RL}(L)$ 은 각 반복 레벨 L 에 따른 오픈셋 값으로, 기지국의 설정에 따라 각 반복 레벨마다 셀 내의 단말에게 설정될 수도 있고, 또는 각 반복 레벨마다 미리 정해진 값으로 설정될 수도 있다. 또한 PUSCH와 PUCCH 전송을 위한 $\Delta_{RL}(L)$ 은 각각 다르게 설정될 수 있다.

[152] 본 개시에서는 $f(i)$ 가 누적 방식으로 동작하는 경우 초기화되는 조건을 제안한다. 기존 단말의 경우에는, P_{O_PUSCH} 가 상위 계층으로부터 새로운 값으로 설정되면 $f(i)$ 은 0dB로 초기화될 수 있다. 또는 단말이 랜덤 액세스 과정에서 랜덤 액세스 응답(Random Access Response: RAR)을 수신 받은 경우 기지국이 랜덤 액세스 응답과 미리 설정된 시스템 정보를 바탕으로 $f(i)$ 을 임의의 값으로 초기화할 수 있다.

[153] 또한 본 개시의 제2 실시예에서는 단말이 필요한 커버리지 향상 정도가 변경되어 기지국이 상기 단말에게 PUSCH 전송을 위한 반복 레벨을 새롭게

- 설정하는 경우에 $f(i)$ 가 0으로 초기화되는 것을 제안한다. 또는 상기 단말 스스로 경로감쇄의 변화에 따라 상기 PUSCH 전송을 위한 반복 레벨을 변경하는 경우에도 $f(i)$ 가 0으로 초기화되는 것을 제안한다.
- [154] 도 6은 본 개시의 일 실시예에 따라 커버리지 향상이 필요한 단말이 PUSCH 전송에 필요한 전송 전력을 계산하는 흐름을 도시하는 도면이다.
- [155] 도 6을 참조하면, 상기 단말은 커버리지 향상 모드인지 확인한다(601). 상기 커버리지 향상 모드는 도 4에서와 같이 커버리지 향상 모드 A, 커버리지 향상 모드 B로 구분되어 있음을 가정한다. 상기 커버리지 향상 모드 A는 물리 채널의 반복 전송이 필요하지 않은 상황이거나 커버리지 향상을 위해 적은 횟수의 반복 전송만이 필요한 경우로 정의하고, 상기 커버리지 향상 모드 B는 물리채널의 커버리지 향상을 위해 많은 횟수의 반복 전송이 필요한 경우로 정의한다.
- [156] 상기 확인된 커버리지 향상 모드가 A이면, 상기 단말은 $f(0)$ 를 0으로, i 는 1로 초기화한다(605). 여기서 i 는 서브프레임의 인덱스를 의미한다.
- [157] 상기 단말은 P_{0_PUSCH} 가 상위 계층에 의해서 설정되었는지 판단한다(607).
- [158] 상기 P_{0_PUSCH} 가 상위 계층에 의해서 새로 설정되어 있다면, 상기 단말은 605 단계부터 다시 수행한다. 그러나, 상기 P_{0_PUSCH} 가 설정되어 있지 않다면, 상기 단말은 랜덤 액세스(random access) 과정에서 랜덤 액세스 응답(random access response: RAR)을 수신하였는지 확인한다(609).
- [159] 상기 단말이 상기 랜덤 액세스 응답을 수신하였다면 상기 단말은 605 단계부터 다시 수행한다. 그러나, 상기 단말이 상기 랜덤 액세스 응답을 수신하지 않았다면, 상기 단말은 PUSCH 반복 레벨이 기지국의 설정에 의해 또는 상기 단말의 결정에 의해 변경되었는지 확인한다(611).
- [160] 607단계에서 611단계는 반드시 모두 수행되어야 하는 것은 아니다. 상기 607단계에서 611단계는 필요에 따라 생략 가능하다.
- [161] 상기 PUSCH 반복 레벨이 변경되었다면, 상기 단말은 605 단계부터 다시 수행한다. 상기 PUSCH 반복 레벨이 변경되지 않았다면, 상기 단말은 M-PDCCH(MTC를 위한 PDCCH)를 수신한다(613).
- [162] 상기 단말은 상기 수신한 M-PDCCH에 상기 단말의 PUSCH 전송 전력 결정을 위한 TPC 명령이 포함되어 있는지 확인한다(615). 상기 단말이 C-RNTI를 이용해 DCI 포맷 0을 수신하거나 TPC-PUCCH-RNTI를 이용해 DCI 포맷 3/3A을 수신하는 경우 상기 M-PDCCH에 PUSCH TPC $\delta_{pusch}(i)$ 가 포함되어 있다고 판단한다. 하지만 본 개시에서는 단말이 $\delta_{pusch}(i)$ 에 대한 정보를 얻을 수 있는 DCI를 상기의 DCI 포맷만으로 제한하지 않는다.
- [163] 상기 수신한 M-PDCCH에 상기 단말의 PUSCH 전송 전력 결정을 위한 TPC 명령이 포함되어 있으면, 상기 단말은 상기 수학식 3에 따라 $f(i)$ 를 업데이트 한다(617).
- [164] 상기 수신한 M-PDCCH에 상기 단말의 PUSCH 전송 전력 결정을 위한 TPC 명령이 포함되어 있지 않으면, 상기 단말은 $f(i)$ 를 현재 값으로 유지한다(619).

- [165] 상기 단말은 상기 수학식 6에 따라 커버리지 향상 모드에서 PUSCH 전송 전력을 계산한다(621).
- [166] 상기 단말은 설정된 반복 레벨과 전송 전력에 기초해 상기 기지국으로 상기 PUSCH를 전송한다(623).
- [167] 601 단계에서 상기 확인된 커버리지 향상 모드가 B이면, 상기 단말은 상기 PUSCH를 전송하기 위해 상기 단말의 전송 전력을 최대값으로 설정하거나 미리 결정된 임의의 전력 값으로 설정할 수 있다(603). 기지국은 셀 내에 위치하는 커버리지 향상이 필요한 단말에게 PUSCH를 전송함에 있어 상기에서 제안한 TPC 명령을 사용한 페루프 전송 전력 제어를 수행할지 여부를 상기 단말에게 설정할 수 있다. 또는 상기 기지국은 셀 내의 단말에게 페루프 전송 전력 제어 여부를 셀 공통으로 설정할 수 있으며, 이 경우 상기 셀 내의 단말에게 시스템 정보를 전송하기 위해 사용하는 MTC-SIB(System information block)을 사용하여 설정할 수 있다. 상기 기지국이 상기 MTC-SIB을 통해 커버리지 향상 모드에 있는 단말에게 페루프 전송 전력 제어를 수행하도록 설정하면, 상기 단말은 상향링크 스케줄링을 위해 전송되는 DCI를 디코딩하는데 있어 TPC 명령 필드가 포함되어 있다는 것을 가정하고 DCI 디코딩을 수행한다. 예를 들어 단말이 C-RNTI를 사용하여 DCI 0(또는 PUSCH 스케줄링을 위한 DCI)을 수신하려는 경우, 상기 단말은 TPC 명령 필드가 있다는 것을 가정하고 상기 DCI 디코딩을 시도한다. 선택적으로 단말은 TPC-PUCCH-RNTI를 사용한 DCI 포맷 3/3A를 수신하려는 경우 기지국이 상기 단말에게 해당 DCI를 전송한다고 가정하고 수신을 시도한다.
- [168] 반면에 기지국이 커버리지 향상 모드에 있는 단말에게 페루프 전송 전력 제어를 수행하지 않도록 설정하면, 상기 단말은 상향링크 스케줄링을 위해 전송되는 DCI를 디코딩하는데 있어 TPC 필드가 포함되지 않다고 가정하고 상기 DCI 디코딩을 수행한다. 예를 들어 단말이, C-RNTI를 사용하여 DCI 포맷 0(또는 PUSCH 스케줄링을 위한 DCI)을 수신하려는 경우 해당 DCI에 TPC 명령 필드가 없다고 가정하고 DCI 디코딩을 시도하며, TPC-PUCCH-RNTI를 사용한 DCI 포맷 3/3A를 수신하려는 경우 기지국이 상기 단말에게 TPC 명령을 전송하지 않는다고 가정한다.
- [169] 또한, 본 개시의 제2 실시예에 따르면 기지국은 TPC 명령을 사용한 페루프 전송 전력 제어를 수행할지 여부를 단말에게 설정된 커버리지 향상 모드에 따라 결정할 수 있다. 상기 기지국은 셀 내의 단말에게 RRC 시그널링을 통해 커버리지 향상 모드를 설정할 수 있다. 상기 기지국이 커버리지 향상 모드 A를 단말에게 설정한 경우 상기 단말은 상향링크 스케줄링을 위해 전송되는 DCI를 디코딩하는데 있어 TPC 명령 필드가 포함되어 있다는 것을 가정하고 DCI 디코딩을 수행한다. 예를 들어 단말은 C-RNTI를 사용하여 DCI 0(또는 PUSCH 스케줄링을 위한 DCI)을 수신하려는 경우, TPC 명령 필드가 있다는 것을 가정하고 DCI 디코딩을 시도하며, TPC-PUSCH-RNTI를 사용한 DCI 포맷 3/3A를

수신하려는 경우 상기 기지국이 상기 커버리지 향상 모드 단말에게 해당 DCI를 전송한다고 가정하고 수신을 시도한다.

[170] 반면에 상기 기지국이 커버리지 향상 모드 B를 단말에게 설정하면, 상기 단말은 상향링크 스케줄링을 위해 전송되는 DCI를 디코딩하는데 있어 TPC 필드가 포함되지 않다고 가정하고 상기 DCI 디코딩을 수행한다. 예를 들어 단말은, C-RNTI를 사용하여 DCI 포맷 0(또는 PUSCH 스케줄링을 위한 DCI)을 수신하려는 경우 해당 DCI에 TPC 명령 필드가 없다고 가정하고 DCI 디코딩을 시도하며, TPC-PUSCH-RNTI를 사용한 DCI 포맷 3/3A를 수신하려는 경우 상기 기지국이 상기 단말에게 TPC 명령을 전송하지 않는다고 가정한다.

[171] 또한 시스템 정보로 설정되는 전력 제어 설정 여부와 단말에게 RRC 시그널링으로 설정되는 커버리지 향상 모드에 대해, 기지국이 셀 내의 모든 단말에게 공통으로 페루프 전송 전력 제어를 수행하도록 설정하고, 또한 PUSCH를 전송하는 단말이 커버리지 향상 모드 A를 설정하는 경우에만 단말은 상향링크 스케줄링을 위해 전송되는 DCI를 디코딩하는데 있어 TPC 명령 필드가 포함되어 있다는 것을 가정하고 DCI 디코딩을 수행할 수도 있다. 그 밖의 경우에는 상기 단말은 해당 DCI에 TPC 명령 필드가 없다고 가정하고 DCI 디코딩을 시도하며, TPC-PUCCH-RNTI를 사용한 DCI 포맷 3/3A를 수신하려는 경우 상기 기지국이 상기 단말에게 TPC 명령을 전송하지 않는다고 가정한다.

[172] <제 3 실시 예>

[173] 본 개시의 제3 실시예에서는 단말이 커버리지 향상을 위해 PUSCH 또는 PUCCH를 N개의 서브프레임에 걸쳐 반복하여 전송하는 경우, 반복 전송되는 서브프레임 내에서의 전력 제어 조절 방법에 관한 방법을 제한한다.

[174] 도 7은 LTE 시스템에서 단말이 PUCCH를 전송하는 경우 상기 단말이 상기 PUCCH를 전송하기 위한 전송전력을 계산하여 적용하는 시점 및 서브프레임 별로 전송 전력의 변화를 도시하는 도면이다.

[175] 도 7을 참조하면, 상향링크를 구성하는 복수개의 서브프레임 중에서 단말은 소정 개수의 서브프레임(701, 702, 703, 704)(여기서는 4개로 가정한다. N=4)에서 서로 다른 하향링크 PDSCH에 대한 ACK/NACK를 서로 다른 PUCCH를 이용해 전송할 수 있다. 상기 수학식 1에 따르면, 단말의 PUCCH 전송 전력은 서브프레임 단위로 계산될 수 있으므로 도 7에서도 상기 PUCCH를 전송하는 서브프레임의 PUCCH 전송 전력은 서브프레임마다 다를 수 있다. 도 7에서 상기 단말은 상기 4개의 서브프레임(701, 702, 703, 704)에서 PUCCH를 전송하기 앞서 상기 PUCCH를 전송하기 위한 전송 전력을 계산하고 상기 PUCCH를 전송하는 서브프레임의 시작시점 705, 706, 707, 708에 맞춰 상기 전송전력을 적용할 수 있다. 따라서 각 PUCCH를 전송하는 서브프레임마다 다른 전송 전력을 가질 수 있다.

[176] 도 7에서는 PUCCH 전송을 일 실시예로 설명하였지만, PUSCH 전송의 경우에도 단말은 상기 PUSCH를 전송하는 모든 서브프레임에 앞서 상기 PUSCH

전송 전력을 계산하여 상기 PUSCH를 전송하는 서브프레임에 앞서 해당 전력을 적용한다. 따라서 상기 각 PUSCH를 전송하는 서브프레임마다 다른 전송 전력을 가질 수 있다.

- [177] 하지만, 상기와 같이 PUCCH 또는 PUSCH 전송 전력을 서브프레임 단위로 새롭게 갱신하는 경우, 전송전력을 갱신하는 시점으로부터 원하는 전송전력으로 안정화되기까지는 트랜지언트 시간(Transient time)이 요구된다. 따라서 트랜지언트 시간이 길어지면, SC-FDMA 심볼 내에서 서브캐리어간의 직교성이 깨질 수 있어 수신 성능을 열화시킬 가능성이 존재한다.
- [178] 상기 트랜지언트 시간은 연속된 서브프레임에서 위상 불연속성(phase discontinuity)을 야기할 수 있다. 앞서 언급했듯이, 커버리지 향상을 위해서 단말이 PUSCH 또는 PUCCH를 반복하여 전송하는 N개의 서브프레임 중에서 채널 추정의 컴바이닝을 위한 X개의 서브프레임에 위상 불연속이 발생할 경우 기지국은 채널 추정값의 코히어런트(coherent) 컴바이닝 할 수가 없어 상기 단말의 커버리지가 줄어들 수 있다.
- [179] 또한, 커버리지 향상이 필요한 복수의 단말들이 동일한 리소스 블록과 동일한 서브프레임을 사용하여 PUSCH를 반복 전송하고 상기 복수의 단말들 각각마다 고유하게 할당받은 OCC를 사용하는 경우, 상기 OCC에 의해 상기 복수의 단말들이 구분되더라도 반복되는 서브프레임 내에서 전송 전력이 변하면 상기 복수의 단말들간에 직교성이 유지되지 않기 때문에 상기 복수의 단말간에 간섭이 발생할 수 있다.
- [180] 이하에서는 커버리지 향상이 필요한 단말이 PUSCH 또는 PUCCH를 반복하여 전송하는 경우, PUCCH 또는 PUSCH가 반복 전송되는 동안 동일한 전송 전력을 유지하기 위한 방안실시예들을 설명한다.
- [181] 도 8은 본 개시의 일 실시예에 따라 단말의 PUSCH 또는 PUCCH 전송 전력 적용을 도시하는 도면이다.
- [182] 도 8을 참조하면, 커버리지 향상이 필요한 단말은 PUSCH 또는 PUCCH를 전송하기 위해 복수개(여기서는 일 예로 $N=4$)의 서브프레임(801, 802, 803, 804)에 반복하여 전송할 수 있다. 상기 단말은 PUSCH 또는 PUCCH를 전송하기 위한 상기 복수개의 서브프레임 중에서 첫번째 서브프레임(801)의 전송이 시작되기 전에 상기 PUSCH 또는 PUCCH의 전력 전송 값을 계산하고 이를 반복 레벨에 따라 반복 전송되는 모든 서브프레임들(801, 802, 803, 804)에서 동일한 전송 전력을 유지할 수 있다. 즉, 상기 PUSCH 또는 PUCCH를 전송하는 상기 단말이 커버리지 향상을 위해 N개의 서브프레임 동안 반복 전송이 필요한 경우, 상기 단말은 N 개의 서브프레임동안 동일한 전송 전력을 유지하는 방법을 제안한다.
- [183] 커버리지 향상이 필요한 상기 단말은 상기 PUCCH를 전송하는 경우 상기 수학식 1, 상기 수학식 2 또는 상기 수학식 4에 따라 상기 PUCCH의 전송 전력을 계산하거나, 또는 상기 PUCCH의 전송 전력을 계산없이 미리 고정된 값을

이용할 수 있다. $P_{PUCCH}(i)$ 에서 (i)는 PUCCH 전송을 위한 N개의 서브프레임 중에서 각 서브프레임의 인덱스를 나타내며 상기 N개의 서브프레임동안 $P_{PUCCH}(i)$ 가 유지된다. 또한 커버리지 향상이 필요한 단말이 PUSCH를 전송하는 경우에는 상기 수학적식 5 또는 상기 수학적식 6에 따라 전송 전력이 계산되거나, 또는 상기 PUSCH의 전송 전력을 계산없이 미리 고정된 값이 이용될 수 있다. $P_{PUSCH}(i)$ 에서 (i)는 PUSCH 전송을 위한 N개의 서브프레임 중에서 각 서브프레임의 인덱스를 나타내며, 상기 N개의 서브프레임동안 $P_{PUSCH}(i)$ 가 유지된다.

- [184] 상기 PUSCH 또는 상기 PUCCH를 전송하는 상기 단말이 상기 N개의 서브프레임 동안 기지국으로부터 TPC 명령을 수신받은 경우, 누적 방식의 페루프 전력 전송 제어를 수행한다면 상기 N개의 서브프레임동안 수신된 TPC를 모두 누적하여 다음 N개의 서브프레임 중 첫번째 서브프레임의 전송전력 제어에 적용하는 것을 제안한다. 또는 상기 N개의 서브프레임 동안 상기 단말이 상기 기지국으로부터 TPC 명령을 수신받은 경우에는, 누적 방식의 페루프 전력 전송 제어나 절대 방식 페루프 전력 제어에 관계없이 N개의 서브프레임 동안 수신된 TPC 중 가장 최신에 수신된 TPC를 사용하여 다음 N개의 서브프레임 중 첫번째 서브프레임의 전송전력 제어에 적용한다.
- [185] PUSCH 또는 PUCCH를 전송하는 커버리지 향상이 필요한 단말의 $P_{PUSCH}(i)$ 또는 $P_{PUCCH}(i)$ 의 전송 전력은 $P_{CMAX}(i)$ 로 제한되므로, N개의 서브프레임동안 상기 $P_{PUSCH}(i)$ 나 상기 $P_{PUCCH}(i)$ 가 동일하게 유지된다는 것은 상기 N개의 서브프레임동안 상기 $P_{CMAX}(i)$ 가 동일하게 유지된다는 것을 포함한다. 상기 PUSCH 또는 상기 PUCCH를 전송하는 커버리지 향상이 필요한 상기 단말이 상기 N개의 서브프레임동안 동일한 전력을 유지하는 것은 커버리지 향상 모드에 따라 다르게 동작하는 것도 가능하다. 일례로 커버리지 향상 모드 A에서는 반복이 필요한 서브프레임 전송마다 전송 전력을 변경하는 것이 가능할 수 있으나 커버리지 향상 모드 B에서는 반복이 필요한 서브프레임에서 모두 동일한 전력을 사용하도록 해야 할 수 있다.
- [186] 도 9은 본 개시의 일 실시예에 따라 커버리지 향상 모드에서 단말의 PUCCH 또는 PUSCH 전송 전력 적용을 도시하는 도면이다.
- [187] 도 9를 참조하면 커버리지 향상이 필요한 단말은 PUSCH 또는 PUCCH를 전송하기 위해 N개의 반복 전송에 요구되는 서브프레임에서 전송 전력을 동일하게 설정할 수 있다. 커버리지 향상이 필요한 상기 단말이 상기 PUCCH 또는 상기 PUSCH를 반복 전송하는데 있어서, 주파수 다이버시티와 채널 추정 컴바이닝을 동시에 얻기 위해 X개의 서브프레임마다 주파수 호핑하는 방법을 적용할 수 있다. 즉, 상기 단말이 상기 PUSCH 또는 상기 PUCCH의 전송을 커버리지 향상을 위해 총 N번의 반복 전송이 필요한 경우 상기 단말은 X개의 연속되는 서브프레임 동안 임의의 협대역의 동일한 리소스 블록에서 상기 PUSCH 또는 상기 PUCCH를 반복 전송한 다음, 다른 협대역으로 주파수 호핑하여 X개의 연속되는 서브프레임 동안 반복하여 전송할 수 있다. 이 때 $N >$

X의 관계를 갖는다. 이와 같이 X개의 연속되는 서브프레임에서 반복 전송후 주파수 호핑을 하는 경우, 동일한 협대역의 리소스 블록에서 전송되는 상기 X개의 연속되는 서브프레임 동안 동일한 전송 전력을 유지하는 방법에 대해 설명한다.

