



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0168917
(43) 공개일자 2022년12월26일

<p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H04W 52/36 (2009.01) H04B 7/024 (2017.01) H04W 52/40 (2009.01) H04W 72/04 (2009.01)</p> <p>(52) CPC특허분류 H04W 52/365 (2013.01) H04B 7/024 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2021-0078995 (22) 출원일자 2021년06월17일 심사청구일자 없음</p>	<p>(71) 출원인 삼성전자주식회사 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)</p> <p>(72) 발명자 임성목 경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동) 장영록 경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동) (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인 리앤목특허법인</p>
--	---

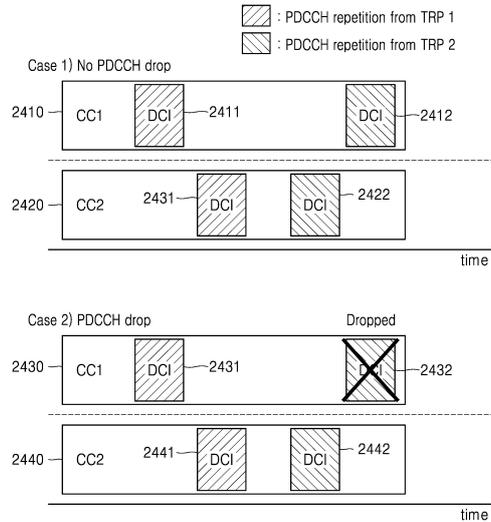
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 파워 헤드룸 보고를 수행하는 방법 및 장치

(57) 요약

본 개시는 무선통신시스템에서 파워 헤드룸 보고를 수행하는 기술에 관한 것이다. 본 개시의 일 실시예에 따른 단말은, 기지국으로부터 다중 TRP를 이용하는 PDCCH 반복 수신 및 파워 헤드룸 보고와 관련된 설정 정보를 수신하고, 수신된 설정 정보에 기초하여, 다중 TRP를 이용하여 반복적으로 전송되는 PDCCH 중 기 설정된 조건에 대응되는 PDCCH를 식별하며, 식별된 PDCCH를 기초로, 파워 헤드룸 보고를 위한 PUSCH를 결정하고, 결정된 PUSCH를 통해 파워 헤드룸 보고를 수행할 수 있다.

대표도 - 도24



(52) CPC특허분류

H04W 52/40 (2013.01)

H04W 72/042 (2022.01)

(72) 발명자

아베베 아메하 체가예

경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)

지형주

경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)

명세서

청구범위

청구항 1

무선통신시스템에서 단말이 파워 헤드룸 보고를 수행하는 방법에 있어서,

기지국으로부터 다중 TRP를 이용하는 PDCCH 반복 수신 및 파워 헤드룸 보고와 관련된 설정 정보를 수신하는 단계;

수신된 설정 정보에 기초하여, 상기 다중 TRP를 이용하여 반복적으로 전송되는 PDCCH 중 기 설정된 조건에 대응되는 PDCCH를 식별하는 단계;

상기 식별된 PDCCH를 기초로, 파워 헤드룸 보고를 위한 PUSCH를 결정하는 단계: 및

상기 결정된 PUSCH를 통해 파워 헤드룸 보고를 수행하는 단계를 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 단말과 기지국의 동작에 관한 것이다. 구체적으로, 본 개시는 무선 통신 시스템에서 파워 헤드룸 보고를 수행하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 통신 세대를 거듭하면서 발전한 과정을 돌아보면 음성, 멀티미디어, 데이터 등 주로 인간 대상의 서비스를 위한 기술이 개발되어 왔다. 5G (5th-generation) 통신 시스템 상용화 이후 폭발적인 증가 추세에 있는 커넥티드 기기들이 통신 네트워크에 연결될 것으로 전망되고 있다. 네트워크에 연결된 사물의 예로는 차량, 로봇, 드론, 가전제품, 디스플레이, 각종 인프라에 설치된 스마트 센서, 건설기계, 공장 장비 등이 있을 수 있다. 모바일 기기는 증강현실 안경, 가상현실 헤드셋, 홀로그래프 기기 등 다양한 폼팩터로 진화할 것으로 예상된다. 6G (6th-generation) 시대에는 수천억 개의 기기 및 사물을 연결하여 다양한 서비스를 제공하기 위해, 개선된 6G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 6G 통신 시스템은 5G 통신 이후 (beyond 5G) 시스템이라 불리어지고 있다.

[0003] 2030년쯤 실현될 것으로 예측되는 6G 통신 시스템에서 최대 전송 속도는 테라 (즉, 1,000기가) bps, 무선 지연 시간은 100마이크로초(μ sec)이다. 즉, 5G 통신 시스템 대비 6G 통신 시스템에서의 전송 속도는 50배 빨라지고 무선 지연시간은 10분의 1로 줄어든다.

[0004] 이러한 높은 데이터 전송 속도 및 초저(ultra low) 지연시간을 달성하기 위해, 6G 통신 시스템은 테라헤르츠 (terahertz) 대역 (예를 들어, 95기가헤르츠(95GHz)에서 3테라헤르츠(3THz)대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 테라헤르츠 대역에서는 5G에서 도입된 밀리미터파(mmWave) 대역에 비해 더 심각한 경로손실 및 대기흡수 현상으로 인해서 신호 도달거리, 즉 커버리지를 보장할 수 있는 기술의 중요성이 더 커질 것으로 예상된다. 커버리지를 보장하기 위한 주요 기술로서 RF(radio frequency) 소자, 안테나, OFDM (orthogonal frequency division multiplexing)보다 커버리지 측면에서 더 우수한 신규 파형(waveform), 빔포밍(beamforming) 및 거대 배열 다중 입출력(massive multiple-input and multiple-output; massive MIMO), 전차원 다중 입출력(full dimensional MIMO; FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 대규모 안테나(large scale antenna)와 같은 다중 안테나 전송 기술 등이 개발되어야 한다. 이 외에도 테라헤르츠 대역 신호의 커버리지를 개선하기 위해 메타물질(metamaterial) 기반 렌즈 및 안테나, OAM(orbital angular momentum)을 이용한 고차원 공간 다중화 기술, RIS(reconfigurable intelligent surface) 등 새로운 기술들이 논의되고 있다.

[0005] 또한 주파수 효율 향상 및 시스템 네트워크 개선을 위해, 6G 통신 시스템에서는 상향링크(uplink)와 하향링크(downlink)가 동일 시간에 동일 주파수 자원을 동시에 활용하는 전이중화(full duplex) 기술, 위성(satellite) 및 HAPS(high-altitude platform stations)등을 통합적으로 활용하는 네트워크 기술, 이동 기지국 등을 지원하고 네트워크 운영 최적화 및 자동화 등을 가능하게 하는 네트워크 구조 혁신 기술, 스펙트럼 사용 예측에 기초

한 충돌 회피를 통한 동적 주파수 공유 (dynamic spectrum sharing) 기술, AI (artificial intelligence)를 설계 단계에서부터 활용하고 종단간(end-to-end) AI 지원 기능을 내재화하여 시스템 최적화를 실현하는 AI 기반 통신 기술, 단말 연산 능력의 한계를 넘어서는 복잡도의 서비스를 초고성능 통신과 컴퓨팅 자원(mobile edge computing (MEC), 클라우드 등)을 활용하여 실현하는 차세대 분산 컴퓨팅 기술 등의 개발이 이루어지고 있다. 뿐만 아니라 6G 통신 시스템에서 이용될 새로운 프로토콜의 설계, 하드웨어 기반의 보안 환경의 구현 및 데이터의 안전 활용을 위한 메커니즘 개발 및 프라이버시 유지 방법에 관한 기술 개발을 통해 디바이스 간의 연결성을 더 강화하고, 네트워크를 더 최적화하고, 네트워크 엔터티의 소프트웨어화를 촉진하며, 무선 통신의 개방성을 높여려는 시도가 계속되고 있다.

[0006] 이러한 6G 통신 시스템의 연구 및 개발로 인해, 사물 간의 연결뿐만 아니라 사람과사물 간의 연결까지 모두 포함하는 6G 통신 시스템의 초연결성(hyper-connectivity)을 통해 새로운 차원의 초연결 경험(the next hyper-connected experience)이 가능해질 것으로 기대된다. 구체적으로 6G 통신 시스템을 통해 초실감 확장 현실(truly immersive extended reality; truly immersive XR), 고정밀 모바일 홀로그램(high-fidelity mobile hologram), 디지털 복제(digital replica) 등의 서비스 제공이 가능할 것으로 전망된다. 또한 보안 및 신뢰도 증진을 통한 원격 수술(remote surgery), 산업 자동화(industrial automation) 및 비상 응답(emergency response)과 같은 서비스가 6G 통신 시스템을 통해 제공됨으로써 산업, 의료, 자동차, 가전 등 다양한 분야에서 응용될 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 개시의 일 실시예에 따라 협력 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 효율적으로 파워 헤드룸 보고를 수행하는 방법 및 장치를 제공하고자 한다.

[0008] 본 개시의 일 실시예에 따라 다중 TRP를 이용하는 무선 통신 시스템에서 파워 헤드룸 보고를 수행하는 방법 및 장치를 제공하고자 한다.

[0009] 본 개시의 일 실시예에 따라 다중 TRP를 이용하는 무선 통신 시스템에서 하향링크 제어신호의 반복 전송에 따라 파워 헤드룸의 계산 방법을 결정하는 방법 및 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 개시의 실시 예에 따라 협력 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 파워 헤드룸 보고를 수행하는 단말의 방법은, 기지국으로부터 다중 TRP를 이용하는 PDCCH 반복 수신 및 파워 헤드룸 보고와 관련된 설정 정보를 수신하는 과정과, 상기 수신된 설정 정보를 근거로, 상기 다중 TRP를 이용하는 PDCCH 반복 전송이 수행되는 경우, PDCCH 반복 전송을 수신하는 과정과, 상기 기지국으로 상기 결정된 PUSCH를 통해 파워 헤드룸을 송신하는 과정을 포함할 수 있다.

[0011] 본 개시에서는 실시 예에 따라 협력 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 파워 헤드룸 보고를 수행하는 단말은, 송수신기와, 상기 송수신기를 통해 기지국으로부터 다중 TRP를 이용하는 반복 전송된 PDCCH의 수신 및 파워 헤드룸 보고와 관련된 설정 정보를 수신하고, 상기 수신된 설정 정보를 근거로, 상기 다중 TRP를 이용하는 PDCCH 반복 전송이 수행되는 경우, 상기 파워 헤드룸 보고를 다중 TRP 기반의 반복 전송된 PDCCH를 기반으로 트리거 이벤트를 확인하고, 상기 트리거 이벤트를 근거로, 상기 파워 헤드룸 보고가 수행될 PUSCH를 결정하며, 파워 헤드룸 보고를 위한 파워 헤드룸 정보의 계산을 수행하기 위한 처리장치와 송수신기를 통해 상기 기지국으로 파워 헤드룸을 송신하도록 구성된 프로세서를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 시간-주파수영역의 기본 구조를 도시한 도면이다.
 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 프레임, 서브프레임, 슬롯 구조를 도시한 도면이다.
 도 3는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 대역폭부분 설정의 일 예를 도시한 도면이다.
 도 4은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 하향링크 제어채널의 제어자원세트 설정의 일 예를 도시한 도면이다.

- 도 5은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 하향링크 제어채널의 구조를 도시한 도면이다.
- 도 6은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 단말이 슬롯 내에서 복수 개의 PDCCH 모니터링 위치를 가질 수 있는 경우를 Span을 통해 도시한 도면이다.
- 도 7는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 TCI state 설정에 따른 기지국 빔 할당의 일 예를 도시하는 도면이다.
- 도 8은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 PDCCH에 대한 TCI state 할당 방법의 일 예를 도시한 도면이다.
- 도 9는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 PDCCH DMRS를 위한 TCI indication MAC CE 시그널링 구조를 도시하는 도면이다.
- 도 10은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 제어자원 세트 및 탐색공간의 빔 설정 예시를 도시하는 도면이다.
- 도 11은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 단말이 하향링크 제어채널 수신 시 우선순위를 고려하여 수신 가능한 제어자원세트를 선택하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 12는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 PDSCH의 주파수 축 자원 할당 예를 도시하는 도면이다.
- 도 13은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 PDSCH의 시간 축 자원 할당 예를 도시하는 도면이다.
- 도 14는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 데이터 채널(data channel) 및 제어 채널(control channel)의 서브캐리어 간격에 따른 시간 축 자원 할당 예를 도시하는 도면이다.
- 도 15는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 PUSCH 반복 전송 타입 B의 일례를 도시하는 도면이다.
- 도 16은 본 개시의 일 실시예에 따른 단일 PHR 정보가 포함된 MAC CE 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 17은 본 개시의 일 실시예에 따른 복수의 PHR 정보가 포함된 MAC CE 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 18은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 single cell, carrier aggregation, dual connectivity 상황에서 기지국과 단말의 무선 프로토콜 구조를 도시하는 도면이다.
- 도 19는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 협력 통신(cooperative communication)을 위한 안테나 포트 구성 및 자원 할당 예시를 도시하는 도면이다.
- 도 20은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 협력 통신을 위한 하향링크 제어 정보(downlink control information, DCI) 구성 예를 도시하는 도면이다.
- 도 21은 PDSCH의 빔 활성화(activation)를 위한 MAC CE를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 22는 Enhanced PDSCH TCI state activation/deactivation MAC-CE 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 23은 본 개시의 일 실시예에 따른 두 개의 TRP를 통해 반복 전송되는 PDCCH를 생성하는 과정을 도시한 도면이다.
- 도 24는 두 개의 캐리어에 각각 PDCCH 반복 전송이 수행되는 경우를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 25는 복수 개의 PDCCH 모니터링 구간 중 마지막 PDCCH 모니터링 구간을 기반으로 파워 헤드룸 정보의 계산 유형을 결정하기 위한 타임라인을 설정한 예를 도시하는 도면이다.
- 도 26은 복수 개의 PDCCH 모니터링 구간 중 첫 번째 PDCCH 모니터링 구간을 기반으로 파워 헤드룸 정보의 계산 유형을 결정하기 위한 타임라인을 설정한 예를 도시하는 도면이다.
- 도 27은 단말이 각 캐리어로 다중 TRP를 고려하여 반복 전송된 PDCCH를 수신하는 상황에서 파워 헤드룸을 첫 번째 캐리어의 PDCCH로 스케줄된 PUSCH로 보고하는 예를 도시하는 도면이다.
- 도 28은 PDCCH 반복 전송의 수신 시점과 PDCCH 반복 전송 간 경로 손실 값의 변화량이 발생하는 경우를 도시하

는 도면이다.

도 29는 본 개시의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 구조를 도시하는 도면이다.

도 30은 본 개시의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 구조를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 본 개시의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0014] 실시예를 설명함에 있어서 본 개시가 속하는 기술 분야에 익히 알려져 있고 본 개시와 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 개시의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.
- [0015] 마찬가지로 이유로 첨부된 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 개략적으로 도시되었다. 또한, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다. 각 도면에서 동일한 또는 대응하는 구성 요소에는 동일한 참조 번호를 부여하였다.
- [0016] 본 개시의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 개시는 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 개시의 개시가 완전하도록 하고, 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 개시의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 개시는 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한 본 개시를 설명함에 있어서 관련된 기능 또는 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.
- [0017] 이하, 기지국은 단말의 자원할당을 수행하는 주체로서, gNode B, gNB, eNode B, eNB, Node B, BS (Base Station), 무선 접속 유닛, 기지국 제어기, 또는 네트워크 상의 노드 중 적어도 하나일 수 있다. 또한 상기 기지국은 NR 시스템에서 백홀 및 접속 링크들(backhaul and access links)의 네트워크를 통해 단말(들)에게 네트워크 접속을 제공하는 gNB 인 IAB-도너(Integrated Access and Backhaul - donor)와, 단말(들)로의 NR 접속 링크(들)를 지원하고 상기 IAB-도너 or 다른 IAB-노드로의 NR 백홀 링크들을 지원하는 RAN(radio access network) 노드인 IAB-노드 중 적어도 하나를 포함하는 네트워크 엔터티일 수 있다. 단말은 IAB-노드를 통해 무선 접속되고 적어도 하나의 IAB-노드와 백홀 링크를 통해 연결된 IAB-도너와 데이터를 송수신할 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 또는 LTE-A 시스템을 일례로서 설명할 수도 있지만, 유사한 기술적 배경 또는 채널형태를 갖는 여타의 통신시스템에도 본 개시의 실시예가 적용될 수 있다. 예를 들어 LTE-A 이후에 개발되는 5세대 무선 통신 기술(5G, new radio, NR)이 이에 포함될 수 있으며, 이하의 5G는 기존의 LTE, LTE-A 및 유사한 다른 서비스를 포함하는 개념일 수도 있다. 또한, 본 개시는 숙련된 기술적 지식을 가진 자의 판단으로써 본 개시의 범위를 크게 벗어나지 아니하는 범위에서 일부 변형을 통해 다른 통신시스템에도 적용될 수 있다.
- [0018] 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 이용가능 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

다.

- [0019] 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. 예를 들면, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.
- [0020] 이때, 본 실시예에서 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. 또한 실시예에서 '~부'는 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0021] 무선 통신 시스템은 초기의 음성 위주의 서비스를 제공하던 것에서 벗어나 예를 들어, 3GPP의 HSPA(High Speed Packet Access), LTE(Long Term Evolution 또는 E-UTRA (Evolved Universal Terrestrial Radio Access)), LTE-Advanced (LTE-A), LTE-Pro, 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.
- [0022] 상기 광대역 무선 통신 시스템의 대표적인 예로, LTE 시스템에서는 하향링크(Downlink; DL)에서는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 채용하고 있고, 상향링크(Uplink; UL)에서는 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 방식을 채용하고 있다. 상향링크는 단말(UE(User Equipment) 또는 MS(Mobile Station))이 기지국(eNode B, 또는 base station(BS))으로 데이터 또는 제어신호를 전송하는 무선링크를 뜻하고, 하향링크는 기지국이 단말로 데이터 또는 제어신호를 전송하는 무선링크를 뜻한다. 상기와 같은 다중 접속 방식은, 통상 각 사용자 별로 데이터 또는 제어정보를 실어 보낼 시간-주파수 자원을 서로 겹치지 않도록, 즉 직교성 (Orthogonality)이 성립하도록, 할당 및 운용함으로써 각 사용자의 데이터 또는 제어정보를 구분할 수 있다.
- [0023] LTE 이후의 향후 통신 시스템으로서, 즉, 5G 통신시스템은 사용자 및 서비스 제공자 등의 다양한 요구 사항을 자유롭게 반영할 수 있어야 하기 때문에 다양한 요구사항을 동시에 만족하는 서비스가 지원되어야 한다. 5G 통신시스템을 위해 고려되는 서비스로는 향상된 모바일 광대역 통신(enhanced Mobile Broadband, eMBB), 대규모 기계형 통신(massive Machine Type Communication, mMTC), 초신뢰 저지연 통신(Ultra Reliability Low Latency Communication, URLLC) 등이 있다.
- [0024] eMBB는 기존의 LTE, LTE-A 또는 LTE-Pro가 지원하던 데이터 전송 속도보다 더욱 향상된 데이터 전송 속도를 제공하는 것을 목표로 한다. 예를 들어, 5G 통신시스템에서 eMBB는 하나의 기지국 관점에서 하향링크에서는 20Gbps의 최대 전송 속도(peak data rate), 상향링크에서는 10Gbps의 최대 전송 속도를 제공할 수 있어야 한다. 또한 5G 통신시스템은 최대 전송 속도를 제공하는 동시에, 증가된 단말의 실제 체감 전송 속도(User perceived data rate)를 제공해야 한다. 이와 같은 요구 사항을 만족시키기 위해, 더욱 향상된 다중 안테나 (Multi Input Multi Output, MIMO) 전송 기술을 포함하여 다양한 송수신 기술의 향상을 요구한다. 또한 LTE가 사용하는 2GHz 대역에서 최대 20MHz 전송대역폭을 사용하여 신호를 전송하는 반면에, 5G 통신시스템은 3~6GHz 또는 6GHz 이상의 주파수 대역에서 20MHz 보다 넓은 주파수 대역폭을 사용함으로써 5G 통신시스템에서 요구하는 데이터 전송 속도를 만족시킬 수 있다.
- [0025] 동시에, 5G 통신시스템에서 사물 인터넷(Internet of Thing, IoT)와 같은 응용 서비스를 지원하기 위해 mMTC가 고려되고 있다. mMTC는 효율적으로 사물 인터넷을 제공하기 위해 셀 내에서 대규모 단말의 접속 지원, 단말의 커버리지 향상, 향상된 배터리 시간, 단말의 비용 감소 등이 요구된다. 사물 인터넷은 여러 가지 센서 및 다양한 기기에 부착되어 통신 기능을 제공하므로 셀 내에서 많은 수의 단말(예를 들어, 1,000,000 단말/km²)을 지원

할 수 있어야 한다. 또한 mMTC를 지원하는 단말은 서비스의 특성상 건물의 지하와 같이 셀이 커버하지 못하는 음영지역에 위치할 가능성이 높으므로 5G 통신시스템에서 제공하는 다른 서비스 대비 더욱 넓은 커버리지를 요구할 수 있다. mMTC를 지원하는 단말은 저가의 단말로 구성되어야 하며, 단말의 배터리를 자주 교환하기 힘들기 때문에 10~15년과 같이 매우 긴 배터리 생명시간(battery life time)이 요구될 수 있다.

[0026] 마지막으로, URLLC의 경우, 특정한 목적(mission-critical)으로 사용되는 셀룰라 기반 무선 통신 서비스이다. 예를 들어, 로봇(Robot) 또는 기계 장치(Machinery)에 대한 원격 제어(remote control), 산업 자동화(industrial automation), 무인 비행장치(Unmanned Aerial Vehicle), 원격 건강 제어(Remote health care), 비상 상황 알림(emergency alert) 등에 사용되는 서비스 등을 고려할 수 있다. 따라서 URLLC가 제공하는 통신은 매우 낮은 지연 및 매우 높은 신뢰도 제공해야 한다. 예를 들어, URLLC를 지원하는 서비스는 0.5 밀리초 보다 작은 무선 접속 지연시간(Air interface latency)를 만족해야 하며, 동시에 10^{-5} 이하의 패킷 오류율(Packet Error Rate)의 요구사항을 갖는다. 따라서, URLLC를 지원하는 서비스를 위해 5G 시스템은 다른 서비스보다 작은 전송 시간 구간(Transmit Time Interval, TTI)를 제공해야 하며, 동시에 통신 링크의 신뢰성을 확보하기 위해 주파수 대역에서 넓은 리소스를 할당해야 하는 설계사항이 요구될 수 있다.

[0027] 5G의 세가지 서비스들, 즉 eMBB, URLLC, mMTC는 하나의 시스템에서 다중화되어 전송될 수 있다. 이 때, 각각의 서비스들이 갖는 상이한 요구사항을 만족시키기 위해 서비스간에 서로 다른 송수신 기법 및 송수신 파라미터를 사용할 수 있다. 물론 5G는 전술한 세가지 서비스들에 제한되지 않는다.

[0028] 이하 설명의 편의를 위하여, 3GPP 규격(5G, NR, LTE 또는 이와 유사한 시스템의 규격)에서 정의하고 있는 용어 및 명칭들이 일부 사용될 수 있다. 하지만, 본 개시가 용어 및 명칭들에 의해 한정되는 것은 아니며, 다른 규격에 따르는 시스템에도 동일하게 적용될 수 있다. 또한 이하 설명에서 사용되는 접속 노드(node)를 식별하기 위한 용어, 망 객체(network entity, 네트워크 엔티티)들을 지칭하는 용어, 메시지들을 지칭하는 용어, 네트워크 엔티티들 간 인터페이스를 지칭하는 용어, 다양한 식별 정보들을 지칭하는 용어 등은 설명의 편의를 위해 예시된 것이다. 따라서, 본 개시에서 사용하는 용어들에 한정되는 것은 아니며, 동등한 기술적 의미를 가지는 대상을 지칭하는 다른 용어가 사용될 수 있다.

[0029] [NR 시간-주파수 자원]

[0030] 이하에서는 5G 시스템의 프레임 구조에 대해 도면을 참조하여 보다 구체적으로 설명한다.

[0031] 도 1은 5G 시스템에서 데이터 또는 제어채널이 전송되는 무선 자원 영역인 시간-주파수 영역의 기본 구조를 도시한 도면이다.

[0032] 도 1의 가로축은 시간 영역을, 세로축은 주파수 영역을 나타낸다. 시간 및 주파수 영역에서 자원의 기본 단위는 자원 요소(Resource Element, RE, 101)로서 시간 축으로 1 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼(102) 및 주파수 축으로 1 부반송파(Subcarrier)(103)로 정의될 수 있다. 주파수 영역에서 N_{sc}^{RB} (일레로 12)개의 연속된 RE들은 하나의 자원 블록(Resource Block, RB, 104)을 구성할 수 있다. 도 1에서 $N_{symbol}^{subframe,\mu}$ 는 부반송파 간격 설정 (μ)을 위한 서브프레임(110) 당 OFDM 심볼 수이고, 5G 시스템에서 자원 구조에 대한 보다 구체적인 설명은 TS 38.211 section 4 규격을 참조할 수 있다.

[0033] 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 프레임, 서브프레임, 슬롯 구조를 도시한 도면이다.