- [188] 도 9에서 커버리지 향상이 필요한 상기 단말은 상기 PUSCH 또는 상기 PUCCH를 복수(여기서는 일 실시예로써 N=4)의 서브프레임(901, 902, 903, 904)에서 반복하여 전송할 수 있다. 상기 단말은 X=2에 해당하는 2개의 서브프레임(901, 902)동안 상기 PUSCH 또는 상기 PUCCH를 전송하고, 이후 다른 협대역으로 주파수 호핑(905)하여 X=2에 해당하는 2개의 서브프레임(903, 904)에서 동일한 리소스 블록을 사용하여 상기 PUCCH 또는 상기 PUSCH를 전송할 수 있다. 도 9에서는 주파수 호핑(905)에 따른 하드웨어 재조절 시간(retuning time)은 도시되지 않았으나, 단말에 따라 재조절 시간(retuning time)이 필요할 경우, 서브프레임 902와 서브프레임 903 사이에 RF 재조절(retuning)에 필요한 시간이 복수개의 서브프레임 단위로 포함될 수 있다.
- [189] 본 개시의 제3 실시예에 일 예로 단말은 PUSCH 또는 PUCCH 전송에 있어서 커버리지 향상을 위해 N개의 서브프레임에서 반복 전송하고, X개 마다 주파수 호핑을 하는 경우, 상기 단말은 X개의 연속되는 서브프레임을 첫번째 서브프레임에서만 상기 PUSCH 또는 상기 PUCCH의 전송 전력을 계산하고 상기 X개의 연속되는 서브프레임 동안 동일한 전송 전력을 유지할 수 있다. 도 9를 참조하면, 총 4개의 서브프레임(901, 902, 903, 904)의 반복 전송 중 첫번째 2개의 서브프레임(901, 902)에서 동일한 전송 전력을 유지하고, 주파수 호핑(905)후 두번째 2개의 서브프레임(903, 904)에서 동일한 전송 전력을 유지할 수 있다. 이때 주파수 호핑(905) 전후 상기 단말의 전송 전력은 서로 다를 수 있다.
- [190] 커버리지 향상이 필요한 상기 단말은 PUCCH를 전송하는 경우 수학식 1, 수학식 2 또는 수학식 4에 따라 상기 PUCCH의 전송 전력을 계산하거나, 또는 PUCCH의 전송 전력에 대한 계산없이 미리 고정된 값을 이용할 수 있다. $P_{PUCCH}(i)$ 에서 i는 PUCCH 전송을 위한 N개의 서브프레임 중에서 X개의 연속되는 서브프레임을 구성하는 서브프레임의 인덱스를 나타내며 X개의 연속되는 서브프레임동안 $P_{PUCCH}(i)$ 가 유지된다.
- [191] 또한 커버리지 향상이 필요한 단말이 PUSCH를 전송하는 경우 수학식 5 또는 수학식 6에 따라 전송 전력을 계산하거나, 또는 상기 PUSCH의 전송 전력에 대한 계산없이 미리 고정된 값을 이용할 수 있다. $P_{PUSCH}(i)$ 에서 i는 상기 PUSCH 전송을 위한 N개의 서브프레임 중에서 X개의 연속되는 서브프레임을 구성하는 서브프레임의 인덱스를 나타내며, 상기 X개의 연속되는 서브프레임 동안 $P_{PUSCH}(i)$ 가 유지된다. 상기 X는 기지국에 의해 RRC 시그널링으로 설정되거나, DCI로 알려질 수 있다. 또한 상기 X는 임의의 고정된 값일 수 있다. 또는 상기 X는 상기 PUSCH 또는 상기 PUCCH가 반복되는 횟수 상기 N에 따라 결정될 수 있다. 예를 들어 X는 N의 배수 형태로 결정되어 임의의 정수 k에 대해 $X=N/k$ 가 될 수도

있다.

- [192] 앞서 PUSCH 또는 PUCCH를 전송하는 커버리지 향상 모드의 상기 단말이 X개의 서브프레임 동안 기지국으로부터 TPC 명령을 수신받은 경우, 누적 방식의 페루프 전력 전송 제어를 수행하면 상기 단말은 상기 X개의 서브프레임동안 수신된 TPC를 모두 누적하여 다음 X개의 서브프레임 중 첫번째 서브프레임의 전송 전력 제어에 적용할 수 있다. 또는 상기 X개의 서브프레임 동안 상기 단말이 상기 기지국으로부터 TPC 명령을 수신받은 경우, 누적 방식의 페루프 전력 전송 제어나 절대 방식 페루프 전력 제어에 관계없이 상기 X개의 서브프레임동안 수신된 TPC 중 가장 최신에 수신된 TPC를 사용하여 다음 X개의 서브프레임 중 첫번째 서브프레임의 전송전력 제어에 적용할 수 있다.
- [193] 커버리지 향상이 필요한 상기 단말은 $P_{PUSCH}(i)$ 또는 $P_{PUCCH}(i)$ 의 전송 전력이 $P_{CMAX}(i)$ 로 제한되므로, 상기 X개의 서브프레임동안 상기 $P_{PUSCH}(i)$ 나, 상기 $P_{PUCCH}(i)$ 가 동일하게 유지된다는 것은 상기 X개의 서브프레임동안 상기 $P_{CMAX}(i)$ 가 동일하게 유지된다는 것을 포함한다.
- [194] 상기 PUSCH 또는 상기 PUCCH를 전송하는 커버리지 향상이 필요한 상기 단말이 N개의 서브프레임동안 동일한 전력을 유지하는 것은 커버리지 향상 모드에 따라 다르게 동작하는 것도 가능하다. 일례로 커버리지 향상 모드 A에서 상기 단말은 반복이 필요한 서브프레임 전송마다 전송 전력을 변경하는 것이 가능할 수 있으나 커버리지 향상 모드 B에서는 반복이 필요한 서브프레임에서 모두 동일한 전력을 사용하도록 해야 할 수 있다.
- [195] 본 개시의 제3 실시예의 일 예에 따라 기지국은 PUSCH나 PUCCH를 전송하는 커버리지 향상 모드의 단말이 N개의 서브프레임 또는 X개의 서브프레임동안 $P_{PUSCH}(i)$ 나 $P_{PUCCH}(i)$ 를 동일하게 유지해야 하는지 여부를 셀 공통 MTC-SIB를 통해 설정하거나, 또는 특정 단말에게 RRC 시그널링으로 설정할 수 있다. 만약 상기 기지국이 상기 $P_{PUSCH}(i)$ 나 상기 $P_{PUCCH}(i)$ 전송 전력을 동일하게 유지하도록 설정하지 않은 경우 상기 단말은 기존의 방식으로 전송 전력을 계산하여 상기 PUSCH나 상기 PUCCH의 전송 전력을 계산할 수 있다. 반면에, 상기 기지국이 상기 $P_{PUSCH}(i)$ 나 상기 $P_{PUCCH}(i)$ 전송 전력을 동일하게 유지하도록 설정한 경우에는 상기 단말은 전송 전력을 상기 N 서브프레임 또는 상기 X 서브프레임동안 동일하게 유지할 수 있다.
- [196] 본 개시의 제 3실시예의 일 예에 따라 기지국은 PUSCH나 PUCCH를 전송하는 커버리지 향상 모드의 단말이 N개의 서브프레임 또는 X개의 서브프레임 동안 $P_{PUSCH}(i)$ 나 $P_{PUCCH}(i)$ 를 동일하게 유지해야 하는지 여부를 상기 단말에게 RRC 시그널링으로 설정되는 커버리지 향상 모드에 따라 결정할 수 있다. 예를 들어, 만약 상기 기지국이 상기 단말에게 커버리지 향상 모드 A를 설정한 경우에는 상기 단말은 기존의 방식으로 전송 전력을 계산하여 상기 PUSCH나 상기 PUCCH의 전송 전력을 계산할 수 있다. 반면에, 상기 기지국이 상기 단말에게 커버리지 향상 모드 B를 설정한 경우에는 상기 단말은 전송 전력을 상기 N

서브프레임 또는 상기 X 서브프레임 동안 동일하게 유지할 수 있다.

[197] FD-MIMO 시스템은 수십 개 또는 그 이상의 송신 안테나를 활용하여 수평 및 수직(elevation and azimuth) 빔포밍을 지원하며 10개 이상의 단말들을 위한 다중 사용자 MIMO(multi user MIMO: MU-MIMO)를 지원할 수 있다.

[198] 도 10은 FD-MIMO 시스템의 개략적인 구조를 도시한 도면이다.

[199] 도 10을 참조하면, 기지국은 복수 개의 송신 안테나들(1000)을 이용해 무선 신호를 전송한다. 상기 복수 개의 송신 안테나들(1000)은 서로 간에 최소거리를 유지하도록 배치된다. 상기 최소거리의 일 예로는 송신되는 무선 신호의 파장길이(λ)의 절반(1010)이다. 상기 복수 개의 송신 안테나들(1000) 사이에 무선 신호의 파장길이의 절반이 되는 거리가 유지되는 경우 상기 복수 개의 송신 안테나들(1000)에서 전송되는 신호는 서로 간에 낮은 상관도를 가진다. 전송하는 무선 신호의 대역이 2GHz이면 상기 최소거리는 7.5cm가 되고, 무선 신호의 대역이 2GHz보다 높아지면 상기 최소거리는 7.5cm보다 더 짧아진다.

[200] 상기 복수 개의 송신 안테나들(1000)은 한 개 또는 복수 개의 단말에게 신호를 전송(1020, 1030)하는데 이용된다. 상기 기지국은 상기 신호를 전송하기 전, 상기 신호에 단말 별로 적절한 프리코딩(precoding)을 적용하여 복수의 단말들에게 상기 프리코딩이 적용된 신호를 동시에 송신할 수 있다. 이때 한 개의 단말은 상기 신호를 통해 1개 또는 그 이상의 인포메이션 스트림(information stream)을 수신할 수 있다. 상기 한 개의 단말이 수신할 수 있는 인포메이션 스트림의 개수는 상기 단말이 보유하고 있는 수신 안테나 개수와 채널 상황에 따라 결정된다.

[201] 상기 FD-MIMO 시스템이 효과적으로 구현되기 위해서는 단말이 채널상황 및 간섭의 크기를 정확하게 측정하고 이를 이용하여 효과적인 채널상태 정보를 기지국으로 전송하여야 한다. 상기 기지국은 상기 수신한 채널상태 정보를 이용하여 어떤 단말들에게 송신을 수행할지, 어떤 데이터 전송속도로 송신을 수행할지, 어떤 프리코딩을 적용할지 등을 결정한다. 상기 FD-MIMO 시스템의 경우 송신 안테나 개수가 많아질수록 단말이 상향링크로 기지국에게 더 많은 채널상태 정보 즉, 제어정보를 송신해야 하기 때문에 상향링크의 오버헤드 문제가 발생할 수 있다.

[202] 이동 통신 시스템에서 시간, 주파수, 그리고 전력 자원은 한정되어 있다. 그러므로 단말의 채널 측정에 사용되는 기준 신호의 전송에 많은 자원이 할당되게 되면, 기지국이 데이터를 전송하기 위한 트래픽 채널(traffic channel)에 할당할 수 있는 자원이 줄어들게 되어 전송되는 데이터의 절대적인 양이 줄어들 수 있다. 이와 같은 경우 채널 측정(channel measurement) 및 추정(estimation)의 성능은 개선되겠지만 전송되는 데이터의 절대량이 감소하므로 전체 시스템 용량 성능은 오히려 저하될 수 있다. 따라서, 전체 시스템 용량(throughput) 측면에서 최적의 성능을 위해 기준 신호를 전송하기 위한 자원과 트래픽 채널에 할당하기 위한 자원 사이에 적절한 배분이 필요하다.

- [203] 도 11은 LTE/LTE-A 시스템에서 기지국이 하향링크로 스케줄링 할 수 있는 자원의 최소 단위를 시간-주파수영역에서 도시한 도면이다.
- [204] 도 11을 참고하면, 상기 자원의 최소 단위는 시간 영역상에서 한 개의 서브프레임 즉, 14개의 OFDM 심볼(1121)로 이루어지며 주파수 영역상에서 열두 개의 서브캐리어(1123)로 이루어진다. 하나의 OFDM 심볼과 하나의 서브캐리어는 하나의 리소스 엘리먼트(RE)를 구성하므로, 상기 자원의 최소 단위는 총 $14 \times 16 = 168$ 개의 RE로 이루어진다.
- [205] 상기 자원의 각 최소 단위에는 다음과 같은 서로 다른 종류의 신호가 전송될 수 있다.
- [206] CRS(Cell Specific RS, 이하 CRS)(1101)는 한 개의 셀에 속한 모든 단말을 위하여 주기적으로 전송되는 기준신호이다. 상기 한 개의 셀에 속한 복수개의 단말들은 상기 CRS를 공통적으로 이용할 수 있다.
- [207] DMRS(Demodulation Reference Signal, 이하 DMRS)(1103)는 특정 단말을 위하여 전송되는 기준신호이다. 기지국은 상기 특정 단말에게 데이터를 전송할 경우에만 상기 DMRS를 전송한다. 상기 DMRS는 총 8개의 DMRS 포트들을 사용하여 전송될 수 있다. LTE/LTE-A에서는 포트 7번에서 포트 14번까지가 상기 8개의 DMRS 포트에 해당하며 상기 포트들에서 전송되는 신호들은 코드 분할 다중화(code division multiplexing; CDM) 또는 주파수 분할 다중화(frequency division multiplexing; FDM)을 이용하여 서로 간섭을 발생시키지 않도록 직교성(orthogonality)을 유지한다.
- [208] 물리 다운링크 공유 채널(Physical Downlink Shared Channel, 이하 PDSCH)(1105)은 하향링크로 전송되는 데이터 채널이다. 상기 PDSCH는 기지국이 단말에게 트래픽을 전송하는데 이용된다. 도 11의 데이터 영역(data region)(1113)에서 기준신호가 전송되지 않는 RE들은 상기 PDSCH를 위해 할당될 수 있다.
- [209] CSI-RS(Channel Status Information Reference Signal, 이하 CSI-RS)는 한 개의 셀에 속한 단말들을 위하여 전송되는 기준신호이다. 상기 CSI-RS는 채널상태를 측정하는데 이용된다. 상기 한 개의 셀에서 복수 개의 CSI-RS가 전송될 수 있다. 하나의 자원 블록 내에서 CSI-RS가 전송되는 RE들의 배치는 패턴으로서 정의되고, CSI-RS를 위해 사용되는 안테나 포트 개수에 따라 서로 다른 패턴들이 사용될 수 있다.
- [210] 기타 제어채널(PHICH(physical hybrid ARQ indicator channel), PCFICH(physical control format indicator channel), PDCCH(physical downlink control channel))(1107)은 단말이 PDSCH를 수신하는데 필요한 제어정보를 제공하거나 상향링크의 데이터 송신에 대한 HARQ를 운용하기 위한 ACK/NACK 전송하는데 이용될 수 있다.
- [211] 상기 신호들 외에 LTE-A 시스템에서는 다른 기지국이 전송하는 CSI-RS가 해당 셀의 단말들에게 간섭없이 수신될 수 있도록 특정 RE(들)에 대해

뮤팅(muting)(1109)을 설정할 수 있다. 상기 뮤팅(1109)은 상기 다른 기지국의 CSI-RS가 전송될 수 있는 위치에서 적용될 수 있으며 상기 해당 셀의 단말들은 상기 특정 RE(1109)에서 송신되는 신호를 제외하고 나머지 자원 영역을 통해 트래픽 신호를 수신한다. 상기 LTE-A 시스템에서 뮤팅은 특성상 상기 CSI-RS의 위치에 적용되며 전송전력이 송신되지 않기 때문에 또 다른 용어로 제로 파워(zero-power) CSI-RS라고 불리기도 한다.

- [212] 도 11을 참고하면 CSI-RS는 상기 CSI-RS를 전송하는 안테나들 수에 따라 A, B, C, D, E, E, F, G, H, I, J로 표시된 위치의 일부를 이용하여 전송될 수 있다. 또한 뮤팅도 상기 A, B, C, D, E, E, F, G, H, I, J로 표시된 위치의 일부에 적용될 수 있다. 특히 상기 CSI-RS는 전송하는 안테나 포트 개수에 따라서 2개, 4개, 8개의 RE에서 전송될 수 있다. 예를 들어, 상기 CSI-RS를 전송하기 위해 4개의 패턴이 존재한다고 가정하자. 안테나 포트 개수가 2개이면 도 11에서 상기 패턴의 절반을 이용하여 CSI-RS가 전송되며, 안테나 포트 개수가 4개이면 상기 특정 패턴의 전체를 이용하여 CSI-RS가 전송된다. 그리고, 안테나 포트 개수가 8개이면 두 개의 패턴을 이용하여 CSI-RS가 전송된다. 반면 뮤팅의 경우 언제나 한 개의 패턴의 단위로 이루어진다. 즉, 뮤팅은 복수 개의 패턴에 적용될 수는 있지만 상기 CSI-RS의 위치와 위치가 겹치지 않는 경우 한 개의 패턴의 일부에만 적용될 수는 없다. 단, 상기 CSI-RS의 위치와 상기 뮤팅의 위치가 겹칠 경우에 한해서 한 개의 패턴의 일부에만 적용될 수 있다.
- [213] 두 개의 안테나 포트에 대한 CSI-RS가 전송될 경우 상기 CSI-RS는 상기 두 개의 안테나 포트에서 시간축상 연속된 두 개의 RE를 각각 이용하여 전송되며 상기 안테나 포트들의 신호들은 직교코드들에 의해 구분된다. 또한 네 개의 안테나 포트에 대한 CSI-RS가 전송될 경우 두 개의 안테나 포트를 위한 CSI-RS의 RE들에 더해 추가로 두 개의 RE들을 더 이용하여 동일한 방법으로 두 개의 안테나 포트들에 대한 신호들을 더 전송한다. 8개의 안테나포트에 대한 CSI-RS가 전송될 경우도 마찬가지이다.
- [214] 셀룰러 시스템에서 기지국은 하향링크 채널 상태를 측정하기 위하여 기준신호(reference signal)를 전송한다. 3GPP의 LTE-A 시스템의 경우 기지국이 전송하는 CRS 또는 CSI-RS를 이용하여 단말은 상기 기지국과 상기 단말 사이의 채널 상태를 측정한다. 상기 채널 상태는 기본적으로 몇 가지 요소가 고려되어야 하며 일 예로 하향링크에서의 간섭량이 포함된다. 상기 하향링크에서의 간섭량은 인접 기지국의 안테나에 의하여 발생하는 간섭신호 및 열잡음 등이 포함되며 상기 단말이 하향링크의 채널 상황을 판단하는데 중요한 역할을 한다. 일 예로 송신 안테나가 한 개인 기지국에서 수신 안테나가 한 개의 단말로 기준신호를 전송할 경우, 상기 단말은 수신된 상기 기준신호로부터 하향링크로 수신할 수 있는 심볼당 에너지와 해당 심볼을 수신하는 구간에서 동시에 수신된 간섭량을 판단하여 간섭량에 대한 심볼 에너지의 비율(E_s/I_o)를 결정해야 한다. 상기 결정된 E_s/I_o 는 데이터, 전송 속도 또는 그에 상응하는 값으로 변환되어

상기 기지국으로 채널 품질 정보(CQI)의 형태로 통보되어, 상기 기지국이 하향링크로 단말에게 어떤 데이터 전송속도로 전송을 수행할지를 판단할 수 있게 한다.

- [215] LTE-A 시스템의 경우 단말은 하향링크의 채널상태에 대한 정보를 기지국에게 피드백하여 상기 기지국이 하향링크 스케줄링에 상기 정보를 활용할 수 있도록 한다. 즉, 상기 단말은 하향링크로 상기 기지국이 전송하는 기준신호를 측정하고 여기에서 추출한 정보를 LTE/LTE-A 표준에서 정의하는 형태로 상기 기지국으로 피드백하는 것이다. LTE/LTE-A 시스템에서 상기 단말이 피드백하는 정보로는 크게 다음의 세가지 정보가 있다.
- [216] RI(Rank Indicator)는 단말이 현재의 채널상태에서 수신할 수 있는 공간 레이어(spatial layers)의 개수를 의미한다.
- [217] PMI(Precoder Matrix Indicator)는 단말이 현재의 채널상태에서 선호하는 프리코딩 매트릭스(precoding matrix)에 대한 지시자를 의미한다.
- [218] CQI(Channel Quality Indicator)는 단말이 현재의 채널상태에서 수신할 수 있는 최대 데이터 전송률(data rate)을 지시한다. 상기 CQI는 상기 최대 데이터 전송률과 유사하게 활용될 수 있는 SINR(signal-to-noise interference), 최대의 오류정정 부호화율 (code rate) 및 변조 방식, 주파수당 데이터 효율 등으로 대체될 수도 있다.
- [219] 상기 RI, PMI, CQI는 서로 연관되어 의미를 갖는다. 한 예로 LTE/LTE-A 시스템에서 지원하는 프리코딩 매트릭스는 랭크(rank)별로 다르게 정의되어 있다. 따라서 RI가 1의 값을 가질 때 PMI 값 X와 RI가 2의 값을 가질 때 PMI 값 X는 다르게 해석이 된다. 또한 단말이 CQI를 결정할 때에도 상기 단말이 기지국에게 통보한 PMI 값 Y, 즉 PMI_Y와 RI 값 X, 즉 RI_X가 상기 기지국에 적용되었다는 가정을 한다. 즉, 상기 단말이 RI_X, PMI_Y, CQI_Z를 기지국에 통보한 것은 rank를 RI_X로 하고 프리코딩을 PMI_Y로 할 때 CQI_Z에 해당하는 데이터 전송률로 데이터를 수신할 수 있다고 통보하는 것과 같다. 이와 같이 상기 단말은 상기 CQI를 계산할 때에 상기 기지국이 어떤 전송방식을 수행할지를 가정하여 해당 전송방식으로 실제 전송을 수행하였을 때 최적화된 성능을 얻을 수 있도록 한다.
- [220] 일반적으로 FD-MIMO과 같이 송신 안테나의 개수가 많은 경우 이에 비례하는 CSI-RS를 전송해야 한다. 일례로 LTE/LTE-A 시스템에서 8개의 송신 안테나를 이용할 경우 기지국은 8-포트에 해당하는 CSI-RS를 단말에게 전송하여 상기 단말이 하향링크의 채널상태를 측정하도록 한다. 이때 상기 기지국이 상기 8-포트에 해당하는 CSI-RS를 전송하는데 상기 자원의 최소 단위 내에서 상기 도 11의 A, B와 같이 8개의 RE를 이용한다. LTE/LTE-A 시스템의 상기 CSI-RS 전송 방식을 FD-MIMO에 적용하는 경우 송신 안테나 개수에 비례하는 RE가 CSI-RS의 전송을 위해 할당되어야 한다. 즉, 상기 기지국의 송신 안테나가 128개일 경우 상기 기지국은 상기 자원의 최소 단위 내에서 총 128개의 RE를

- 이용하여 CSI-RS를 전송해야 한다. 상기 CSI-RS 전송 방식은 과도한 자원을 필요로 하기 때문에 데이터 송수신에 필요한 자원을 감소시키는 역효과가 있다.
- [221] 상기 FD-MIMO와 같이 많은 개수의 송신 안테나를 갖는 기지국은 CSI-RS를 전송하는데 이하의 두 가지 방법을 이용할 수 있다. 제1 방법은 안테나 수만큼 자원을 할당하여 CSI-RS를 전송하는 방법이고, 제2 방법은 CSI-RS를 복수개의 차원으로 분리하여 전송하는 방법이다.
- [222] 도 12의 (a)와 (b)는 CSI-RS를 전송하는 상기 제1 방법과 상기 제2 방법을 도시한 도면이다.
- [223] 도 12를 참조하면, FD-MIMO를 운영하는 기지국은 총 32개의 안테나(A0,...,A3, B0,...,B3, C0,...,C3, D0,...,D3, E0,...,E3, F0,...,F3, G0,...,G3, H0,...,H3)를 가지고 있다. 도 12의 (a)는 안테나 개수만큼 자원을 할당하여 CSI-RS를 전송하는 상기 제1 방법을 나타낸 것이다. 상기 32개의 안테나(1200)는 한 개의 Two-dimensional CSI-RS(2D-CSI-RS)를 전송한다. 상기 2D-CSI-RS는 모든 수평과 수직방향의 안테나 채널 상태를 나타낼 수 있다. 상기 제1 방법은 안테나 별로 자원을 모두 할당하게 되어 채널 정보에 대한 정확도를 높일 수 있으나, 상대적으로 제어 정보나 데이터를 위한 자원을 많이 사용하기 때문에 자원 효율 측면에서 효과적이지 못한 단점이 있다.
- [224] 도 12의 (b)는 채널 정보에 대한 정확도를 상대적으로 낮게 가져가더라도 상대적으로 적은 개수의 자원을 할당하면서 단말로 하여금 많은 개수의 송신 안테나에 대한 채널측정을 가능케하는 상기 제2 방법을 나타낸 것이다. 상기 제2 방법은 전체의 CSI-RS를 N개의 차원으로 분리하여 전송하는 방법으로 한 예로 기지국의 송신 안테나가 상기 도 12과 같이 2차원에 배열되어 있을 경우 상기 전체의 CSI-RS를 2개의 차원으로 분리하여 전송하는 것이다. 이 때, 한 개의 차원은 수평방향의 채널 정보를 측정케하는 수평(Horizontal) CSI-RS로 운영하고 다른 하나의 차원은 수직방향의 채널 정보를 측정케하는 수직(Vertical) CSI-RS로 운영하는 것이다. 도 12의 (b)에서 32개의 안테나(1210)는 도 12의 (a)와 마찬가지로 각각 A0,...,A3, B0,...,B3, C0,...,C3, D0,...,D3, E0,...,E3, F0,...,F3, G0,...,G3, H0,...,H3으로 표시되어 있다. 도 12의 (b)를 참조하면, 32개의 안테나는 수평 CSI-RS(H-CSI-RS) 및 수직 CSI-RS(V-CSI-RS)를 전송한다. 이 때, 수평방향의 채널 상태를 측정하는데 사용될 수 있는 H-CSI-RS(1220)는 다음의 8개 안테나 포트에 할당될 수 있다. H-CSI-RS 포트 0(1211)은 안테나 A0, A1, A2, A3이 합쳐져 이루어지고 H-CSI-RS 포트 1(1212)은 안테나 B0, B1, B2, B3이 합쳐져서 이루어진다. H-CSI-RS 포트 2(1213)은 안테나 C0, C1, C2, C3이 합쳐져 이루어지고, H-CSI-RS 포트 3(1214)는 안테나 D0, D1, D2, D3이 합쳐져 이루어진다. H-CSI-RS 포트 4(1215)는 안테나 E0, E1, E2, E3이 합쳐져 이루어지고, H-CSI-RS 포트 5(1216)은 안테나 F0, F1, F2, F3이 합쳐져 이루어진다. H-CSI-RS 포트 6(1217)은 안테나 G0, G1, G2, G3이 합쳐져 이루어지고, 마지막으로 H-CSI-RS 포트 7(1218)은 안테나 H0, H1, H2, H3이

- 합쳐져 이루어진다. 상기 복수 개의 안테나가 합쳐져 한 개의 CSI-RS 포트에 이루어지는 것은 안테나 가상화(antenna virtualization)를 의미하며 일반적으로 안테나 가상화는 복수 개의 안테나의 선형적 결합을 통하여 이루어진다.
- [225] 또한 수직방향의 채널 상태를 측정하게 하는 V-CSI-RS(1230)는 다음의 4개 안테나 포트에 할당될 수 있다. V-CSI-RS 포트 0(1231)은 안테나 A0, B0, C0, D0, E0, F0, G0, H0이 합쳐져 이루어지고, V-CSI-RS 포트 1(1232)은 안테나 A1, B1, C1, D1, E1, F1, G1, H1이 합쳐져 이루어진다. V-CSI-RS 포트 2(1233)은 안테나 A2, B2, C2, D2, E2, F2, G2, H2가 합쳐져 이루어지고, V-CSI-RS 포트 3(1234)은 안테나 A3, B3, C3, D3, E3, F3, G3, H3이 합쳐져 이루어진다.
- [226] 상기와 같이 복수 개의 안테나가 이 차원으로 $M \times N$ (수직방향 \times 수평방향)으로 배열된 경우 단말은 N 개의 수평 CSI-RS 포트들과 M 개의 수직 CSI-RS 포트들을 이용하여 FD-MIMO의 채널을 측정할 수 있다. 즉, 두 개의 차원의 CSI-RS를 이용할 경우 $M \times N$ 개의 송신 안테나에 대하여 단말은 $M+N$ 개의 CSI-RS 포트를 활용하여 채널상태 정보를 파악할 수 있게 된다. 이와 같이 적은 개수의 CSI-RS 포트를 이용하여 단말이 많은 개수의 송신 안테나에 대한 정보를 파악하게 하는 것은 CSI-RS 오버헤드를 줄이는데 중요한 장점으로 작용한다. 상기에서는 단말이 두 개의 CSI-RS를 이용하여 FD-MIMO의 송신 안테나에 대한 채널 정보를 파악하였으며 이와 같은 접근은 K 개의 CSI-RS를 이용하는 경우에도 동일하게 적용될 수 있다.
- [227] 도 12의 (b)에서 32개의 송신 안테나는 8개의 H-CSI-RS 포트(1220)와 4개의 V-CSI-RS 포트(1230)로 할당되어 CSI-RS를 전송함으로써 단말이 수신된 CSI-RS를 기반으로 FD-MIMO 시스템의 무선채널을 측정케 한다. 상기에서 H-CSI-RS는 같이 단말이 기지국의 송신 안테나와 상기 단말 사이의 수평각에 대한 정보를 측정하는데 사용될 수 있으며, V-CSI-RS는 단말이 기지국의 송신 안테나와 상기 단말 사이의 수직각에 대한 정보를 측정하는데 사용될 수 있다.
- [228] 본 개시를 설명하는데 이하의 단축어들이 이용된다.
- [229] RI_H 는 단말이 2D-CSI-RS에 수직 방향의 프리코딩을 적용하여 얻은 채널의 랭크 지시자 혹은 수평방향의 CSI-RS (H-CSI-RS)를 측정하여 얻은 채널의 랭크 지시자를 의미한다. 상기 단말은 상기 RI_H 를 기지국에 통보한다.
- [230] RI_V 는 단말이 2D-CSI-RS에 수평 방향의 프리코딩을 적용하여 얻은 채널의 랭크 지시자 혹은 수직방향의 CSI-RS (V-CSI-RS)를 측정하여 얻은 채널의 랭크 지시자를 의미한다. 상기 단말은 상기 RI_V 를 기지국에 통보한다.
- [231] RI_{HV} 는 단말이 2D-CSI-RS에 수평 및 수직방향의 프리코딩을 동시에 적용하여 얻은 채널의 랭크를 의미한다. 상기 단말이 기지국에 통보하였거나, 사전에 정해진 규칙에 의해 판단한 랭크 지시자가 될 수 있다.
- [232] PMI_H 는 2D-CSI-RS에 수직 방향의 프리코딩을 적용하여 얻은 채널 혹은 수평방향의 CSI-RS (H-CSI-RS)를 측정하여 얻은 채널을 기반으로 하여 단말이 최적의 프리코딩을 구하여 기지국에 통보한 프리코딩 매트릭스 지시자를

의미한다.

- [233] PMI_V 는 2D-CSI-RS에 수평 방향의 프리코딩을 적용하여 얻은 채널 혹은 수직방향의 CSI-RS (V-CSI-RS)를 측정하여 얻은 채널을 기반으로 하여 단말이 최적의 프리코딩을 구하여 기지국에 통보한 프리코딩 매트릭스 지시자를 의미한다.
- [234] CQI_H 은 수평방향의 프리코딩만이 적용되었다는 가정하에서 생성된, 단말이 지원 가능한 데이터 전송률을 지시한다.
- [235] CQI_V 은 수직방향의 프리코딩만이 적용되었다는 가정하에서 생성된, 단말이 지원 가능한 데이터 전송률을 지시한다.
- [236] CQI_{HV} 은 수평방향 및 수직방향의 프리코딩이 동시에 적용되었다는 가정하에서 생성된, 단말이 지원 가능한 데이터 전송률을 지시한다.
- [237] 본 개시에서는 수평방향의 채널 상태 정보 및 수직방향의 채널 상태 정보로 나누어 설명하지만 제1 채널 상태 정보 및 제2 채널 상태 정보 등의 일반적인 용어로도 설명될 수 있다.
- [238] 도 12의 (a)와 (b) 같이 전송된 2D-CSI-RS 혹은 복수 개의 CSI-RS에 대하여 단말은 RI, PMI, CQI를 기지국에게 전송함으로써 FD-MIMO 시스템의 무선채널의 상태를 상기 기지국으로 통보하는게 된다.
- [239] 도 13은 단말이 2D-CSI-RS에 대하여 RI, PMI, CQI를 전송하는 것을 도시한 도면이다.
- [240] 도 13에서 화살표는 한 종류의 채널상태 정보가 다른 종류의 채널상태 정보를 해석하는데 어떻게 연관되어 있는지를 표시한다. 즉, $RI_V(1300)$ 에서 시작한 화살표가 $PMI_V(1310)$ 에서 종료하는 것은 $RI_V(1300)$ 의 값에 따라 $PMI_V(1310)$ 의 해석이 달라진다는 것을 의미한다.
- [241] 도 13에서 단말은 2D-CSI-RS를 측정하여 피드백 1과 같이 수직 방향의 채널 상태 정보를 송신한다. 또한 이 때 얻은 최적의 수직 프리코딩(1310)에 대한 정보를 이용하여 수직에 해당하는 채널 정보(1320)를 얻어내고 $RI_H(1330)$ 과 같은 랭크를 구한 후 수평방향에 해당하는 최적의 프리코딩 $PMI_H(1340)$ 를 구하여 피드백 2와 같이 수평 방향의 채널 상태 정보를 송신한다. 상기에서 RI, PMI, CQI는 서로 연관성을 가지며 전송된다. 즉, 피드백 1의 경우 $RI_V(1300)$ 는 이후 전송되는 $PMI_V(1310)$ 가 어떤 랭크의 프리코딩 매트릭스를 가리키는지를 통보한다. 또한 $CQI_V(1320)$ 는 기지국이 $RI_V(1300)$ 가 지정하는 랭크로 상기 기지국이 전송할 때 $PMI_V(1310)$ 가 지정하는 해당 랭크의 프리코딩 매트릭스를 적용할 경우 단말이 수신가능한 데이터 전송속도 또는 그에 상응하는 값에 해당한다. 피드백 2의 경우도 피드백 1과 마찬가지로 RI, PMI, CQI가 서로 연관성을 가지며 전송된다.
- [242] 도 14는 단말이 복수개의 CSI-RS에 대하여 RI, PMI, CQI를 전송하는 것을 도시한 도면이다.
- [243] 도 14에서 단말은 V-CSI-RS를 측정하여 피드백 1과 같은 채널 상태 정보를

송신한다. 또한 상기 단말은 H-CSI-RS를 측정하여 피드백 2와 같은 채널 상태 정보를 송신한다. 상기 피드백 1과 상기 피드백 2에서 RI, PMI, CQI는 서로 연관성을 가지며 전송된다. 즉, 피드백 1의 경우 $RI_V(1400)$ 는 이후 전송되는 $PMI_V(1410)$ 가 어떤 랭크의 프리코딩 매트릭스를 가리키는지를 통보한다. 또한 $CQI_V(1420)$ 는 기지국이 $RI_V(1400)$ 가 지정하는 랭크로 상기 기지국이 전송할 때 $PMI_V(1410)$ 가 지정하는 해당 랭크의 프리코딩 매트릭스를 적용할 경우 상기 단말이 수신가능한 데이터 전송속도 또는 그에 상응하는 값에 해당한다. 피드백 2의 경우도 피드백 1과 마찬가지로 RI, PMI, CQI가 서로 연관성을 가지며 전송된다.

[244] 도 13 그리고 도 14와 같이, FD-MIMO 시스템의 기지국이 복수 개의 송신 안테나에 대하여 2D-CSI-RS 혹은 복수 개의 피드백을 설정하여 단말로 하여금 채널 상태정보를 상기 기지국으로 보고하게 하는 것은 상기 FD-MIMO 시스템에서 채널 상태정보 보고의 일 예일 수 있다. 상기 일 예는 상기 FD-MIMO 시스템에서 채널상태 정보를 상기 단말이 생성하고 보고하기 위한 추가적인 구현이 필요없다는 장점이 존재한다. 반면 도 13에서 설명한 채널 상태정보 보고 방법을 이용할 경우 상기 FD-MIMO 시스템의 성능을 충분히 얻지 못하는 단점이 있다. 상기 FD-MIMO 시스템의 성능을 충분히 얻지 못하는 이유는 상기 FD-MIMO 시스템이 적용되었을 경우의 프리코딩을 가정한 CQI를 상기 단말이 상기 기지국에게 전송하지 않기 때문이다.

[245] 상기 FD-MIMO 시스템에서 복수 개의 송신 안테나가 상기 도 12에서와 같이 2차원으로 배열될 경우 단말에게 전송되는 신호 수직 방향 및 수평 방향의 프리코딩이 모두 적용되어 전송된다. 즉, 상기 단말은 도 13와 도 14의 PMI_H , PMI_V 에 해당하는 프리코딩 중 한 가지만 적용된 신호를 수신하는 것이 아니라 PMI_H , PMI_V 에 해당하는 프리코딩이 동시에 적용된 신호를 수신하게 된다. 도 13과 도 14에서와 같이 PMI_H , PMI_V 에 해당하는 프리코딩이 따로 적용된 경우의 CQI_H , CQI_V 만을 기지국에 보고할 경우 상기 기지국은 수직 및 수평 방향에서 프리코딩이 모두 적용될 경우의 CQI를 상기 단말로부터 받지 못하고 자체적으로 판단해야 한다. 이와 같이 상기 기지국이 수직 및 수평 방향의 프리코딩이 각각 적용된 경우의 CQI들을 기반으로 수직 및 수평 방향의 프리코딩이 모두 적용된 경우의 CQI를 임의로 판단하는 것은 시스템의 성능을 저하시키는 원인으로 작용할 수 있다.

[246] 상기 기지국과 상기 단말은 상기 RI_H 및 RI_V 를 기반으로 하여 전체 프리코딩을 사용했을 때의 랭크인 RI_{HV} 를 사전에 정해진 방법에 의하여 판단 가능하다. 수학적 식 9는 RI_H 와 RI_V 를 이용하여 RI_{HV} 를 구하는 규칙의 예시이다.

[247] 수학적 식 9

[수식9]

$$RI_{HV} = RI_H \times RI_V$$

[248] 복수 개의 프리코딩이 적용된 경우의 CQI를 어떻게 결정할지에 대한 정의가 필요하다. 한 개의 프리코딩만이 적용되었을 경우의 CQI를 계산할 경우 단말은 상기 단말이 통보한 RI와 PMI에 의하여 지정되는 프리코딩이 하향링크에 적용된다는 가정하에 CQI를 계산한다. 하지만 CQI_{HV}의 경우 상기 단말은 두 개의 프리코딩이 동시에 하향링크에 적용된다는 가정하에 CQI를 계산한다. 이때 상기 단말이 동시에 두 개의 프리코딩이 적용되는 것을 다양한 방법으로 해석할 수 있으며, Kronecker product는 그러한 해석 방법 중 하나가 될 수 있다. 상기 Kronecker product는 수학식 10과 같이 두 개의 매트릭스에 대하여 정의된다.

[249] 수학식 10

[수식10]

$$\mathbf{A} \otimes \mathbf{B} = \begin{bmatrix} a_{11}\mathbf{B} & \cdots & a_{1n}\mathbf{B} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1}\mathbf{B} & \cdots & a_{mn}\mathbf{B} \end{bmatrix},$$

[250] 상기 수학식 10에서 A와 B는 각각 PMI_H와 PMI_V가 지정하는 프리코딩 매트릭스로 대체함으로써 두 개의 프리코딩이 동시에 적용되었을 경우의 프리코딩 매트릭스를 얻을 수 있다. 단말은 CQI_{HV}를 계산할 때 상기 수학식 10을 PMI_H와 PMI_V가 지정하는 프리코딩 매트릭스에 적용하여 얻어지는 프리코딩 매트릭스가 하향링크에 적용되었다고 가정하고 CQI를 계산한다.

[251] 상기 수학식 10의 Kronecker product를 이용하여 두 개의 프리코딩이 동시에 적용되었을 경우의 프리코딩 매트릭스를 얻기 위해서는 단말이 통보하는 랭크에 따라 상기 단말과 기지국 사이의 동작에 대한 정의가 필요하다.

[252] LTE 시스템에서 지원하는 RI-reference CSI-process는 복수 개의 CSI-process들이 RI-reference CSI-process로 지정한 CSI-process에서 보고하는 RI와 동일한 RI를 가정하여 채널 상태 정보를 보고하도록 하는 기술이다. 현재 LTE 시스템에서는 전송 모드 10과 함께 PMI/RI 보고를 설정한 상태에서만 상기 RI-reference CSI-process가 가능하다. 이 기술은 RRC(radio resource control) 시그널링 메시지를 통해 다음과 같은 필드를 통해 설정된다.

[253]

```

CQI-ReportBothProc-r11 ::= SEQUENCE {
    ri-Ref-CSI-ProcessId-r11          CSI-ProcessId-r11
    OPTIONAL,                        -- Need OR
    pmf-RI-Report-r11                ENUMERATED      {setup}
    OPTIONAL                          -- Need OR
}
-- ASN1TO7

```

[254] 상기 RI-reference CSI-process는 다중 포인트 협력 통신(CoMP, Coordinated multi-point transmission)에서 JT(joint transmission, 이하 JT)와 DB(dynamic blanking, 이하 DB)을 지원하기 위한 기술이다.

[255] 도 15는 두 개의 TP(Transmission point)가 JT와 DB로 동작하는 것을 도시한 도면이다.

[256] 도 15의 (a)는 복수 개의 TP(1501, 1503)가 하나의 단말(1511)에게 다른

서브밴드에서 데이터를 동시에 전송하는 것을 도시한 것이다. 상기 복수 개의 TP(1501, 1503)는 각각의 CSI-process를 기반으로 하여 자신으로부터 상기 단말(1511)에게 데이터가 전송되는 것을 가정하여 RI, PMI, CQI를 보고 받게 된다. 현재 LTE 표준에서는 서브밴드 별로 각각의 다른 TP를 가정하여 채널 상태 보고를 받는 방법을 지원하지 않으므로, 단말(1511)은 TP들의 개수에 맞는 복수 개의 CSI-process들을 운영하여야 한다. 하지만, 단말이 데이터를 수신 및 복호하기 위해서는 전체 서브밴드가 동일한 랭크를 이용하여 운영되어야 하기 때문에, 채널 상태 보고 역시 동일한 랭크를 가정하여 생성되어야 한다. 따라서, 하나의 TP는 상기 하나의 TP에 연결된 CSI-process를 RI-reference CSI-process로 지정하여 다른 TP와 연결된 CSI-process들로부터 보고받는 채널 상태 보고가 해당 TP와 동일한 랭크를 가정하여 보고하도록 함으로써 해당 동작을 수행할 수 있다.

- [257] 또한, 도 15의 (b)는 하나의 TP(1521)가 하나의 단말(1531)에게 데이터를 전송할 때, 다른 TP(1523)가 특정 서브밴드에서는 DB를 적용하여 간섭을 발생시키지 않고, 다른 특정 서브밴드에서는 DB를 적용하지 않아 간섭이 발생하는 상황을 도시한 것이다. 현재 LTE 시스템에서는 서브밴드 별로 다른 간섭 상황을 가정하여 채널 상태 보고를 받는 방법을 지원하지 않는다. 또한, DB가 적용되지 않아 신호 대 간섭비(SINR)가 떨어지는 상황에서 복수 개의 랭크의 효율이 떨어져 간섭 상황에 따라 단말이 채널 상태 보고를 통해 보고하는 랭크가 달라질 수 있다. 따라서, 하나의 단말에 DB가 적용되는 서브밴드와 적용되지 않는 서브밴드를 동시에 지원하기 위해서는 하나의 CSI-process를 RI-reference CSI-process로 지정하여 다른 CSI-process들이 해당 CSI-process에서 보고하는 RI와 동일한 랭크를 가정하여 채널 상태 보고를 생성하도록 할 수 있다.
- [258] LTE 시스템에서 해당 RI-reference CSI-process를 이용하여 주기적 채널 상태 보고를 하기 위해 단말은 상기 해당 CSI-process들이 주기적 채널 상태 보고 모드(설정 될 경우 서브 모드 포함), CSI-RS 안테나 포트 개수, 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 상위 계층 시그널링을 통해 설정되지 않았을 경우 프리코더 서브셋 제한(precoder subset restriction)을 이용하여 제한된 RI들의 집합, 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 상위 계층 시그널링을 통해 설정될 경우 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI들의 집합, 및 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 오직 하나의 CSI process에 대해서만 상위 계층 시그널링을 통해 설정되고 해당 서브프레임 셋의 제한된 RI들의 집합이 동일한 경우, 각각의 CSI process에 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI들의 집합 중 적어도 하나에 대해 다른 설정을 기대하지 않는다.
- [259] 또한, LTE 시스템에서 해당 RI-reference CSI-process를 이용하여 비주기적 채널 상태 보고를 하기 위해 단말은 해당 CSI-process들이 비주기적 채널 상태 보고 모드, CSI-RS 안테나 포트 개수, 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 상위 계층 시그널링을 통해 설정되지 않았을 경우 프리코더 서브셋 제한을 이용하여

제한된 RI들의 집합, 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 상위 계층 시그널링을 통해 설정될 경우 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI들의 집합, 및 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 오직 하나의 CSI process에 대해서만 상위 계층 시그널링을 통해 설정되고 해당 서브프레임 셋의 제한된 RI들의 집합이 동일한 경우, 각각의 CSI process에 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI들의 집합 중 적어도 하나에 대해 다른 설정을 기대하지 않는다.