[0034] 도 2에는 프레임(Frame, 200), 서브프레임(Subframe, 201), 슬롯(Slot, 202) 구조의 일 예가 도시되어 있다. 1 프레임(200)은 10ms로 정의될 수 있다. 1 서브프레임(201)은 1ms로 정의될 수 있으며, 따라서 1 프레임(200)은 총 10개의 서브프레임(201)으로 구성될 수 있다. 1 슬롯(202, 203)은 14개의 OFDM 심볼로 정의될 수 있다(즉 1 슬롯 당 심볼 수 (N_{symbol}^{slot})=14). 1 서브프레임(201)은 하나 또는 복수 개의 슬롯(202, 203)으로 구성될 수 있으며, 1 서브프레임(201)당 슬롯(202, 203)의 개수는 부반송파 간격에 대한 설정 값 μ (204, 205)에 따라 다를 수 있다. 도 2의 일 예에서는 부반송파 간격 설정 값으로 $\mu=0$ (204)인 경우와 $\mu=1$ (205)인 경우가 도시되어 있다. $\mu=0$ (204)일 경우, 1 서브프레임(201)은 1개의 슬롯(202)으로 구성될 수 있고, $\mu=1$ (205)일 경우, 1 서브프레임(201)은 2개의 슬롯(203)으로 구성될 수 있다. 즉 부반송파 간격(subcarrier spacing)에 대한 설정 값 μ 에 따라 1 서브프레임 당 슬롯 수($N_{slot}^{subframe,\mu}$)가 달라질 수 있고, 이에 따라 1 프레임 당 슬롯 수 ($N_{slot}^{frame,\mu}$)가

달라질 수 있다. 각 부반송파 간격 설정 μ 에 따른 $N_{slot}^{subframe,\mu}$ 및 $N_{slot}^{frame,\mu}$ 는 하기의 표 1로 정의될 수 있다.

[0035] [표 1]

μ	N_{slot}^{symb}	$N_{slot}^{frame,\mu}$	$N_{slot}^{subframe,\mu}$
0	14	10	1
1	14	20	2
2	14	40	4
3	14	80	8
4	14	160	16
5	14	320	32

[0036]

[0037] [대역폭부분 (BWP)]

[0038] 다음으로 5G 통신 시스템에서 대역폭부분(Bandwidth Part; BWP) 설정에 대하여 도면을 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다.

[0039] 도 3는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 대역폭부분 설정의 일 예를 도시한 도면이다.

[0040] 도 3에는 단말 대역폭(UE bandwidth)(300)이 두 개의 대역폭부분, 즉, 대역폭부분#1(BWP#1)(301)과 대역폭부분#2(BWP#2)(302)로 설정된 일 예를 보여준다. 기지국은 단말에게 하나 또는 복수 개의 대역폭부분을 설정해줄 수 있으며, 각 대역폭부분에 대하여 하기의 정보들을 설정할 수 있다.

[0041] [표 2]

```

BWP ::= SEQUENCE {
    bwp-Id                BWP-Id,
    (대역폭부분 식별자)
    locationAndBandwidth  INTEGER (1..65536),
    (대역폭부분 위치)
    subcarrierSpacing     ENUMERATED {n0, n1, n2, n3, n4, n5},
    (부반송파 간격)
    cyclicPrefix          ENUMERATED { extended }
    (순환 전치)
}
    
```

[0042]

[0043] 상기 [표 2]에서 "locationAndBandwidth"는 그 대역폭파트의 주파수 영역에서 위치와 대역폭을 나타내며, "subcarrierSpacing"은 그 대역폭파트에서 사용될 부반송파 간격을 나타내며, "cyclicPrefix"는 그 대역폭파트에 대해 확장 CP(cyclic prefix)의 사용 여부를 나타낸다.

[0044] 물론 상기 예시에 제한되는 것은 아니며, 상기 설정 정보 외에도 대역폭부분과 관련된 다양한 파라미터들이 단말에게 설정될 수 있다. 상기 정보들은 상위 계층 시그널링, 예를 들면, RRC(Radio Resource Control) 시그널링을 통해 기지국이 단말에게 전달할 수 있다. 설정된 하나 또는 복수 개의 대역폭부분들 중에서 적어도 하나의 대역폭부분이 활성화(Activation)될 수 있다. 설정된 대역폭부분에 대한 활성화 여부는 기지국으로부터 단말에게 RRC 시그널링을 통해 준정적(semi-static)으로 전달되거나 DCI(Downlink Control Information)를 통해 동적으로 전달될 수 있다.

[0045] 일부 실시예에 따르면, RRC(Radio Resource Control) 연결 전의 단말은 초기 접속을 위한 초기 대역폭부분(Initial BWP)을 MIB(Master Information Block)를 통해 기지국으로부터 설정 받을 수 있다. 보다 구체적으로 설명하면, 단말은 초기 접속 단계에서 MIB를 통해 초기 접속에 필요한 시스템 정보(Remaining System Information; RMSI 또는 System Information Block 1; SIB1에 해당할 수 있음)를 수신을 위한 PDCCH가 전송될 수 있는 제어자원세트(Control Resource Set, CORESET)과 탐색 공간(Search Space)에 대한 설정 정보를 수신할 수 있다. MIB로 설정되는 제어자원세트와 탐색공간은 각각 식별자(Identity, ID) 0으로 간주될 수 있다. 상기 MIB를 통해 설정되는 제어자원세트와 탐색공간은 각각 공통(common) 제어자원세트와 공통 탐색공간으로 칭해질 수 있다. 기지국은 단말에게 MIB를 통해 제어영역#0에 대한 주파수 할당 정보, 시간 할당 정보, 뉴머롤로지

(Numerology) 등의 설정 정보를 통지할 수 있다. 또한 기지국은 단말에게 MIB를 통해 제어영역#0에 대한 모니터링 주기 및 occasion에 대한 설정정보, 즉 탐색공간#0에 대한 설정 정보를 통지할 수 있다. 단말은 MIB로부터 획득한 제어자원세트#0으로 설정된 주파수 영역을 초기 접속을 위한 초기 대역폭부분으로 간주할 수 있다. 이때, 초기 대역폭부분의 식별자(ID)는 0으로 간주될 수 있다. 상기 제어자원세트는 제어영역(control region), 제어자원영역(control resource region) 등으로 칭해질 수 있다.

- [0046] 상기 5G에서 지원하는 대역폭부분에 대한 설정은 다양한 목적으로 사용될 수 있다.
- [0047] 일부 실시 예에 따르면, 시스템 대역폭보다 단말이 지원하는 대역폭이 작을 경우에 상기 대역폭부분 설정을 통해 이를 지원할 수 있다. 예를 들면, 기지국은 대역폭부분의 주파수 위치를 단말에게 설정함으로써 시스템 대역폭 내의 특정 주파수 위치에서 단말이 데이터를 송수신할 수 있다.
- [0048] 또한 일부 실시예에 따르면, 서로 다른 뉴머롤로지(numerology)를 지원하기 위한 목적으로 기지국이 단말에게 복수 개의 대역폭부분을 설정할 수 있다. 예를 들면, 어떤 단말에게 15kHz의 부반송파 간격과 30kHz의 부반송파 간격을 이용한 데이터 송수신을 모두 지원하기 위해서, 두 개의 대역폭 부분을 각각 15kHz와 30kHz의 부반송파 간격으로 설정할 수 있다. 서로 다른 대역폭 부분은 주파수 분할 다중화(Frequency Division Multiplexing)될 수 있고, 특정 부반송파 간격으로 데이터를 송수신하고자 할 경우, 해당 부반송파 간격으로 설정되어 있는 대역폭부분이 활성화 될 수 있다.
- [0049] 또한 일부 실시예에 따르면, 단말의 전력 소모 감소를 위한 목적으로 기지국이 단말에게 서로 다른 크기의 대역폭을 갖는 대역폭부분을 설정할 수 있다. 예를 들면, 단말이 매우 큰 대역폭, 예컨대 100MHz의 대역폭을 지원하고 해당 대역폭으로 항상 데이터를 송수신할 경우, 매우 큰 전력 소모가 발생할 수 있다. 특히 트래픽(Traffic)이 없는 상황에서 100MHz의 큰 대역폭으로 불필요한 하향링크 제어채널에 대한 모니터링을 수행하는 것은 전력 소모 관점에서 매우 비효율 적일 수 있다. 단말의 전력 소모를 줄이기 위한 목적으로, 기지국은 단말에게 상대적으로 작은 대역폭의 대역폭부분, 예를 들면, 20MHz의 대역폭부분을 설정할 수 있다. 트래픽이 없는 상황에서 단말은 20MHz 대역폭부분에서 모니터링 동작을 수행할 수 있고, 데이터가 발생하였을 경우 기지국의 지시에 따라 100MHz의 대역폭부분으로 데이터를 송수신할 수 있다.
- [0050] 상기 대역폭부분을 설정하는 방법에 있어서, RRC 연결(Connected) 전의 단말들은 초기 접속 단계에서 MIB(Master Information Block)을 통해 초기 대역폭부분(Initial Bandwidth Part)에 대한 설정 정보를 수신할 수 있다. 보다 구체적으로 설명하면, 단말은 PBCH(Physical Broadcast Channel)의 MIB로부터 SIB(System Information Block)를 스케줄링하는 DCI(Downlink Control Information)가 전송될 수 있는 하향링크 제어채널을 위한 제어자원세트(Control Resource Set, CORESET)를 설정 받을 수 있다. MIB로 설정된 제어자원세트의 대역폭이 초기 대역폭부분으로 간주될 수 있으며, 설정된 초기 대역폭부분을 통해 단말은 SIB가 전송되는 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 수신할 수 있다. 초기 대역폭부분은 SIB을 수신하는 용도 외에도, 다른 시스템 정보(Other System Information, OSI), 페이징(Paging), 랜덤 액세스(Random Access) 용으로 활용될 수도 있다.
- [0051] [대역폭부분 (BWP) 변경]
- [0052] 단말에게 하나 이상의 대역폭부분이 설정되었을 경우, 기지국은 단말에게 DCI 내의 대역폭부분 지시자(Bandwidth Part Indicator) 필드를 이용하여, 대역폭부분에 대한 변경 (또는, 스위칭 (switching), 천이)을 지시할 수 있다. 일 예로 도 3에서 단말의 현재 활성화된 대역폭부분이 대역폭부분#1(301)일 경우, 기지국은 단말에게 DCI 내의 대역폭부분 지시자로 대역폭부분#2(302)를 지시할 수 있고, 단말은 수신한 DCI 내의 대역폭부분 지시자로 지시된 대역폭부분#2(302)로 대역폭부분 변경을 수행할 수 있다.
- [0053] 전술한 바와 같이 DCI 기반 대역폭부분 변경은 PDSCH 또는 PUSCH를 스케줄링하는 DCI에 의해 지시될 수 있기 때문에, 단말은 대역폭부분 변경 요청을 수신하였을 경우, 해당 DCI가 스케줄링하는 PDSCH 또는 PUSCH를 변경된 대역폭부분에서 무리 없이 수신 또는 송신을 수행할 수 있어야 한다. 이를 위해, 표준에서는 대역폭부분 변경 시 요구되는 지연 시간(T_{BWP})에 대한 요구 사항을 규정하였으며, 예를 들어 이는 하기와 같이 정의될 수 있다.

[0054] [표 3]

μ	NR Slot length (ms)	BWP switch delay T_{BWP} (slots)	
		Type ¹ Note 1	Type 2 ^{Note 1}
0	1	1	3
1	0.5	2	5
2	0.25	3	9
3	0.125	6	18

Note 1: Depends on UE capability.

Note 2: If the BWP switch involves changing of SCS, the BWP switch delay is determined by the larger one between the SCS before BWP switch and the SCS after BWP switch.

[0055]

[0056] 대역폭부분 변경 지연 시간에 대한 요구사항은 단말의 능력(Capability)에 따라 타입 1 또는 타입 2를 지원한다. 단말은 기지국에 지원 가능한 대역폭부분 지연 시간 타입을 보고할 수 있다.

[0057] 전술한 대역폭부분 변경 지연시간에 대한 요구사항에 따라, 단말이 대역폭부분 변경 지시자를 포함하는 DCI를 슬롯 n 에서 수신하였을 경우, 단말은 대역폭부분 변경 지시자가 가리키는 새로운 대역폭부분으로의 변경을 슬롯 $n+T_{BWP}$ 보다 늦지 않은 시점에서 완료할 수 있고, 변경된 새로운 대역폭부분에서 해당 DCI가 스케줄링하는 데이터채널에 대한 송수신을 수행할 수 있다. 기지국은 새로운 대역폭부분으로 데이터채널을 스케줄링하고자 할 경우, 단말의 대역폭부분 변경 지연시간(T_{BWP})을 고려하여, 데이터채널에 대한 시간 도메인 자원할당을 결정할 수 있다. 즉, 기지국은 새로운 대역폭부분으로 데이터채널을 스케줄링 할 때, 데이터채널에 대한 시간 도메인 자원할당을 결정하는 방법에 있어서, 대역폭부분 변경 지연시간 이 후로 해당 데이터채널을 스케줄링할 수 있다. 이에 따라 단말은 대역폭부분 변경을 지시하는 DCI가, 대역폭부분 변경 지연 시간 (T_{BWP}) 보다 작은 슬롯 오프셋 (K0 또는 K2) 값을 지시하는 것을 기대하지 않을 수 있다.

[0058] 만약 단말이 대역폭부분 변경을 지시하는 DCI(예를 들어 DCI 포맷 1_1 또는 0_1)을 수신하였다면, 단말은 해당 DCI를 포함하는 PDCCH를 수신한 슬롯의 세번째 심볼에서부터, 해당 DCI 내의 시간도메인 자원할당 지시자 필드로 지시된 슬롯 오프셋(K0 또는 K2) 값으로 지시된 슬롯의 시작 지점까지에 해당하는 시간 구간 동안 어떠한 송신 또는 수신도 수행하지 않을 수 있다. 예를 들어, 단말이 슬롯 n 에서 대역폭부분 변경을 지시하는 DCI를 수신하였고, 해당 DCI로 지시된 슬롯 오프셋 값이 K 라고 한다면, 단말은 슬롯 n 의 세번째 심볼에서부터 슬롯 $n+K$ 이전 심볼(즉 슬롯 $n+K-1$ 의 마지막 심볼)까지 어떠한 송신 또는 수신도 수행하지 않을 수 있다.

[0059] [SS/PBCH 블록]

[0060] 다음으로 5G에서의 SS(Synchronization Signal)/PBCH 블록에 대하여 설명하도록 한다.

[0061] SS/PBCH 블록이란 PSS(Primary SS), SSS(Secondary SS), PBCH로 구성된 물리계층 채널 블록을 의미할 수 있다. 구체적으로는 하기와 같다.

[0062] - PSS: 하향링크 시간/주파수 동기의 기준이 되는 신호로 셀 ID 의 일부 정보를 제공한다.

[0063] - SSS: 하향링크 시간/주파수 동기의 기준이 되고, PSS 가 제공하지 않은 나머지 셀 ID 정보를 제공한다. 추가적으로 PBCH 의 복조를 위한 기준신호(Reference Signal) 역할을 할 수 있다.

[0064] - PBCH: 단말의 데이터채널 및 제어채널 송수신에 필요한 필수 시스템 정보를 제공한다. 필수 시스템 정보는 제어채널의 무선자원 매핑 정보를 나타내는 탐색공간 관련 제어정보, 시스템 정보를 전송하는 별도의 데이터 채널에 대한 스케줄링 제어정보 등을 포함할 수 있다.

[0065] - SS/PBCH 블록: SS/PBCH 블록은 PSS, SSS, PBCH의 조합으로 이뤄진다. SS/PBCH 블록은 5ms 시간 내에서 하나

또는 복수 개가 전송될 수 있고, 전송되는 각각의 SS/PBCH 블록은 인덱스로 구별될 수 있다.

- [0066] 단말은 초기 접속 단계에서 PSS 및 SSS를 검출할 수 있고, PBCH를 디코딩할 수 있다. 단말은 PBCH로부터 MIB를 획득할 수 있고 이로부터 제어자원세트(Control Resource Set; CORESET)#0 (제어자원세트 인덱스가 0인 제어자원세트에 해당할 수 있음)을 설정 받을 수 있다. 단말은 선택한 SS/PBCH 블록과 제어자원세트#0에서 전송되는 DMRS(Demodulation Reference signal)이 QCL(Quasi Co Location)되어 있다고 가정하고 제어자원세트#0에 대한 모니터링을 수행할 수 있다. 단말은 제어자원세트#0에서 전송된 하향링크 제어정보로 시스템 정보를 수신할 수 있다. 단말은 수신한 시스템 정보로부터 초기 접속에 필요한 RACH(Random Access Channel) 관련 설정 정보를 획득할 수 있다. 단말은 선택한 SS/PBCH 인덱스를 고려하여 PRACH(Physical RACH)를 기지국으로 전송할 수 있고, PRACH를 수신한 기지국은 단말이 선택한 SS/PBCH 블록 인덱스에 대한 정보를 획득할 수 있다. 기지국은 단말이 각각의 SS/PBCH 블록들 중에서 어떤 블록을 선택하였고 이와 연관되어 있는 제어자원세트#0을 모니터링하는 사실을 알 수 있다.
- [0067] [PDCCH: DCI 관련]
- [0068] 다음으로 5G 시스템에서의 하향링크 제어 정보(Downlink Control Information, DCI)에 대해 구체적으로 설명한다.
- [0069] 5G 시스템에서 상향링크 데이터(또는 물리 상향링크 데이터 채널(Physical Uplink Shared Channel, PUSCH)) 또는 하향링크 데이터(또는 물리 하향링크 데이터 채널(Physical Downlink Shared Channel, PDSCH))에 대한 스케줄링 정보는 DCI를 통해 기지국으로부터 단말에게 전달된다. 단말은 PUSCH 또는 PDSCH에 대하여 대비책(Fallback)용 DCI 포맷과 비대비책(Non-fallback)용 DCI 포맷을 모니터링(Monitoring)할 수 있다. 대비책 DCI 포맷은 기지국과 단말 사이에서 미리 정의된 고정된 필드로 구성될 수 있고, 비대비책용 DCI 포맷은 설정 가능한 필드를 포함할 수 있다.
- [0070] DCI는 채널코딩 및 변조 과정을 거쳐 물리 하향링크 제어 채널인 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)을 통해 전송될 수 있다. DCI 메시지 페이로드(payload)에는 CRC(Cyclic Redundancy Check)가 부착되며 CRC는 단말의 신원에 해당하는 RNTI(Radio Network Temporary Identifier)로 스크램블링(scrambling) 될 수 있다. DCI 메시지의 목적, 예를 들어 단말-특정(UE-specific)의 데이터 전송, 전력 제어 명령 또는 랜덤 액세스 응답 등에 따라 서로 다른 RNTI들이 사용될 수 있다. 즉, RNTI는 명시적으로 전송되지 않고 CRC 계산과정에 포함되어 전송된다. PDCCH 상으로 전송되는 DCI 메시지를 수신하면 단말은 할당 받은 RNTI를 사용하여 CRC를 확인하여 CRC 확인 결과가 맞으면 단말은 해당 메시지가 단말에게 전송된 것임을 알 수 있다.
- [0071] 예를 들면, 시스템 정보(System Information, SI)에 대한 PDSCH를 스케줄링하는 DCI는 SI-RNTI로 스크램블링될 수 있다. RAR(Random Access Response) 메시지에 대한 PDSCH를 스케줄링하는 DCI는 RA-RNTI로 스크램블링 될 수 있다. 페이징(Paging) 메시지에 대한 PDSCH를 스케줄링하는 DCI는 P-RNTI로 스크램블링 될 수 있다. SFI(Slot Format Indicator)를 통지하는 DCI는 SFI-RNTI로 스크램블링 될 수 있다. TPC(Transmit Power Control)를 통지하는 DCI는 TPC-RNTI로 스크램블링 될 수 있다. 단말-특정의 PDSCH 또는 PUSCH를 스케줄링하는 DCI는 C-RNTI(Cell RNTI)로 스크램블링 될 수 있다.
- [0072] DCI 포맷 0_0은 PUSCH를 스케줄링하는 대비책 DCI로 사용될 수 있고, 이 때 CRC는 C-RNTI로 스크램블링될 수 있다. C-RNTI로 CRC가 스크램블링 된 DCI 포맷 0_0은 예컨대 하기의 정보들을 포함할 수 있다.

[0073] [표 4]

<ul style="list-style-type: none"> - Identifier for DCI formats (DCI 포맷 식별자) – [1] bit - Frequency domain resource assignment (주파수 도메인 자원 할당) – $\lceil \log_2(N_{RB}^{UL,BWP}(N_{RB}^{UL,BWP} + 1)/2) \rceil$ bits - Time domain resource assignment (시간 도메인 자원 할당) – X bits - Frequency hopping flag (주파수 호핑 플래그) – 1 bit. - Modulation and coding scheme (변조 및 코딩 스킴) – 5 bits - New data indicator (새로운 데이터 지시자) – 1 bit - Redundancy version (리던던시 버전) – 2 bits - HARQ process number (HARQ 프로세스 번호) – 4 bits - TPC command for scheduled PUSCH (스케줄링된 PUSCH를 위한 전송 전력 제어(transmit power control) 명령) – [2] bits - UL/SUL indicator (상향링크/추가적 상향링크(supplementary UL) 지시자) – 0 or 1 bit
--

[0074]

[0075] DCI 포맷 0_1은 PUSCH를 스케줄링하는 비대비책 DCI로 사용될 수 있고, 이 때 CRC는 C-RNTI로 스크램블링될 수 있다. C-RNTI로 CRC가 스크램블링 된 DCI 포맷 0_1은 예컨대 하기의 정보들을 포함할 수 있다.

[0076] [표 5]

- Carrier indicator (캐리어 지시자) – 0 or 3 bits
- UL/SUL indicator – 0 or 1 bit
- Identifier for DCI formats – [1] bits
- Bandwidth part indicator (대역폭 부분 지시자) – 0, 1 or 2 bits
- Frequency domain resource assignment
 - For resource allocation type 0(자원 할당 타입 0의 경우), $\lceil N_{RB}^{UL,BWP} / P \rceil$ bits
 - For resource allocation type 1(자원 할당 타입 1의 경우), $\lceil \log_2(N_{RB}^{UL,BWP}(N_{RB}^{UL,BWP} + 1)/2) \rceil$ bits
- Time domain resource assignment – 1, 2, 3, or 4 bits
- VRB-to-PRB mapping (가상 자원 블록(virtual resource block)-to-물리 자원 블록(physical resource block) 매핑) – 0 or 1 bit, only for resource allocation type 1.
 - 0 bit if only resource allocation type 0 is configured;
 - 1 bit otherwise.
- Frequency hopping flag – 0 or 1 bit, only for resource allocation type 1.
 - 0 bit if only resource allocation type 0 is configured;
 - 1 bit otherwise.
- Modulation and coding scheme – 5 bits
- New data indicator – 1 bit
- Redundancy version – 2 bits
- HARQ process number – 4 bits
- 1st downlink assignment index (제1 하향링크 할당 인덱스)– 1 or 2 bits
 - 1 bit for semi-static HARQ-ACK codebook(준정적 HARQ-ACK 코드북의 경우);
 - 2 bits for dynamic HARQ-ACK codebook with single HARQ-ACK codebook(단일 HARQ-ACK 코드북과 함께 동적 HARQ-ACK 코드북이 사용되는 경우).
- 2nd downlink assignment index (제2 하향링크 할당 인덱스) – 0 or 2 bits
 - 2 bits for dynamic HARQ-ACK codebook with two HARQ-ACK sub-codebooks(2개의 HARQ-ACK 부코드북과 함께 동적 HARQ-ACK 코드북이 사용되는 경우);
 - 0 bit otherwise.
- TPC command for scheduled PUSCH – 2 bits
- SRS resource indicator (SRS 자원 지시자) – $\lceil \log_2 \left(\sum_{k=1}^{l_{max}} \binom{N_{SRS}}{k} \right) \rceil$ or $\lceil \log_2(N_{SRS}) \rceil$ bits
 - $\lceil \log_2 \left(\sum_{k=1}^{l_{max}} \binom{N_{SRS}}{k} \right) \rceil$ bits for non-codebook based PUSCH transmission(PUSCH 전송이 코드북 기반이 아닐 경우);
 - $\lceil \log_2(N_{SRS}) \rceil$ bits for codebook based PUSCH transmission(PUSCH 전송이 코드북 기반일 경우).
- Precoding information and number of layers (프리코딩 정보 및 레이어의 개수)–up to 6 bits
- Antenna ports (안테나 포트)– up to 5 bits
- SRS request (SRS 요청)– 2 bits
- CSI request (채널 상태 정보 요청) – 0, 1, 2, 3, 4, 5, or 6 bits
- CBG transmission information (코드 블록 그룹(code block group) 전송 정보)– 0, 2, 4, 6, or 8 bits
- PTRS-DMRS association (위상 트래킹 기준 신호-복조 기준 신호 관계)– 0 or 2 bits.
- beta_offset indicator (베타 오프셋 지시자)– 0 or 2 bits
- DMRS sequence initialization (복조 기준 신호 시퀀스 초기화)– 0 or 1 bit

[0077]

[0078] [표 6]

<ul style="list-style-type: none"> - Identifier for DCI formats – [1] bit - Frequency domain resource assignment – $\lceil \log_2(N_{RB}^{DL,BWP}(N_{RB}^{DL,BWP} + 1)/2) \rceil$ bits - Time domain resource assignment – X bits - VRB-to-PRB mapping – 1 bit. - Modulation and coding scheme – 5 bits - New data indicator – 1 bit - Redundancy version – 2 bits - HARQ process number – 4 bits - Downlink assignment index – 2 bits - TPC command for scheduled PUCCH – [2] bits - PUCCH resource indicator (물리 상향링크 제어 채널(physical uplink control channel, PUCCH) 자원 지시자) – 3 bits - PDSCH-to-HARQ feedback timing indicator (PDSCH-to-HARQ 피드백 타이밍 지시자) – [3] bits
--

[0079]

[0080] DCI 포맷 1_1은 PDSCH를 스케줄링하는 비대비책 DCI로 사용될 수 있고, 이 때 CRC는 C-RNTI로 스크램블링될 수 있다. C-RNTI로 CRC가 스크램블링 된 DCI 포맷 1_1은 예컨대 하기의 정보들을 포함할 수 있다.