- [260] LTE Rel-11 표준에서는 주기적 상태 보고를 위해 PUCCH (Physical uplink control channel)을 사용한다. 상기 PUCCH는 L1 message로서, 최대 크기가 11 bit로 제한되어 있으며, 많은 bit를 담을 경우 커버리지가 감소하기 때문에, 다양한 정보를 다중화하기 위하여 다양한 레포팅 타입(reporting type)을 이용한다. 하기는 reporting type에 대해 설명한 것이다.
- [261] Type 1: UE selected sub-band를 위한 CQI 피드백
- [262] Type 1a: subband CQI와 second PMI 피드백
- [263] Type 2, Type 2b, Type 2c: wideband CQI와 PMI 피드백
- [264] Type 2a: wideband PMI 피드백
- [265] Type 3: RI 피드백
- [266] Type 4: wideband CQI 피드백
- [267] Type 5: RI와 wideband PMI 피드백
- [268] Type 6: RI과 PTI (Precoding type indicator) 피드백
- [269] 상기 주기적 채널 상태 보고에서 상기 PUCCH는 여러 개의 채널 상태 보고를 한 번에 송신할 수 없기 때문에 보고 주기가 겹치게 될 경우 그 중요도 및 보고 주기에 따라 높은 순위와 긴 주기를 갖는 채널 상태 보고를 우선 보고 하고, 짧은 주기와 낮은 우선 순위의 보고를 드롭(drop)(즉 생략)하게 된다. 상기 주기적 채널 상태 보고를 위한 우선 순위의 일 예는 다음과 같다.
- [270] 하나의 서빙 셀에서 PUCCH의 reporting type이 3, 5, 또는 6 (RI를 포함함)의 우선 순위가 동일한 서빙 셀의 1, 1a, 2, 2a, 2b, 2c 또는 4의 우선 순위보다 높다. 하나의 서빙 셀에서 PUCCH의 reporting type이 3, 5, 6 또는 2a(RI와 wideband PMI를 포함함)의 우선 순위가 다른 서빙 셀의 1, 1a, 2, 2a, 2b, 2c 또는 4의 우선 순위보다 높다. 하나의 서빙 셀에서 PUCCH의 reporting type이 2, 2b, 2c 또는 4(wideband PMI를 포함함)의 우선 순위가 다른 서빙 셀의 1 또는 1a의 우선 순위보다 높다. 하나의 서빙 셀에서 PUCCH의 reporting type의 우선 순위가 다른 서빙 셀에서 PUCCH reporting type의 우선 순위가 동일하면 낮은 서빙 셀 인덱스 ServCellIndex를 갖는 셀의 PUCCH reporting type의 우선 순위가 높은 것으로 간주한다.
- [271] 이하에서는 OFDM 기반의 무선통신 시스템, 특히 3GPP EUTRA(Evolved Universal Terrestrial Radio Access) 표준을 주된 대상으로 설명하나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [272] <제4 실시예>

- [273] 앞서 언급한 RI-reference CSI-process가 2D 프리코딩을 기반으로 한 RI_H , RI_V 와 함께 동작하기 위해서는 기존의 CSI-process와 다른 동작이 필요하다. 기존의 채널 상태 보고는 하나의 랭크를 이용해서 운영되었기 때문에, 하나의 RI에 대한 고려만으로도 충분하였으나, 2D 프리코딩을 기반으로 한 2D CSI에서는 RI_H , RI_V 가 각각 보고되기 때문에, 각각의 RI에 대한 고려를 기반으로 하여 RI-reference CSI-process가 운영되어야 한다.
- [274] 2D 프리코딩 혹은 2D 채널 상태 보고를 이용하여 주기적 혹은 비주기적 채널 상태 보고를 하는 단말들의 경우, 안테나 구조 혹은 코드북/피드백 구조가 달라짐에 따라 CSI-process 설정에 대하여 기존과는 다른 고려가 필요하다. 이러한 설정을 위하여 2D 채널 상태 보고를 하는 단말이 RI-reference CSI-process를 이용하여 주기적 채널 상태 보고를 하기 위해서 상기 단말은 해당 CSI-process 들이 주기적 채널 상태 보고 모드 (설정 될 경우 서브 모드 포함), 2D CSI-RS 안테나 포트 개수, 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 상위 계층 시그널링을 통해 설정되지 않았을 경우 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI_{HV} 들의 집합, 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 상위 계층 시그널링을 통해 설정될 경우 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI_{HV} 들의 집합, 및 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 오직 하나의 CSI process에 대해서만 상위 계층 시그널링을 통해 설정되고 해당 서브프레임 셋의 제한된 RI_{HV} 들의 집합이 동일한 경우, 각각의 CSI process에 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI_{HV} 들의 집합 중 어느 하나에 대한 다른 설정을 기대하지 않을 수 있다.
- [275] 또한, 해당 RI-reference CSI-process를 이용하여 비주기적 채널 상태 보고를 하기 위해서 2D 채널 상태 보고를 하는 단말에게 해당 CSI-process 들이 비주기적 채널 상태 보고 모드, 2D CSI-RS 안테나 포트 개수, 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 상위 계층 시그널링을 통해 설정되지 않을 경우 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI_{HV} 들의 집합, 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 상위 계층 시그널링을 통해 설정될 경우 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI_{HV} 들의 집합, 및 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 오직 하나의 CSI process에 대해서만 상위 계층 시그널링을 통해 설정되고 해당 서브프레임 셋의 제한된 RI_{HV} 들의 집합이 동일한 경우, 각각의 CSI process에 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI_{HV} 들의 집합 중 적어도 하나에 대해 다른 설정을 기대하지 않는다.
- [276] 상기 방법은 주기적 채널 상태 보고와 비주기적 채널 상태 보고에 대해서 CSI-process 설정하는 방법에 관한 것이다. 상기 실시예는 안테나 포트 개수와 RI 집합 제한에 대해서 전체 2D 안테나 포트 개수와 composite RI인 RI_{HV} 에 대해서 동일한 설정이 되도록 하여, 해당 CSI-process 들이 동일한 설정하에 RI-reference CSI-process의 가정에 따라 채널 상태 보고를 할 수 있도록 한다.
- [277] 하지만, 2D 안테나의 경우, 동일한 개수의 안테나 포트에 대해서 다양한 모양이 가능하며, 이에 따라 해당 안테나 형상에서 송신 가능한 데이터가 전혀 다를 수

있다. 따라서, 상기의 예시와 달리 각각의 차원에 대하여 안테나 포트 개수 및 제한된 RI 집합이 동일하도록 제한하는 것도 가능하다. 이하는 각각의 차원에 대하여 안테나 포트 개수 및 RI 집합 제한에 대해 주기적 혹은 비주기적 채널 상태 보고 설정을 위하여 CSI-process 방법을 제한하는 것이다. 각각의 차원에 대하여 안테나 포트 개수 및 RI 집합 제한에 대해 2D 채널 상태 보고를 하는 단말이 RI-reference CSI-process를 이용하여 주기적 채널 상태 보고를 하기 위해서 단말은 해당 CSI-process 들이 주기적 채널 상태 보고 모드 (설정 될 경우 서브 모드 포함), 차원별 CSI-RS 안테나 포트 개수, 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 상위 계층 시그널링을 통해 설정되지 않았을 경우 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI_H 들의 집합과 RI_V 들의 집합, 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 상위 계층 시그널링을 통해 설정될 경우 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI_H 들의 집합과 RI_V 들의 집합, 및 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 오직 하나의 CSI process에 대해서만 상위 계층 시그널링을 통해 설정되고 해당 서브프레임 셋의 제한된 RI_H 들의 집합과 RI_V 들의 집합이 동일한 경우, 각각의 CSI process에 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI_H 들의 집합과 RI_V 들의 집합 중 적어도 하나에 대해 다른 설정을 기대하지 않는다.

[278] 또한, 해당 RI-reference CSI-process를 이용하여 비주기적 채널 상태 보고를 하기 위해서 2D 채널 상태 보고를 하는 단말에게 해당 CSI-process 들이 비주기적 채널 상태 보고 모드, 차원별 CSI-RS 안테나 포트 개수, 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 상위 계층 시그널링을 통해 설정되지 않을 경우 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI_H 들의 집합과 RI_V 들의 집합, 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 상위 계층 시그널링을 통해 설정될 경우 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI_H 들의 집합과 RI_V 들의 집합, 및 서브프레임 셋 $C_{CSI,0}$ 와 $C_{CSI,1}$ 가 오직 하나의 CSI process에 대해서만 상위 계층 시그널링을 통해 설정되고 해당 서브프레임 셋의 제한된 RI_H 들의 집합과 RI_V 들의 집합이 동일한 경우, 각각의 CSI process에 프리코더 서브셋 제한을 이용하여 제한된 RI_H 들의 집합과 RI_V 들의 집합 중 적어도 하나에 대해 다른 설정을 기대하지 않는다.

[279] 상술한 주기적 채널 상태 보고의 우선 순위와 같이, 2D 프리코딩 혹은 2D 채널 상태 보고를 기반으로 동작하는 단말 또한 주기적 채널 상태 보고의 우선 순위가 필요할 수 있다. Rel-11 LTE 표준은 $RI > wPMI(\text{wideband PMI}) > wCQI(\text{wideband CQI}) > sPMI(\text{subband PMI}) = sCQI(\text{subband CQI})$ 로 우선 순위가 정해져 있다. 2D 채널 상태 보고에서 수직 도메인(vertical domain)의 우선 순위가 더 중요하다고 판단될 경우, 하기와 같이 판단할 수 있다.

[280] 우선 순위 1: $RI_V > RI_H > wPMI_V > wPMI_H > sPMI_V = sCQI_V > sPMI_H = sCQI_H$

[281] 반대로, 수평 도메인(horizontal domain)의 우선 순위가 더 중요하다고 판단 될 경우, 상기 우선 순위 1을 이용하면 주기적 채널 상태 보고에서의 우선 순위는 이하의 우선 순위 2와 같이 표현될 수 있다.

[282] 우선 순위 2: $RI_V > RI_H > wPMI_V > wPMI_H > sPMI_V = sCQI_V > sPMI_H = sCQI_H$

- [283] 상기의 표현에서는 수직 도메인 혹은 수평 도메인에 대해서 우선 순위가 있는 것으로 표현하였지만, 이는 차원 1과 차원 2로 표현될 수 있다. 이러한 우선 순위에 대한 선택은 차원 1 혹은 차원 2를 우선한다와 같이 명기될 수 있으며, 또한, RRC 필드를 이용하여 차원 1 또는 차원 2를 우선하도록 설정하게 할 수 있다.
- [284] 하나의 서빙 셀에서 PUCCH의 reporting type의 우선 순위와 다른 서빙 셀의 PUCCH의 reporting type의 우선 순위가 동일하고 해당 PUCCH reporting type의 보고 차원이 다를 경우, 낮은 보고 차원의 PUCCH reporting type을 갖는 서빙 셀의 채널 상태 보고를 보고되고, 다른 셀들의 PUCCH reporting types를 고려되지 않는다.
- [285] 또한 해당 PUCCH reporting type의 보고 차원이 동일할 경우, 낮은 ServCellIndex를 갖는 셀의 PUCCH reporting type을 보고되고 다른 셀들의 PUCCH reporting types는 고려되지 않는다.
- [286] 상기 실시예에서는 보고 차원이 낮은 (차원 1과 차원 2가 존재할 경우 차원 1) 경우에 대하여 예시하였지만, RRC 필드를 사용할 경우 ‘상위 계층 설정에 따라 보고 차원의 우선 순위가 낮은’와 같은 표현으로 대체될 수 있으며, 또한 ‘CSI-resource index가 낮은’이나 ‘상위 계층 설정에 따라 CSI-resource의 우선 순위가 낮은’ 등으로 표현될 수 있다.
- [287] <제 5 실시예>
- [288] 도 16은 본 개시의 제5 실시예에 따른 RI-reference CSI-process가 동작하는 것을 도시한 도면이다. 상기 제5 실시예는 보고받은 RI_H 와 RI_V 를 기반으로 하여, 2D 랭크인 RI_{HV} 를 구한 후 상기 RI_{HV} 를 가정하여 채널 상태보고를 만드는 방법이다. 도 16를 참조하면 단말의 RI-reference CSI-process인 CSI-process 0는 RI_H 와 RI_V 로 각각 3과 2를 기지국에 보고한다. 이 때, 상기에서 예시한 바와 같이 상기 단말과 상기 기지국은 수학식 11과 같은 RI_{HV} 를 위한 규칙을 사전에 공유할 수 있다.
- [289] 수학식 11
[수식11]
- $$RI_{HV} = RI_H \times RI_V$$
- [290] 상기 수학식 11의 규칙을 도 16에 적용할 경우 상기 단말은 CSI-process 1을 이용한 채널 상태 보고를 위하여 RI-reference CSI-process인 CSI-process 0가 보고한 RI_{HV} 를 가정하여 채널 상태 보고를 생성하게 된다. 상기 수학식 11의 규칙을 적용할 경우 $RI_{HV} = 2 \times 3 = 6$ 과 같이 구할 수 있다. 따라서, 상기 단말은 표 3과 같이 해당 RI_{HV} 를 유도할 수 있는 RI_H 와 RI_V 조합에 대해 모두 고려하여 최적의 RI_H 와 RI_V 및 해당 PMI_H 와 PMI_V 를 결정 및 보고 할 수 있다.
- [291] 표 3

[표3]

RI_{HV}	RI_H	RI_V
6	1	6
6	2	3
6	3	2
6	6	1

- [292] 상기 단말은 이러한 해당 RI_H 와 RI_V 조합에 대해 가능한 프리코딩 조합을 적용하여 최적의 RI_H 와 RI_V 를 결정 후 상기 기지국에 통보한다. 도 16은 또 다른 예로 상기 단말이 RI_H 로 1, RI_V 로 6을 결정하여 상기 기지국에 통보하는 것을 도시한 것이다.
- [293] 상기 방법을 이용할 경우, 상기 단말은 RI_H 와 RI_V 값에 상관없이 상기 단말과 기지국 사이에서 지원 가능한 전체 랭크인 RI_{HV} 에 따라 채널 상태 보고를 생성할 수 있다. 상기 기지국은 상기 채널 상태 보고를 이용하여 2D-프리코딩을 기반으로 채널 상태를 보고하는 상기 단말에게 다중 포인트 협력 통신을 지원할 수 있게 된다.
- [294] 또한, 상기 예시에서는 RI_H 와 RI_V 그리고 PMI_H , PMI_V , CQI_{HV} 가 동시에 보고되거나, RI_H 와 RI_V 그리고 PMI_H , PMI_V , CQI_{HV} 가 각각 다른 타이밍 혹은 다른 조합을 이루어 보고되는 경우에도 상기 제1 실시예를 기반으로 한 동작이 가능하다.
- [295] 도 17은 본 개시의 일 실시예를 기반으로 RI_H 와 RI_V 그리고 PMI_H , PMI_V , CQI_{HV} 가 각각 다른 타이밍 혹은 다른 조합을 이루어 보고되는 경우의 동작을 도시한 도면이다.
- [296] 도 17을 참조하면 RI-reference CSI-process인 CSI-process 0는 RI_H 으로 3(1710)을, RI_V 으로 2(1720)을 보고한다. 이에 따라 CSI-process 1은 콤포지트 랭크(composite rank)인 6을 가정하여 RI_H 으로 1(1730)을, RI_V 으로 6(1740)을 각각 통보할 수 있다.
- [297] 상술한 바와 같이, LTE Rel-11 표준에서는 주기적 상태 보고에서 여러 개의 채널 상태 보고가 겹치게 될 경우, 상기 여러 개의 채널 상태 보고의 중요도 및 보고 주기에 따라 높은 우선 순위와 긴 주기를 갖는 채널 상태 보고가 우선 보고되고, 짧은 주기와 낮은 우선 순위의 채널 상태 보고는 하지 않는다(drop). 이 때, CSI-process 1의 RI 보고에서 RI_H (1730)와 RI_V (1740) 중 하나가 보고되지 않을 경우, 기지국은 CSI-process 0의 RI_H 와 RI_V 를 통해 콤포지트 랭크인 RI_{HV} 를 계산하고, 이에 따라 CSI-process 1는 보고받은 RI_H 혹은 RI_V 를 통해 보고되지 않은 RI_V 혹은 RI_H 를 역산할 수 있다. 예를 들어, RI_V 가 보고되지 않을 경우(1740), 기지국인 보고받은 $RI_{HV}=6$ 과 $RI_H=1$ 을 통해 역산하여 RI_V 는 6임을 확인할 수 있다. 이러한 추정 및 계산을 위해 사용되는 RI는 RI-reference CSI-process 및 해당

CSI-process에서 가장 최근에 보고된 RI를 참조한다.

- [298] 또한, 도 16과 도 17을 참조하면 주기적 채널 상태 보고를 기반으로 하여 도시하였으나, 해당 실시예는 비주기적 채널 상태 보고에도 적용 가능하다. 또한, 상기의 도면에서 $RI_{HV} = RI_H \times RI_V$ 임을 예시하였으나, 이외의 다른 함수나 맵핑 테이블 등을 이용해서도 해당 RI_{HV} 를 도출할 수 있다.
- [299] <제 6 실시예>
- [300] 도 18은 본 개시의 제 6 실시예를 기반으로 하여 RI-reference CSI-process가 동작하는 것을 도시한 도면이다.
- [301] 상기 제6 실시예는 RI-reference CSI-process의 RI_H 와 RI_V 를 기반으로 하여, 다른 CSI-process들에 동일한 RI_H 와 RI_V 를 가정하여 채널 상태보고를 만드는 방법이다.
- [302] 도 18을 참조하면 RI-reference CSI-process인 CSI-process 0는 RI_H 와 RI_V 로 각각 3과 2를 보고한다(1810). 상기 제6 실시의 방법에 따르면, 전체 랭크인 RI_{HV} 에 따라 CSI-process 1의 랭크가 결정되는 것이 아닌 각각의 차원의 랭크인 RI_H 와 RI_V 가 동일하게 유지되는 것을 가정한다. 따라서, CSI-process 1도 RI_H 와 RI_V 로 각각 3과 2를 보고한다(1820).
- [303] 전체 CSI-RS 포트 개수 뿐 아니라 기지국의 안테나 형상이 각각의 TP에서 모두 동일할 경우, 간섭이나 상기 TP와 단말 사이의 거리가 전혀 다르지 않다면, 차원 별로 유사한 랭크가 도출될 것이며, 이러한 경우를 지원하기 위해서 각 차원의 랭크를 유지 및 가정하여 채널 상태 보고를 생성하게 함으로써 상기 단말의 계산 복잡도를 줄일 수 있다.
- [304] 또한, 상기 예시에서는 RI_H 와 RI_V 그리고 PMI_H , PMI_V , CQI_{HV} 가 동시에 보고되고 있으나, RI_H 와 RI_V 그리고 PMI_H , PMI_V , CQI_{HV} 가 각각 다른 타이밍 혹은 다른 조합을 이루어 보고되는 경우에도 상기 제6 실시예를 기반으로 한 동작이 가능하다.
- [305] 도 19는 상기 제6 실시예를 기반으로 RI_H 와 RI_V 그리고 PMI_H , PMI_V , CQI_{HV} 가 각각 다른 타이밍 혹은 다른 조합을 이루어 보고되는 경우의 동작을 도시한 도면이다.
- [306] 도 19를 참조하면 RI-reference CSI-process인 CSI-process 0는 RI_H 으로 3(1910)을, RI_V 으로 2(1920)을 보고한다. 이에 따라 CSI-process 1은 RI_H 는 3으로 RI_V 는 2로 가정하여 RI_H 으로 3(1930)을, RI_V 으로 2(1940)를 각각 보고할 수 있다. 이 때, 상기 CSI-process 1의 상기 RI_H 와 상기 RI_V 가 보고되지 않을 경우, 기지국은 상기 CSI-process 0가 보고한 RI_H 와 RI_V 를 이용해 보고되지 않은 상기 CSI-process 1의 RI_H 과 RI_V 를 3과 2로 역산할 수 있다. 상기 제5 실시의 방법과 비교하여 상기 제6 실시의 방법은 RI-reference CSI-process가 아닌 CSI-process에 대해 모든 RI가 보고되지 않아도 RI-reference CSI-process를 이용해 확인할 수 있다는 장점이 있다. 반면, 상기 제5 실시의 경우 둘 중 하나의 RI가 보고되지 않은 경우 기지국은 RI-reference CSI-process를 이용해 composite RI를 확인하고, 나머지

RI를 통해 보고되지 않은 RI를 확인할 수 있으나, 두 RI가 모두 보고되지 않은 경우에는 확인할 수 없다는 단점이 있다. 상기 제5 실시예와 마찬가지로 RI-reference CSI-process의 RI를 참조할 때에는 가장 최근에 보고된 RI를 참조한다.

- [307] 또한, 도 18과 도 19를 참조하면 주기적 채널 상태 보고를 기반으로 하여 도시하였으나, 해당 실시예는 비주기적 채널 상태 보고에도 적용 가능하다.
- [308] <제7 실시예>
- [309] 도 20은 본 개시의 제7 실시예를 기반으로 하여 RI-reference CSI-process가 동작하는 것을 도시한 도면이다. 상기 제7 실시예는 RI-reference CSI-process의 RI_H 와 RI_V 뿐만 아니라, 해당 차원의 wideband PMI 또한 RI-reference CSI-process와 동일하다고 가정하는 방법이다.
- [310] 도 20을 참조하면 RI-reference CSI-process인 CSI-process 0는 $wPMI_H$ 와 RI_H 을 3으로 보고한다. 상기 제7 실시예의 방법에 따라 CSI-process 1도 $wPMI_H$ 와 RI_H 을 3으로 보고한다(2010). 또한, CSI-process 0가 $wPMI_V$ 와 RI_V 을 3으로 보고하면, CSI-process 1도 $wPMI_V$ 와 RI_V 을 3으로 보고한다(2020).
- [311] LTE Rel-10의 8Tx 코드북과 Rel-12의 4Tx 코드북은 8 비트(bit)의 피드백 비트를 포함할 수 있다. 상기 8비트의 피드백 비트는 4비트씩으로 나뉘어 4bit는 선택된 빔 그룹의 wideband PMI를 나타내고, 나머지 4비트 중 2비트는 상기 선택된 빔 그룹에서 선택된 하나의 빔을 나타내고, 나머지 2비트는 X-pol 안테나 특성에 의한 phase shift를 보상하는 co-phasing term으로 사용되는 subband PMI를 나타낼 수 있다. 이러한 코드북을 dual-stage codebook이라 한다. 이 때, 하나의 CSI-process의 wideband PMI와 함께 RI를 보고하는 type 5 혹은 유사한 형태의 PUCCH report가 RI-reference CSI-process의 한 CSI-process의 wideband PMI와 함께 RI를 보고하는 type 5 혹은 유사한 형태의 PUCCH report가 충돌하였을 때, 해당 차원의 wideband PMI는 RI-reference CSI process의 wideband PMI와 동일하도록 가정될 수 있다. 이 때, RI_H 혹은 RI_V 역시 RI-reference의 규칙을 사용함은 물론이다. 상기 도면의 경우 제6 실시예의 방법을 가정하여 도시하였지만, 제7 실시예는 상기 제5 실시예와 상기 제6 실시예의 방법이 모두 이용될 수 있다.
- [312] 또한, 상기의 예시에서는 RI_H 와 $wPMI_H$ 그리고 RI_V 와 $wPMI_V$ 가 각각 보고되는 경우를 예시하였지만, RI_{HV} 와 $wPMI_H$ 그리고 $wPMI_V$ 가 동시에 보고되는 경우, RI_{HV} 와 $wPMI_H$ 그리고 $wPMI_V$ 를 모두 동일하다고 가정하고, RI_H , RI_V 와 두 차원의 $wPMI$ 를 함께 묶어 사용하는 $wPMI_{HV}$ 가 동시에 보고되는 경우, RI_H 그리고 RI_V 와 $wPMI_{HV}$ 를 모두 동일하다고 가정하는 것도 가능하다. 이 때, 각각의 차원의 RI는 각각의 차원의 RI가 동일하거나(상기 제6 실시예), composite RI가 동일(상기 제5 실시예)할 수 있으며, 상기 제5 실시예와 상기 제6 실시예와 마찬가지로 참조하는 RI-reference CSI-process 및 상기 RI는 모두 가장 최신의 RI이다.
- [313] <제8 실시예>

- [314] 도 21은 본 개시의 제8 실시예를 기반으로 하여 RI-reference CSI-process가 동작하는 것을 도시한 도면이다. 상기 제8 실시예는 RI-reference CSI-process가 2D CSI와 DI(dimension indicator)를 함께 사용하는 단말이 RI_H 와 RI_V 뿐만 아니라, 해당 차원의 DI도 상기 RI-reference CSI-process와 동일하다고 가정하는 방법이다.
- [315] 도 21을 참조하면 RI-reference CSI-process인 CSI-process 0는 DI로 0을, RI_H 로 3을 보고한다(2110). 상기 제8 실시의 방법에 따라 CSI-process 1도 DI로 0을, RI_H 로 3을 보고한다(2130). 또한, CSI-process 0가 DI로 1을, RI_V 로 2을 보고하고(2120), CSI-process 1도 DI로 1을, RI_V 로 2을 보고한다(2140).
- [316] 상기 DI는 상기 단말이 보고하는 주기적 채널 상태 정보 보고가 어느 차원에 해당하는 정보인지를 알리기 위한 지시자(indicator)이며, 상기 DI를 이용해 기지국은 상기 단말이 보고하는 채널 상태 정보 보고에 대한 차원을 확인할 수 있다. 예를 들어, 상기 DI가 0이면, 기지국은 수평 차원(horizontal dimension) 혹은 제1 차원 등으로 판단할 수 있으며, 상기 DI가 1이면 수직 차원(vertical dimension) 혹은 제2 차원 등으로 판단할 수 있다. 상기 DI는 사전에 정해질 수도 있으며, 또는 RRC로 설정될 수도 있다.
- [317] 또한, 상술한 바와 같이 상기 단말과 상기 기지국이 피드백을 위해 dual-stage codebook을 사용하는 경우 short-term (또는 subband)정보가 피드백되는지 혹은 long-term (또는 wide band)정보가 피드백되는지를 알리는 PTI(Precoding type indicator)와 RI가 함께 전송되는 경우에도 상기 제5 실시예의 적용이 가능하다.
- [318] 도 22는 DI와 PTI가 RI와 동시에 보고될 때 상기 제8 실시예를 기반으로 RI-reference가 동작하는 것을 나타내는 도면이다.
- [319] 도 22를 참조하면 RI-reference CSI-process인 CSI-process 0는 DI로 0을, RI_H 로 3을, 그리고 PTI로 1을 보고한다(2210). 상기 제8 실시의 방법에 따라 CSI-process 1도 DI로 0을, RI_H 로 3을, 그리고 PRI로 1을 보고한다(2220).
- [320] 상기 PTI와 상기 DI는 분리되어 있지만, 기존의 PTI를 2비트로 확장하여 하나의 비트는 기존의 PTI가 하는 역할인 short-term (즉 subband)와 long-term (즉 wide band) 피드백 정보를 구분하고, 나머지 하나의 비트는 DI가 하는 역할인 제1 차원과 제2 차원을 구분할 수 있다.
- [321] 상기 제7 실시예와 마찬가지로 상기 제8 실시예에서 동작하는 RI-reference CSI-process의 RI는 상기 제5 실시예와 상기 제6 실시예의 방법을 모두 이용할 수 있다. 상기 도 21과 상기 도 22는 상기 제6 실시예의 방법에 따라 각각의 랭크가 차원별로 동일한 것을 예시하였지만, 상기 제5 실시예의 방법에 따라 composite rank가 동일한 것 또한 가능하다. 또한, 해당 RI가 보고되지 않을 경우 참조하는 RI-reference CSI-process 및 해당 CSI-process의 RI는 가장 최신의 RI이다.
- [322] <제9 실시예>
- [323] 도 23은 본 개시의 제9 실시예를 기반으로 하여 RI-reference CSI-process가 동작하는 것을 도시한 도면이다. 상기 제9 실시예는 RI-reference CSI-process가

2D CSI를 사용하는 단말이 RI_H 와 RI_V 뿐만 아니라 PMI_V 혹은 PMI_H 도 동일하게 가정하여 사용하는 방법이다.

- [324] 도 23에서 단말은 랭크 뿐만 아니라 수직 차원(vertical dimension)의 PMI_V 에 대해서도 동일하게 동작한다. 상기 단말에게 전송하는 TP 들의 높이가 동일할 경우, 상기 단말의 위치는 일정하며, 시간에 따라 급격하게 변화하지 않기 때문에, long-term 정보만으로도 가능할 수 있으며, CSI-process 별로 동일하게 사용할 수 있다. 따라서, 해당 PMI_V 를 동일하게 가정하여 사용하면, 단말은 수직 방향의 프리코딩을 동일하게 사용하면서 수평 방향의 프리코딩만을 바꾸어가며 전송할 수 있다. 이러한 방법은 상기에서 언급한 dual-stage codebook에서도 가능한 동작이며, 이 경우 long-term 정보를 판단하기 위하여 상기의 PMI_V 는 wideband의 PMI_V 인 $wPMI_V$ 이다. 상기 예시에서는 수직 차원의 PMI가 동일하게 가정되는 것을 예시하였으나, PMI_H 혹은 $wPMI_H$ 역시 동일한 방법의 적용이 가능하다. 또한, 도 23에서 RI_{HV} 가 다른 시점에서 보고(2310, 2320)되는 것을 가정하였으나, 동일한 시점에 보고될 수도 있다. 이 때 이를 동일하게 가정하는 방법은 상기 제5 실시예와 상기 제6 실시예의 방법이 모두 적용가능하다. 또한, 해당 랭크가 보고되지 않는 경우 참조하는 랭크는 RI-reference CSI-process와 해당 CSI-process의 가장 최근에 보고된 RI를 참조할 수 있다.
- [325] 도 24는 본 개시의 실시예에 따른 단말의 동작 순서를 도시하는 순서도이다.
- [326] 도 24를 참조하면, 상기 단말은 CSI-RS 구성에 대한 설정 정보를 기지국으로부터 수신한다(2402). 상기 수신된 설정 정보를 기초로 상기 단말은 CSI-RS에 대한 포트의 개수, 상기 CSI-RS가 전송되는 타이밍 및 자원 위치, RI-reference CSI-process 설정 여부 및 해당 CSI-process index 그리고 전송전력 정보 중에서 적어도 하나를 확인할 수 있다.
- [327] 상기 단말은 상기 수신된 CSI-RS를 기반으로 하는 피드백 설정(feedback configuration) 정보를 수신한다(2404).
- [328] 상기 단말은 CSI-RS를 수신하면 상기 수신한 CSI-RS를 이용해 채널을 추정한다(2406).
- [329] 상기 단말은 상기 추정한 채널 및 CSI-RS 간에 추가된 가상의 채널을 기반으로, 상기 수신한 피드백 설정 정보와 codebook을 사용하여 랭크, PMI 및 CQI 중 적어도 하나를 포함하는 피드백 정보를 생성한다(2408). 이 때, RI-reference CSI-process에 해당하면 랭크를 자유롭게 선택 가능하지만, CSI-process에 해당하면 RI-reference CSI-process의 RI 혹은 PMI를 가정하여 남은 PMI 및 CQI를 생성한다.
- [330] 상기 단말은 상기 수신된 피드백 설정 정보에 따라 정해진 피드백 타이밍에 상기 생성한 피드백 정보를 상기 기지국으로 전송한다(2410). 상기 생성한 피드백 정보는 이차원 배열을 고려한 채널 피드백 정보일 수 있다.
- [331] 도 25는 본 개시의 실시예에 따른 기지국의 동작 순서를 도시하는 순서도이다.
- [332] 도 25를 참조하면, 상기 기지국은 CSI-RS에 대한 설정 정보를 단말로

- 전송한다(2502). 상기 설정 정보는 CSI-RS에 대한 포트의 개수, 상기 CSI-RS가 전송되는 타이밍 및 자원 위치, RI-reference CSI-process 설정 여부 및 해당 CSI-process index 그리고 전송전력 정보 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [333] 상기 기지국은 적어도 하나 이상의 CSI-RS를 기반으로 하는 피드백 설정(feedback configuration) 정보를 상기 단말로 전송한다(2504).
- [334] 상기 기지국은 구성된 CSI-RS를 상기 단말로 전송한다(2506).
- [335] 상기 기지국은 정해진 타이밍에 상기 단말로부터 피드백 정보를 수신한다(2508).
- [336] 상기 기지국은 상기 수신한 피드백 정보를 이용하여 상기 단말과 상기 기지국 간의 채널 상태를 판단한다(2510).
- [337] 도 26은 본 개시에 따른 단말의 블럭도를 도시한 도면이다. 설명의 편의를 위해 본 개시와 직접적인 관련이 없는 구성 요소는 그 도시 및 설명을 생략한다. 또한, 본 개시에서는 다수의 구성으로 나누어 수행되나, 필요에 따라서는 하나의 구성에서 이하의 동작이 모두 수행될 수 있다.
- [338] 도 26을 참조하면, 상기 단말은 제어부(2601), 송수신부(2603), 및 안테나(2605)를 포함할 수 있다. 상기 제어부(2601)는 기지국으로 전송해야 할 UCI를 생성하고, PUCCH의 전송 전력을 계산하여 적용할 수 있다. 또는 상기 제어부(2601)는 PUSCH에 전송할 데이터를 상기 송수신부(2603)로 전달할 수 있다. 또한 상기 제어부(2601)는 상기 단말이 PUCCH/PUSCH 전송을 위해 사용해야 할 커버리지 향상 레벨을 결정하여 상기 송수신부(2603)에 전달할 수 있다. 또한 상기 제어부(2601)는 수신한 CSI-RS를 이용해 채널을 추정하고, 상기 추정한 채널 및 CSI-RS 간에 추가된 가상의 채널을 기반으로, 상기 수신한 피드백 설정 정보와 codebook을 사용하여 랭크, PMI 및 CQI 중 적어도 하나를 포함하는 피드백 정보를 생성할 수 있다.
- [339] 상기 송수신부(2603)는 상기 제어부(2601)로부터 수신된 UCI와 PUCCH 전송 전력에 따라 PUCCH 포맷에 맞게 신호를 생성할 수 있다. 또는 상기 송수신부(2603)는 상기 제어부(2601)로부터 수신된 데이터와 PUSCH 전송 전력에 따라 PUSCH 포맷에 맞게 신호를 생성할 수 있다. 상기 송수신부(2603)는 입력받은 신호에 대해 처리한 후 상기 처리한 신호를 안테나(2605)를 통해 상기 기지국으로 전송할 수 있다. 또한 상기 송수신부(2603)는 기지국으로부터 CSI-RS 구성에 대한 설정 정보, 피드백 설정 정보, 및 CSI-RS를 수신할 수 있다. 상기 송수신부(2603)는 상기 기지국이 정한 피드백 타이밍에 상기 생성한 피드백 정보를 전송할 수 있다.
- [340] 도 27은 본 개시에 따른 기지국의 블럭도를 도시한 도면이다. 설명의 편의를 위해 본 개시와 직접적인 관련이 없는 구성 요소는 그 도시 및 설명을 생략한다. 또한, 본 개시에서는 다수의 구성으로 나누어 수행되나, 필요에 따라서는 하나의 구성에서 이하의 동작이 모두 수행될 수 있다.
- [341] 도 27을 참조하면, 상기 기지국은 제어부(2701), 송수신부(2703), 및

안테나(2705)를 포함할 수 있다. 상기 기지국은 상기 안테나(2705)를 통해 수신한 신호를 상기 송수신부(2703)에서 처리한 후, 상기 제어부(2701)로 상기 처리한 신호를 전달할 수 있다. 구체적으로 상기 송수신부(2703)는 단말들이 전송하는 PUCCH/PUSCH의 커버리지 향상 레벨 정보를 전달받아 PUCCH/PUSCH 수신에 사용할 수 있다. 또한 상기 송수신부(2703)는 수신된 UCI 정보 및 데이터를 상기 제어부(2701)에 전달할 수 있다. 상기 송수신부(2703)는 단말로부터 또는 단말에게 데이터 기준신호 및 피드백 정보를 송수신할 수 있다.

[342] 상기 제어부(2701)는 상기 UCI 정보를 이용해 상기 데이터를 처리한다. 또한 상기 제어부(2701)는 상기 기지국을 구성하는 모든 구성의 상태 및 동작을 제어한다. 상기 제어부(2701)는 CSI-RS 자원, 단말의 피드백 자원 및 피드백 타이밍을 상기 단말에게 할당할 수 있다. 상기 제어부(2701)는 여러 단말로부터 송신되는 피드백이 충돌하지 않도록 상기 피드백 자원 및 타이밍을 조절하여 할당할 수 있다. 상기 제어부(2701)는 상기 단말로부터 피드백 정보를 수신하여 해석할 수 있다.

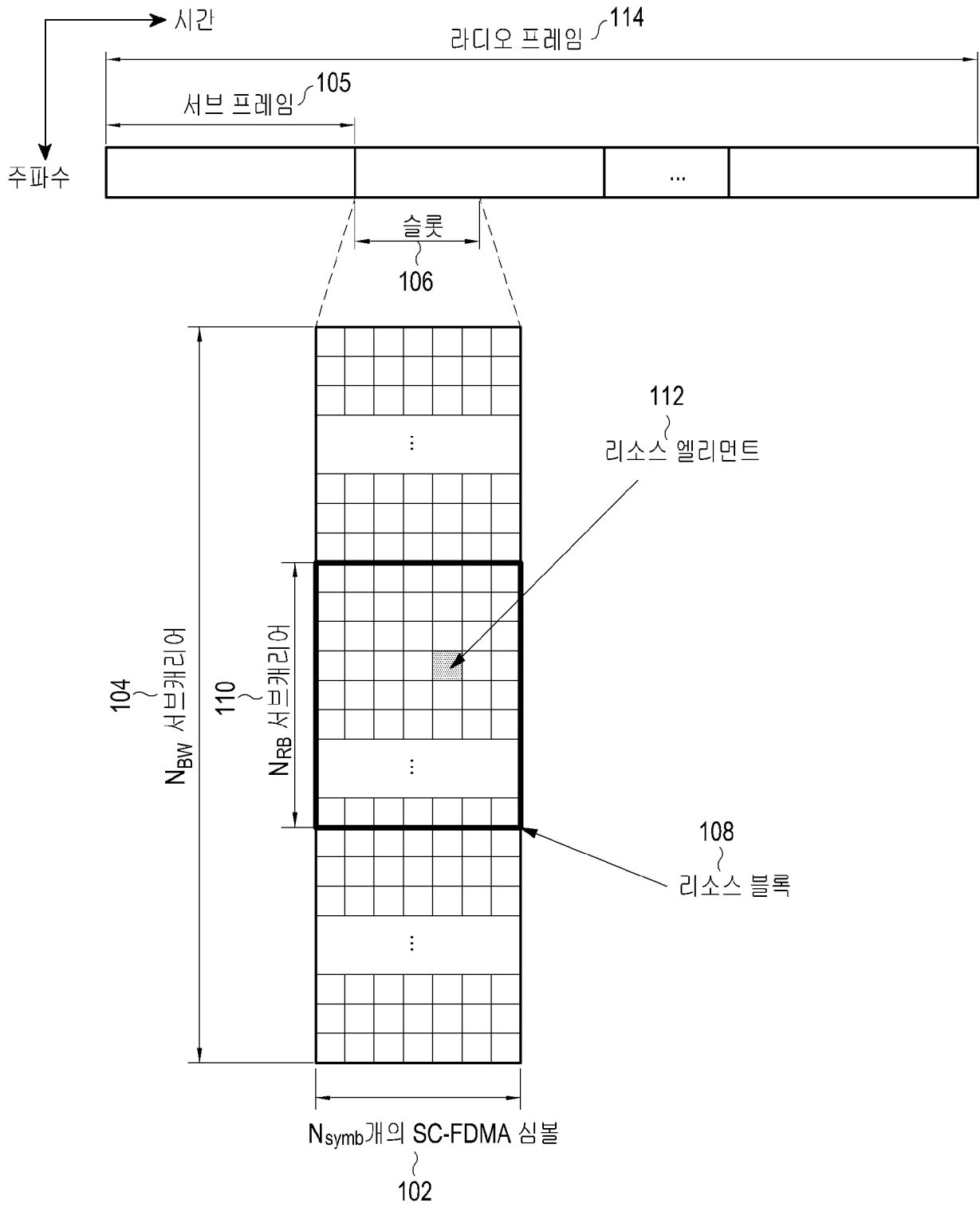
[343] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 실시예들은 본 개시의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 개시의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 즉 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명의 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다. 또한 상기 각각의 실시 예는 필요에 따라 서로 조합되어 운용할 수 있다.