[0081] [표 7]

<ul style="list-style-type: none"> - Carrier indicator – 0 or 3 bits - Identifier for DCI formats – [1] bits - Bandwidth part indicator – 0, 1 or 2 bits - Frequency domain resource assignment <ul style="list-style-type: none"> • For resource allocation type 0, $\lceil N_{RB}^{DL,BWP} / P \rceil$ bits • For resource allocation type 1, $\lceil \log_2(N_{RB}^{DL,BWP}(N_{RB}^{DL,BWP} + 1)/2) \rceil$ bits - Time domain resource assignment – 1, 2, 3, or 4 bits - VRB-to-PRB mapping – 0 or 1 bit, only for resource allocation type 1. <ul style="list-style-type: none"> • 0 bit if only resource allocation type 0 is configured; • 1 bit otherwise. - PRB bundling size indicator (물리 자원 블록 번들링 크기 지시자) – 0 or 1 bit - Rate matching indicator (레이트 매칭 지시자) – 0, 1, or 2 bits - ZP CSI-RS trigger (영전력 채널 상태 정보 기준 신호 트리거) – 0, 1, or 2 bits <p>For transport block 1(제1 전송 블록의 경우):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modulation and coding scheme – 5 bits - New data indicator – 1 bit - Redundancy version – 2 bits <p>For transport block 2(제2 전송 블록의 경우):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modulation and coding scheme – 5 bits - New data indicator – 1 bit - Redundancy version – 2 bits - HARQ process number – 4 bits - Downlink assignment index – 0 or 2 or 4 bits - TPC command for scheduled PUCCH – 2 bits - PUCCH resource indicator – 3 bits - PDSCH-to-HARQ_feedback timing indicator – 3 bits - Antenna ports – 4, 5 or 6 bits - Transmission configuration indication (전송 설정 지시) – 0 or 3 bits - SRS request – 2 bits - CBG transmission information – 0, 2, 4, 6, or 8 bits - CBG flushing out information (코드 블록 그룹 플러싱 아웃 정보) – 0 or 1 bit - DMRS sequence initialization – 1 bit

[0082]

[0083] [PDCCH: CORESET, REG, CCE, Search Space]

[0084] 하기에서는 5G 통신 시스템에서의 하향링크 제어채널에 대하여 도면을 참조하여 보다 구체적으로 설명하고자 한다.

[0085] 도 4는 5G 무선통신 시스템에서 하향링크 제어채널이 전송되는 제어자원세트(Control Resource Set, CORESET)에 대한 일 예를 도시한 도면이다. 도 4는 주파수 축으로 단말의 대역폭부분(UE bandwidth part)(410), 시간축으로 1 슬롯(420) 내에 2개의 제어자원세트(제어자원세트#1(401), 제어자원세트#2(402))이 설정되어 있는 일 예를 도시한다. 제어자원세트(401, 402)는 주파수 축으로 전체 단말 대역폭부분(410) 내에서 특정 주파수 자원(403)에 설정될 수 있다. 도 4에서 특정 주파수 자원(403)은 제어자원세트#1(401)에 설정된 주파수 자원의 일 예를 도시한 것이다. 제어자원세트는 시간 축으로는 하나 또는 복수 개의 OFDM 심볼로 설정될 수 있고, 이는 제어자원세트 길이(Control Resource Set Duration, 404)로 정의될 수 있다. 도 4의 도시된 예를 참조하면, 제어자원세트 #1(401)은 2 심볼의 제어자원세트 길이로 설정되어 있고, 제어자원세트#2(402)는 1 심볼의 제어자원세트 길이로 설정되어 있다.

[0086] 진술한 5G에서의 제어자원세트는 기지국이 단말에게 상위 계층 시그널링(예컨대 시스템 정보(System Information), MIB(Master Information Block), RRC(Radio Resource Control) 시그널링)을 통해 설정할 수 있다. 단말에게 제어자원세트를 설정한다는 것은 제어자원세트 식별자(Identity), 제어자원세트의 주파수 위치, 제어자원세트의 심볼 길이 등의 정보를 제공하는 것을 의미한다. 예를 들면, 제어자원세트에 대한 설정 정보는

하기의 정보들을 포함할 수 있다.

[표 8]

```

ControlResourceSet ::= SEQUENCE {
    -- Corresponds to L1 parameter 'CORESET-ID'

    controlResourceSetId          ControlResourceSetId,
    (제어자원세트 식별자(Identity))
    frequencyDomainResources      BIT STRING (SIZE (45)),
    (주파수 축 자원할당 정보)
    duration                       INTEGER (1..maxCoReSetDuration),
    (시간 축 자원할당 정보)
    cce-REG-MappingType           CHOICE {
    (CCE-to-REG 매핑 방식)
        interleaved                SEQUENCE {

            reg-BundleSize         ENUMERATED {n2, n3, n6},
            (REG 번들 크기)

            precoderGranularity    ENUMERATED {sameAsREG-bundle,
            allContiguousRBs},

            interleaverSize        ENUMERATED {n2, n3, n6}
            (인터리버 크기)

            shiftIndex             INTEGER (0..maxNrofPhysicalResourceBlocks-1)
            OPTIONAL
            (인터리버 쉬프트(Shift))
        },
        nonInterleaved            NULL
    },
    tci-StatesPDCCH               SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofTCI-
    StatesPDCCH)) OF TCI-StateId  OPTIONAL,
    (QCL 설정 정보)
    tci-PresentInDCI             ENUMERATED
    {enabled}                      OPTIONAL, -- Need S
}
    
```

[0088]

[0089]

상기 표 8에서 tci-StatesPDCCH (간단히 TCI(Transmission Configuration Indication) state로 명명함) 설정 정보는, 대응되는 제어자원세트에서 전송되는 DMRS와 QCL(Quasi Co Located) 관계에 있는 하나 또는 복수 개의 SS(Synchronization Signal)/PBCH(Physical Broadcast Channel) 블록(Block) 인덱스 또는 CSI-RS(Channel State Information Reference Signal) 인덱스의 정보를 포함할 수 있다.

[0090]

도 5는 5G에서 사용될 수 있는 하향링크 제어채널을 구성하는 시간 및 주파수 자원의 기본단위의 일 예를 보여주는 도면이다. 도 5에 따르면 제어채널을 구성하는 시간 및 주파수 자원의 기본 단위를 REG(Resource Element Group, 503)라 할 수 있으며, REG(503)는 시간 축으로 1 OFDM 심볼(501), 주파수 축으로 1 PRB(Physical Resource Block, 502), 즉, 12개 서브캐리어(Subcarrier)로 정의될 수 있다. 기지국은 REG(503)를 연결하여 하향링크 제어채널 할당 단위를 구성할 수 있다.

[0091]

도 5에 도시된 바와 같이 5G에서 하향링크 제어채널이 할당되는 기본 단위를 CCE(Control Channel Element, 504)라고 할 경우, 1 CCE(504)는 복수의 REG(503)로 구성될 수 있다. 도 5에 도시된 REG(503)를 예를 들어 설명하면, REG(503)는 12개의 RE로 구성될 수 있고, 1 CCE(504)가 6개의 REG(503)로 구성된다면 1 CCE(504)는 72개의 RE로 구성될 수 있다. 하향링크 제어자원세트가 설정되면 해당 영역은 복수의 CCE(504)로 구성될 수 있으며, 특정 하향링크 제어채널은 제어자원세트 내의 집성 레벨(Aggregation Level; AL)에 따라 하나 또는 복수의 CCE(504)로 매핑 되어 전송될 수 있다. 제어자원세트내의 CCE(504)들은 번호로 구분되며 이 때 CCE(504)들의 번호는 논리적인 매핑 방식에 따라 부여될 수 있다.

[0092]

도 5에 도시된 하향링크 제어채널의 기본 단위, 즉 REG(503)에는 DCI가 매핑되는 RE들과 이를 디코딩하기 위한

레퍼런스 신호인 DMRS(505)가 매핑되는 영역이 모두 포함될 수 있다. 도 5에서와 같이 1 REG(503) 내에 3개의 DMRS(505)가 전송될 수 있다. PDCCH를 전송하는데 필요한 CCE의 개수는 집성 레벨(Aggregation Level, AL)에 따라 1, 2, 4, 8, 16개가 될 수 있으며, 서로 다른 CCE 개수는 하향링크 제어채널의 링크 적응(link adaptation)을 구현하기 위해 사용될 수 있다. 예컨대 AL=L일 경우, 하나의 하향링크 제어채널이 L 개의 CCE를 통해 전송될 수 있다. 단말은 하향링크 제어채널에 대한 정보를 모르는 상태에서 신호를 검출해야 하는데, 블라인드 디코딩을 위해 CCE들의 집합을 나타내는 탐색공간(search space)를 정의하였다. 탐색공간은 주어진 집성 레벨 상에서 단말이 디코딩을 시도해야 하는 CCE들로 이루어진 하향링크 제어채널 후보군(Candidate)들의 집합이며, 1, 2, 4, 8, 16 개의 CCE로 하나의 묶음을 만드는 여러 가지 집성 레벨이 있으므로 단말은 복수개의 탐색 공간을 가질 수 있다. 탐색공간 세트(Set)는 설정된 모든 집성 레벨에서의 탐색공간들의 집합으로 정의될 수 있다.

[0093] 탐색공간은 공통(Common) 탐색공간과 단말-특정(UE-specific) 탐색공간으로 분류될 수 있다. 일정 그룹의 단말들 또는 모든 단말들이 시스템정보에 대한 동적인 스케줄링이나 페이징 메시지와 같은 셀 공통의 제어정보를 수신하기 위해 PDCCH의 공통 탐색 공간을 조사할 수 있다. 예를 들어 셀의 사업자 정보 등을 포함하는 SIB의 전송을 위한 PDSCH 스케줄링 할당 정보는 PDCCH의 공통 탐색 공간을 조사하여 수신할 수 있다. 공통 탐색공간의 경우, 일정 그룹의 단말들 또는 모든 단말들이 PDCCH를 수신해야 하므로 기 약속된 CCE의 집합으로써 정의될 수 있다. 단말-특정적인 PDSCH 또는 PUSCH에 대한 스케줄링 할당 정보는 PDCCH의 단말-특정 탐색공간을 조사함으로써 수신될 수 있다. 단말-특정 탐색공간은 단말의 신원(Identity) 및 다양한 시스템 파라미터의 함수로 단말-특정적으로 정의될 수 있다.

[0094] 5G에서는 PDCCH에 대한 탐색공간에 대한 파라미터는 상위 계층 시그널링(예컨대, SIB, MIB, RRC 시그널링)을 이용하여 기지국으로부터 단말에게 설정될 수 있다. 예를 들면, 기지국은 각 집성 레벨 L에서의 PDCCH 후보군 수, 탐색공간에 대한 모니터링 주기, 탐색공간에 대한 슬롯 내 심볼 단위의 모니터링 occasion, 탐색공간 타입(공통 탐색공간 또는 단말-특정 탐색공간), 해당 탐색공간에서 모니터링 하고자 하는 DCI 포맷과 RNTI의 조합, 탐색공간을 모니터링 하고자 하는 제어자원세트 인덱스 등을 단말에게 설정할 수 있다. 예를 들면, PDCCH에 대한 탐색공간에 대한 설정 정보는 하기의 정보들을 포함할 수 있다.

[0095] [표 9]

```

SearchSpace ::= SEQUENCE {
    -- Identity of the search space. SearchSpaceId = 0 identifies the
    SearchSpace configured via PBCH (MIB) or ServingCellConfigCommon.
    searchSpaceId SearchSpaceId,
    (탐색공간 식별자)
    controlResourceSetId ControlResourceSetId,
    (제어자원세트 식별자)
    monitoringSlotPeriodicityAndOffset CHOICE {
    (모니터링 슬롯 레벨 주기)
        s11 NULL,
        s12 INTEGER (0..1),
        s14 INTEGER (0..3),
        s15 INTEGER (0..4),
        s18 INTEGER (0..7),
        s110 INTEGER (0..9),
        s116 INTEGER (0..15),
        s120 INTEGER (0..19)
    }
    OPTIONAL,
    duration(모니터링 길이) INTEGER (2..2559)
    monitoringSymbolsWithinSlot BIT STRING (SIZE
    (14)) OPTIONAL,
    (슬롯 내 모니터링 심볼)
    nrofCandidates SEQUENCE {
    (검색 레벨 별 PDCCH 후보군 수)
        aggregationLevel1 ENUMERATED {n0, n1, n2, n3, n4, n5, n6,
        n8},
        aggregationLevel2 ENUMERATED {n0, n1, n2, n3, n4, n5, n6,
        n8},
        aggregationLevel4 ENUMERATED {n0, n1, n2, n3, n4, n5, n6,
        n8},
        aggregationLevel8 ENUMERATED {n0, n1, n2, n3, n4, n5, n6,
        n8},
        aggregationLevel16 ENUMERATED {n0, n1, n2, n3, n4, n5,
        n6, n8}
    },
    searchSpaceType CHOICE {
    (탐색공간 타입)
        -- Configures this search space as common search space (CSS) and DCI
        formats to monitor.
        common SEQUENCE {
        (공통 탐색 공간)
        }
        ue-Specific SEQUENCE {
        (단말-특정 탐색공간)
        -- Indicates whether the UE monitors in this USS for DCI formats 0-0 and
        1-0 or for formats 0-1 and 1-1.
        formats ENUMERATED {formats0-0-And-1-0,
        formats0-1-And-1-1},
        ...
        }
    }
}
    
```

[0096]

[0097]

상기 설정 정보에 따라 기지국은 단말에게 하나 또는 복수 개의 탐색공간 세트를 설정할 수 있다. 일부 실시예에 따르면, 기지국은 단말에게 탐색공간 세트 1과 탐색공간 세트 2를 설정할 수 있고, 탐색공간 세트 1에서 X-RNTI로 스크램블링된 DCI 포맷 A를 공통 탐색공간에서 모니터링 하도록 설정할 수 있고, 탐색공간 세트 2에서 Y-RNTI로 스크램블링된 DCI 포맷 B를 단말-특정 탐색공간에서 모니터링 하도록 설정할 수 있다. 상기 X-RNTI, Y-RNTI에서 "X", "Y"는 후술할 다양한 RNTI들 중 하나에 해당될 수 있다.

[0098]

상기 설정 정보에 따르면, 공통 탐색공간 또는 단말-특정 탐색공간에 하나 또는 복수 개의 탐색공간 세트가 존재할 수 있다. 예를 들어 탐색공간 세트#1과 탐색공간 세트#2가 공통 탐색공간으로 설정될 수 있고, 탐색공간 세트#3과 탐색공간 세트#4가 단말-특정 탐색공간으로 설정될 수 있다.

[0099]

공통 탐색공간에서는 하기의 DCI 포맷과 RNTI의 조합이 모니터링 될 수 있다. 물론 하기 예시에 제한되지 않는다.

[0100]

- DCI format 0_0/1_0 with CRC scrambled by C-RNTI, CS-RNTI, SP-CSI-RNTI, RA-RNTI, TC-RNTI, P-RNTI, SI-RNTI

[0101]

- DCI format 2_0 with CRC scrambled by SFI-RNTI

[0102]

- DCI format 2_1 with CRC scrambled by INT-RNTI

[0103]

- DCI format 2_2 with CRC scrambled by TPC-PUSCH-RNTI, TPC-PUCCH-RNTI

[0104]

- DCI format 2_3 with CRC scrambled by TPC-SRS-RNTI

- [0105] 단말-특정 탐색공간에서는 하기의 DCI 포맷과 RNTI의 조합이 모니터링 될 수 있다. 물론 하기 예시에 제한되지 않는다.
- [0106] - DCI format 0_0/1_0 with CRC scrambled by C-RNTI, CS-RNTI, TC-RNTI
- [0107] - DCI format 1_0/1_1 with CRC scrambled by C-RNTI, CS-RNTI, TC-RNTI
- [0108] 명시되어 있는 RNTI들은 하기의 정의 및 용도를 따를 수 있다.
- [0109] C-RNTI (Cell RNTI): 단말-특정 PDSCH 스케줄링 용도
- [0110] TC-RNTI (Temporary Cell RNTI): 단말-특정 PDSCH 스케줄링 용도
- [0111] CS-RNTI(Configured Scheduling RNTI): 준정적으로 설정된 단말-특정 PDSCH 스케줄링 용도
- [0112] RA-RNTI (Random Access RNTI): 랜덤 액세스 단계에서 PDSCH 스케줄링 용도
- [0113] P-RNTI (Paging RNTI): 페이징이 전송되는 PDSCH 스케줄링 용도
- [0114] SI-RNTI (System Information RNTI): 시스템 정보가 전송되는 PDSCH 스케줄링 용도
- [0115] INT-RNTI (Interruption RNTI): PDSCH에 대한 puncturing 여부를 알려주기 위한 용도
- [0116] TPC-PUSCH-RNTI (Transmit Power Control for PUSCH RNTI): PUSCH에 대한 전력 조절 명령 지시 용도
- [0117] TPC-PUCCH-RNTI (Transmit Power Control for PUCCH RNTI): PUCCH에 대한 전력 조절 명령 지시 용도
- [0118] TPC-SRS-RNTI (Transmit Power Control for SRS RNTI): SRS에 대한 전력 조절 명령 지시 용도
- [0119] 전술한 명시된 DCI 포맷들은 하기의 정의를 따를 수 있다.
- [0120] [표 10]

DCI format	Usage
0_0	Scheduling of PUSCH in one cell
0_1	Scheduling of PUSCH in one cell
1_0	Scheduling of PDSCH in one cell
1_1	Scheduling of PDSCH in one cell
2_0	Notifying a group of UEs of the slot format
2_1	Notifying a group of UEs of the PRB(s) and OFDM symbol(s) where UE may assume no transmission is intended for the UE
2_2	Transmission of TPC commands for PUCCH and PUSCH
2_3	Transmission of a group of TPC commands for SRS transmissions by one or more UEs

- [0121]
- [0122] 5G에서 제어자원세트 p, 탐색공간 세트 s에서 집성 레벨 L의 탐색공간은 하기의 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.
- [0123] [수학적 식 1]
- [0124]
$$L \cdot \left\{ \left(Y_{p,n_{s,f}^{\mu}} + \left\lfloor \frac{m_{s,n_{CI}} \cdot N_{CCE,p}}{L \cdot M_{s,max}^{(L)}} \right\rfloor + n_{CI} \right) \bmod \left\lfloor \frac{N_{CCE,p}}{L} \right\rfloor \right\} + i$$
- [0125] - L: 집성 레벨

- [0126] - n_{CI} : 캐리어(Carrier) 인덱스
- [0127] - $N_{CCE,p}$: 제어자원세트 p 내에 존재하는 총 CCE 개수
- [0128] - $n_{s,f}^{\mu}$: 슬롯 인덱스
- [0129] - $M_{s,max}^{(L)}$: 집성 레벨 L의 PDCCH 후보군 수
- [0130] - $m_{s,n_{CI}} = 0, \dots, M_{s,max}^{(L)} - 1$: 집성 레벨 L의 PDCCH 후보군 인덱스
- [0131] - $i = 0, \dots, L - 1$
- [0132] - $Y_{p,n_{s,f}^{\mu}} = (A_p \cdot Y_{p,n_{s,f}^{\mu}-1}) \bmod D$, $Y_{p,-1} = n_{RNTI} \neq 0$, $A_p = 39827$ for $p \bmod 3 = 0$, $A_p = 39829$ for $p \bmod 3 = 1$, $A_p = 39839$ for $p \bmod 3 = 2$, $D = 65537$
- [0133] - n_{RNTI} : 단말 식별자
- [0134] $Y_{p,n_{s,f}^{\mu}}$ 값은 공통 탐색공간의 경우 0에 해당할 수 있다.
- [0135] $Y_{p,n_{s,f}^{\mu}}$ 값은 단말-특정 탐색공간의 경우, 단말의 신원(C-RNTI 또는 기지국이 단말에게 설정해준 ID)과 시간 인덱스에 따라 변하는 값일 수 있다.
- [0136] 5G에서는 복수 개의 탐색공간 세트가 서로 다른 파라미터들(예컨대, 표 9의 파라미터들)로 설정될 수 있음에 따라, 매 시점에서 단말이 모니터링하는 탐색공간 세트의 집합이 달라질 수 있다. 예를 들면, 탐색공간 세트#1이 X-슬롯 주기로 설정되어 있고, 탐색공간 세트#2가 Y-슬롯 주기로 설정되어 있고 X와 Y가 다를 경우, 단말은 특정 슬롯에서는 탐색공간 세트#1과 탐색공간 세트#2를 모두 모니터링 할 수 있고, 특정 슬롯에서는 탐색공간 세트#1과 탐색공간 세트#2 중 하나를 모니터링 할 수 있다.
- [0137] [PDCCH: span]
- [0138] 단말은 슬롯 내에서 복수 개의 PDCCH 모니터링 위치를 가지는 경우에 대한 단말 능력 보고를 각 서브캐리어 간격마다 수행할 수 있고, 이 때 Span이라는 개념을 사용할 수 있다. Span은 슬롯 내에서 단말이 PDCCH를 모니터링할 수 있는 연속적인 심볼들을 의미하고, 각 PDCCH 모니터링 위치는 1개의 Span 내에 있다. Span은 (X,Y)로 표현할 수 있는데, 여기서 x는 연속적인 두 Span의 첫 번째 심볼 간 떨어져야 하는 최소 심볼 개수를 의미하고, Y는 1개의 Span 내에서 PDCCH를 모니터링할 수 있는 연속적인 심볼 개수를 의미한다. 이 때, 단말은 Span 내에서 Span의 첫 심볼부터 Y 심볼 내의 구간에서 PDCCH를 모니터링할 수 있다.
- [0139] 도 6은 무선 통신 시스템에서 단말이 슬롯 내에서 복수 개의 PDCCH 모니터링 위치를 가질 수 있는 경우를 Span을 통해 도시한 도면이다.
- [0140] 도 6을 참조하면, Span은 예를 들어 (X,Y) = (7,3), (4,3), (2,2)의 경우가 가능하며, 세 경우 각각이 도 6에서 참조 번호 610, 620, 630으로 도시되어 있다. 일례로, 510는 (7,3)로 표현할 수 있는 Span이 슬롯 내에서 2개가 존재하는 경우를 표현하였다. 2개의 Span의 첫 번째 심볼 간의 간격이 X=7로 표현되었고, 각 Span의 첫 번째 심볼부터 총 Y=3개의 심볼 내에서 PDCCH 모니터링 위치가 존재할 수 있으며, Y=3 심볼 내에 탐색공간 1과 2가 각각 존재하는 것을 나타내었다. 또 다른 일례로, 530에서는 (4,3)로 표현할 수 있는 Span이 슬롯 내에서 총 3개가 존재하는 경우를 표현하였으며, 두 번째와 세 번째 Span 간 간격은 X=4보다 큰 X'=5 심볼만큼 떨어져 있는 것을 나타내었다. 630에서는 (2,2)로 표현할 수 있는 Span이 슬롯 내에서 총 7개가 존재하는 경우를 표현하였으며, 각 Span의 첫 번째 심볼부터 총 Y=2개의 심볼 내에서 PDCCH 모니터링 위치가 존재할 수 있으며, Y=2 심볼 내에 탐색공간 3이 존재하는 것을 나타내었다.
- [0141] [PDCCH: 단말 능력 보고]
- [0142] 상술한 공통 탐색공간 및 단말-특정 탐색공간이 위치하는 슬롯 위치는 상기 PDCCH에 대한 탐색공간에 대한 설정 정보를 나타낸 상기 표 9의 monitoringSlotPeriodicityAndOffset 파라미터로 지시되며, 슬롯 내 심볼 위치는

표 9의 monitoringSymbolsWithinSlot 파라미터를 통해 비트맵으로 지시된다. 한편 단말이 탐색 공간 모니터링이 가능한 슬롯 내 심볼 위치는 다음의 단말 역량(UE capability)들을 통해 기지국으로 보고될 수 있다.

[0143] - 단말 역량 1 (이하 FG(Feature group) 3-1로 표현). 단말 역량은 다음의 표 11과 같이, 타입 1 및 타입 3 공통 탐색공간 또는 단말-특정 탐색공간에 대한 모니터링 위치(MO: monitoring occasion)가 슬롯 내 하나 존재하는 경우, 해당 MO 위치가 슬롯 내 처음 3 심볼 내에 위치할 때 해당 MO를 모니터링 가능한 역량을 의미한다. 상기 단말 역량 1은 NR을 지원하는 모든 단말이 지원해야 하는 의무적(mandatory) 역량으로써 단말 역량 1의 지원 여부는 기지국에 명시적으로 보고되지 않을 수 있다.

[표 11]

Index	Feature group	Components	Field name in TS 38.331 [2]
3-1	Basic DL control channel	1) One configured CORESET per BWP per cell in addition to CORESET0 - CORESET resource allocation of 6RB bit-map and duration of 1-3 OFDM symbols for FR1 - For type 1 CSS without dedicated RRC configuration and for type 0, 0A, and 2 CSSs, CORESET resource allocation of 6RB bit-map and duration 1-3 OFDM symbols for FR2 - For type 1 CSS with dedicated RRC configuration and for type 3 CSS, UE specific SS, CORESET resource allocation of 6RB bit-map and duration 1-2 OFDM symbols for FR2 - REG-bundle sizes of 2/3 RBs or 6 RBs - Interleaved and non-interleaved CCE-to-REG mapping - Precoder-granularity of REG-bundle size - PDCCH DMRS scrambling determination - TCI state(s) for a CORESET configuration 2) CSS and UE-SS configurations for unicast PDCCH transmission per BWP per cell - PDCCH aggregation levels 1, 2, 4, 8, 16 - UP to 3 search space sets in a slot for a scheduled SCell per BWP This search space limit is before applying all dropping rules. - For type 1 CSS with dedicated RRC configuration, type 3 CSS, and UE-SS, the monitoring occasion is within the first 3 OFDM symbols of a slot - For type 1 CSS without dedicated RRC configuration and for type 0, 0A, and 2 CSS, the monitoring occasion can be any OFDM symbol(s) of a slot, with the monitoring occasions for any of Type 1- CSS without dedicated RRC configuration, or Types 0, 0A, or 2 CSS configurations within a single span of three consecutive OFDM symbols within a slot 3) Monitoring DCI formats 0_0, 1_0, 0_1, 1_1 4) Number of PDCCH blind decodes per slot with a given SCS follows Case 1-1 table 5) Processing one unicast DCI scheduling DL and one unicast DCI scheduling UL per slot per scheduled CC for FDD 6) Processing one unicast DCI scheduling DL and 2 unicast DCI scheduling UL per slot per scheduled CC for TDD	n/a

[0145] - 단말 역량 2 (이하 FG 3-2로 표현). 단말 역량 2는 다음의 표 13-2와 같이, 공통 탐색공간 또는 단말-특정 탐색공간에 대한 모니터링 위치(MO: monitoring occasion)가 슬롯 내 하나 존재하는 경우, 해당 MO의 시작 심볼 위치가 어디이던 관계 없이 모니터링 가능한 역량을 의미한다. 본 단말 역량은 단말이 선택적으로 지원 가능하며(optional), 본 역량의 지원 여부는 기지국에 명시적으로 보고된다.