청구범위

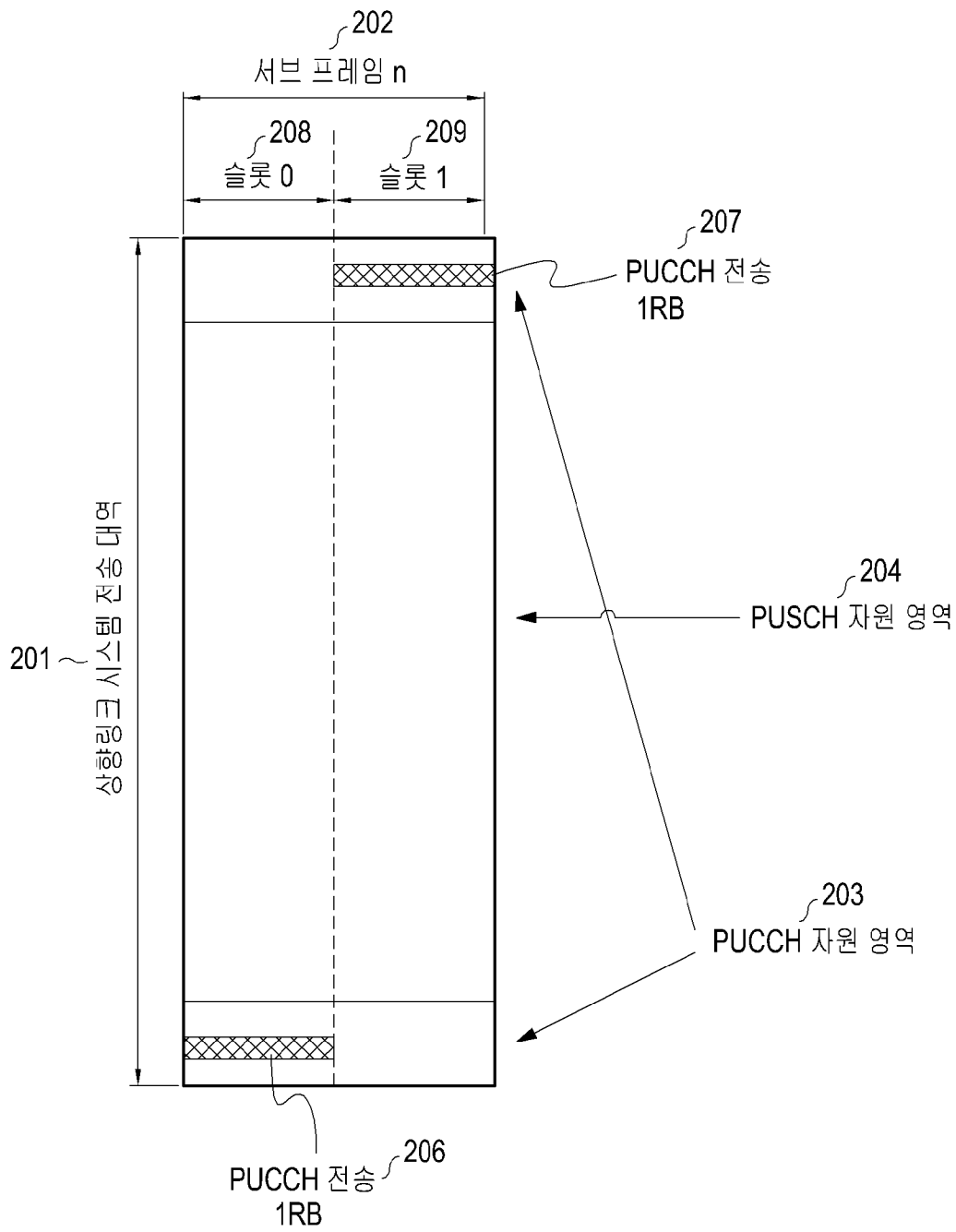
- [청구항 1] 무선 통신 시스템에서 단말의 상향링크 전송 전력을 제어하는 방법에 있어서,
 커버리지 향상 모드를 위한 반복 레벨이 변경된 경우, 전력 제어 조정값을 초기화하는 과정,
 기지국으로부터 수신되는 전송 전력 제어(TPC) 명령에 따라 상기 전력 제어 조정값을 업데이트하는 과정,
 상기 업데이트된 전력 제어 조정값 및 상기 반복 레벨에 기초하여 상향링크 전송 전력을 계산하는 과정,
 상기 계산된 상향링크 전송 전력으로 상향링크 데이터 또는 제어 정보를 전송하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 제어 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 계산된 전송 전력값으로 데이터 또는 제어 정보를 전송하는 과정은,
 적어도 2 이상의 연속하는 서브프레임 동안 위상의 연속성을 유지하며 상기 계산된 전송 전력값으로 상기 상향링크 데이터 또는 제어 정보를 반복하여 전송하는 과정임을 특징으로 하는 제어 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 반복 레벨은 상기 기지국의 상위 계층 시그널링 메시지를 통해 준정적으로 설정됨을 특징으로 하는 제어 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 반복레벨은 상기 단말과 상기 기지국과의 경로에 따른 경로감쇠, 상기 단말의 안테나 개수, 상기 단말이 수신 버퍼의 크기 중 적어도 하나를 고려하여 결정됨을 특징으로 하는 제어 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 전력 제어 조정값은, 상기 상향링크 전송 전력이 상위 계층으로부터 설정되었는지 여부, 랜덤 액세스 응답을 수신하였는지 여부, 상기 상향링크 전송 전력의 반복레벨이 변경되었는지 여부를 고려하여 업데이트됨을 특징으로 하는 제어 방법.
- [청구항 6] 무선 통신 시스템에서 기지국이 단말의 상향링크 전송 전력 제어를 지원하는 방법에 있어서,
 단말에 대해 설정된 커버리지 향상 모드를 위한 반복 레벨의 정보를 상기 단말에게 전송하는 과정,
 상기 단말의 상향링크 전송 전력을 제어하기 위한 전송 전력 제어(TPC) 명령에 따라 상기 전력 제어 조정값을 상기 단말에게 전송하는 과정과,
 상기 단말로부터 동일한 데이터 또는 동일한 제어 정보를 적어도 2 이상의 연속하는 서브프레임 동안 수신하는 과정을 포함하고,
 상기 동일한 데이터 또는 제어 정보는, 상기 전송 전력 제어 명령에 의해 업데이트된 전력 제어 조정값 및 상기 반복 레벨에 기초하여 계산된

- 상향링크 전송 전력을 이용하여 상기 단말로부터 전송됨을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 7] 제6항에 있어서, 상기 수신하는 과정은 상기 적어도 2 이상의 연속하는 서브프레임 중 적어도 일부의 서브프레임에서 수신한 신호를 컴바이닝하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 8] 제6항에 있어서, 상기 반복레벨의 정보는 상기 기지국의 상위 계층 시그널링 메시지를 통해 전송됨을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 9] 제8항에 있어서, 상기 반복레벨은 상기 단말과 상기 기지국과의 경로에 따른 경로감쇄, 상기 단말의 안테나 개수, 상기 단말이 수신 버퍼의 크기 중 적어도 하나를 고려하여 결정됨을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 10] 제6항에 있어서, 상기 전력 제어 조정값은, 상기 상향링크 전송 전력이 상위 계층으로부터 설정되었는지 여부, 랜덤 액세스 응답을 수신하였는지 여부, 상기 상향링크 전송 전력의 반복레벨이 변경되었는지 여부를 고려하여 상기 단말에 의해 업데이트됨을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 11] 제1항 내지 제5항에 따라 동작하도록 구성됨을 특징으로 하는 단말.
- [청구항 12] 제6항 내지 제10항에 따라 동작하도록 구성됨을 특징으로 하는 기지국.

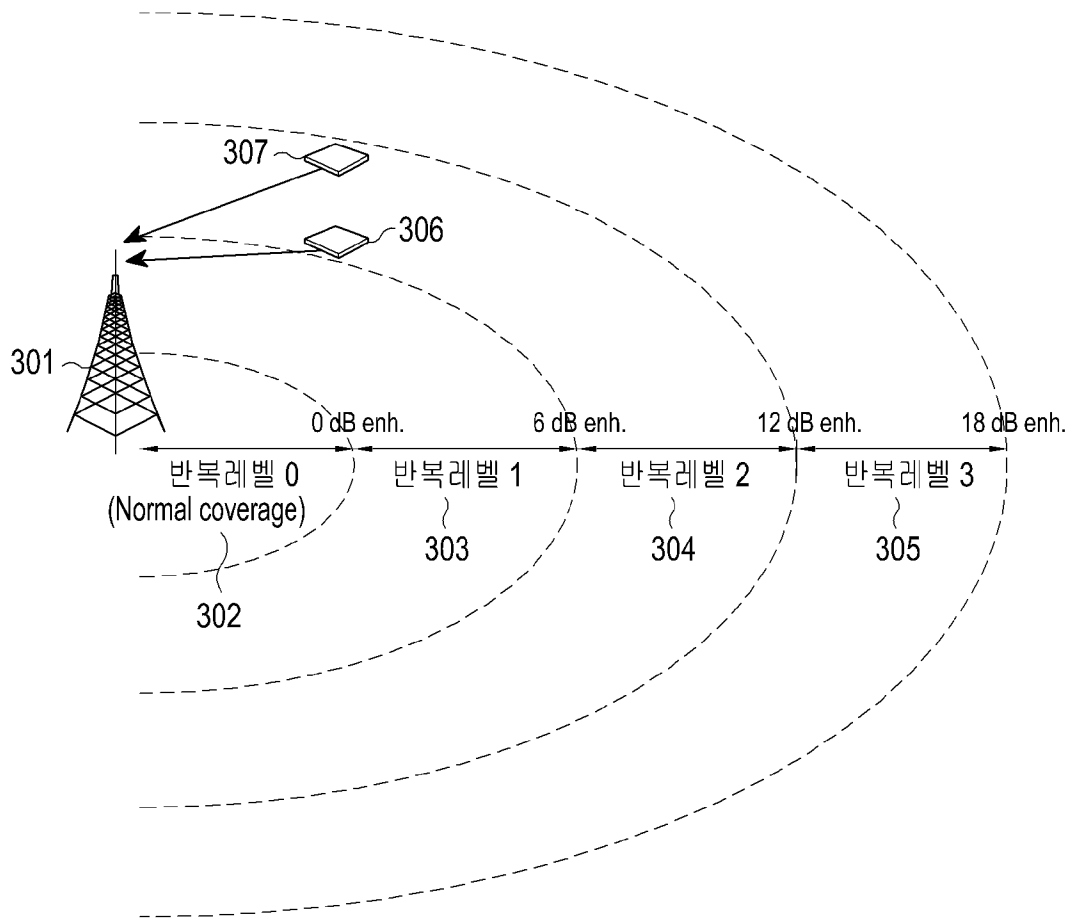
[도1]



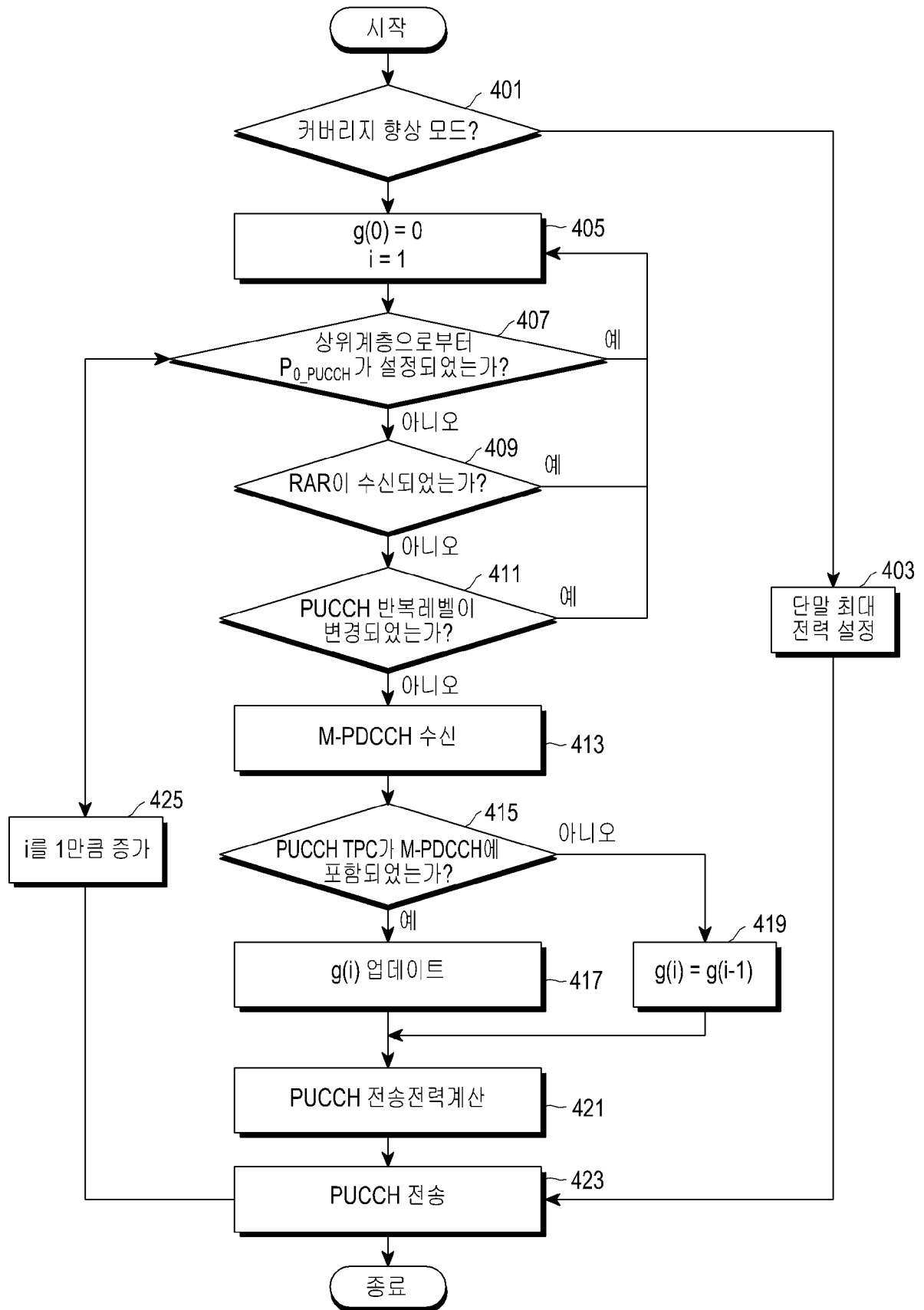
[도2]



[도3]



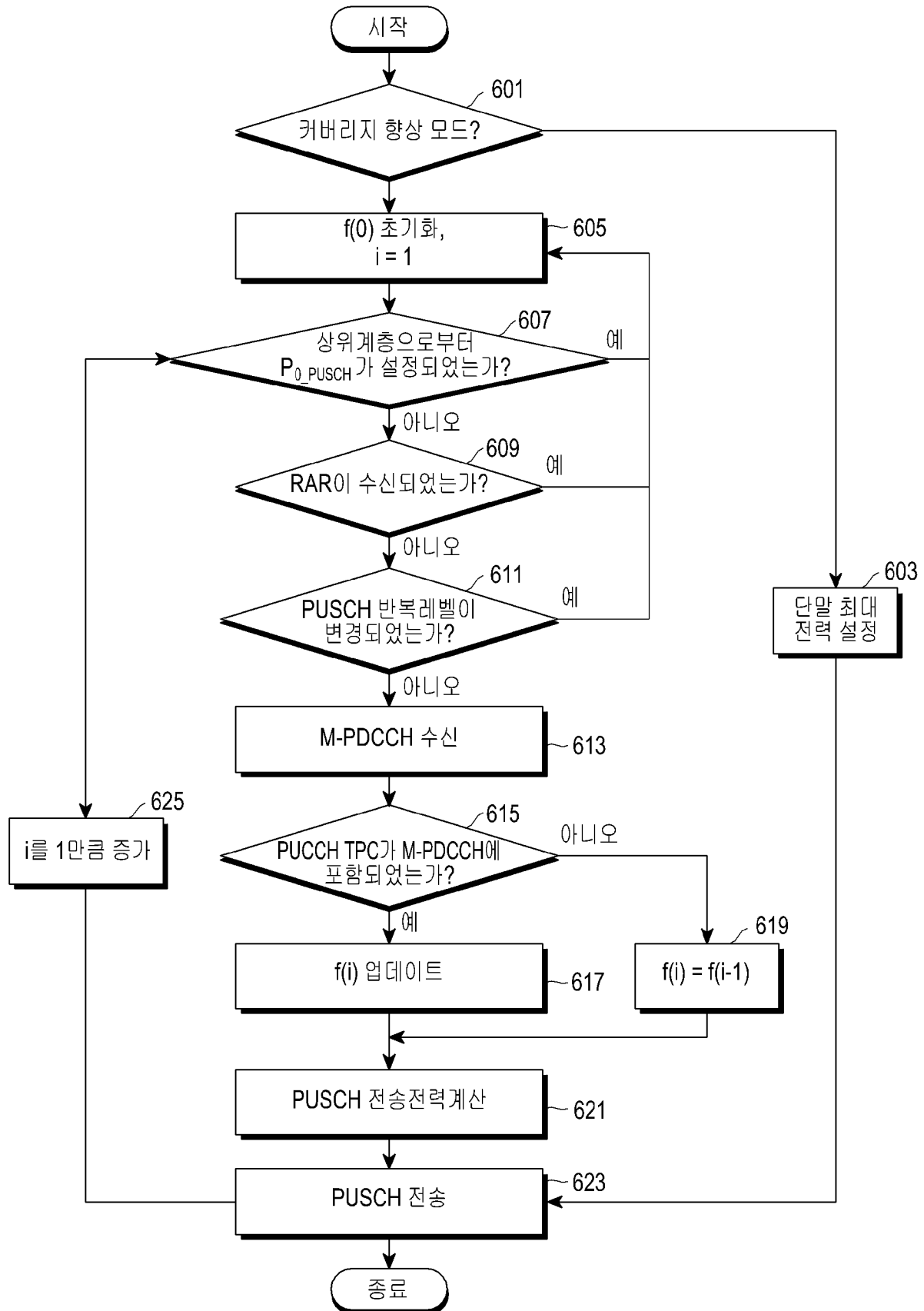
[도4]



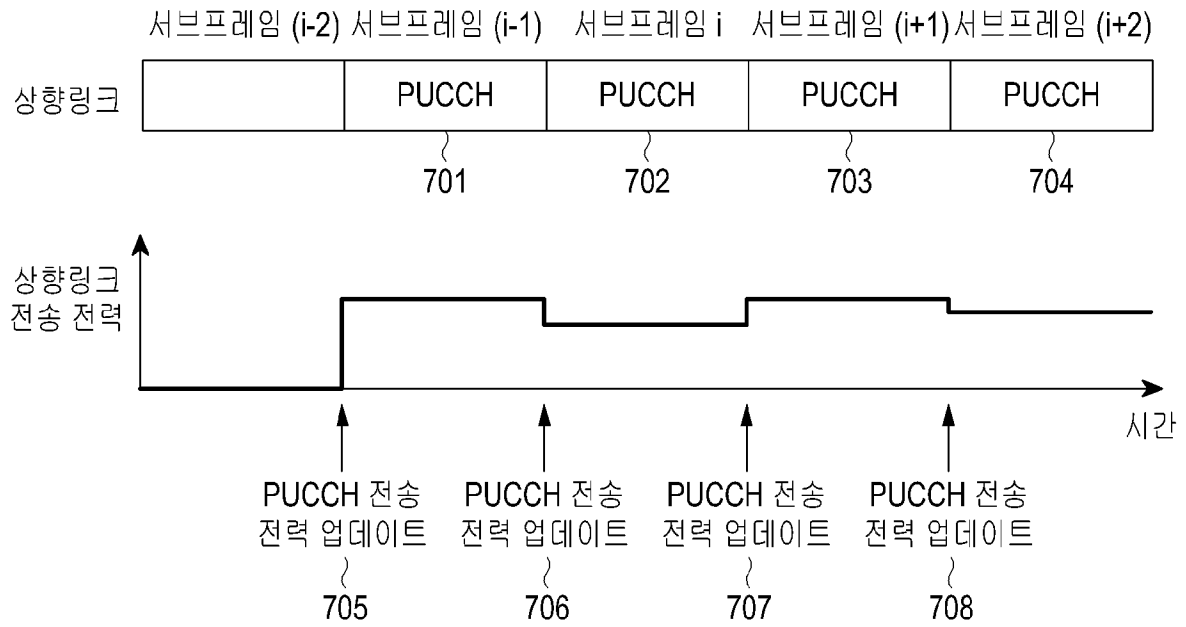
[도5]

		서브프레임 (i-1)	서브프레임 i	서브프레임 (i+1)	서브프레임 (i+2)
501	단말 1	PUCCH	PUCCH	PUCCH	PUCCH
505	단말 1의 OCC 1	1	1	1	1
502	단말 2	PUCCH	PUCCH	PUCCH	PUCCH
506	단말 2의 OCC 2	1	-1	1	-1
503	단말 3	PUCCH	PUCCH	PUCCH	PUCCH
507	단말 3의 OCC 3	1	1	-1	-1
504	단말 4	PUCCH	PUCCH	PUCCH	PUCCH
508	단말 4의 OCC 4	-1	-1	1	1

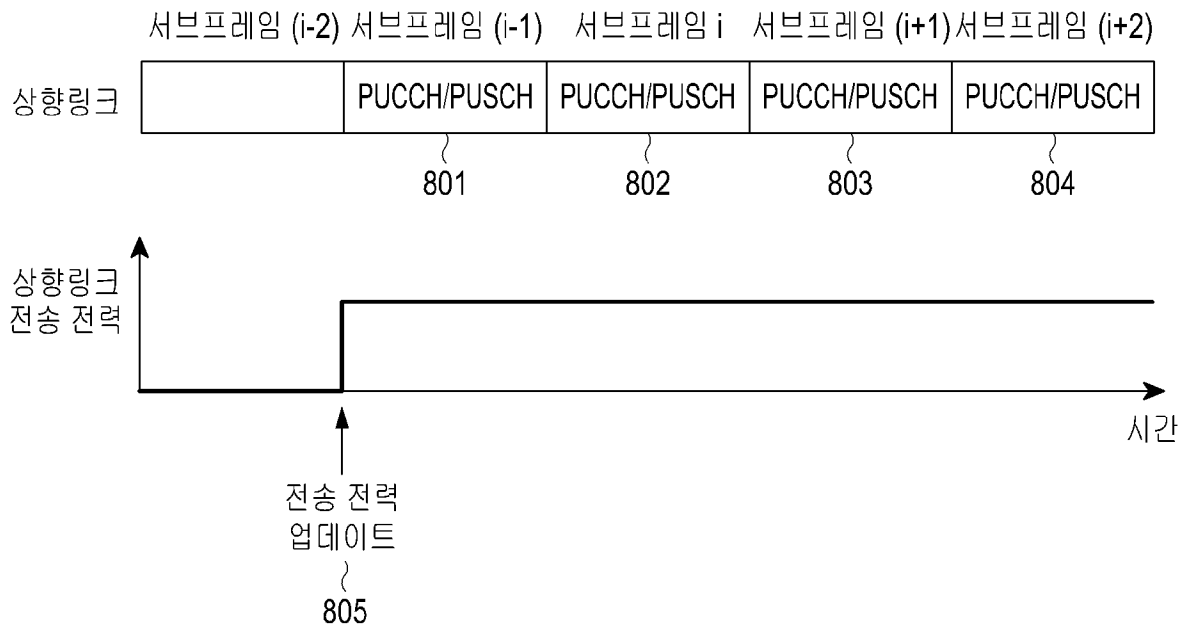
[도6]



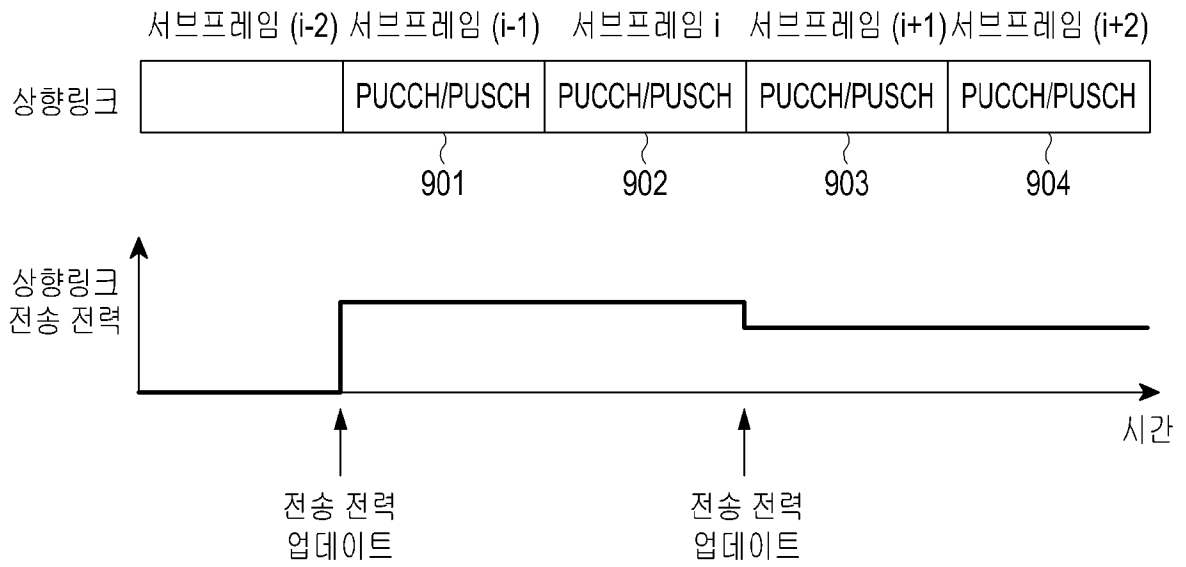
[도7]