[표 12]

Index	Feature group	Components	Field name in TS 38.331 [2]
3-2	PDCCH monitoring on any span of up to 3 consecutive OFDM symbols of a slot	For a given UE, all search space configurations are within the same span of 3 consecutive OFDM symbols in the slot	<i>pdccchMonitoringSingleOccasion</i>

[0148] - 단말 역량 3 (이후 FG 3-5, 3-5a, 3-5b로 표현). 본 단말 역량은 다음의 표 13a, 표 13b와 같이, 공통 탐색공간 또는 단말-특정 탐색공간에 대한 모니터링 위치(MO: monitoring occasion)가 슬롯 내 복수 개 존재하는 경우, 단말이 모니터링 가능한 MO의 패턴을 지시한다. 상술한 패턴은 서로 다른 MO 간의 시작 심볼 간 간격 X, 및 한 MO에 대한 최대 심볼 길이 Y로 구성된다. 단말이 지원하는 (X,Y)의 조합은 {(2,2), (4,3), (7,3)} 중 하나 또는 복수 개일 수 있다. 본 단말 역량은 단말이 선택적으로 지원 가능하며(optional), 본 역량의 지원 여부 및

상술한 (X,Y) 조합은 기지국에 명시적으로 보고된다.

[0150]

[표 13a]

Index	Feature group	Components	Field name in TS 38.331 [2]
3-5	For type 1 CSS with dedicated RRC configuration, type 3 CSS, and UE-SS, monitoring occasion can be any OFDM symbol(s) of a slot for Case 2	For type 1 CSS with dedicated RRC configuration, type 3 CSS, and UE-SS, monitoring occasion can be any OFDM symbol(s) of a slot for Case 2	<i>pdccch-MonitoringAnyOccasions</i> { 3-5. <i>withoutDCI-Gap</i> 3-5a. <i>withDCI-Gap</i> }
3-5a	For type 1 CSS with dedicated RRC configuration, type 3 CSS, and UE-SS, monitoring occasion can be any OFDM symbol(s) of a slot for Case 2 with a DCI gap	For type 1 CSS with dedicated RRC configuration, type 3 CSS and UE-SS, monitoring occasion can be any OFDM symbol(s) of a slot for Case 2, with minimum time separation (including the cross-slot boundary case) between two DL unicast DCIs, between two UL unicast DCIs, or between a DL and an UL unicast DCI in different monitoring occasions where at least one of them is not the monitoring occasions of FG-3-1, for a same UE as - 2OFDM symbols for 15kHz - 4OFDM symbols for 30kHz - 7OFDM symbols for 60kHz with NCP - 11OFDM symbols for 120kHz Up to one unicast DL DCI and up to one unicast UL DCI in a monitoring occasion except for the monitoring occasions of FG 3-1. In addition for TDD the minimum separation between the first two UL unicast DCIs within the first 3 OFDM symbols of a slot can be zero OFDM symbols.	

[0151]

[0152] [표 13b]

<p>3-5b</p>	<p>All PDCCH monitoring occasion can be any OFDM symbol(s) of a slot for Case 2 with a span gap</p>	<p>PDCCH monitoring occasions of FG-3-1, plus additional PDCCH monitoring occasion(s) can be any OFDM symbol(s) of a slot for Case 2, and for any two PDCCH monitoring occasions belonging to different spans, where at least one of them is not the monitoring occasions of FG-3-1, in same or different search spaces, there is a minimum time separation of X OFDM symbols (including the cross-slot boundary case) between the start of two spans, where each span is of length up to Y consecutive OFDM symbols of a slot. Spans do not overlap. Every span is contained in a single slot. The same span pattern repeats in every slot. The separation between consecutive spans within and across slots may be unequal but the same (X, Y) limit must be satisfied by all spans. Every monitoring occasion is fully contained in one span. In order to determine a suitable span pattern, first a bitmap $b(l)$, $0 \leq l \leq 13$ is generated, where $b(l)=1$ if symbol l of any slot is part of a monitoring occasion, $b(l)=0$ otherwise. The first span in the span pattern begins at the smallest l for which $b(l)=1$. The next span in the span pattern begins at the smallest l not included in the previous span(s) for which $b(l)=1$. The span duration is $\max(\text{maximum value of all CORESET durations, minimum value of } Y \text{ in the UE reported candidate value})$ except possibly the last span in a slot which can be of shorter duration. A particular PDCCH monitoring configuration meets the UE capability limitation if the span arrangement satisfies the gap separation for at least one (X, Y) in the UE reported candidate value set in every slot, including cross slot boundary. For the set of monitoring occasions which are within the same span:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Processing one unicast DCI scheduling DL and one unicast DCI scheduling UL per scheduled CC across this set of monitoring occasions for FDD • Processing one unicast DCI scheduling DL and two unicast DCI scheduling UL per scheduled CC across this set of monitoring occasions for TDD • Processing two unicast DCI scheduling DL and one unicast DCI scheduling UL per scheduled CC across this set of monitoring occasions for TDD <p>The number of different start symbol indices of spans for all PDCCH monitoring occasions per slot, including PDCCH monitoring occasions of FG-3-1, is no more than $\text{floor}(14/X)$ (X is minimum among values reported by UE). The number of different start symbol indices of PDCCH monitoring occasions per slot including PDCCH monitoring occasions of FG-3-1, is no more than 7. The number of different start symbol indices of PDCCH monitoring occasions per half-slot including PDCCH monitoring occasions of FG-3-1 is no more than 4 in SCell.</p>	
-------------	---	---	--

[0153]

[0154]

단말은 상술한 단말 역량 2 및/또는 단말 역량 3 지원 여부 및 관련 파라미터를 기지국에 보고할 수 있다. 기지국은 보고 받은 상기 단말 역량을 토대로 공통 탐색공간 및 단말-특정 탐색공간에 대한 시간 축 자원 할당을 수행할 수 있다. 상기 자원 할당 시 기지국은 단말이 모니터링 불가능한 위치에 MO를 위치시키지 않도록 할 수 있다.

[0155]

[PDCCH: BD/CCE limit]

[0156]

복수 개의 탐색공간 세트가 단말에게 설정되었을 경우, 단말이 모니터링해야 하는 탐색공간 세트를 결정하는 방법에 있어서 하기의 조건들이 고려될 수 있다.

[0157]

만약 단말이 상위 계층 시그널링인 monitoringCapabilityConfig-r16의 값을 r15monitoringcapability로 설정 받았다면, 단말은 모니터링 할 수 있는 PDCCH 후보군의 수와 전체 탐색공간(여기서 전체 탐색공간이란 복수 개의 탐색공간 세트의 union 영역에 해당하는 전체 CCE 집합을 의미)을 구성하는 CCE의 개수에 대한 최대값을 슬롯 별로 정의하며, 만약 monitoringCapabilityConfig-r16의 값이 r16monitoringcapability로 설정 받았다면, 단말은 모니터링 할 수 있는 PDCCH 후보군의 수와 전체 탐색공간(여기서 전체 탐색공간이란 복수 개의 탐색공간 세트의 union 영역에 해당하는 전체 CCE 집합을 의미)을 구성하는 CCE의 개수에 대한 최대값을 Span 별로 정의

한다. 상기 monitoringCapabilityConfig-r16는 아래 [표 14a], [표 14b]의 설정 정보를 참조할 수 있다

[0158] [표 14a]

```

PDCCH-Config information element
-- ASN1START
-- TAG-PDCCH-CONFIG-START
PDCCH-Config ::= SEQUENCE {
    controlResourceSetToAddModList SEQUENCE (SIZE (1..3)) OF ControlResourceSet OPTIONAL, -- Need N
    controlResourceSetToReleaseList SEQUENCE (SIZE (1..3)) OF ControlResourceSetId OPTIONAL, -- Need N
    searchSpacesToAddModList SEQUENCE (SIZE (1..10)) OF SearchSpace OPTIONAL, -- Need N
    searchSpacesToReleaseList SEQUENCE (SIZE (1..10)) OF SearchSpaceId OPTIONAL, -- Need N
    downlinkPreemption SetupRelease { DownlinkPreemption } OPTIONAL, -- Need M
    tpc-PUSCH SetupRelease { PUSCH-TPC-CommandConfig } OPTIONAL, -- Need M
    tpc-PUCCH SetupRelease { PUCCH-TPC-CommandConfig } OPTIONAL, -- Need M
    tpc-SRS SetupRelease { SRS-TPC-CommandConfig } OPTIONAL, -- Need M
    ...
    ||
    controlResourceSetToAddModList-r16 SEQUENCE (SIZE (1..2)) OF ControlResourceSet OPTIONAL, -- Need N
    controlResourceSetToReleaseList-r16 SEQUENCE (SIZE (1..5)) OF ControlResourceSetId-r16 OPTIONAL, -- Need N
    searchSpacesToAddModListExt-r16 SEQUENCE (SIZE (1..10)) OF SearchSpaceExt-r16 OPTIONAL, -- Need N
    uplinkCancellation-r16 SetupRelease { UplinkCancellation-r16 } OPTIONAL, -- Need M
    monitoringCapabilityConfig-r16 ENUMERATED { r15monitoringcapability, r16monitoringcapability } OPTIONAL, -- Need M
    searchSpaceSwitchConfig-r16 SearchSpaceSwitchConfig-r16 OPTIONAL, -- Need R
}
SearchSpaceSwitchConfig-r16 ::= SEQUENCE {
    cellGroupsForSwitchList-r16 SEQUENCE (SIZE (1..4)) OF CellGroupForSwitch-r16 OPTIONAL, -- Need R
    searchSpaceSwitchDelay-r16 INTEGER (10..52) OPTIONAL, -- Need R
}
CellGroupForSwitch-r16 ::= SEQUENCE (SIZE (1..16)) OF ServCellIndex
-- TAG-PDCCH-CONFIG-STOP
-- ASN1STOP
    
```

[0159]

[0160] [표 14b]

PDCCH-Config field descriptions	
controlResourceSetToAddModList, controlResourceSetToReleaseList	List of UE specifically configured Control Resource Sets (CORESETs) to be used by the UE. The network configures at most 3 CORESETs per BWP per cell (including UE-specific and common CORESETs). The UE shall consider entries in <i>controlResourceSetToAddModList</i> and in <i>controlResourceSetToReleaseList</i> as a single list, i.e. an entry created using <i>controlResourceSetToAddModList</i> can be modified using <i>controlResourceSetToAddModList</i> and vice-versa. In case network reconfigures control resource set with the same <i>ControlResourceSetId</i> as used for <i>commonControlResourceSet</i> configured via <i>PDCCH-ConfigCommon</i> , the configuration from <i>PDCCH-Config</i> always takes precedence and should not be updated by the UE based on <i>servicingCellConfigCommon</i> .
controlResourceSetToReleaseList	List of UE specifically configured Control Resource Sets (CORESETs) to be released by the UE. This field only applies to CORESETs configured by <i>controlResourceSetToAddModList</i> and does not release the field <i>commonControlResourceSet</i> configured by <i>PDCCH-ConfigCommon</i> .
downlinkPreemption	Configuration of downlink preemption indications to be monitored in this cell (see TS 38.213 [13], clause 11.2).
monitoringCapabilityConfig	Configures either Rel-15 PDCCH monitoring capability or Rel-16 PDCCH monitoring capability for PDCCH monitoring on a serving cell. Value <i>r15monitoringcapability</i> enables the Rel-15 monitoring capability, and value <i>r16monitoringcapability</i> enables the Rel-16 PDCCH monitoring capability (see TS 38.213 [13], clause 10.1).
searchSpacesToAddModList, searchSpacesToReleaseList	List of UE specifically configured Search Spaces. The network configures at most 10 Search Spaces per BWP per cell (including UE-specific and common Search Spaces). If the network includes <i>searchSpaceToAddModListExt</i> , it includes the same number of entries, and listed in the same order, as in <i>searchSpacesToAddModList</i> .
tpc-PUCCH	Enable and configure reception of group TPC commands for PUCCH.
tpc-PUSCH	Enable and configure reception of group TPC commands for PUSCH.
tpc-SRS	Enable and configure reception of group TPC commands for SRS.
uplinkCancellation	Configuration of uplink cancellation indications to be monitored in this cell (see TS 38.213 [13], clause 11.2A).

[0161]

[0162] [조건 1: 최대 PDCCH 후보군 수 제한]

[0163] 상기와 같이 상위 계층 시그널링의 설정 값에 따라, 단말이 모니터링 할 수 있는 PDCCH 후보군의 최대 개수인 M^μ 는 서브캐리어 간격 $15 \cdot 2^\mu$ kHz으로 설정된 셀에서 슬롯 기준으로 정의되는 경우 하기 표 15a을 따르고, Span 기준으로 정의되는 경우 하기 표 15b를 따를 수 있다.

[0164] [표 15a]

μ	Maximum number of PDCCH candidates per slot and per serving cell (M^μ)
0	44
1	36
2	22
3	20

[0165]

[0166] [표 15b]

	Maximum number M^μ of monitored PDCCH candidates per span for combination (X,Y) and per serving cell		
μ	(2,2)	(4,3)	(7,3)
0	14	28	44
1	12	24	36

[0167]

[0168] [조건 2: 최대 CCE 수 제한]

[0169] 상기와 같이 상위 계층 시그널링의 설정 값에 따라, 전체 탐색공간(여기서 전체 탐색공간이란 복수 개의 탐색공간 세트의 union 영역에 해당하는 전체 CCE 집합을 의미)을 구성하는 CCE의 최대 개수인 C^μ 는 서브캐리어 간격 $15 \cdot 2^\mu$ kHz으로 설정된 셀에서 슬롯 기준으로 정의되는 경우 하기 표 16a을 따르고, Span 기준으로 정의되는 경우 하기 표 16b를 따를 수 있다.

[0170] [표 16a]

μ	Maximum number of non-overlapped CCEs per slot and per serving cell (C^μ)
0	56
1	56
2	48
3	32

[0171]

[0172] [표 16b]

	Maximum number C^μ of non-overlapped CCEs per span for combination (X,Y) and per serving cell		
μ	(2,2)	(4,3)	(7,3)
0	18	36	56
1	18	36	56

[0173]

[0174] 설명의 편의를 위해, 특정 시점에서 상기 조건 1, 2를 모두 만족시키는 상황을 "조건 A"로 정의하도록 한다. 따라서 상기 조건 A를 만족시키지 않는 것은 상기 조건 1, 2 중에서 적어도 하나의 조건을 만족시키지 않는 것을 의미할 수 있다.

[0175] [PDCCH: Overbooking]

[0176] 기지국의 탐색공간 세트들의 설정에 따라 특정 시점에서 상기 조건 A를 만족하지 않는 경우가 발생할 수 있다. 특정 시점에서 조건 A를 만족하지 않을 경우, 단말은 해당 시점에서 상기 조건 A를 만족하도록 설정된 탐색공간 세트들 중에서 일부만을 선택하여 모니터링 할 수 있고, 기지국은 선택된 탐색공간 세트로 PDCCH를 전송할 수 있다.

[0177] 전체 설정된 탐색공간 세트 중에서 일부 탐색공간을 선택하는 방법으로 하기의 방법을 따를 수 있다.

[0178] 특정 시점(슬롯)에서 PDCCH에 대한 조건 A를 만족시키지 못할 경우, 단말은(또는 기지국은) 해당 시점에 존재하는 탐색공간 세트들 중에서 탐색 공간 타입이 공통 탐색공간으로 설정되어 있는 탐색공간 세트를 단말-특정 탐

색공간으로 설정된 탐색공간 세트보다 우선적으로 선택할 수 있다.

[0179] 공통 탐색공간으로 설정되어 있는 탐색공간 세트들이 모두 선택되었을 경우(즉, 공통 탐색공간으로 설정되어 있는 모든 탐색공간을 선택한 후에도 조건 A를 만족할 경우), 단말은(또는 기지국은) 단말-특정 탐색공간으로 설정되어 있는 탐색공간 세트들을 선택할 수 있다. 이 때, 단말-특정 탐색공간으로 설정되어 있는 탐색공간 세트가 복수 개일 경우, 탐색공간 세트 인덱스(Index)가 낮은 탐색공간 세트가 더 높은 우선 순위를 가질 수 있다. 단말은 우선 순위를 고려하여 단말-특정 탐색공간 세트들을 조건 A가 만족되는 범위 내에서 선택할 수 있다.

[0180] [QCL, TCI state]

[0181] 무선 통신 시스템에서 하나 이상의 서로 다른 안테나 포트들(혹은 하나 이상의 채널, 신호 및 이들의 조합들로 대체되는 것도 가능하나 향후 본 개시의 설명에서는 편의를 위하여 서로 다른 안테나 포트들로 통일하여 지칭한다)은 아래 [표 17]과 같은 QCL (Quasi co-location) 설정에 의하여 서로 연결(associate)될 수 있다. TCI state는 PDCCH(혹은 PDCCH DMRS)와 다른 RS 혹은 채널 간 QCL 관계를 공지하기/나타내기 위한 것으로, 어떤 기준 안테나 포트 A(reference RS #A)와 또 다른 목적 안테나 포트 B(target RS #B)가 서로 QCL되어있다(QCLed)고 함은 단말이 상기 안테나 포트 A에서 추정된 large-scale 채널 파라미터 중 일부 혹은 전부를 상기 안테나 포트 B로부터의 채널 측정에 적용하는 것이 허용됨을 의미한다. QCL은 1) average delay 및 delay spread에 영향을 받는 time tracking, 2) Doppler shift 및 Doppler spread에 영향을 받는 frequency tracking, 3) average gain에 영향을 받는 RRM (radio resource management), 4) spatial parameter에 영향을 받는 BM (beam management) 등 상황에 따라 서로 다른 파라미터를 연관시킬 필요가 있을 수 있다. 이에 따라 NR에서는 아래 표 17과 같은 네 가지 타입의 QCL 관계들을 지원한다.

[0182] [표 17]

QCL type	Large-scale characteristics
A	Doppler shift, Doppler spread, average delay, delay spread
B	Doppler shift, Doppler spread
C	Doppler shift, average delay
D	Spatial Rx parameter

[0183]

[0184] 상기 spatial RX parameter는 Angle of arrival (AoA), Power Angular Spectrum (PAS) of AoA, Angle of departure (AoD), PAS of AoD, transmit/receive channel correlation, transmit/receive beamforming, spatial channel correlation 등 다양한 파라미터들 중 일부 혹은 전부를 총칭할 수 있다.

[0185] 상기 QCL 관계는 아래 표 18과 같이 RRC parameter TCI-State 및 QCL-Info를 통하여 단말에게 설정되는 것이 가능하다. 아래 표 18을 참조하면 기지국은 단말에게 하나 이상의 TCI state를 설정하여 상기 TCI state의 ID를 참조하는 RS, 즉 target RS에 대한 최대 두 가지의 QCL 관계(qcl-Type1, qcl-Type2)를 알려줄 수 있다. 이때 각 상기 TCI state가 포함하는 각 QCL 정보(QCL-Info)들은 해당 QCL 정보가 가리키는 reference RS의 serving cell index 및 BWP index, 그리고 reference RS의 종류 및 ID, 그리고 상기 표 17와 같은 QCL type을 포함한다.

[0186] [표 18]

```

TCI-State ::= SEQUENCE {
    tci-StateId          TCI-StateId,
    (해당 TCI state의 ID)
    qcl-Type1           QCL-Info,
    (해당 TCI state ID를 참조하는 RS(target RS)의 첫 번째 reference RS의 QCL 정보)
    qcl-Type2           QCL-Info          OPTIONAL, -- Need R
    (해당 TCI state ID를 참조하는 RS(target RS)의 두 번째 reference RS의 QCL 정보)
    ...
}

QCL-Info ::= SEQUENCE {
    cell                ServCellIndex          OPTIONAL, -- Need R
    (해당 QCL 정보가 가리키는 reference RS의 serving cell index)
    bwp-Id              BWP-Id                OPTIONAL, -- Cond CSI-RS-Indicated
    (해당 QCL 정보가 가리키는 reference RS의 BWP index)
    referenceSignal     CHOICE {
        csi-rs          NZP-CSI-RS-ResourceId,
        ssb              SSB-Index
    },
    (해당 QCL 정보가 가리키는 CSI-RS ID 혹은 SSB ID 중 하나)
    qcl-Type            ENUMERATED {typeA, typeB, typeC, typeD},
    ...
}
    
```

[0187]

[0188]

도 7은 TCI state 설정에 따른 기지국 빔 할당 예제를 도시하는 도면이다. 도 7을 참조하면 기지국은 서로 다른 N개의 빔에 대한 정보를 서로 다른 N개의 TCI state들을 통하여 단말에게 전달할 수 있다. 예를 들어 도 7과 같이 N=3인 경우 기지국은 세 개의 TCI states(700, 705, 710)에 포함되는 상기 qcl-Type2 파라미터가 서로 다른 빔에 해당하는 CSI-RS 혹은 SSB에 연관되며 QCL type D로 설정되도록 하여 상기 서로 다른 TCI state 700, 705, 혹은 710을 참조하는 안테나 포트들이 서로 다른 spatial Rx parameter 즉 서로 다른 빔과 연관되어 있음을 공지할/나타낼 수 있다.

[0189]

하기 표 19a 내지 표 19e에서는 target 안테나 포트 종류에 따른 유효한 TCI state 설정들을 나타낸다.

[0190]

하기 표 19a는 target 안테나 포트가 CSI-RS for tracking (TRS) 일 경우 유효한 TCI state 설정을 나타낸다. 상기 TRS는 CSI-RS 중 repetition 파라미터가 설정되지 않고 하기 [표 20a] 및 [표 20b]에 예시된 설정 정보에서 trs-Info가 true로 설정된 NZP(Non-Zero-Power) CSI-RS를 의미한다. 표 19a에서 3번 설정의 경우 aperiodic TRS를 위하여 사용될 수 있다.

[0191]

[표 19a] Target 안테나 포트가 CSI-RS for tracking (TRS) 일 경우 유효한 TCI state 설정

Valid TCI state Configuration	DL RS 1	qcl-Type1	DL RS 2 (if configured)	qcl-Type2 (if configured)
1	SSB	QCL-TypeC	SSB	QCL-TypeD
2	SSB	QCL-TypeC	CSI-RS (BM)	QCL-TypeD
3	TRS (periodic)	QCL-TypeA	TRS (same as DL RS 1)	QCL-TypeD

[0192]

[0193]

하기 표 19b는 target 안테나 포트가 CSI-RS for CSI 일 경우 유효한 TCI state 설정을 나타낸다. 상기 CSI-RS for CSI는 CSI-RS 중 반복을 나타내는 파라미터 (예를 들어, repetition 파라미터)가 설정되지 않고 상기 trs-Info 또한 true로 설정되지 않은 NZP CSI-RS를 의미한다.

[0194] [표 19b] Target 안테나 포트가 CSI-RS for CSI일 경우 유효한 TCI state 설정

Valid TCI state Configuration	DL RS 1	qcl-Type1	DL RS 2 (if configured)	qcl-Type2 (if configured)
1	TRS	QCL-TypeA	SSB	QCL-TypeD
2	TRS	QCL-TypeA	CSI-RS for BM	QCL-TypeD
3	TRS	QCL-TypeA	TRS (same as DL RS 1)	QCL-TypeD
4	TRS	QCL-TypeB		

[0195]

[0196] 하기 표 19c는 target 안테나 포트가 CSI-RS for beam management (BM, CSI-RS for L1 RSRP(Reference Signal Received Power) reporting과 동일한 의미)일 경우 유효한 TCI state 설정을 나타낸다. 상기 CSI-RS for BM은 CSI-RS 중 repetition 파라미터가 설정되어 On 또는 Off의 값을 가지며, 상기 trs-Info가 true로 설정되지 않은 NZP CSI-RS를 의미한다.

[0197] [표 19c] Target 안테나 포트가 CSI-RS for BM (for L1 RSRP reporting)일 경우 유효한 TCI state 설정

Valid TCI state Configuration	DL RS 1	qcl-Type1	DL RS 2 (if configured)	qcl-Type2 (if configured)
1	TRS	QCL-TypeA	TRS (same as DL RS 1)	QCL-TypeD
2	TRS	QCL-TypeA	CSI-RS (BM)	QCL-TypeD
3	SS/PBCH Block	QCL-TypeC	SS/PBCH Block	QCL-TypeD

[0198]

[0199] 하기 표 19d는 target 안테나 포트가 PDCCH DMRS일 경우 유효한 TCI state 설정을 나타낸다.

[0200] [표 19d] Target 안테나 포트가 PDCCH DMRS일 경우 유효한 TCI state 설정

Valid TCI state Configuration	DL RS 1	qcl-Type1	DL RS 2 (if configured)	qcl-Type2 (if configured)
1	TRS	QCL-TypeA	TRS (same as DL RS 1)	QCL-TypeD
2	TRS	QCL-TypeA	CSI-RS (BM)	QCL-TypeD
3	CSI-RS (CSI)	QCL-TypeA	CSI-RS (same as DL RS 1)	QCL-TypeD

[0201]

[0202] 하기 표 19e는 target 안테나 포트가 PDSCH DMRS일 경우 유효한 TCI state 설정을 나타낸다.

[0203] [표 19e] Target 안테나 포트가 PDSCH DMRS일 경우 유효한 TCI state 설정

Valid TCI state Configuration	DL RS 1	qcl-Type1	DL RS 2 (if configured)	qcl-Type2 (if configured)
1	TRS	QCL-TypeA	TRS	QCL-TypeD
2	TRS	QCL-TypeA	CSI-RS (BM)	QCL-TypeD
3	CSI-RS (CSI)	QCL-TypeA	CSI-RS (CSI)	QCL-TypeD

[0204]

[0205] 상기 표 19a 내지 표 19e에 의한 대표적인 QCL 설정 방법은 각 단계 별 target 안테나 포트 및 reference 안테나 포트를 "SSB" -> "TRS" -> "CSI-RS for CSI, 또는 CSI-RS for BM, 또는 PDCCH DMRS, 또는 PDSCH DMRS"와 같이 설정하여 운용하는 것이다. 이를 통하여 SSB 및 TRS로부터 측정할 수 있는 통계적 특성들을 각 안테나 포트들까지 연계시켜 단말의 수신 동작을 돕는 것이 가능하다.