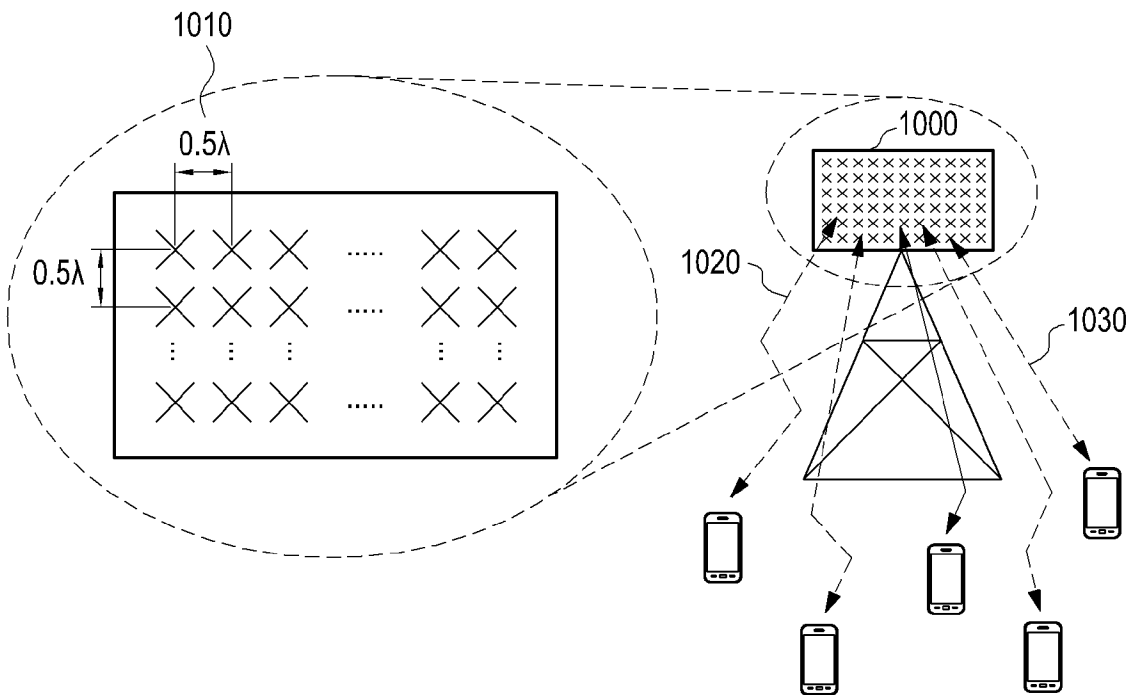
[도8]



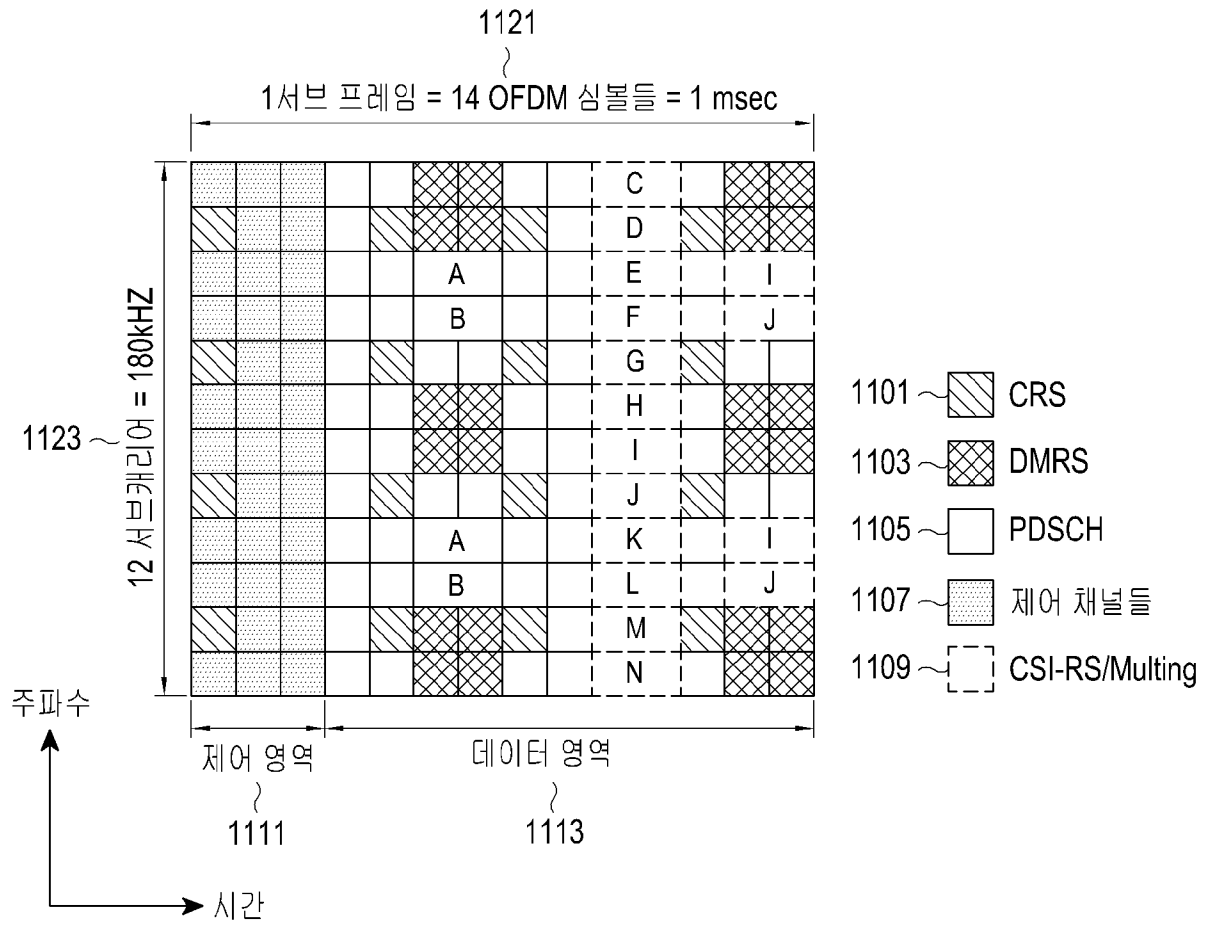
[도9]



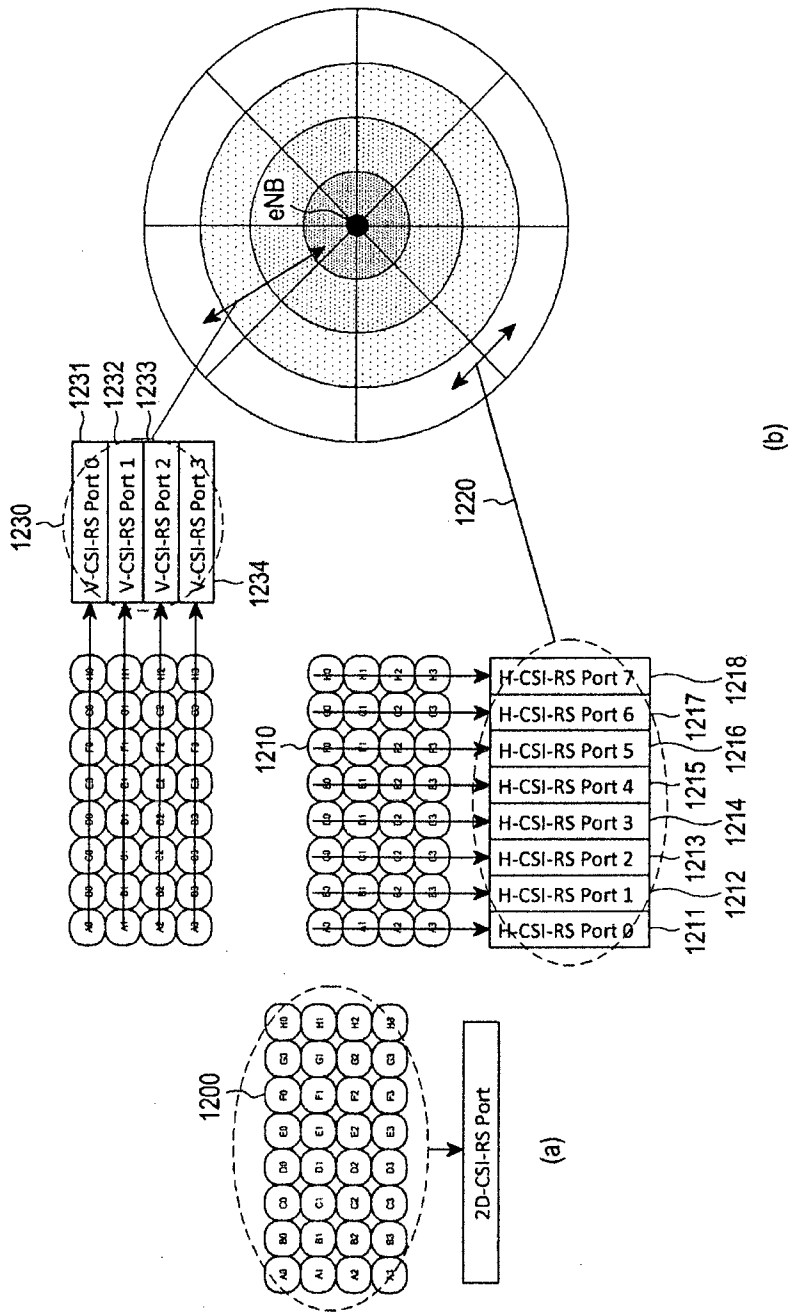
[도10]



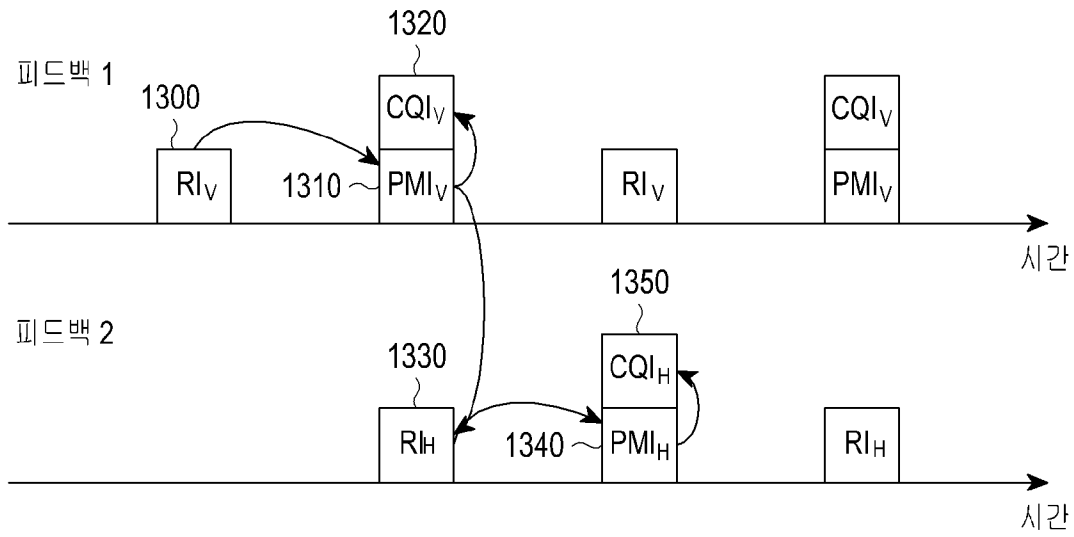
[도11]



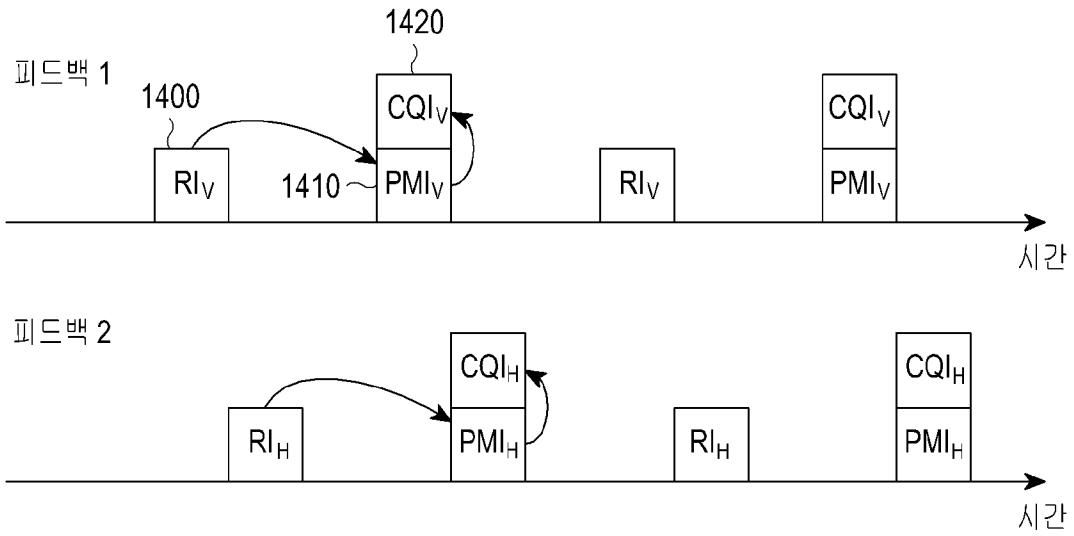
[도12]



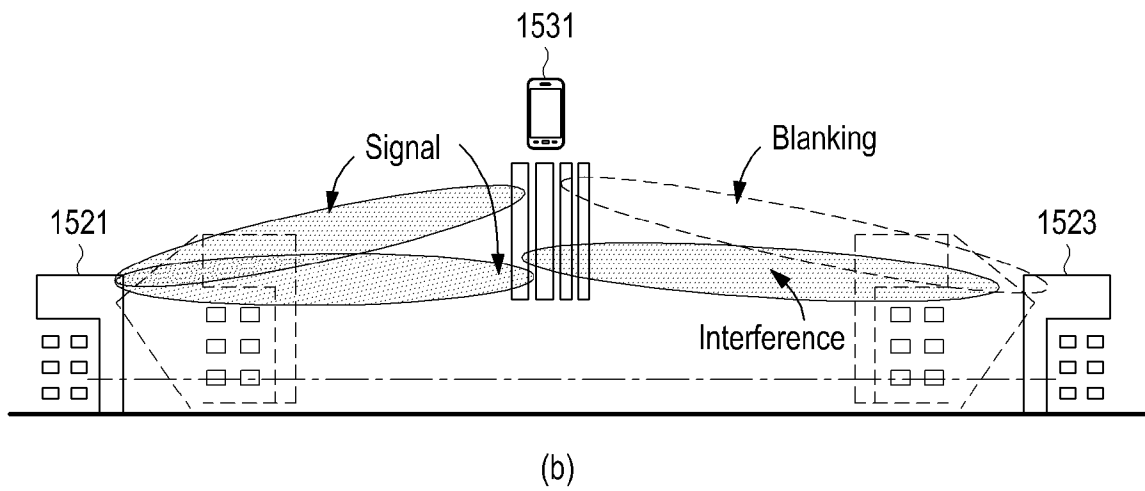
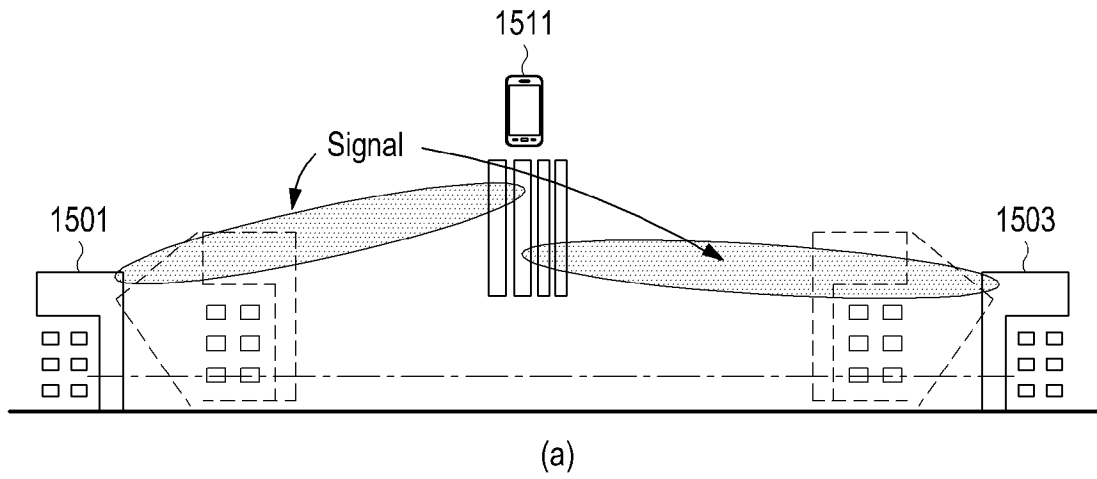
[도13]



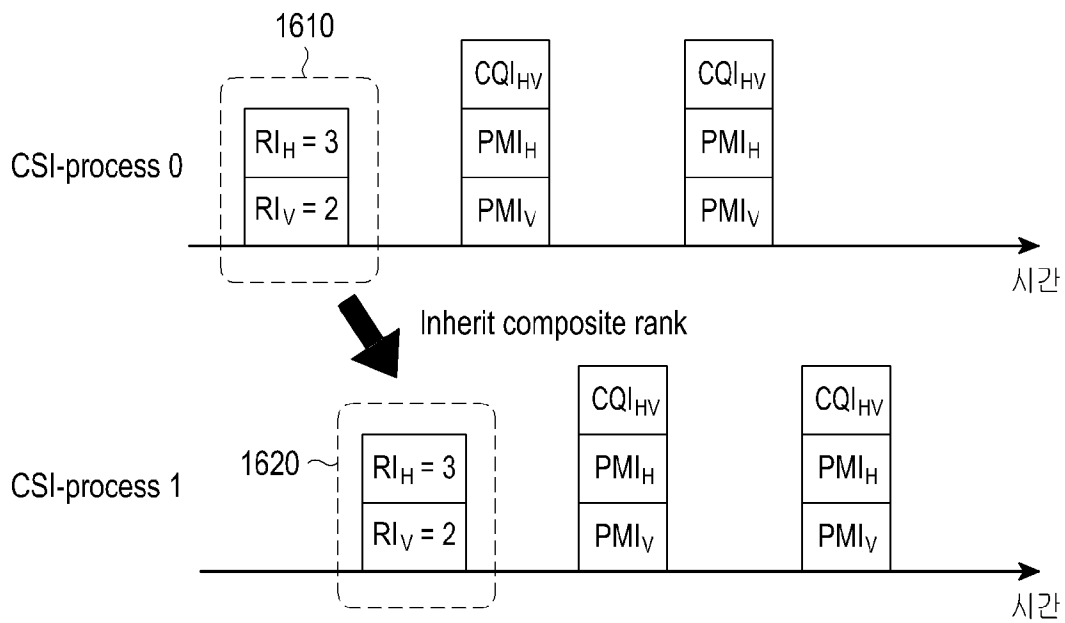
[도14]



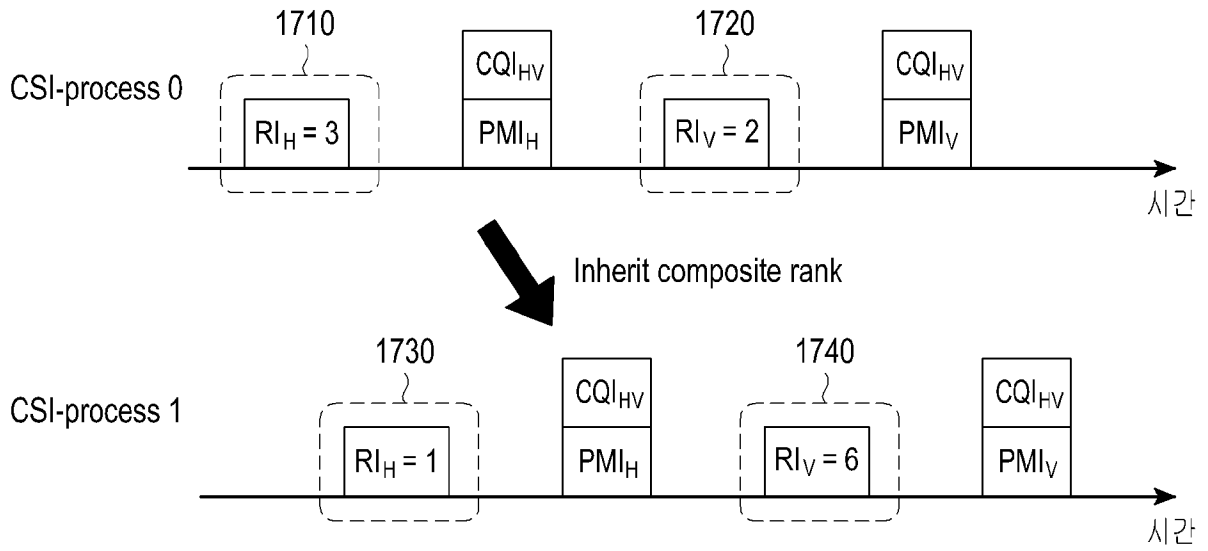
[도 15]