[0206] 상기 NZP CSI-RS와 관련된 trs-Info의 설정 정보는 아래 [표 20a] 및 [표 20b]을 참조할 수 있다.

[0207] [표 20a]

```

NZP-CSI-RS-ResourceSet information element

-- ASN1START
-- TAG-NZP-CSI-RS-RESOURCESET-START
NZP-CSI-RS-ResourceSet ::= SEQUENCE {
    nzp-CSI-ResourceSetId      NZP-CSI-RS-ResourceSetId,
    nzp-CSI-RS-Resources      SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofNZP-CSI-RS-ResourcesPerSet)) OF NZP-CSI-RS-ResourceId,
    repetition                 ENUMERATED { on, off } OPTIONAL, -- Need S
    aperiodicTriggeringOffset INTEGER (0..6) OPTIONAL, -- Need S
    trs-Info                   ENUMERATED {true} OPTIONAL, -- Need R
    ...,
    [[
        aperiodicTriggeringOffset-r16 INTEGER (0..31) OPTIONAL -- Need S
    ]]
}
-- TAG-NZP-CSI-RS-RESOURCESET-STOP
-- ASN1STOP
    
```

[0208]

[0209] [표 20b]

NZP-CSI-RS-ResourceSet field descriptions	
aperiodicTriggeringOffset, aperiodicTriggeringOffset-r16	Offset X between the slot containing the DCI that triggers a set of aperiodic NZP CSI-RS resources and the slot in which the CSI-RS resource set is transmitted. For <i>aperiodicTriggeringOffset</i> , the value 0 corresponds to 0 slots, value 1 corresponds to 1 slot, value 2 corresponds to 2 slots, value 3 corresponds to 3 slots, value 4 corresponds to 4 slots, value 5 corresponds to 16 slots, value 6 corresponds to 24 slots. For <i>aperiodicTriggeringOffset-r16</i> , the value indicates the number of slots. The network configures only one of the fields. When neither field is included, the UE applies the value 0.
nzp-CSI-RS-Resources	NZP-CSI-RS-Resources associated with this NZP-CSI-RS resource set (see TS 38.214 [19], clause 5.2). For CSI, there are at most 8 NZP CSI RS resources per resource set.
repetition	Indicates whether repetition is on/off. If the field is set to <i>off</i> or if the field is absent, the UE may not assume that the NZP-CSI-RS resources within the resource set are transmitted with the same downlink spatial domain transmission filter (see TS 38.214 [19], clauses 5.2.2.3.1 and 5.1.6.1.2). It can only be configured for CSI-RS resource sets which are associated with <i>CSI-ReportConfig</i> with report of L1 RSRP or "no report".
trs-Info	Indicates that the antenna port for all NZP-CSI-RS resources in the CSI-RS resource set is same. If the field is absent or released the UE applies the value <i>false</i> (see TS: 38.214 [19], clause 5.2.2.3.1).

[0210]

[0211] [PDCCH: TCI state 관련]

[0212] 구체적으로 PDCCH DMRS 안테나 포트에 적용 가능한 TCI state 조합은 아래 표 21과 같다. 표 21에서 4번째 행은 RRC 설정 이전에 단말이 가정하게 되는 조합이며 RRC 설정 이후에 설정하는 것은 불가능하다.

[0213] [표 21]

Valid TCI state Configuration	DL RS 1	qcl-Type1	DL RS 2 (if configured)	qcl-Type2 (if configured)
1	TRS	QCL-TypeA	TRS	QCL-TypeD
2	TRS	QCL-TypeA	CSI-RS (BM)	QCL-TypeD
3	CSI-RS (CSI)	QCL-TypeA		
4	SS/PBCH Block	QCL-TypeA	SS/PBCH Block	QCL-TypeD

[0214]

[0215] NR에서는 PDCCH 빔에 대한 동적 할당을 위하여 도 8에 도시된 바와 같은 계층적 시그널링 방법을 지원한다.

[0216] 도 8은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 PDCCH에 대한 TCI state 할당 방법의 일 예를 도시한 도면이다.

[0217] 도 8을 참조하면 기지국은 RRC 시그널링(800)을 통하여 N개의 TCI states(805, 810, ..., 820)들을 단말에게 설정할 수 있으며, 이 중 일부를 CORESET을 위한 TCI state로 설정할 수 있다(825). 이후 기지국은 CORESET을 위한 TCI states (830, 835, 840) 중 하나를 MAC CE(MAC Control Element) 시그널링을 통하여 단말에게 지시할 수 있다 (845). 이후 단말은 상기 MAC CE 시그널링에 의해 지시되는 TCI state가 포함하는 빔 정보를 기반으로 PDCCH를 수신한다.

[0218] 도 9는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 PDCCH DMRS를 위한 TCI indication MAC CE 시그널링 구조를 도시하는 도면이다.

- [0219] 도 9를 참조하면 상기 PDCCH DMRS를 위한 TCI indication MAC CE 시그널링은 예를 들어 2 byte(16 bits) (Oct1 900, Oct2 905)로 구성되며 5 비트의 serving cell ID (915), 4 비트의 CORESET ID (920) 및 7 비트의 TCI state ID (925)를 포함한다.
- [0220] 도 10은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 제어자원 세트 (CORESET) 및 탐색공간 (search space)의 빔 설정 예시를 도시하는 도면이다.
- [0221] 도 10을 참조하면, 기지국은 단말에게 CORESET(1000) 설정에 포함되는 TCI state list 중 하나를 MAC CE 시그널링을 통하여 지시할 수 있다(1005). 이후 또 다른 MAC CE 시그널링을 통하여 다른 TCI state가 해당 CORESET에 지시되기 전 까지, 단말은 상기 CORESET에 연결되는 예를 들어 하나 이상의 search space #1, #2, #3(1010, 1015, 1020)에는 모두 같은 QCL 정보 (beam #1, 1005)가 적용되는 것으로 간주한다. 상기 설명한 PDCCH beam 할당 방법은 MAC CE 시그널링 delay보다 빠른 빔 변경을 지시하는 것이 어려우며, 또한 search space 특성에 관계 없이 CORESET 별로 모두 같은 빔을 일괄 적용하게 되므로 유연한 PDCCH beam 운용을 어렵게 할 수 있다.
- [0222] 이하 본 개시의 실시 예 들에서는 보다 유연한 PDCCH beam 설정 및 운용 방법을 제공한다. 이하 본 개시의 실시 예를 설명함에 있어 설명의 편의를 위하여 몇 가지 구분되는 예시들을 제공하나 예시된 실시 예들은 서로 배타적인 것이 아니며 상황에 따라 둘 이상의 실시 예들을 서로 적절히 결합하여 적용이 가능하다.
- [0223] 기지국은 단말에게 특정 제어자원세트에 대하여 하나 또는 복수 개의 TCI state를 설정할 수 있고, 설정된 TCI state 중에서 하나를 MAC CE 활성화 명령을 통해 활성화할 수 있다. 예를 들어, 제어자원세트#1에 TCI state로 {TCI state#0, TCI state#1, TCI state#2}가 설정되어 있고, 기지국은 MAC CE를 통해 제어자원세트#1에 대한 TCI state로 TCI state#0을 가정하도록 활성화하는 명령을 단말에게 전송할 수 있다. 단말은 MAC CE로 수신한 TCI state에 대한 활성화 명령에 기반하여, 활성화된 TCI state 내의 QCL 정보에 기반하여 해당 제어자원세트의 DMRS를 올바르게 수신할 수 있다.
- [0224] 인덱스가 0으로 설정된 제어자원세트(제어자원세트#0)에 대하여, 만약 단말이 제어자원세트#0의 TCI state에 대한 MAC CE 활성화 명령을 수신하지 못하였다면, 단말은 제어자원세트#0에서 전송되는 DMRS에 대하여 초기 접속 과정 또는 PDCCH 명령으로 트리거(Trigger)되지 않은 비컨텐션(Non-contention) 기반 랜덤 액세스 과정에서 식별된 SS/PBCH 블록(SSB)과 QCL되었다고 가정(QCL assumption)할 수 있다.
- [0225] 인덱스가 0이 아닌 다른 값으로 설정된 제어자원세트(제어자원세트#X)에 대하여, 만약 단말이 제어자원세트#X에 대한 TCI state를 설정 받지 못했거나, 하나 이상의 TCI state를 설정 받았지만 이 중 하나를 활성화하는 MAC CE 활성화 명령을 수신하지 못하였다면, 단말은 제어자원세트#X에서 전송되는 DMRS에 대하여 초기 접속 과정에서 식별된 SS/PBCH 블록과 QCL되었다고 가정할 수 있다.
- [0226] [PDCCH: QCL prioritization rule 관련]
- [0227] 하기에서는 PDCCH에 대한 QCL 우선순위 결정 동작에 대해 구체적으로 기술하도록 한다.
- [0228] 단말은 단일 셀 혹은 밴드 내 carrier aggregation으로 동작하고, 단일 혹은 복수 개의 셀 내의 활성화된 대역폭부분 내에 존재하는 복수 개의 제어자원세트들이 특정 PDCCH 모니터링 구간에서 서로 같거나 다른 QCL-TypeD 특성을 가지면서 시간 상에서 겹치는 경우, 단말은 QCL 우선순위 결정 동작에 따라 특정 제어자원세트를 선택하고, 해당 제어자원세트와 동일한 QCL-TypeD 특성을 가지는 제어자원세트들을 모니터링할 수 있다. 즉, 단말은 시간 상에서 복수 개의 제어자원세트들이 겹칠 때, 오직 1개의 QCL-TypeD 특성만을 수신할 수 있다. 이 때 QCL 우선순위를 결정할 수 있는 기준은 아래와 같을 수 있다.
- [0229] - 기준 1. 공통 탐색구간을 포함하는 셀 중 가장 낮은 인덱스에 대응되는 셀 내에서, 가장 낮은 인덱스의 공통 탐색구간과 연결된 제어자원세트
- [0230] - 기준 2. 단말 특정 탐색구간을 포함하는 셀 중 가장 낮은 인덱스에 대응되는 셀 내에서, 가장 낮은 인덱스의 단말 특정 탐색구간과 연결된 제어자원세트
- [0231] 상술한 바와 같이, 상기 각 기준들은 해당 기준이 충족되지 않는 경우 다음 기준이 적용될 수 있다. 예를 들어 특정 PDCCH 모니터링 구간에서 제어자원세트들이 시간 상으로 겹치는 경우, 만약 모든 제어자원세트들이 공통 탐색구간에 연결되어 있지 않고 단말 특정 탐색구간에 연결되어 있다면, 즉 기준 1이 충족되지 않는다면, 단말은 기준 1 적용을 생략하고 기준 2를 적용할 수 있다.
- [0232] 단말은 상술한 기준들에 의해 제어자원세트를 선택하는 경우, 제어자원세트에 설정된 QCL 정보에 대해 다음과

같이 두 가지 사항을 추가적으로 고려할 수 있다. 첫 번째로, 만약 제어자원세트 1이 QCL-TypeD의 관계를 가지는 기준 신호로서 CSI-RS 1을 가지고 있고, 이 CSI-RS 1이 QCL-TypeD의 관계를 가지는 기준 신호는 SSB 1이며, 또 다른 제어자원세트 2가 QCL-TypeD의 관계를 가지는 기준 신호가 SSB 1인 경우, 단말은 이 두 제어자원세트 1 및 2는 서로 다른 QCL-TypeD 특성을 가지는 것으로 고려할 수 있다. 두 번째로, 만약 제어자원세트 1이 QCL-TypeD의 관계를 가지는 기준 신호로서 셀 1에 설정되어 있는 CSI-RS 1을 가지고 있고, 이 CSI-RS 1이 QCL-TypeD의 관계를 가지는 기준 신호는 SSB 1이고, 제어자원세트 2가 QCL-TypeD의 관계를 가지는 기준 신호로서 셀 2에 설정되어 있는 CSI-RS 2를 가지고 있고, 이 CSI-RS 2가 QCL-TypeD의 관계를 가지는 기준 신호는 같은 SSB 1인 경우, 단말은 두 제어자원세트들이 같은 QCL-TypeD 특성을 가지는 것으로 고려할 수 있다.

[0233] 도 11는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 단말이 하향링크 제어채널 수신 시 우선순위를 고려하여 수신 가능한 제어자원세트를 선택하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0234] 일례로, 단말은 특정 PDCCH 모니터링 구간 (1110)에서 시간 상에서 겹치는 복수 개의 제어자원세트에 대한 수신을 설정받을 수 있고, 이러한 복수 개의 제어자원세트들은 복수 개의 셀에 대해 공통 탐색공간 혹은 단말 특정 탐색공간과 연결되어 있을 수 있다. 해당 PDCCH 모니터링 구간 내에서, 1번 셀의 1번 대역폭부분 (1100) 내에는 1번 공통 탐색구간과 연결된 1번 제어자원세트 (1115)가 존재할 수 있고, 2번 셀의 1번 대역폭부분 (1105) 내에는 1번 공통 탐색구간과 연결된 1번 제어자원세트 (1120)과 2번 단말 특정 탐색구간과 연결된 2번 제어자원세트 (1125)가 존재할 수 있다. 제어자원세트 (1115)와 (1120)는 1번 셀의 1번 대역폭부분 내에 설정된 1번 CSI-RS resource와 QCL-TypeD의 관계를 가지고, 제어자원세트 (1125)는 2번 셀의 1번 대역폭부분 내에 설정된 1번 CSI-RS resource와 QCL-TypeD의 관계를 가질 수 있다. 따라서 해당 PDCCH 모니터링 구간(1110)에 대해 기준 1을 적용하면, 단말은 1번 제어자원세트 (1115)와 같은 QCL-TypeD의 기준신호를 가지는 모든 다른 제어자원세트를 수신할 수 있다. 따라서 단말은 해당 PDCCH 모니터링 구간(1110)에서 제어자원세트 (1115) 및 (1120)을 수신할 수 있다. 또다른 일례로, 단말은 특정 PDCCH 모니터링 구간 (1140)에서 시간 상에서 겹치는 복수 개의 제어자원세트에 대한 수신을 설정받을 수 있고, 이러한 복수 개의 제어자원세트들은 복수 개의 셀에 대해 공통 탐색공간 혹은 단말 특정 탐색공간과 연결되어 있을 수 있다. 해당 PDCCH 모니터링 구간 내에서, 1번 셀의 1번 대역폭부분 (1130) 내에는 1번 단말 특정 탐색구간과 연결된 1번 제어자원세트 (1145)와 2번 단말 특정 탐색구간과 연결된 2번 제어자원세트 (1150)가 존재할 수 있고, 2번 셀의 1번 대역폭부분 (1135) 내에는 1번 단말 특정 탐색구간과 연결된 1번 제어자원세트 (1155)와 3번 단말 특정 탐색구간과 연결된 2번 제어자원세트 (1160)이 존재할 수 있다. 제어자원세트 (1145)와 (1150)은 1번 셀의 1번 대역폭부분 내에 설정된 1번 CSI-RS resource와 QCL-TypeD의 관계를 가지고, 제어자원세트 (1155)는 2번 셀의 1번 대역폭부분 내에 설정된 1번 CSI-RS resource와 QCL-TypeD의 관계를 가지며, 제어자원세트 (1160)는 2번 셀의 1번 대역폭부분 내에 설정된 2번 CSI-RS resource와 QCL-TypeD의 관계를 가질 수 있다. 그런데 해당 PDCCH 모니터링 구간(1140)에 대해 기준 1을 적용하면 공통 탐색구간이 없으므로, 단말은 다음 기준인 기준 2를 적용할 수 있다. 해당 PDCCH 모니터링 구간(1140)에 대해 기준 2를 적용하면, 단말은 제어자원세트 (1145)와 같은 QCL-TypeD의 기준신호를 가지는 모든 다른 제어자원세트를 수신할 수 있다. 따라서 단말은 해당 PDCCH 모니터링 구간(1140)에서 제어자원세트 (1145) 및 (1150)을 수신할 수 있다.

[0235] 도 12는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 PDSCH의 주파수 축 자원 할당 예를 도시하는 도면이다.

[0236] 도 12를 참조하면, 상위 계층 시그널링을 통하여 설정 가능한 자원 할당(RA) type 0 (1200), RA type 1 (1205), 그리고 자원 할당의 동적 변경(dynamic switch)(RA type 0, RA type 1)(1210)의 세 가지 주파수 축 자원 할당 방법들을 예시한다. 만약 상위 계층 시그널링을 통하여 단말이 RA type 0(1200) 만을 사용하도록 설정된 경우, 해당 단말에게 PDSCH를 할당하는 일부 하향링크 제어 정보(downlink control information, DCI)는 N_{RBG} 개의 비트로 구성되는 비트맵(1215)을 포함한다. 이때 상위 N_{RBG} 는 BWP 지시자(indicator)가 할당하는 BWP 크기(size) 및 상위 계층 파라미터 rbg-Size에 따라 아래 [표 22]와 같이 결정되는 RBG(resource block group)의 수를 의미하며, 비트맵에 의하여 1로 표시되는 RBG에 데이터가 전송된다.

[0237] [표 22]

Bandwidth Part Size	Configuration 1	Configuration 2
1 - 36	2	4
37 - 72	4	8
73 - 144	8	16
145 - 275	16	16

[0238]

[0239] 만약 상위 계층 시그널링을 통하여 단말이 RA type 1(1205) 만을 사용하도록 설정된 경우, 해당 단말에게 PDSCH

를 할당하는 일부 DCI는 $\lceil \log_2 (N_{RB}^{DL,BWP} (N_{RB}^{DL,BWP} + 1)/2) \rceil$ 개의 비트들로 구성되는 주파수 축 자원 할당 정보를 포함한다. 상기 $N_{RB}^{DL,BWP}$ 는 하향링크 대역폭부분(BWP)의 RB 수이다. 기지국은 이를 통하여 starting VRB(1220)와 이로부터 연속적으로 할당되는 주파수 축 자원의 길이(1225)를 설정할 수 있다.

[0240]

만약 상위 계층 시그널링을 통하여 단말이 상기 RA type 0과 RA type 1를 모두 사용할 수 있도록 설정된 경우 (1210), 해당 단말에게 PDSCH를 할당하는 일부 DCI는 RA type 0을 설정하기 위한 payload와 RA type 1을 설정하기 위한 payload 중 큰 값(1235)의 비트들로 구성되는 주파수 축 자원 할당 정보를 포함한다. 이때, DCI 내 주파수 축 자원 할당 정보의 제일 앞 부분(MSB)에 한 비트(1230)가 추가되어 RA type 0 또는 RA type 1의 사용이 지시될 수 있다. 예를 들어 해당 비트(1230)가 '0'의 값인 경우 RA type 0이 사용됨이 지시되고, '1'의 값인 경우 RA type 1이 사용됨이 지시될 수 있다.

[0241]

[PDSCH/PUSCH: 시간 자원할당 관련]

[0242]

아래에서는 차세대 무선 통신 시스템(5G 또는 NR 시스템)에서의 데이터 채널에 대한 시간 도메인 자원할당 방법이 설명된다.

[0243]

기지국은 단말에게 하향링크 데이터채널(Physical Downlink Shared Channel, PDSCH) 및 상향링크 데이터채널(Physical Uplink Shared Channel, PUSCH)에 대한 시간 도메인 자원할당 정보에 대한 테이블(Table)을, 상위 계층 시그널링 (예를 들어 RRC 시그널링)으로 설정할 수 있다. PDSCH에 대해서는 최대 maxNrofDL-Allocations=16 개의 엔트리(Entry)로 구성된 테이블이 설정될 수 있고, PUSCH에 대해서는 최대 maxNrofUL-Allocations=16 개의 엔트리(Entry)로 구성된 테이블이 설정될 수 있다. 일 실시예에서, 시간 도메인 자원할당 정보에는 PDCCH-to-PDSCH 슬롯 타이밍 (PDCCH를 수신한 시점과 수신한 PDCCH가 스케줄링하는 PDSCH가 전송되는 시점 사이의 슬롯 단위의 시간 간격에 해당함, K0로 표기함), PDCCH-to-PUSCH 슬롯 타이밍 (PDCCH를 수신한 시점과 수신한 PDCCH가 스케줄링하는 PUSCH가 전송되는 시점 사이의 슬롯 단위의 시간 간격에 해당함, K2로 표기함), 슬롯 내에서 PDSCH 또는 PUSCH가 스케줄링된 시작 심볼의 위치 및 길이에 대한 정보, PDSCH 또는 PUSCH의 매핑 타입 등이 포함될 수 있다. 예를 들면, 아래의 [표 23] 또는 [표 24]와 같은 정보가 기지국으로부터 단말에게 전송될 수 있다.

[0244]

[표 23]

PDSCH-TimeDomainResourceAllocationList information element	
PDSCH-TimeDomainResourceAllocationList	::= SEQUENCE (SIZE(1..maxNrofDL-Allocations)) OF PDSCH-TimeDomainResourceAllocation
PDSCH-TimeDomainResourceAllocation	::= SEQUENCE {
k0	INTEGER(0..32)
OPTIONAL, -- Need S	
(PDCCH-to-PDSCH 타이밍, 슬롯 단위)	
mappingType	ENUMERATED (typeA, typeB),
(PDSCH 매핑 타입)	
startSymbolAndLength	INTEGER (0..127)
(PDSCH의 시작 심볼 및 길이)	
	}

[0245]

[0246] [표 24]

PUSCH-TimeDomainResourceAllocation information element			
PUSCH-TimeDomainResourceAllocationList	::= SEQUENCE (SIZE(1..maxNrofUL-Allocations))	OF	
PUSCH-TimeDomainResourceAllocation	::= SEQUENCE {		
k2	INTEGER (0..32)	OPTIONAL, -- Need S	
(PDCCH-to-PUSCH 타이밍, 슬롯 단위)			
mappingType	ENUMERATED {typeA, typeB},		
(PUSCH 매핑 타입)			
startSymbolAndLength	INTEGER (0..127)		
(PUSCH의 시작 심볼 및 길이)			
}			

[0247]

[0248] 기지국은 상술된 시간 도메인 자원할당 정보에 대한 테이블의 엔트리 중 하나를, L1 시그널링(예를 들어 DCI)를 통해 단말에게 통지할 수 있다 (예를 들어 DCI 내의 '시간 도메인 자원할당' 필드로 지시될 수 있음). 단말은 기지국으로부터 수신한 DCI에 기초하여 PDSCH 또는 PUSCH에 대한 시간 도메인 자원할당 정보를 획득할 수 있다.

[0249] 도 13은 본 개시의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 PDSCH의 시간 축 자원 할당 예를 도시하는 도면이다.

[0250] 도 13을 참조하면, 기지국은 상위 계층 시그널링을 이용하여 설정되는 데이터 채널(data channel) 및 제어 채널(control channel)의 서브캐리어 간격(subcarrier spacing, SCS)(μ_{PDSCH} , μ_{PDCH}), 스케줄링 오프셋(scheduling offset)(K0) 값, 그리고 DCI를 통하여 동적으로 지시되는 한 slot(1310) 내 OFDM symbol 시작 위치(S)(1300)와 길이(1305)에 따라 PDSCH 자원의 시간 축 위치를 지시할 수 있다.

[0251] 도 14는 본 개시의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 데이터 채널(data channel) 및 제어 채널(control channel)의 서브캐리어 간격에 따른 시간축 자원 할당 예를 도시하는 도면이다.

[0252] 도 14를 참조하면, 데이터 채널 및 제어 채널의 서브캐리어 간격(subcarrier spacing, SCS)(μ_{PDSCH} , μ_{PDCH})이 같은 경우 ($1400, \mu_{\text{PDSCH}} = \mu_{\text{PDCH}}$), 데이터와 제어를 위한 슬롯 번호(slot number)가 같으므로, 기지국 및 단말은 미리 정해진 슬롯 오프셋(slot offset) K0에 맞추어, 스케줄링 오프셋(scheduling offset)을 생성할 수 있다. 반면, 데이터 채널 및 제어 채널의 서브캐리어 간격이 다른 경우 ($1405, \mu_{\text{PDSCH}} \neq \mu_{\text{PDCH}}$), 데이터와 제어를 위한 슬롯 번호(slot number)가 다르므로, 기지국 및 단말은 PDCCH의 서브캐리어 간격을 기준으로 하여, 미리 정해진 슬롯 오프셋(slot offset) K0에 맞추어 스케줄링 오프셋(scheduling offset)을 생성할 수 있다. 일 예로 단말이 슬롯 n에서 대역폭 파트 변경을 지시하는 DCI를 수신하였고, 해당 DCI로 지시된 상기 슬롯 오프셋 값이 K0라고 한다면, 단말은 슬롯 n+K0에서 스케줄링된 PDSCH에서 데이터를 수신할 수 있다.

[0253] [SRS 관련]

[0254] 다음으로 단말의 Sounding Reference Signal (SRS) 전송을 이용한 상향링크 채널 추정 방법에 대해 기술한다. 기지국은 단말에게 SRS 전송을 위한 설정 정보를 전달하기 위해 상향링크 BWP마다 적어도 하나의 SRS configuration을 설정할 수 있고, 또한 SRS configuration마다 적어도 하나의 SRS resource set을 설정할 수 있다. 일례로, 기지국과 단말은 SRS resource set에 관한 정보를 전달하기 위해 하기와 같은 상위 시그널링 정보를 주고 받을 수 있다.

[0255] - srs-ResourceSetId: SRS resource set 인덱스

[0256] - srs-ResourceIdList: SRS resource set에서 참조하는 SRS resource 인덱스의 집합

[0257] - resourceType: SRS resource set에서 참조하는 SRS resource의 시간 축 전송 설정으로, 'periodic', 'semi-persistent', 'aperiodic' 중 하나로 설정될 수 있다. 만약 'periodic' 또는 'semi-persistent'로 설정될 경우, SRS resource set의 사용처에 따라 associated CSI-RS 정보가 제공될 수 있다. 만약 'aperiodic'으로 설정될 경우, 비주기적 SRS resource 트리거 리스트, 슬롯 오프셋 정보가 제공될 수 있고, SRS resource set의 사용처에 따라 associated CSI-RS 정보가 제공될 수 있다.