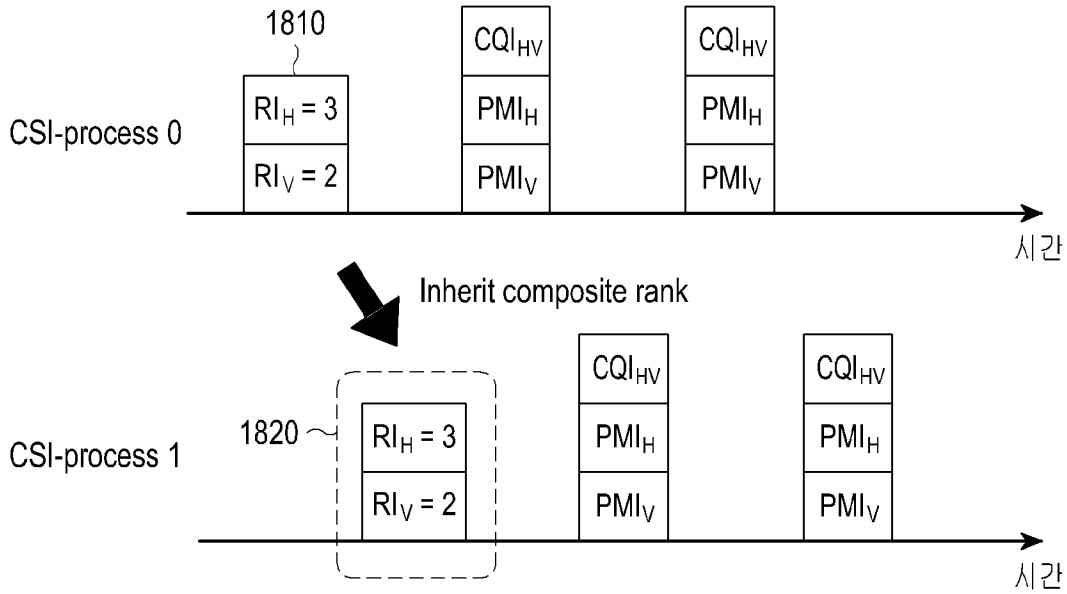
[도 16]



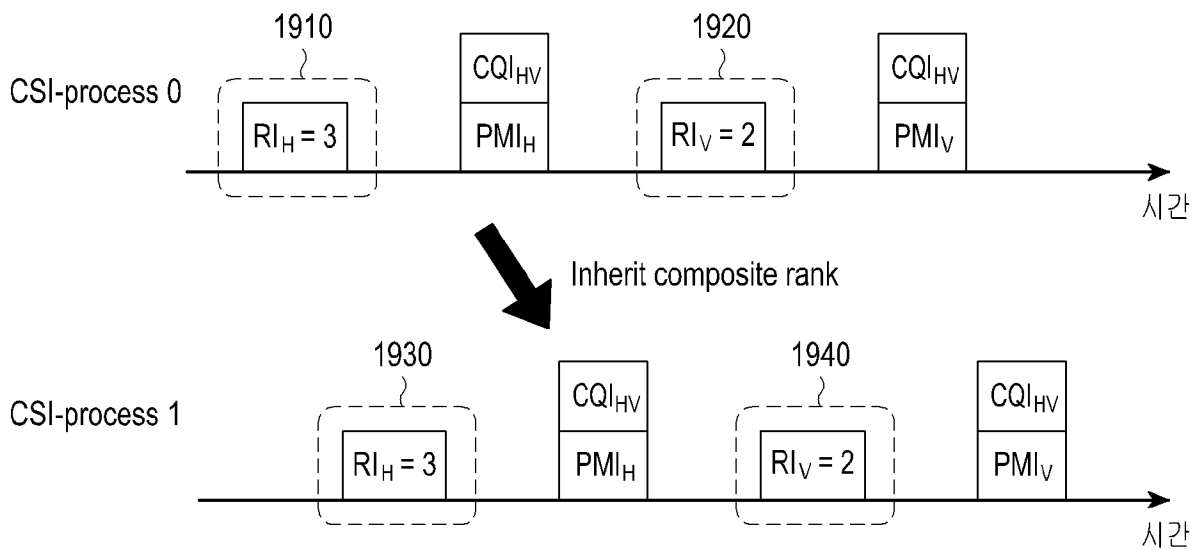
[도17]



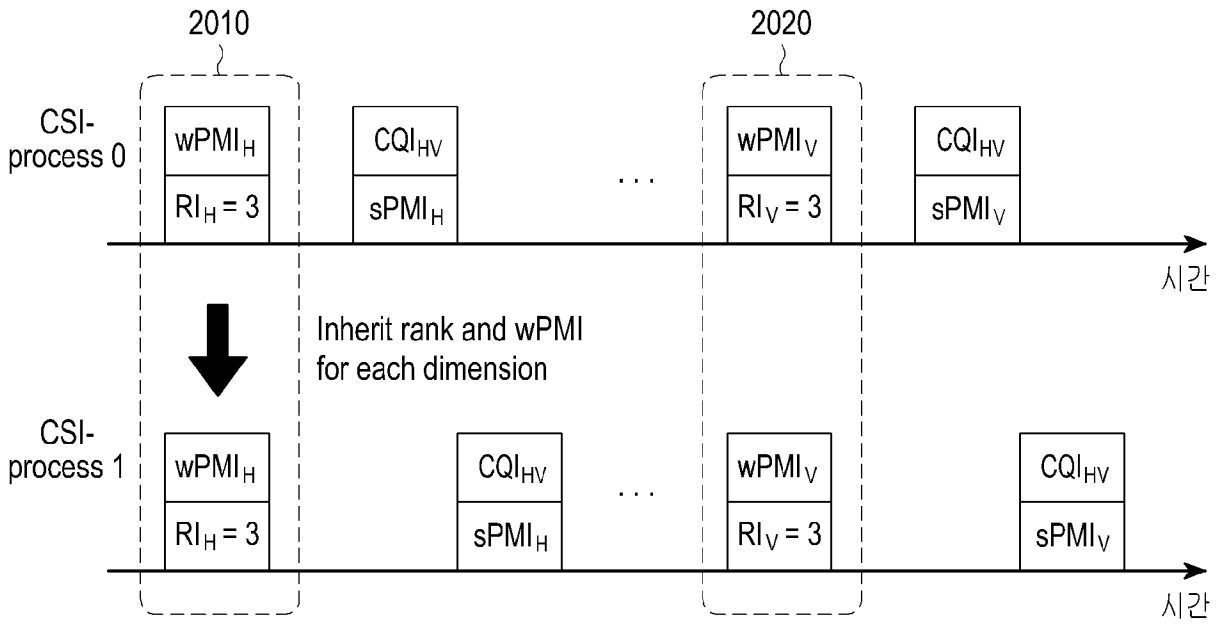
[도18]



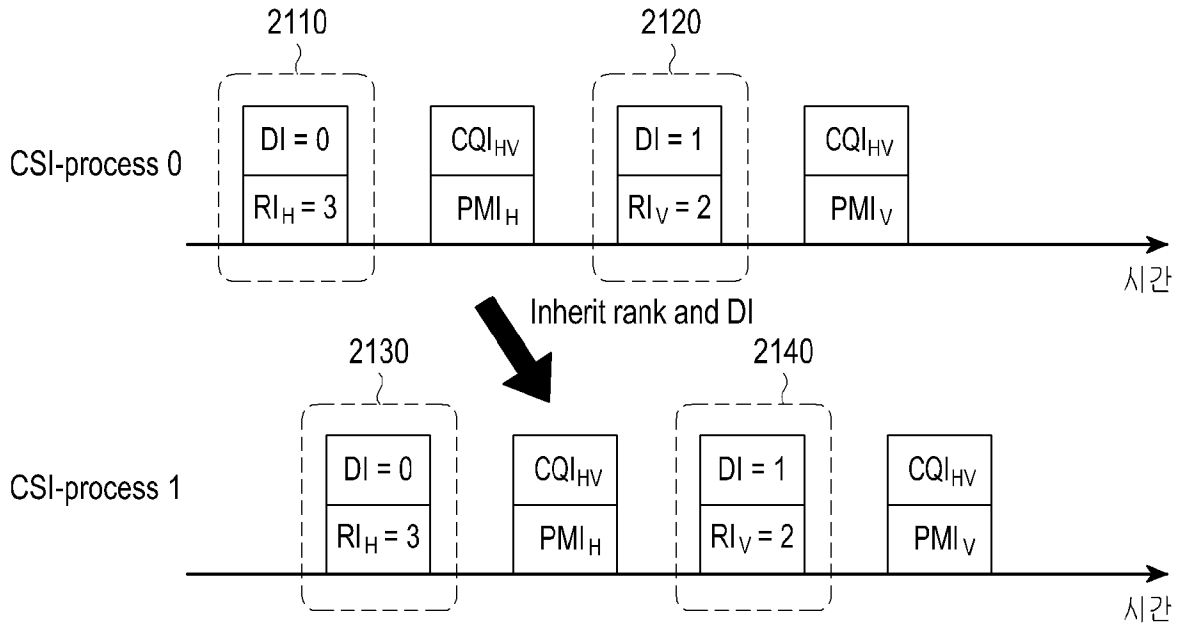
[도19]



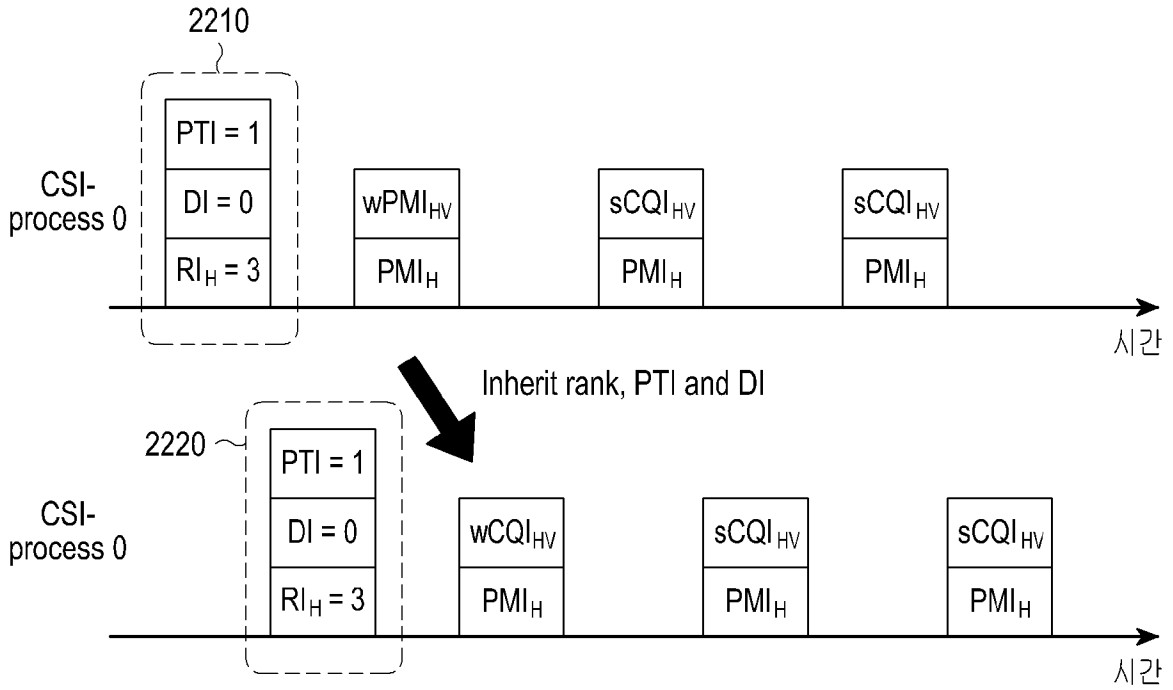
[도20]



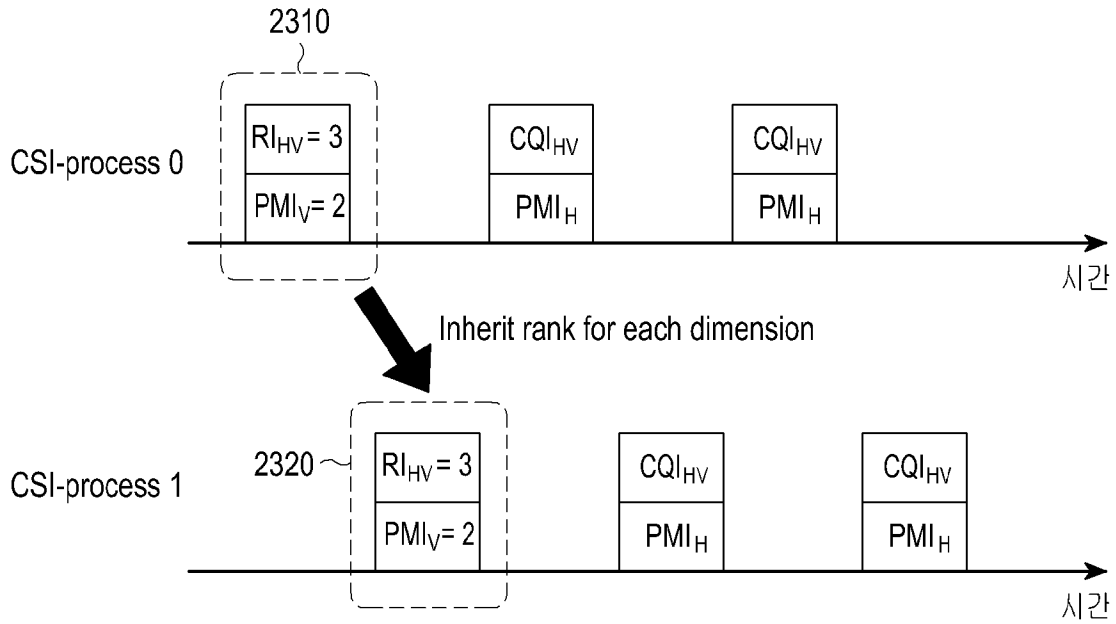
[도21]



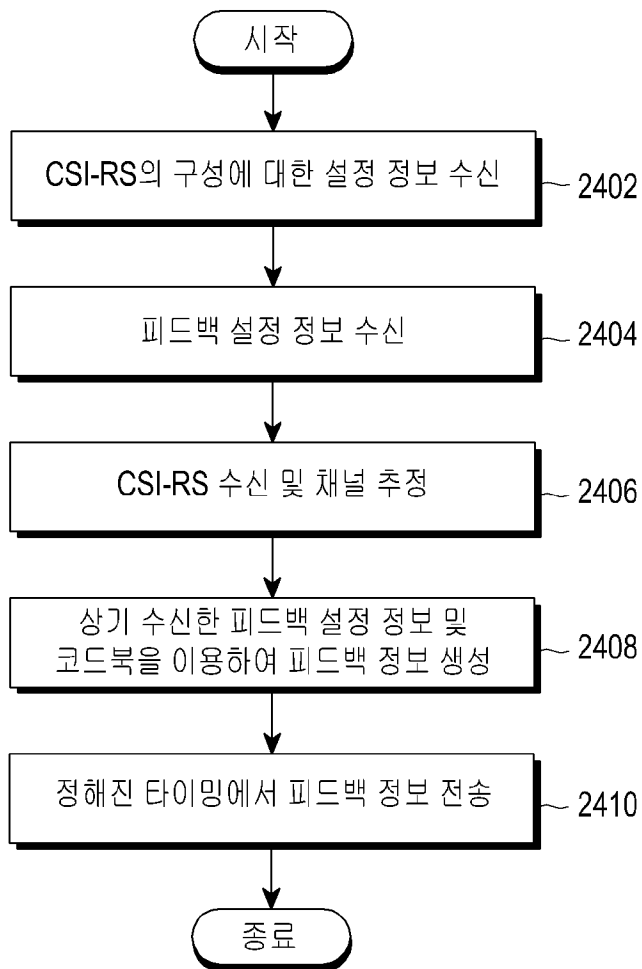
[도22]



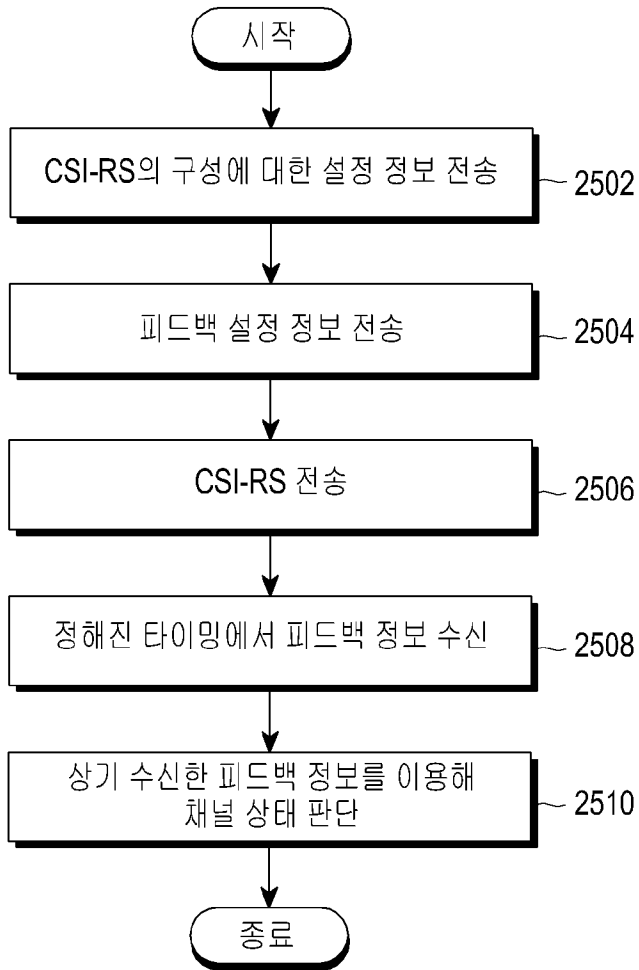
[도23]



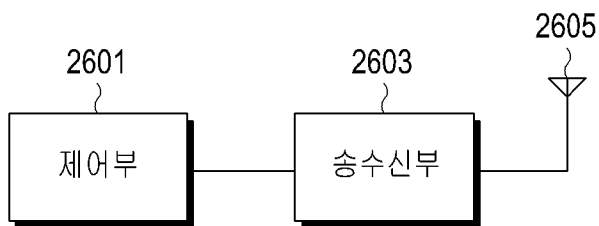
[도24]



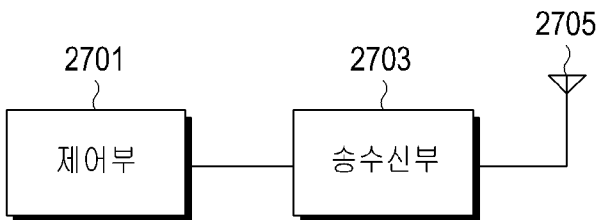
[도25]



[도26]



[도27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/007765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 52/36(2009.01)i, H04W 52/24(2009.01)i, H04W 52/42(2009.01)i, H04W 52/14(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; H04W 74/08; H04B 7/26; H04J 11/00; H04W 52/14; H04W 52/24; H04W 52/42

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: coverage enhancement, TPC(transmission power control), repetition level, subframe, eNB, UE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2015-0181533 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 25 June 2015 See paragraphs [0034], [0054]-[0055], [0061]-[0062], [0065]-[0067]; claims 1, 10; and figure 1.	6-9,12
Y		1,3-4,11
A		2,5,10
Y	WO 2015-012654 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 29 January 2015 See paragraphs [0007], [0136], [0171]; and figure 5.	1,3-4,11
A	WO 2015-056924 A1 (KT CORPORATION) 23 April 2015 See paragraphs [0178]-[0180]; and figure 7.	1-12
A	INTEL CORPORATION, "PBCH Repetitions for Coverage Enhancement for MTC", R1-150083, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #80, Athens, Greece, 18 February 2015 See sections 1-4.	1-12
A	INTEL CORPORATION, "On Coverage Enhancements for PUSCH for MTC", R1-150748, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #80, Athens, Greece, 19 February 2015 See sections 1-4.	1-12

 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

"I" 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

31 AUGUST 2016 (31.08.2016)

Date of mailing of the international search report

01 SEPTEMBER 2016 (01.09.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR

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

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/007765

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2015-0181533 A1	25/06/2015	WO 2015-095560 A1	25/06/2015
WO 2015-012654 A1	29/01/2015	CN 105453461 A	30/03/2016
		US 2016-0142981 A1	19/05/2016
WO 2015-056924 A1	23/04/2015	KR 10-2015-0043963 A	23/04/2015
		KR 10-2015-0044366 A	24/04/2015

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
H04W 52/36(2009.01)I, H04W 52/24(2009.01)I, H04W 52/42(2009.01)I, H04W 52/14(2009.01)I

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H04W 52/36; H04W 74/08; H04B 7/26; H04J 11/00; H04W 52/14; H04W 52/24; H04W 52/42

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: coverage enhancement, TPC(transmission power control), repetition level, subframe, eNB, UE

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	US 2015-0181533 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2015.06.25 단락 [0034], [0054]-[0055], [0061]-[0062], [0065]-[0067]; 청구항 1, 10; 및 도면 1 참조.	6-9,12
Y		1,3-4,11
A		2,5,10
Y	WO 2015-012654 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 2015.01.29 단락 [0007], [0136], [0171]; 및 도면 5 참조.	1,3-4,11
A	WO 2015-056924 A1 (KT CORPORATION) 2015.04.23 단락 [0178]-[0180]; 및 도면 7 참조.	1-12
A	INTEL CORPORATION, 'PBCH repetitions for coverage enhancement for MTC', R1-150083, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #80, Athens, Greece, 2015.02.18 섹션 1-4 참조.	1-12
A	INTEL CORPORATION, 'On coverage enhancements for PUSCH for MTC', R1-150748, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #80, Athens, Greece, 2015.02.19 섹션 1-4 참조.	1-12

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

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

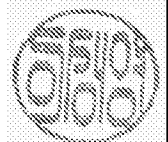
“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일
2016년 08월 31일 (31.08.2016)

국제조사보고서 발송일
2016년 09월 01일 (01.09.2016)

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
US 2015-0181533 A1	2015/06/25	WO 2015-095560 A1	2015/06/25
WO 2015-012654 A1	2015/01/29	CN 105453461 A US 2016-0142981 A1	2016/03/30 2016/05/19
WO 2015-056924 A1	2015/04/23	KR 10-2015-0043963 A KR 10-2015-0044366 A	2015/04/23 2015/04/24