[0258] - usage: SRS resource set에서 참조하는 SRS resource의 사용처에 대한 설정으로, 'beamManagement', 'codebook', 'nonCodebook', 'antennaSwitching' 중 하나가 설정될 수 있다.

[0259] - alpha, p0, pathlossReferenceRS, srs-PowerControlAdjustmentStates: SRS resource set에서 참조하는 SRS

resource의 송신 전력 조절을 위한 파라미터 설정을 제공한다.

- [0260] 단말은 SRS resource set에서 참조하는 SRS resource 인덱스의 집합에 포함된 SRS resource는 SRS resource set에 설정된 정보를 따른다고 이해할 수 있다.
- [0261] 또한, 기지국과 단말은 SRS resource에 대한 개별 설정 정보를 전달하기 위해 상위 계층 시그널링 정보를 송수신할 수 있다. 일례로, SRS resource에 대한 개별 설정 정보는 SRS resource의 슬롯 내 시간-주파수 축 맵핑 정보를 포함할 수 있고, 이는 SRS resource의 슬롯 내 또는 슬롯 간 주파수 호핑(hopping)에 대한 정보를 포함할 수 있다. 또한, SRS resource에 대한 개별 설정 정보는 SRS resource의 시간 축 전송 설정을 포함할 수 있고, 'periodic', 'semi-persistent', 'aperiodic' 중 하나로 설정될 수 있다. 이는 SRS resource가 포함된 SRS resource set과 같은 시간 축 전송 설정을 가지도록 제한될 수 있다. 만일 SRS resource의 시간 축 전송 설정이 'periodic' 또는 'semi-persistent'로 설정되는 경우, 추가적으로 SRS resource 전송 주기 및 슬롯 오프셋(예를 들어, periodicityAndOffset)가 시간 축 전송 설정에 포함될 수 있다.
- [0262] 기지국은 RRC 시그널링 또는 MAC CE 시그널링을 포함한 상위 계층 시그널링, 또는 L1 시그널링 (예를 들어, DCI)을 통해 단말에게 SRS 전송을 활성화(activation) 또는 비활성화(deactivation)하거나 트리거 할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 단말에 상위 계층 시그널링을 통해 주기적 SRS 전송을 활성화하거나 비활성화할 수 있다. 기지국은 상위 계층 시그널링을 통해 resourceType이 periodic으로 설정된 SRS resource set을 활성화하도록 지시할 수 있고, 단말은 활성화된 SRS resource set에서 참조하는 SRS resource를 전송할 수 있다. 전송되는 SRS resource의 슬롯 내 시간-주파수 축 자원 맵핑은 SRS resource에 설정된 자원 맵핑 정보를 따르며, 전송 주기 및 슬롯 오프셋을 포함한 슬롯 맵핑은 SRS resource에 설정된 periodicityAndOffset을 따른다. 또한, 전송하는 SRS resource에 적용하는 spatial domain transmission filter는 SRS resource에 설정된 spatial relation info를 참조할 수 있고, 또는 SRS resource가 포함된 SRS resource set에 설정된 associated CSI-RS 정보를 참조할 수 있다. 단말은 상위 레이어 시그널링을 통해 활성화된 주기적 SRS resource에 대해 활성화된 상향링크 BWP 내에서 SRS resource를 전송할 수 있다.
- [0263] 예를 들어, 기지국은 단말에 상위 계층 시그널링을 통해 semi-persistent SRS 전송을 활성화하거나 비활성화할 수 있다. 기지국은 MAC CE 시그널링을 통해 SRS resource set을 활성화하도록 지시할 수 있고, 단말은 활성화된 SRS resource set에서 참조하는 SRS resource를 전송할 수 있다. MAC CE 시그널링을 통해 활성화되는 SRS resource set은 resourceType이 semi-persistent로 설정된 SRS resource set으로 한정될 수 있다. 전송하는 SRS resource의 슬롯 내 시간-주파수 축 자원 맵핑은 SRS resource에 설정된 자원 맵핑 정보를 따르며, 전송 주기 및 슬롯 오프셋을 포함한 슬롯 맵핑은 SRS resource에 설정된 periodicityAndOffset을 따른다. 또한, 전송하는 SRS resource에 적용하는 spatial domain transmission filter는 SRS resource에 설정된 spatial relation info를 참조할 수 있고, 또는 SRS resource가 포함된 SRS resource set에 설정된 associated CSI-RS 정보를 참조할 수 있다. 만일 SRS resource에 spatial relation info가 설정되어 있는 경우, 이를 따르지 않고 반지속적 SRS 전송을 활성화하는 MAC CE 시그널링을 통해 전달되는 spatial relation info에 대한 설정 정보를 참조하여 spatial domain transmission filter가 결정될 수 있다. 단말은 상위 레이어 시그널링을 통해 활성화된 반지속적 SRS resource에 대해 활성화된 상향링크 BWP 내에서 SRS resource를 전송할 수 있다.
- [0264] 예를 들어, 기지국은 단말에 DCI를 통해 비주기적 SRS 전송을 트리거 할 수 있다. 기지국은 DCI의 SRS request 필드를 통해 비주기적 SRS resource 트리거(aperiodicSRS-ResourceTrigger) 중 하나를 지시할 수 있다. 단말은 SRS resource set의 설정 정보 중, 비주기적 SRS resource 트리거 리스트에서 DCI를 통해 지시된 비주기적 SRS resource 트리거를 포함하는 SRS resource set이 트리거 되었다고 이해할 수 있다. 단말은 트리거 된 SRS resource set에서 참조하는 SRS resource를 전송할 수 있다. 전송하는 SRS resource의 슬롯 내 시간-주파수 축 자원 맵핑은 SRS resource에 설정된 자원 맵핑 정보를 따른다. 또한, 전송하는 SRS resource의 슬롯 맵핑은 DCI를 포함하는 PDCCH과 SRS resource 간의 슬롯 오프셋을 통해 결정될 수 있으며, 이는 SRS resource set에 설정된 slot offset 집합에 포함된 값(들)을 참조할 수 있다. 구체적으로, DCI를 포함하는 PDCCH과 SRS resource 간의 슬롯 오프셋은 SRS resource set에 설정된 slot offset 집합에 포함된 오프셋 값(들) 중에 DCI의 time domain resource assignment 필드에서 지시한 값이 적용될 수 있다. 또한, 전송하는 SRS resource에 적용하는 spatial domain transmission filter는 SRS resource에 설정된 spatial relation info를 참조할 수 있고, 또는 SRS resource가 포함된 SRS resource set에 설정된 associated CSI-RS 정보를 참조할 수 있다. 단말은 DCI를 통해 트리거 된 비주기적 SRS resource에 대해 활성화된 상향링크 BWP 내에서 SRS resource를 전송할 수 있다.
- [0265] 기지국이 단말에 DCI를 통해 aperiodic SRS 전송을 트리거 하는 경우, 단말이 SRS resource에 대한 설정 정보를

적용하여 SRS를 전송하기 위해, aperiodic SRS 전송을 트리거 하는 DCI를 포함하는 PDCCH와 전송하는 SRS 사이의 최소한의 타임 인터벌 (minimum time interval)이 필요할 수 있다. 단말의 SRS 전송을 위한 time interval은 aperiodic SRS 전송을 트리거 하는 DCI를 포함하는 PDCCH의 마지막 심볼부터 전송하는 SRS resource(s) 중에 가장 먼저 전송되는 SRS resource가 맵핑된 첫 번째 심볼 사이의 심볼 수로 정의될 수 있다. Minimum time interval은 단말이 PUSCH 전송을 준비하기 위해 필요한 PUSCH preparation procedure time을 참조하여 정해질 수 있다. 또한, minimum time interval은 전송하는 SRS resource를 포함한 SRS resource set의 사용처에 따라 다른 값을 가질 수 있다. 예를 들어, minimum time interval은 단말의 PUSCH preparation procedure time을 참조하여 단말의 capability에 따른 단말 처리 능력을 고려하여 정의된 N2 심볼로 정해질 수 있다. 또한, 전송하는 SRS resource를 포함한 SRS resource set의 사용처를 고려하여 SRS resource set의 사용처가 'codebook' 또는 'antennaSwitching'으로 설정된 경우 minimum time interval이 N2 심볼로 결정되고, SRS resource set의 사용처가 'nonCodebook' 또는 'beamManagement'로 설정된 경우 minimum time interval을 N2+14 심볼로 결정될 수 있다. 단말은 비주기적 SRS 전송을 위한 time interval이 minimum time interval보다 크거나 같은 경우 비주기적 SRS를 전송하고, 비주기적 SRS 전송을 위한 time interval이 minimum time interval보다 작은 경우 비주기적 SRS를 트리거하는 DCI를 무시할 수 있다.

[0266] [표 25]

SRS-Resource ::=	SEQUENCE {
srs-ResourceId	SRS-ResourceId,
nrofSRS-Ports	ENUMERATED {port1, ports2, ports4},
ptrs-PortIndex	ENUMERATED {n0, n1 }
OPTIONAL, -- Need R	
transmissionComb	CHOICE {
n2	SEQUENCE {
combOffset-n2	INTEGER (0..1),
cyclicShift-n2	INTEGER (0..7)
},	
n4	SEQUENCE {
combOffset-n4	INTEGER (0..3),
cyclicShift-n4	INTEGER (0..11)
}	
},	
resourceMapping	SEQUENCE {
startPosition	INTEGER (0..5),
nrofSymbols	ENUMERATED {n1, n2, n4},
repetitionFactor	ENUMERATED {n1, n2, n4}
},	
freqDomainPosition	INTEGER (0..67),
freqDomainShift	INTEGER (0..268),
freqHopping	SEQUENCE {
c-SRS	INTEGER (0..63),
b-SRS	INTEGER (0..3),
b-hop	INTEGER (0..3)
},	
groupOrSequenceHopping	ENUMERATED { neither, groupHopping, sequenceHopping },
resourceType	CHOICE {
aperiodic	SEQUENCE {
...	
},	
semi-persistent	SEQUENCE {
periodicityAndOffset-sp	SRS-PeriodicityAndOffset,
...	
},	
periodic	SEQUENCE {
periodicityAndOffset-p	SRS-PeriodicityAndOffset,
...	
}	
},	
sequenceId	INTEGER (0..1023),
spatialRelationInfo	SRS-SpatialRelationInfo
OPTIONAL, -- Need R	
...	
}	

[0267]

[0268] 상기 [표 25]의 spatialRelationInfo 설정 정보는 하나의 reference signal을 참조하여 해당 reference signal의 빔 정보 해당 SRS 전송에 사용되는 빔에 대해 적용될 수 있다. 예를 들면, spatialRelationInfo의 설정은 아래의 [표 26]과 같은 정보를 포함할 수 있다.

[0269] [표 26]

SRS-SpatialRelationInfo ::=	SEQUENCE {		
servingCellId	ServCellIndex	OPTIONAL, --	
Need S			
referenceSignal	CHOICE {		
ssb-Index	SSB-Index,		
csi-RS-Index	NZP-CSI-RS-ResourceId,		
srs	SEQUENCE {		
resourceId	SRS-ResourceId,		
uplinkBWP	BWP-Id		
}			
}			
}			

[0270]

[0271]

상기 spatialRelationInfo 설정을 참조하면, 특정 reference signal의 빔 정보를 이용하기 위해 참조하고자 하는 reference signal의 인덱스로 즉 SS/PBCH 블록 인덱스, CSI-RS 인덱스 또는 SRS 인덱스가 설정될 수 있다. 상위 계층 referenceSignal은 어떤 reference signal의 빔 정보를 해당 SRS 전송에 참조할 지 가리키는 설정 정보이며, ssb-Index는 SS/PBCH 블록의 인덱스, csi-RS-Index는 CSI-RS의 인덱스, srs는 SRS의 인덱스를 각각 의미한다. 만약 상위 계층 시그널링 referenceSignal의 값이 'ssb-Index'로 설정되면, 단말은 ssb-Index에 해당하는 SS/PBCH 블록의 수신 시 이용했던 수신 빔을 해당 SRS 전송의 송신 빔으로 적용할 수 있다. 만약 상위 계층 시그널링 referenceSignal의 값이 'csi-RS-Index'로 설정되면, 단말은 csi-RS-Index에 해당하는 CSI-RS의 수신 시 이용했던 수신 빔을 해당 SRS 전송의 송신 빔으로 적용할 수 있다. 만약 상위 계층 시그널링 referenceSignal의 값이 'srs'로 설정되면, 단말은 srs에 해당하는 SRS의 송신 시 이용했던 송신 빔을 해당 SRS 전송의 송신 빔으로 적용할 수 있다.

[0272]

[PUSCH: 전송 방식 관련]

[0273]

다음으로 PUSCH 전송의 스케줄링 방식에 대해 설명한다. PUSCH 전송은 DCI 내의 UL grant에 의해 동적으로 스케줄링 되거나, configured grant Type 1 또는 Type 2에 의해 동작할 수 있다. PUSCH 전송에 대한 동적 스케줄링 지시는 DCI format 0_0 또는 0_1으로 가능하다.

[0274]

Configured grant Type 1 PUSCH 전송은 DCI 내의 UL grant에 대한 수신을 하지 않고, 상위 계층 시그널링을 통한 아래 [표 27]의 rrc-ConfiguredUplinkGrant를 포함하는 configuredGrantConfig의 수신을 통해 준정적으로 설정될 수 있다. Configured grant Type 2 PUSCH 전송은 상위 시그널링을 통한 [표 27]의 rrc-ConfiguredUplinkGrant를 포함하지 않는 configuredGrantConfig의 수신 이후, DCI 내의 UL grant에 의해 반지속적으로 스케줄링 될 수 있다. PUSCH 전송이 configured grant에 의해 동작하는 경우, PUSCH 전송에 적용되는 파라미터들은 상위 계층 시그널링인 아래 [표 28]의 pusch-Config 로 제공되는 dataScramblingIdentityPUSCH, txConfig, codebookSubset, maxRank, scaling of UCI-OnPUSCH를 제외하고는 [표 27]의 상위 계층 시그널링인 configuredGrantConfig을 통해 적용된다. 단말이 [표 24]의 상위 계층 시그널링인 configuredGrantConfig 내의 transformPrecoder를 제공받았다면, 단말은 configured grant에 의해 동작하는 PUSCH 전송에 대해 [표 28]의 pusch-Config 내의 tp-pi2BPSK를 적용한다.

[0275] [표 27]

ConfiguredGrantConfig ::=	SEQUENCE {
frequencyHopping	ENUMERATED {intraSlot, interSlot}
OPTIONAL, -- Need S,	
cg-DMRS-Configuration	DMRS-UplinkConfig,
mcs-Table	ENUMERATED {qam256, qam64LowSE}
OPTIONAL, -- Need S	
mcs-TableTransformPrecoder	ENUMERATED {qam256, qam64LowSE}
OPTIONAL, -- Need S	
uci-OnPUSCH	SetupRelease { CG-UCI-OnPUSCH }
OPTIONAL, -- Need M	
resourceAllocation	ENUMERATED { resourceAllocationType0,
resourceAllocationType1, dynamicSwitch }	
rbg-Size	ENUMERATED {config2}
OPTIONAL, -- Need S	
powerControlLoopToUse	ENUMERATED {n0, n1},
p0-PUSCH-Alpha	P0-PUSCH-AlphaSetId,
transformPrecoder	ENUMERATED {enabled, disabled}
OPTIONAL, -- Need S	
nrofHARQ-Processes	INTEGER(1..16),
repK	ENUMERATED {n1, n2, n4, n8},
repK-RV	ENUMERATED {s1-0231, s2-0303, s3-0000}
OPTIONAL, -- Need R	
periodicity	ENUMERATED {
sym8x14, sym10x14, sym16x14, sym20x14,	sym2, sym7, sym1x14, sym2x14, sym4x14, sym5x14,
sym32x14, sym40x14, sym64x14, sym80x14, sym128x14,	sym32x14, sym40x14, sym64x14, sym80x14, sym128x14,
sym160x14, sym256x14, sym320x14, sym512x14,	sym640x14, sym1024x14, sym1280x14, sym2560x14,
sym5120x14,	sym6, sym1x12, sym2x12, sym4x12, sym5x12, sym8x12,
sym10x12, sym16x12, sym20x12, sym32x12,	sym40x12, sym64x12, sym80x12, sym128x12, sym160x12,
sym256x12, sym320x12, sym512x12, sym640x12,	sym1280x12, sym2560x12
},	
configuredGrantTimer	INTEGER (1..64)
OPTIONAL, -- Need R	
rrc-ConfiguredUplinkGrant	SEQUENCE {
timeDomainOffset	INTEGER (0..5119),
timeDomainAllocation	INTEGER (0..15),
frequencyDomainAllocation	BIT STRING (SIZE(18)),
antennaPort	INTEGER (0..31),
dmrs-SeqInitialization	INTEGER (0..1)
OPTIONAL, -- Need R	
precodingAndNumberOfLayers	INTEGER (0..63),
srs-ResourceIndicator	INTEGER (0..15)
OPTIONAL, -- Need R	
mcsAndTBS	INTEGER (0..31),
frequencyHoppingOffset	INTEGER (1..maxNrofPhysicalResourceBlocks-1)
OPTIONAL, -- Need R	
pathlossReferenceIndex	INTEGER (0..maxNrofPUSCH-PathlossReferenceRSs-1),
...	
}	
OPTIONAL, -- Need R	
...	
}	

[0276]

[0277]

다음으로 PUSCH 전송 방법에 대해 설명한다. PUSCH 전송을 위한 DMRS 안테나 포트는 SRS 전송을 위한 안테나 포트와 동일하다. PUSCH 전송은 상위 계층 시그널링인 아래 [표 28]의 pusch-Config 내의 txConfig의 값이 'codebook' 혹은 'nonCodebook'인지에 따라 codebook 기반의 전송 방법과 non-codebook 기반의 전송 방법을 각각 따를 수 있다.

[0278]

상술한 바와 같이, PUSCH 전송은 DCI format 0_0 또는 0_1을 통해 동적으로 스케줄링 될 수 있고, configured grant에 의해 준정적으로 설정될 수 있다. 만약 단말이 PUSCH 전송에 대한 스케줄링을 DCI format 0_0을 통해 지시받았다면, 단말은 serving cell 내 활성화된 상향링크 BWP 내에서 최소 ID에 대응되는 단말 특정한 PUSCH resource에 대응되는 pucch-spatialRelationInfoID를 이용하여 PUSCH 전송을 위한 빔 설정을 수행하고, 이 때 PUSCH 전송은 단일 안테나 포트를 기반으로 한다. 단말은 pucch-spatialRelationInfo를 포함하는 PUSCH resource가 설정되지 않은 BWP 내에서, DCI format 0_0을 통해 PUSCH 전송에 대한 스케줄링을 기대하지 않는다. 만약 단말이 아래 [표 28]의 pusch-Config 내의 txConfig를 설정받지 않았다면, 단말은 DCI format 0_1로 스케줄링 받는 것을 기대하지 않는다.

[0279] [표 28]

PUSCH-Config ::=	SEQUENCE {
dataScramblingIdentityPUSCH	INTEGER (0..1023)
OPTIONAL, -- Need S	
txConfig	ENUMERATED {codebook, nonCodebook}
OPTIONAL, -- Need S	
dmrs-UplinkForPUSCH-MappingTypeA	SetupRelease { DMRS-UplinkConfig }
OPTIONAL, -- Need M	
dmrs-UplinkForPUSCH-MappingTypeB	SetupRelease { DMRS-UplinkConfig }
OPTIONAL, -- Need M	
pusch-PowerControl	PUSCH-PowerControl
OPTIONAL, -- Need M	
frequencyHopping	ENUMERATED {intraSlot, interSlot}
OPTIONAL, -- Need S	
frequencyHoppingOffsetLists	SEQUENCE (SIZE (1..4)) OF INTEGER (1..
maxNrofPhysicalResourceBlocks-1)	
OPTIONAL, -- Need M	
resourceAllocation	ENUMERATED { resourceAllocationType0,
resourceAllocationType1, dynamicSwitch},	
pusch-TimeDomainAllocationList	SetupRelease { PUSCH-
TimeDomainResourceAllocationList }	OPTIONAL, -- Need M
pusch-AggregationFactor	ENUMERATED { n2, n4, n8 }
OPTIONAL, -- Need S	
mcs-Table	ENUMERATED {qam256, qam64LowSE}
OPTIONAL, -- Need S	
mcs-TableTransformPrecoder	ENUMERATED {qam256, qam64LowSE}
OPTIONAL, -- Need S	
transformPrecoder	ENUMERATED {enabled, disabled}
OPTIONAL, -- Need S	
codebookSubset	ENUMERATED
{fullyAndPartialAndNonCoherent, partialAndNonCoherent, nonCoherent }	
OPTIONAL, -- Cond codebookBased	
maxRank	INTEGER (1..4)
OPTIONAL, -- Cond codebookBased	
rbg-Size	ENUMERATED { config2}
OPTIONAL, -- Need S	
uci-OnPUSCH	SetupRelease { UCI-OnPUSCH}
OPTIONAL, -- Need M	
tp-pi2BPSK	ENUMERATED {enabled}
OPTIONAL, -- Need S	
...	
}	

[0280]

[0281]

다음으로 codebook 기반의 PUSCH 전송에 대해 설명한다. Codebook 기반의 PUSCH 전송은 DCI format 0_0 또는 0_1을 통해 동적으로 스케줄링 될 수 있고, configured grant에 의해 준정적으로 동작할 수 있다. Codebook 기반의 PUSCH가 DCI format 0_1에 의해 동적으로 스케줄링 되거나 또는 configured grant에 의해 준정적으로 설정되면, 단말은 SRS Resource Indicator (SRI), Transmission Precoding Matrix Indicator (TPMI), 그리고 전송 rank (PUSCH 전송 레이어의 수)에 기반해서 PUSCH 전송을 위한 precoder를 결정한다.

[0282]

이 때, SRI는 DCI 내의 필드 SRS resource indicator를 통해 주어지거나 상위 계층 시그널링인 srs-ResourceIndicator를 통해 설정될 수 있다. 단말은 codebook 기반 PUSCH 전송 시 적어도 1개의 SRS resource를 설정받으며, 최대 2개까지 설정 받을 수 있다. 단말이 DCI를 통해 SRI를 제공받는 경우, 해당 SRI가 가리키는 SRS resource는 해당 SRI를 포함하는 PDCCH보다 이전에 전송된 SRS resource들 중에, SRI에 대응되는 SRS resource를 의미한다. 또한, TPMI 및 전송 rank 는 DCI 내의 필드 precoding information and number of layers를 통해 주어지거나, 상위 계층 시그널링인 precodingAndNumberOfLayers를 통해 설정될 수 있다. TPMI는 PUSCH 전송에 적용되는 precoder를 지시하는 데 사용된다. 만약 단말이 1개의 SRS resource를 설정 받았을 때에는, TPMI는 설정된 1개의 SRS resource에서 적용될 precoder를 지시하는 데 사용된다. 만약 단말이 복수 개의 SRS resource들을 설정 받았을 때에는, TPMI는 SRI를 통해 지시되는 SRS resource에서 적용될 precoder를 지시하는 데 사용된다.

- [0283] PUSCH 전송에 사용될 precoder는 상위 계층 시그널링인 SRS-Config 내의 nrofSRS-Ports 값과 같은 수의 안테나 포트 수를 갖는 상향링크 코드북에서 선택된다. Codebook 기반의 PUSCH 전송에서, 단말은 TPMI와 상위 계층 시그널링인 pusch-Config 내의 codebookSubset에 기반하여 codebook subset을 결정한다. 상위 계층 시그널링인 pusch-Config 내의 codebookSubset은 단말이 기지국에게 보고하는 UE capability에 근거하여 'fullyAndPartialAndNonCoherent', 'partialAndNonCoherent', 또는 'nonCoherent' 중 하나로 설정 받을 수 있다. 만약 단말이 UE capability로 'partialAndNonCoherent'를 보고했다면, 단말은 상위 계층 시그널링인 codebookSubset의 값이 'fullyAndPartialAndNonCoherent'로 설정 되는 것을 기대하지 않는다. 또한, 만약 단말이 UE capability로 'nonCoherent'를 보고했다면, 단말은 상위 시그널링인 codebookSubset의 값이 'fullyAndPartialAndNonCoherent' 또는 'partialAndNonCoherent'로 설정 되는 것을 기대하지 않는다. 상위 계층 시그널링인 SRS-ResourceSet 내의 nrofSRS-Ports가 2개의 SRS 안테나 포트를 가리키는 경우, 단말은 상위 계층 시그널링인 codebookSubset의 값이 'partialAndNonCoherent'로 설정되는 것을 기대하지 않는다.
- [0284] 단말은 상위 계층 시그널링인 SRS-ResourceSet 내의 usage의 값이 'codebook'으로 설정된 SRS resource set을 1개 설정 받을 수 있고, 해당 SRS resource set 내에서 1개의 SRS resource 가 SRI를 통해 지시될 수 있다. 만약 상위 시그널링인 SRS-ResourceSet 내의 usage 값이 'codebook'으로 설정된 SRS resource set 내에 여러 SRS resource들이 설정되면, 단말은 상위 계층 시그널링인 SRS-ResourceSet 내의 nrofSRS-Ports의 값이 모든 SRS resource들에 대해 같은 값이 설정되는 것을 기대한다.
- [0285] 단말은 상위 계층 시그널링에 따라 usage의 값이 'codebook'으로 설정된 SRS resource set 내에 포함된 1개 또는 복수 개의 SRS resource를 기지국으로 전송하고, 기지국은 단말이 전송한 SRS resource 중 1개를 선택하여 해당 SRS resource의 송신 빔 정보를 이용하여 단말이 PUSCH 전송을 수행할 수 있도록 지시한다. 이 때, codebook 기반 PUSCH 전송에서는 SRI가 1개의 SRS resource의 인덱스를 선택하는 정보로 사용되며 DCI 내에 포함된다. 추가적으로, 기지국은 단말이 PUSCH 전송에 사용할 TPMI와 rank를 지시하는 정보를 DCI에 포함시킨다. 단말은 상기 SRI가 지시하는 SRS resource를 이용하여, 해당 SRS resource의 송신 빔을 기반으로 지시된 rank와 TPMI가 지시하는 precoder를 적용하여 PUSCH 전송을 수행한다.
- [0286] 다음으로 non-codebook 기반의 PUSCH 전송에 대해 설명한다. Non-codebook 기반의 PUSCH 전송은 DCI format 0_0 또는 0_1을 통해 동적으로 스케줄링 될 수 있고, configured grant에 의해 준정적으로 동작할 수 있다. 상위 시그널링인 SRS-ResourceSet 내의 usage의 값이 'nonCodebook'으로 설정된 SRS resource set 내에 적어도 1개의 SRS resource가 설정된 경우, 단말은 DCI format 0_1을 통해 non-codebook 기반 PUSCH 전송을 스케줄링 받을 수 있다.
- [0287] 상위 계층 시그널링인 SRS-ResourceSet 내의 usage의 값이 'nonCodebook'으로 설정된 SRS resource set에 대해, 단말은 1개의 연결되어 있는 NZP(Non-Zero-Power) CSI-RS resource(non-zero power CSI-RS)를 설정 받을 수 있다. 단말은 SRS resource set과 연결되어 있는 NZP CSI-RS resource에 대한 측정을 통해 SRS 전송을 위한 precoder에 대한 계산을 수행할 수 있다. 만약 SRS resource set과 연결되어 있는 aperiodic NZP CSI-RS resource의 마지막 수신 심볼과 단말에서의 aperiodic SRS 전송의 첫번째 심볼 간의 차이가 42 심볼보다 적게 차이거나, 단말은 SRS 전송을 위한 precoder에 대한 정보가 갱신되는 것을 기대하지 않는다.
- [0288] 상위 계층 시그널링인 SRS-ResourceSet 내의 resourceType의 값이 'aperiodic'으로 설정되면, 연결되어 있는 NZP CSI-RS는 DCI format 0_1 또는 1_1 내의 필드인 SRS request로 지시된다. 이 때, 연결되어 있는 NZP CSI-RS resource가 비주기적 NZP CSI-RS resource라면, DCI format 0_1 또는 1_1 내의 필드 SRS request의 값이 '00'이 아닌 경우에 대해 연결되어 있는 NZP CSI-RS가 존재함을 가리키게 된다. 이 때, 해당 DCI는 cross carrier 또는 cross BWP 스케줄링을 지시하지 않아야 한다. 또한, SRS request의 값이 만약 NZP CSI-RS의 존재를 가리키게 된다면, 해당 NZP CSI-RS는 SRS request 필드를 포함한 PDCCH가 전송된 슬롯에 위치하게 된다. 이 때, 스케줄링된 부반송파에 설정된 TCI state들은 QCL-TypeD로 설정되지 않는다.
- [0289] 만약 주기적 혹은 반지속적 SRS resource set이 설정되었다면, 연결되어 있는 NZP CSI-RS는 상위 계층 시그널링인 SRS-ResourceSet 내의 associatedCSI-RS를 통해 지시될 수 있다. Non-codebook 기반 전송에 대해, 단말은 SRS resource에 대한 상위 계층 시그널링인 spatialRelationInfo와 상위 시그널링인 SRS-ResourceSet 내의 associatedCSI-RS 가 함께 설정되는 것을 기대하지 않는다.
- [0290] 단말은 복수 개의 SRS resource들을 설정 받은 경우, PUSCH 전송에 적용할 precoder와 전송 rank를 기지국이 지시하는 SRI에 기반하여 결정할 수 있다. 이 때, SRI 는 DCI 내의 필드 SRS resource indicator를 통해 지시 받거나 또는 상위 시그널링인 srs-ResourceIndicator를 통해 설정 받을 수 있다. 상술한 codebook 기반의 PUSCH

전송과 마찬가지로, 단말이 DCI를 통해 SRI를 제공받는 경우, 해당 SRI가 가리키는 SRS resource는 해당 SRI를 포함하는 PDCCH보다 이전에 전송된 SRS resource중에, SRI에 대응되는 SRS resource를 의미한다. 단말은 SRS 전송에 1개 또는 복수 개의 SRS resource들을 사용할 수 있고, 1개의 SRS resource set 내에 같은 심볼에서 동시 전송이 가능한 최대 SRS resource 개수와 최대 SRS resource 개수는 단말이 기지국으로 보고하는 UE capability에 의해 결정된다. 이 때, 단말이 동시에 전송하는 SRS resource들은 같은 RB를 차지한다. 단말은 각 SRS resource 별로 1개의 SRS 포트를 설정한다. 상위 계층 시그널링인 SRS-ResourceSet 내의 usage의 값이 'nonCodebook'으로 설정된 SRS resource set은 1개만 설정될 수 있으며, non-codebook 기반 PUSCH 전송을 위한 SRS resource는 최대 4개까지 설정이 가능하다.

[0291] 기지국은 SRS resource set과 연결된 1개의 NZP-CSI-RS를 단말로 전송하며, 단말은 해당 NZP-CSI-RS 수신 시 측정된 결과를 기반으로 하여, 해당 SRS resource set 내의 1개 또는 복수 개의 SRS resource 전송 시 사용할 precoder를 계산한다. 단말은 usage가 'nonCodebook'으로 설정된 SRS resource set 내의 1개 또는 복수 개의 SRS resource를 기지국으로 전송할 때 상기 계산된 precoder를 적용하고, 기지국은 수신한 1개 또는 복수 개의 SRS resource 중 1개 또는 복수 개의 SRS resource를 선택한다. 이 때, non-codebook 기반 PUSCH 전송에서는 SRI가 1개 또는 복수 개의 SRS resource의 조합을 표현할 수 있는 인덱스를 나타내며 상기 SRI는 DCI 내에 포함된다. 이 때, 기지국이 전송한 SRI가 지시하는 SRS resource의 수는 PUSCH의 송신 레이어의 수가 될 수 있으며, 단말은 각 레이어에 SRS resource 전송에 적용된 precoder를 적용해 PUSCH를 전송한다.

[0292] [PUSCH: 준비 과정 시간]

[0293] 다음으로 PUSCH 준비 과정 시간 (PUSCH preparation procedure time)에 대해 설명한다. 기지국이 단말에 DCI format 0_0, 0_1, 또는 0_2를 사용하여 PUSCH를 전송하도록 스케줄링 하는 경우, 단말은 DCI를 통해 지시된 전송 방법 (SRS resource의 전송 프리코딩 방법, 전송 레이어 수, spatial domain transmission filter)을 적용하여 PUSCH를 전송하기 위한 PUSCH 준비 과정 시간이 필요할 수 있다. NR에서는 이를 고려하여 PUSCH 준비 과정을 정의하였다. 단말의 PUSCH 준비 과정 시간은 하기의 [수학식 2]를 따를 수 있다.

[0294] [수학식 2]

[0295]
$$T_{proc,2} = \max((N_2 + d_{2,1} + d_2)(2048 + 144) \kappa 2^{-\mu} T_c + T_{ext} + T_{switch}, d_{2,2})$$

[0296] 상기 수학식 2의 $T_{proc,2}$ 에서 각 변수는 하기와 같은 의미를 가질 수 있다.

[0297] - N_2 : 단말의 capability에 따른 단말 처리 능력 (UE processing capability) 1 또는 2와 뉴머롤로지 μ 에 따라 정해지는 심볼 수. 단말의 capability 보고에 따라 단말 처리 능력 1로 보고된 경우 아래 [표 29]의 값을 가지고, 단말 처리 능력 2로 보고되고 단말 처리 능력 2를 사용할 수 있다는 것이 상위 계층 시그널링을 통해 설정된 경우 아래 [표 30]의 값을 가질 수 있다.

[0298] [표 29]

μ	PUSCH preparation time N_2 [symbols]
0	10
1	12
2	23
3	36

[0299]

[0300] [표 30]

μ	PUSCH preparation time N_2 [symbols]
0	5
1	5.5
2	11 for frequency range 1

[0301]

[0302] - $d_{2,1}$: PUSCH 전송의 첫 번째 OFDM 심볼의 resource element들이 모두 DM-RS만으로 이루어지도록 설정된 경우 0, 아닌 경우 1로 정해지는 심볼 수.

[0303]

- k : 64

[0304]

- μ : μ_{DL} 또는 μ_{UL} 중, $T_{proc,2}$ 이 더 크게 되는 값을 따른다. μ_{DL} 은 PUSCH를 스케줄링 하는 DCI가 포함된 PDCCH가 전송되는 하향링크의 뉴머물로지를 뜻하고, μ_{UL} 은 PUSCH가 전송되는 상향링크의 뉴머물로지를 뜻한다.

[0305]

- T_c : $1/(\Delta f_{max} \cdot N_f)$, $\Delta f_{max}=480 \cdot 10^3 Hz$, $N_f=4096$ 를 가진다.

[0306]

- $d_{2,2}$: PUSCH를 스케줄링하는 DCI가 BWP 스위칭을 지시하는 경우 BWP 스위칭 시간을 따르고, 그렇지 않은 경우 0을 가진다.

[0307]

- d_2 : PUCCH와 높은 priority index를 갖는 PUSCH와 낮은 priority index를 갖는 PUCCH의 OFDM 심볼끼리 시간 상에서 겹치는 경우, 높은 priority index를 갖는 PUSCH의 d_2 값이 사용된다. 그렇지 않으면 d_2 는 0이다.

[0308]

- T_{ext} : 단말이 공유 스펙트럼 채널 접속 방식을 사용하는 경우, 단말은 T_{ext} 를 계산하여 PUSCH 준비 과정 시간에 적용할 수 있다. 그렇지 않으면 T_{ext} 는 0으로 가정한다.

[0309]

- T_{switch} : 상향링크 스위칭 간격이 트리거된 경우 T_{switch} 는 스위칭 간격 시간으로 가정한다. 그렇지 않으면 0으로 가정한다.

[0310]

기지국과 단말은 DCI를 통해 스케줄링 한 PUSCH의 시간 축 자원 맵핑 정보와 상향링크-하향링크 간 타이밍 어드밴스의 영향을 고려하였을 때, PUSCH를 스케줄링 한 DCI를 포함한 PDCCH의 마지막 심볼부터 $T_{proc,2}$ 이후에 CP가 시작하는 첫 상향링크 심볼보다 PUSCH의 첫 심볼이 먼저 시작하는 경우 PUSCH 준비 과정 시간이 충분하지 않다고 판단한다. 만일 그렇지 않은 경우 기지국과 단말은 PUSCH 준비 과정 시간이 충분하다고 판단한다. 단말은 PUSCH 준비 과정 시간이 충분한 경우에 한해 PUSCH를 전송하고, PUSCH 준비 과정 시간이 충분하지 않은 경우 PUSCH를 스케줄링 하는 DCI를 무시할 수 있다.

[0311]

[PUSCH: 반복 전송 관련]

[0312]

하기에서는 5G 시스템에서 상향링크 데이터 채널의 반복 전송에 대해 구체적으로 설명한다. 5G 시스템에서는 상향링크 데이터 채널의 반복 전송 방법으로 두 가지 타입, PUSCH 반복 전송 타입 A, PUSCH 반복 전송 타입 B를 지원한다. 단말은 상위 계층 시그널링으로 PUSCH 반복 전송 타입 A 혹은 B 중 하나를 설정 받을 수 있다.

[0313]

PUSCH 반복 전송 타입 A

[0314]

- 전송한 바와 같이, 하나의 슬롯 안에서 시간 도메인 자원 할당방법으로 상향링크 데이터 채널의 심볼 길이와 시작 심볼의 위치가 결정되고 기지국은 반복 전송 횟수를 상위 계층 시그널링(예를 들어 RRC 시그널링) 혹은 L1 시그널링(예를 들어 DCI)를 통해 단말에게 통지할 수 있다.

[0315]

- 단말은 기지국으로부터 수신한 반복 전송 횟수를 기반으로 설정 받은 상향링크 데이터 채널의 길이와 시작 심볼이 동일한 상향링크 데이터 채널을 연속된 슬롯에서 반복 전송할 수 있다. 이 때, 기지국이 단말에게 하향링크로 설정한 슬롯 혹은 단말이 설정 받은 상향링크 데이터 채널의 심볼 중 적어도 하나 이상의 심볼이 하향링크

로 설정된 경우, 단말은 상향링크 데이터 채널 전송을 생략하지만, 상향링크 데이터 채널의 반복 전송 횟수는 카운트한다.

[0316] PUSCH 반복 전송 타입 B

[0317] - 전송한 바와 같이, 하나의 슬롯 안에서 시간 도메인 자원 할당방법으로 상향링크 데이터 채널의 시작 심볼과 길이가 결정되고 기지국은 반복 전송 횟수 `numberofrepetitions` 를 상위 계층 시그널링(예를 들어 RRC 시그널링) 혹은 L1 시그널링(예를 들어 DCI)를 통해 단말에게 통지할 수 있다.

[0318] - 먼저 설정 받은 상향링크 데이터 채널의 시작 심볼과 길이를 기반으로 상향링크 데이터 채널의 nominal

repetition이 하기와 같이 결정된다. n번째 nominal repetition이 시작하는 슬롯은
$$K_s + \left\lfloor \frac{S+n \cdot L}{N_{\text{slot}}^{\text{slot}}} \right\rfloor$$
에 의해 주어

지고 그 슬롯에서 시작하는 심볼은 $\text{mod}(S+n \cdot L, N_{\text{slot}}^{\text{slot}})$ 에 의해 주어진다. n번째 nominal repetition이 끝나는 슬

롯은 $K_s + \left\lfloor \frac{S+(n+1) \cdot L-1}{N_{\text{slot}}^{\text{slot}}} \right\rfloor$ 에 의해 주어지고 그 슬롯에서 끝나는 심볼은 $\text{mod}(S+(n+1) \cdot L-1, N_{\text{slot}}^{\text{slot}})$ 에 의해 주어진다.

여기서 $n=0, \dots, \text{numberofrepetitions}-1$ 이고 S는 설정 받은 상향링크 데이터 채널의 시작 심볼 L은 설정 받은 상향링크 데이터 채널의 심볼 길이를 나타낸다. K_s 는 PUSCH 전송이 시작하는 슬롯을 나타내고 $N_{\text{slot}}^{\text{slot}}$ 슬롯 당 심볼의 수를 나타낸다.

[0319] - 단말은 PUSCH 반복 전송 타입 B를 위하여 invalid symbol을 결정한다. `tdd-UL-DL-ConfigurationCommon` 또는 `tdd-UL-DL-ConfigurationDedicated`에 의해 하향링크로 설정된 심볼은 PUSCH 반복 전송 타입 B를 위한 invalid 심볼로 결정된다. 추가적으로, 상위계층 파라미터(예를 들어 `InvalidSymbolPattern`)에서 invalid 심볼이 설정 될 수 있다. 상위 계층 파라미터(예를 들어 `InvalidSymbolPattern`)는 한 슬롯 혹은 두 슬롯에 걸친 심볼 레벨 비트맵을 제공하여 invalid 심볼이 설정 될 수 있다. 비트맵에서 1은 invalid 심볼을 나타낸다. 추가적으로, 상위 계층 파라미터(예를 들어 `periodicityAndPattern`)를 통해 비트맵의 주기와 패턴이 설정 될 수 있다. 만약 상위 계층 파라미터(예를 들어 `InvalidSymbolPattern`)가 설정되고 `InvalidSymbolPatternIndicator-ForDCIFormat0_1` 또는 `InvalidSymbolPatternIndicator-ForDCIFormat0_2` 파라미터가 1을 나타내면 단말은 invalid 심볼 패턴을 적용하고, 상기 파라미터가 0을 나타내면 단말은 invalid 심볼 패턴을 적용하지 않는다. 만약 상위 계층 파라미터(예를 들어 `InvalidSymbolPattern`)가 설정되고 `InvalidSymbolPatternIndicator-ForDCIFormat0_1` 또는 `InvalidSymbolPatternIndicator-ForDCIFormat0_2` 파라미터가 설정되지 않는다면 단말은 invalid 심볼 패턴을 적용한다.

[0320] Invalid 심볼이 결정된 후, 각각의 Nominal repetition에 대해 단말은 invalid 심볼 이외의 심볼들을 valid 심볼로 고려할 수 있다. 각각의 nominal repetition에서 valid 심볼이 하나 이상이 포함되면, nominal repetition은 하나 또는 더 많은 actual repetition들을 포함할 수 있다. 여기서 각 actual repetition은 하나의 슬롯 안에서 PUSCH 반복 전송 타입 B를 위해 사용될 수 있는 valid 심볼들의 연속적인 세트를 포함하고 있다.

[0321] 도 15는 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 PUSCH 반복 전송 타입 B의 일례를 도시하는 도면이다.

[0322] 도 15의 예를 참조하면, 단말은 상향링크 데이터 채널의 시작 심볼 S를 0과 상향링크 데이터 채널의 길이 L을 14로 설정 받고 반복 전송 횟수를 16으로 설정 받을 수 있다. 이 경우 Nominal repetition은 연속된 16개의 슬롯에서 나타낸다(1501). 그 후 단말은 각 nominal repetition(1501)에서 하향링크 심볼로 설정된 심볼은 invalid 심볼로 결정할 수 있다. 또한, 단말은 invalid symbol pattern(1502)에서 1로 설정된 심볼들을 invalid 심볼로 결정한다. 각 nominal repetition에서 invalid 심볼이 아닌 valid 심볼들이 하나의 슬롯에서 연속된 1개 이상의 심볼로 구성되는 경우, valid 심볼들은 actual repetition으로 설정되어 전송될 수 있다(1503).

[0323] 또한, PUSCH 반복 전송에 대해, NR Release 16에서는 슬롯 경계를 넘는 UL grant 기반 PUSCH 전송 및 configured grant 기반 PUSCH 전송에 대해 다음과 같은 추가적인 방법들을 정의할 수 있다.

[0324] - 방법 1 (mini-slot level repetition): 1개의 UL grant를 통해, 1개의 슬롯 내에서 혹은 연속된 슬롯들의 경

계를 넘는 2개 이상의 PUSCH 반복 전송이 스케줄링된다. 또한, 방법 1에 대해, DCI 내의 시간 영역 자원 할당 정보는 첫 번째 반복 전송의 자원을 가리킨다. 또한, 첫 번째 반복 전송의 시간 영역 자원 정보와, 각 슬롯의 각 심볼 별로 결정되어 있는 상향링크 또는 하향링크 방향에 따라 나머지 반복 전송의 시간 영역 자원 정보를 결정할 수 있다. 각 반복 전송은 연속된 심볼들을 차지한다.

[0325] - 방법 2 (multi-segment transmission): 1개의 UL grant를 통해 연속된 슬롯들에서 2개 이상의 PUSCH 반복 전송이 스케줄링된다. 이 때, 각 슬롯 별로 1번의 전송이 지정되며 각 전송 별로 서로 다른 시작 지점 혹은 반복 길이가 다를 수 있다. 또한, 방법 2에서, DCI 내의 시간 영역 자원 할당 정보는 모든 반복 전송들의 시작 지점과 반복 길이를 가리킨다. 또한, 방법 2를 통해 단일 슬롯 내에서 반복 전송을 수행하는 경우, 해당 슬롯 내에 연속된 상향링크 심볼들의 묶음이 여러 개 존재한다면, 각 반복 전송은 각 상향링크 심볼 묶음 별로 수행된다. 만약 해당 슬롯 내에 연속된 상향링크 심볼들의 묶음이 유일하게 존재한다면, NR Release 15의 방법에 따라서 1번의 PUSCH 반복 전송이 수행된다.

[0326] - 방법 3: 2개 이상의 UL grant를 통해 연속된 슬롯들에서 2개 이상의 PUSCH 반복 전송이 스케줄링된다. 이 때, 각 슬롯 별로 1번의 전송이 지정되며, n 번째 UL grant는 n-1 번째 UL grant로 스케줄링된 PUSCH 전송이 끝나기 전에 수신할 수 있다.

[0327] - 방법 4: 1개의 UL grant 또는 1개의 configured grant를 통해, 단일 슬롯 내에서 1개 또는 여러 개의 PUSCH 반복 전송, 또는 연속된 슬롯들의 경계에 걸쳐서 2개 혹은 그 이상의 PUSCH 반복 전송이 지원될 수 있다. 기지국이 단말에게 지시하는 반복 횟수는 명목 상의 값일 뿐이며, 단말이 실제로 수행하는 PUSCH 반복 전송 횟수는 명목 상의 반복 횟수보다 많을 수도 있다. DCI 내 혹은 configured grant 내의 시간 영역 자원 할당 정보는 기지국이 지시하는 첫 번째 반복 전송의 자원을 의미한다. 나머지 반복 전송의 시간 영역 자원 정보는 적어도 첫 번째 반복 전송의 자원 정보와 심볼들의 상향링크 또는 하향링크 방향을 참조하여 결정될 수 있다. 만약 기지국이 지시하는 반복 전송의 시간 영역 자원 정보가 슬롯 경계에 걸치거나 상향링크/하향링크 전환 지점을 포함한다면, 해당 반복 전송은 복수 개의 반복 전송으로 나뉘질 수 있다. 이 때, 1개의 슬롯 내에 각 상향링크 기간 별로 1개의 반복 전송을 포함할 수 있다.

[0328] [PUSCH: 주파수 호핑 과정]

[0329] 하기에서는 5G 시스템에서 상향링크 데이터 채널(Physical Uplink Shared Channel;PUSCH)의 주파수 호핑(frequency hopping)에 대해 구체적으로 설명한다.

[0330] 5G에서는 상향링크 데이터 채널의 주파수 호핑 방법으로, 각 PUSCH 반복 전송 타입마다 두가지 방법을 지원한다. 먼저 PUSCH 반복 전송 타입 A에서는 intra-slot 주파수 호핑과 inter-slot 주파수 호핑을 지원하고, PUSCH 반복 전송 타입 B에서는 inter-repetition 주파수 호핑과 inter-slot 주파수 호핑을 지원한다.

[0331] PUSCH 반복 전송 타입 A에서 지원하는 intra-slot 주파수 호핑 방법은, 단말이 하나의 슬롯 내 두개의 홉(hop)에서 주파수 도메인의 할당된 자원을 설정된 주파수 오프셋만큼 변경하여 전송 하는 방법이다. Intra-slot 주파수 호핑에서 각 홉의 시작 RB는 아래 수학적 식 3을 통해 나타낼 수 있다.

[0332] [수학적 식 3]

$$RB_{start} = \begin{cases} RB_{start} & i = 0 \\ (RB_{start} + RB_{offset}) \bmod N_{BWP}^{size} & i = 1 \end{cases}$$

[0333] 수학적 식 3에서, i=0과 i=1은 각각 첫번째 홉과 두번째 홉을 나타내며, RB_{start} 는 UL BWP안에서 시작 RB를 나타내고 주파수 자원 할당 방법으로부터 계산된다. RB_{offset} 은 상위 계층 파라미터를 통해 두개의 홉 사이에 주파수 오프셋을 나타낸다. 첫번째 홉의 심볼 수는 $\lfloor N_{symbol}^{PUSCH,s} / 2 \rfloor$ 로 나타낼 수 있고, 두번째 홉의 심볼 수는 $N_{symbol}^{PUSCH,s} - \lfloor N_{symbol}^{PUSCH,s} / 2 \rfloor$ 으로 나타낼 수 있다. $N_{symbol}^{PUSCH,s}$ 은 한 슬롯 내에서의 PUSCH 전송의 길이로, OFDM 심볼 수로 나타낼 수 있다.

[0335] 다음으로 PUSCH 반복 전송 타입 A와 B에서 지원하는 inter-slot 주파수 호핑 방법은, 단말이 각 슬롯마다 주파수 도메인의 할당된 자원을 설정된 주파수 오프셋만큼 변경하여 전송 하는 방법이다. Inter-slot 주파수 호핑에

서 n_s^μ 슬롯 동안 시작 RB는 아래 수학적 식 4를 통해 나타낼 수 있다.

[수학적 식 4]

$$RB_{start}(n_s^\mu) = \begin{cases} RB_{start} & n_s^\mu \bmod 2 = 0 \\ (RB_{start} + RB_{offset}) \bmod N_{BWP}^{size} & n_s^\mu \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

수학적 식 4에서, n_s^μ 는 multi-slot PUSCH 전송에서 현재 슬롯 번호, RB_{start} 는 UL BWP안에서 시작 RB를 나타내고 주파수 자원 할당 방법으로부터 계산된다. RB_{offset} 은 상위 계층 파라미터를 통해 두개의 홉 사이에 주파수 오프셋을 나타낸다.

다음으로 PUSCH 반복 전송 타입 B에서 지원하는 inter-repetition 주파수 호핑 방법은 각 nominal repetition 내의 1개 혹은 복수 개의 actual repetition들에 대한 주파수 도메인 상에서 할당된 자원을, 설정된 주파수 오프셋만큼 이동하여 전송하는 것이다. n번째 nominal repetition 내의 1개 혹은 복수 개의 actual repetition들에 대한 주파수 도메인 상에서 시작 RB의 index인 $RB_{start}(n)$ 은 하기 수학적 식 5을 따를 수 있다.

[수학적 식 5]

$$RB_{start}(n) = \begin{cases} RB_{start} & n \bmod 2 = 0 \\ (RB_{start} + RB_{offset}) \bmod N_{BWP}^{size} & n \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

수학적 식 5에서, n은 nominal repetition의 인덱스, RB_{offset} 은 상위 계층 파라미터를 통해 두 개의 홉 사이에 RB 오프셋을 나타낸다.

[PUSCH 전송 전력 관련]

하기에서는 5G 시스템에서 상향링크 데이터 채널의 전송 전력을 결정하는 방법에 대해 구체적으로 설명한다.

5G 시스템에서는 상향링크 데이터 채널의 전송 전력을 다음과 같은 수학적 식 6을 통해 결정할 수 있다.

[수학적 식 6]

$$P_{PUSCH,b,f,c}(i,j,q_d,l) = \min \left\{ \begin{array}{l} P_{CMAX,f,c}(i), \\ P_{O_PUSCH,b,f,c}(j) + 10 \log_{10}(2^\mu \cdot M_{RB,b,f,c}^{PUSCH}(i) + \alpha_{b,f,c}(j) \cdot PL_{b,f,c}(q_d) + \Delta_{TF,b,f,c}(i) + f_{b,f,c}(i,l)) \end{array} \right\} \text{ [dBm]}$$

수학적 식 6에서 j는 PUSCH의 grant 타입을 의미하며 구체적으로 j=0는 random access reponse에 대한 PUSCH grant, j=1은 configured grant, $j \in \{2,3,\dots,J-1\}$ 는 dynamic grant를 의미한다. $P_{CMAX,f,c}(i)$ 는 PUSCH transmission occasion i에 대해 지원 셀 c의 반송과 f에 대한 단말에 설정된 최대 출력 파워 (maximum output power)를 의미한다. $P_{O_PUSCH,b,f,c}(j)$ 는 상위 계층 파라미터로 설정되는 $P_{O_NOMINAL_PUSCH,b,f,c}(j)$ 와 상위 레이어 설정과

SRI를 통해 (dynamic grant PUSCH인 경우) 결정될 수 있는 $P_{O_UE_PUSCH,b,f,c}(j)$ 의 합으로 구성된 파라미터이다.

$M_{RB,b,f,c}^{PUSCH}(i)$ 은 PUSCH PUSCH transmission occasion i에 대해 resource block의 수로 표현되는 자원 할당에 대한 대역폭 (bandwidth)를 의미하며, $\Delta_{TF,b,f,c}(i)$ 는 MCS(Modulation Coding Scheme)와 PUSCH로 전송되는 정보

의 타입 (예를 들어, UL-SCH 포함 여부 또는 CSI 포함 여부 등) 등에 따라 결정되는 값을 의미한다. $\alpha_{b,f,c}(j)$ 는 경로 손실 (pathloss)을 보상하기 위한 값으로 상위 계층 설정과 SRI(SRS Resource Indicator)를 통해 (dynamic grant PUSCH인 경우) 결정될 수 있는 값을 의미한다. $PL_{b,f,c}(q_d)$ 는 참조 신호 인덱스가 q_d 인 참조 신호

호를 통해 단말이 추정된 하향링크 경로 손실 추정치를 의미하며 참조 신호 인덱스 q_d 는 상위 계층 설정과 SRI를 통해 (dynamic grant PUSCH 또는 상위 레이어 설정 rrc-ConfiguredUplinkGrant를 포함하지 않는

ConfiguredGrantConfig 기반 configured grant PUSCH (type 2 configured grant PUSCH)인 경우) 또는 상위 레이어 설정을 통해 단말이 결정할 수 있다. $f_{b,f,c}(i,l)$ 는 폐쇄 루프 (closed loop) 전력 조정 값으로 accumulation 방식과 absolute 방식으로 지원될 수 있다. 만약 상위 레이어 파라미터 tpc-Accumulation이 단말에 설정되지 않는다면, accumulation 방식으로 폐쇄 루프 전력 조정 값을 결정할 수 있다. 이 때, $f_{b,f,c}(i,l)$ 는 이전 PUSCH transmission occasion $i-i_0$ 에 대한 폐쇄 루프 전력 조정 값에 PUSCH transmission occasion $i-i_0$ 를 전송하기 $K_{PUSCH}(i-i_0)-1$ 심볼로부터 PUSCH transmission occasion i 를 전송하기 $K_{PUSCH}(i)$ 심볼 사이에 DCI를 통해 수신한 폐쇄 루프 인덱스 l 에 대한 TPC command 값들의 합한 $f_{b,f,c}(i-i_0,l) + \sum_{m=0}^{c(D)-1} \delta_{PUSCH,b,f,c}(m,l)$ 로 결정된다. 만약 상위 레이어 파라미터 tpc-Accumulation이 단말에 설정된다면, $f_{b,f,c}(i,l)$ 는 DCI를 통해 수신한 폐쇄 루프 인덱스 l 에 대한 TPC command 값 $\delta_{PUSCH,b,f,c}(i,l)$ 로 결정된다. 폐쇄 루프 인덱스 l 은 상위 계층 파라미터 twoPUSCH-PC-AdjustmentStates가 단말에 설정된다면, 0 또는 1로 설정될 수 있으며 그 값은 상위 계층 설정과 SRI를 통해 (dynamic grant PUSCH인 경우) 결정될 수 있다. Accumulation 방식과 absolute 방식에 따른 DCI 내 TPC command 필드와 TPC 값 $\delta_{PUSCH,b,f,c}$ 의 매핑 관계는 아래 [표 31]과 같이 정의될 수 있다.

[0349] [표 31]

TPC command 필드	Accumulated $\delta_{PUSCH,b,f,c}$ [dB]	Absolute $\delta_{PUSCH,b,f,c}$ [dB]
0	-1	-4
1	0	-1
2	1	1
3	3	4

[0350]

[0351] [PHR 관련]

[0352] 상기 파워 헤더를 보고는 단말의 공칭 최대 송신 전력(nominal UE maximum transmit power)과 업 링크 송신을 위해 추정된 전력(estimated power for uplink transmission) 간의 차이(즉 단말의 가용 송신 전력을 나타낸다)를 단말이 측정하여 기지국으로 송신하는 것을 의미한다. 상기 파워 헤더를 보고는 전력 인지 패킷 스케줄링(power aware packet scheduling)을 지원하는데 이용될 수 있다. 상기 업 링크 송신을 위해 추정된 전력은 활성화된 서빙 셀당 UL-SCH(PUSCH) 전송에 대한 추정 전력, 다른 MAC entity(예를 들어 3GPP 규격에서 E-UTRA MAC entity in EN-DC, NE-DC, and NGEN-DC cases)의 SpCell에서 UL-SCH 및 PUCCH 전송에 대한 추정 전력, 활성화된 서빙 셀당 SRS 전송에 대한 추정 전력 등이 될 수 있다. 단말은 하기 트리거 이벤트 중 하나라도 충족한다면 파워 헤더를 보고를 트리거한다:

[0353] - [트리거 이벤트 1] 상위 계층 파라미터 phr-ProhibitTimer가 만료되었으며, MAC entity가 새로운 전송을 위한 상향링크 자원을 가지고 있을 때 활성화된 하향링크 대역폭파트가 dormant 대역폭파트가 아닌 적어도 하나의 활성화된 지원 셀에 대한 경로 손실이 가장 최근의 PHR 전송 이후로 상위 계층 파라미터 phr-Tx-PowerFactorChange dB보다 더 크게 변화함. 이 때, 하나의 셀에 대한 경로 손실 변화는 현재 경로 손실 참조에 대해 현재 측정된 경로 손실과 가장 최근의 PHR 전송 시점에 경로 손실 참조에 대해 해당 시점에 측정된 경로 손실 간 비교로 결정됨.

[0354] - [트리거 이벤트 2] 상위 계층 파라미터 phr-PeriodicTimer가 만료됨.

[0355] - [트리거 이벤트 3] 파워 헤더를 보고를 지원하지 않도록 하는 설정 또는 재설정인 아닌 상위 계층에 의한 파워 헤더를 보고 기능의 설정 또는 재설정인 수행됨.

[0356] - [트리거 이벤트 4] firstActiveDownlinkBWP-Id가 dormant 대역폭파트로 설정되지 않은 상향링크를 가지는 어떤 MAC entity에 대한 SCell을 활성화함. 상기 firstActiveDownlinkBWP-Id는 RRC (재)설정 수행 시 활성화될 DL BWP의 식별자(SpCell에 대해 구성된 경우) 혹은 SCell의 활성화 시 사용될 DL BWP의 식별자(SCell에 대해 구성된 경우)를 의미한다.

- [0357] - [트리거 이벤트 5] PSCell을 추가함. (즉, PSCell이 새로 추가되거나 변경됨)
- [0358] - [트리거 이벤트 6] 상위 계층 파라미터 phr-ProhibitTimer가 만료되었으며, MAC entity가 새로운 전송을 위한 상향링크 자원을 가지고 있을 때 설정된 상향링크를 가지는 어떤 MAC entity의 어떤 활성화된 지원 셀들에 대해 다음 a), b) 사항을 모두 충족함:
 - [0359] a) 전송을 위해 할당된 상향링크 자원이 있거나 해당 셀로 PUCCH를 전송함.
 - [0360] b) MAC entity가 전송을 위한 상향링크 자원을 가지거나 해당 셀에 PUCCH 전송할 때, 해당하는 셀에 대해 전력 관리로 인한 요구되는 전력 backoff (power backoff)가 가장 최근의 PHR 전송 이후 상위 계층 파라미터 phr-Tx-PowerFactorChange dB보다 더 큼.
- [0361] - [트리거 이벤트 7] 설정된 상향링크를 가지는 어떤 MAC entity에 대한 SCell의 활성화된 대역폭파트를 dormant 대역폭파트에 non-dormant 하향링크 대역폭파트로 변경함.
- [0362] - [트리거 이벤트 8] 만약 FR2에서 최대 허용가능 노출 (MPE: maximum permissible exposure)을 충족시키기 위한 MPE P-MPR (Maximum allowed UE output power reduction)에 대한 보고 여부를 지시하기 위한 상위 계층 파라미터 mpe-Reporting-FR2가 단말에 설정되고, mpe-ProhibitTimer가 작동하지 않을 때, 파워 헤드룸 보고가 'MPE P-MPR 보고'로 지칭되는 경우에 가장 최근의 파워 헤드룸 보고 이후 적어도 하나 이상의 활성화된 FR2 지원 셀에 대해 FR2 MPE 요구 조건을 충족시키기 위해 적용되는 측정된 P-MPR이 상위 계층 파라미터 mpe-Threshold보다 크거나 같음.
- [0363] 상기 트리거 이벤트들에 따라 파워 헤드룸 보고가 트리거될 수 있으며 단말은 아래 추가 조건에 따라 파워 헤드룸 보고를 결정할 수 있다.
- [0364] - [일시적 요구 전력 backoff에 따른 추가 조건] 일시적으로 (즉 수십 밀리초까지) 전력 관리 때문에 요구 전력 backoff가 감소될 때, MAC entity는 파워 헤드룸 보고를 트리거하지 않아야 함. 만약 일시적으로 요구 전력 backoff가 감소하였으며 다른 트리거 이벤트들에 의해 파워 헤드룸 보고가 트리거 되었을 때, 이로 인해 최대 전력과 잔여(가용) 전력 간의 비율을 나타내는 $P_{\text{MAX},f,c}/\text{PH}$ 의 값에 대해 일시적으로 감소되지 않도록 해야 함. 즉 일시적 전력 backoff로 인해 PHR이 트리거되지 않아야 함. 예를 들어 다른 PHR 트리거 이벤트(periodictimer의 만료 등)로 PHR이 트리거된 경우, 요구 전력 backoff로 인한 일시적 전력 감소를 반영한 PH는 보고되지 않고 요구 전력 backoff로 인한 영향을 제외한 PH가 보고되도록 조건을 추가한 것임
- [0365] - [단말 구현에 따른 파워 헤드룸 보고 조건] 만약 하나의 HARQ process가 cg-RetransmissionTimer로 설정되었으며 해당하는 HARQ process에 의해 전송에 대한 MAC PDU에 파워 헤드룸 보고가 이미 포함되었으나 하위 계층을 통한 전송이 아직 수행되지 않았다면, 단말 구현에 따라 해당하는 파워 헤드룸 보고 내용이 처리되는 방법이 결정됨.
- [0366] 상기 트리거 이벤트 중 하나 이상의 이벤트가 발생하여 파워 헤드룸 보고가 트리거되었으며, 하향링크 제어정보를 통해 할당된 상향링크 전송 자원이 파워 헤드룸 보고를 위한 MAC entity 및 이를 위한 서브헤더 (subheader)를 수용 (accommodate)할 수 있다면, 단말은 해당 상향링크 자원을 통해 파워 헤드룸 보고를 수행한다. 이때, 해당하는 상향링크 자원은 파워 헤드룸 트리거 이후에 TB (transport block)의 최초 전송 (initial transmission)을 스케줄링하는 가장 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷 (first DCI format) 또는 가장 첫 번째 상향링크 grant에 의해 스케줄링되는 상향링크 전송에 대한 자원을 의미한다. 즉, 파워 헤드룸은 파워 헤드룸 트리거 발생 이후, 단말은 파워 헤드룸을 위한 MAC entity와 그에 대한 서브헤더를 수용할 수 있는 상향링크 자원 중 가장 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷 또는 가장 첫 번째 상향링크 grant로 스케줄링된 상향링크 전송을 통해 파워 헤드룸 보고를 수행할 수 있다. 또는, 파워 헤드룸은 파워 헤드룸 트리거 발생 이후, 단말은 파워 헤드룸을 위한 MAC entity와 그에 대한 서브헤더를 수용할 수 있는 configured grant PUSCH 전송을 통해 파워 헤드룸 보고를 수행할 수 있다.
- [0367] 단말은 특정 셀에 대한 파워 헤드룸 보고 시, 두 가지 유형의 파워 헤드룸 정보 중 하나를 선택하여 계산하고 보고할 수 있다. 첫 번째 유형은 actual PHR로써 실제 전송하는 상향링크 신호 (예를 들어, PUSCH) 송신 전력을 기반으로 계산한 파워 헤드룸 정보이다. 두 번째 유형은 virtual PHR (또는 reference format)로써 실제 전송하는 상향링크 신호 (예를 들어, PUSCH)는 없지만 상위 계층에서 설정된 송신 전력 파라미터에 기초하여 계산한 파워 헤드룸 정보이다. 파워 헤드룸 보고가 트리거된 이후, 단말은 상술한 것과 같이 파워 헤드룸 보고를 포함하는 MAC CE를 전송할 PUSCH를 스케줄하는 first DCI format을 수신한 PDCCH 모니터링 구간을 포함하는 시점까

지 수신한 하향링크 제어정보, periodic/semi-persistent SRS 전송 또는 configured grant 전송을 위한 상위 계층 정보에 기반하여 actual PHR을 계산할 수 있다. 만약 first DCI format을 수신한 PDCCH 모니터링 구간 이후에 단말이 하향링크 제어정보를 수신하거나, periodic/semi-persistent SRS 전송 또는 configured grant 전송을 결정한다면, 단말은 해당하는 셀에 대해서는 virtual PHR을 계산할 수 있다. 또는, 파워 헤드룸 보고가 트리거된 이후, 단말은 해당 파워 헤드룸 정보를 송신할 수 있는 configured grant PUSCH의 가장 첫 번째 상향링크 심볼을 기준으로 앞서 상술한 PUSCH 준비 과정 시간에 해당하는 $T'_{proc,2} = T_{proc,2}$ 이전 시점까지 수신한 하향링크 제어정보, periodic/semi-persistent SRS 전송 또는 configured grant 전송을 위한 상위 계층 정보에 기반하여, 단말은 actual PHR을 계산할 수 있다. 만약 configured grant PUSCH의 가장 첫 번째 상향링크 심볼을 기준으로 $T'_{proc,2}$ 이전 시점 이후에 단말이 하향링크 제어정보를 수신하거나, periodic/semi-persistent SRS 전송 또는 configured grant 전송을 결정한다면, 단말은 해당하는 셀에 대해서는 virtual PHR을 계산할 수 있다.

[0368] 단말이 actual PUSCH 전송을 기준으로 actual PHR을 계산한다면, 단말은 지원 셀 c , 캐리어 f , 대역폭파트 b , PUSCH 전송 시점 i 에서 파워 헤드룸 보고 정보는 다음 수학적식처럼 표현될 수 있다.

[0369] [수학적식 7]

$$PH_{type1b,f,c}(i,j,q_d,l) = P_{CMAX,f,c}(i) - \left\{ P_{O_PUSCHb,f,c}(j) + 10 \log_{10} (2^{\mu} \cdot M_{RB,b,f,c}^{PUSCH}(i)) + \alpha_{b,f,c}(j) \cdot PL_{b,f,c}(q_d) + \Delta_{TF,b,f,c}(i) + f_{b,f,c}(i,l) \right\} \quad [\text{dB}]$$

[0370]

[0371] 또 다른 일례로, 단말이 상위 계층에서 설정된 송신 전력 파라미터에 기초하여 virtual PHR을 계산한다면, 단말은 지원 셀 c , 캐리어 f , 대역폭파트 b , PUSCH 전송 시점 i 에서의 파워 헤드룸 보고 정보는 다음 수학적식처럼 표현될 수 있다.

[0372] [수학적식 8]

$$PH_{type1b,f,c}(i,j,q_d,l) = \tilde{P}_{CMAX,f,c}(i) - \left\{ P_{O_PUSCHb,f,c}(j) + \alpha_{b,f,c}(j) \cdot PL_{b,f,c}(q_d) + f_{b,f,c}(i,l) \right\} \quad [\text{dB}]$$

[0373]

[0374] 상기 수학적식 7에서는 최대 출력 파워에 PUSCH transmission occasion i 에 대한 전송 전력의 차이를 계산하여 파워 헤드룸 정보를 구성할 수 있으며 수학적식 8에서는 MPR(Maximum Power Reduction)과 관련된 파라미터 (예를 들어, MPR, A-MPR(Additional MPR), P-MPR(Power Management MPR) 등)과 Δ_{T_c} 를 0으로 가정한 경우의 최대 출력 파워인 $\tilde{P}_{CMAX,f,c}(i)$ 와 default 전송 전력 파라미터 (예를 들어, $P_{O_NOMINAL_PUSCH,f,c}(0)$, p0-PUSCH-AlphaSetId=0인 P0-PUSCH-AlphaSet의 p0와 alpha, pusch-PathlossReferenceRS-Id=0에 대응되는 $PL_{b,f,c}(q_d)$) 그리고 폐쇄 루프 인덱스 $l=0$ 인 폐쇄 루프 전력 조정 값)를 이용한 참조 PUSCH 전송 전력의 차이를 계산하여 파워 헤드룸 정보로 구성할 수 있다. 상기 수학적식 7, 수학적식 8에서 각 변수의 설명은 상기 수학적식 6에서 변수 설명을 참조할 수 있다. 상기 A-MPR은 상위 계층 시그널링에 의해 기지국이 지시하는 추가 방출 요구조건(additional emission requirement)(예를 들어 RRC로 지시되는 additionalSpectrumEmission과 NR freq. band를 조합하면 (TS 38.101-1 내 표 6.2.3.1-1A) network signaling label을 파악하고 그에 따른 A-MPR 값이 TS 38.101-1 내 표 6.2.3.1-1로 정의됨)을 만족하는 MPR이다. 상기 P-MPR은 지원 셀 c 에 대해 최대 허용된 단말의 출력 전력 감소(Maximum allowed UE output power reduction for serving cell c)이며 목적은 적용가능한 전자기 에너지 흡수 요구 조건(applicable electromagnetic energy absorption requirements)을 만족시킬 수 있는 MPR이다. 상기 A-MPR과 P-MPR은 3GPP 규격 TS 38.101-1 section 6.2를 참조할 수 있다. 본 개시가 적용될 수 있는 통신 시스템에서 제1 유형 파워 헤드룸 정보는 PUSCH 송신 전력에 대한 파워 헤드룸 정보를 나타내는 것을 의미할 수 있고, 제2 유형 파워 헤드룸 정보는 PUCCH 송신 전력에 대한 파워 헤드룸 정보를 나타내는 것을 의미할 수 있으며, 제3 유형 파워 헤드룸 정보는 SRS 송신 전력에 대한 파워 헤드룸 정보를 나타내는 것을 의미할 수 있다. 한편, 본 개시가 이에 국한되는 것은 아니다.

[0375] 만약 MR-DC 또는 UL-CA를 지원하지 않는다면, 기지국은 해당하는 단말에 대해 상위 계층 파라미터 'multiplePHR'을 'false'로 설정한다. 이는 단말이 도 16의 (1610)와 같이 단일 entry를 가지는 MAC CE로 PCell에 대한 파워 헤드룸 보고를 지원한다는 것을 의미한다. 도 16의 각 필드들은 다음과 같이 정의될 수 있다. 한편, 이는 일례에 해당할 뿐 본 개시가 이에 국한되는 것은 아니다.

- **P:** 1비트로 구성된 P는 만약, mpe-Reporting-FR2가 설정되고, 서빙셀이 FR2에서 동작할 경우에 TS38.133에 따라 적용된 P-MPR이 P-MPR_00보다 작을 경우, 0으로 세팅되고, 그렇지 않은 경우는 1로 세팅된다. mpe-Reporting-FR2가 설정되지 않거나 또는 서빙셀이 FR1에서 동작할 경우, P는 파워 백오프가 송신 전력 조절을 위해 적용되었는지 아닌지를 지시한다. 만약 전력 관리로 인해 파워 백오프가 적용되지 않아서 해당하는 P_{max,c} 필드가 다른 값을 가지게 된다면, 해당 P 영역을 1로 세팅한다;
- **P_{MAX,t,c}:** 이 필드는 파워 헤드룸 보고 시, 파워 헤드룸을 계산하는데 이용한 최대 전송 전력 값을 지시한다. 6 비트의 정보를 가지고 총 64 단계의 nominal 단말 전송 전력 레벨 (nominal UE transmit power level) 중 하나를 선택할 수 있다;
- **MPE:** mpe-Reporting-FR2가 설정되고, 서빙셀이 FR2에서 동작할 경우, 그리고 P 필드가 1로 세팅된 경우, MPE 영역은 MPE (maximum permissible exposure: 최대 허용 노출) 요구조건을 만족하기 위해 적용한 파워 백오프 값을 지시한다. 2비트로 구성된 필드로 총 4개의 측정된 P-MPR 값 (measured P-MPR value) 단계 중 하나의 값을 지시한다. mpe-Reporting-FR2가 설정되지 않은 경우, 또는 서빙셀이 FR1에서 동작하는 경우, 또는 P 필드가 0으로 세팅된 경우, R과 같이 예비(reversed) 비트로 존재할 수 있다;
- **R:** 예비비트로써, 0으로 세팅된다;
- **PH:** 이 필드는 파워 헤드룸 레벨을 지시한다. 6비트로 구성되어, 총 64 단계의 파워 헤드룸 레벨 (power headroom level) 중 하나의 값을 선택할 수 있다.

[0376]

[0377]

만약 단말이 MR-DC (multi-RAT dual connectivity) 또는 UL-CA (uplink carrier aggregation)을 지원할 때, 각 지원 셀에 대한 파워 헤드룸 보고를 수행하기 위해 기지국은 해당하는 단말에 대해 상위 계층 파라미터 'multiplePHR'을 'true'로 설정한다. 이는 단말이 도 17의 (1700) 또는 (1702)와 같이 다수의 entry를 가지는 MAC CE로 다수의 지원 셀에 대한 파워 헤드룸 보고를 지원한다는 것을 의미한다. 도 17의 (1700)은 복수의 서빙셀을 설정받고, 해당 서빙셀들 중 인덱스가 가장 큰 값이 8보다 작은 경우에 사용될 수 있는 PHR MAC CE 포맷이다. 도 17의 (1702)는 복수의 서빙셀을 설정받고, 해당 서빙셀들 중 인덱스가 가장 큰 값이 8보다 크거나 같은 경우에 사용될 수 있는 PHR MAC CE 포맷이다. 도 17에 도시된 PHR MAC CE 포맷과 달리 서빙셀이 설정된 집합 또는 개수에 따라 가변 크기를 가질 수 있다. 해당 정보에는 다른 MAC entity (예를 들어, LTE)의 SpCell(special cell)에 대한 제2 유형의 PH 정보를 포함하고, PCell에 대한 제1 유형의 PH 정보를 포함할 수 있다. 해당 서빙셀들 중 인덱스가 가장 큰 값이 8보다 작은 경우, 서빙셀 정보를 알려주는 필드가 하나의 옥텟으로 구성될 수 있다. 해당 서빙셀들 중 인덱스가 가장 큰 값이 8보다 크거나 같은 경우, 서빙셀 정보를 알려주는 필드가 4개의 옥텟으로 구성될 수 있다. 서빙셀 인덱스 순서에 따라 파워 헤드룸 정보가 포함될 수 있다. MAC entity는 파워 헤드룸 보고가 트리거된 경우, 송신 가능한 PUSCH을 통해 파워 헤드룸 정보를 포함하는 PHR MAC CE를 송신할 수 있다. 이 때, 파워 헤드룸 정보가 actual 전송에 기반하여 계산된 것인지(즉, actual PHR인지) 상위 계층에서 설정된 송신 전력 파라미터에 기반하여 계산된 것인지(즉, virtual PHR인지)는 상술한 바와 같이 특정 시점 (first DCI format을 검출한 PDCCH 모니터링 구간을 포함하는 시점 또는 최초 PUSCH의 첫 번째 심볼에서 T_{proc,2} 이전 시점)까지 수신한 상위 신호 및 하향링크 제어 정보에 기초하여 결정될 수 있다. 한편, 도 17에 도시된 PHR MAC CE 포맷의 필드들은 도 16에 도시된 PHR MAC CE 포맷의 대부분의 필드들과 의미(정의)가 동일할 수 있으며, C_i와 V는 다음과 같은 의미를 가질 수 있다.

- C_i: 이 영역은 ServCellIndex i를 가지는 지원 셀에 대한 파워 헤더 영역의 존재 여부를 지시한다. 지원 셀 i에 대한 파워 헤더가 보고된다면, 해당하는 C_i 영역을 1로 세팅한다. 지원 셀 i에 대한 파워 헤더가 보고되지 않는다면, 해당하는 C_i 영역을 0으로 세팅한다;

- V: 이 영역은 파워 헤더 값이 실제 전송 (actual transmission) 또는 기준 포맷 (reference format)에 기초하여 계산되었는지를 지시한다. 제1 유형 파워 헤더 정보에 대해, PUSCH를 실제 전송한 경우, V는 0으로 세팅되고, PUSCH에 대한 기준 포맷이 사용된 경우, 1로 세팅된다. 제2 유형 PH 정보에 대해 PUCCH를 실제 전송한 경우, V는 0으로 세팅되고, PUCCH에 대한 기준 포맷이 사용된 경우, 1로 세팅된다. 제3 유형 PH 정보에 대해 SRS를 실제 전송한 경우, V는 0으로 세팅되고, SRS에 대한 기준 포맷이 사용된 경우, 1로 세팅된다. 또한, 제1 유형, 제2 유형, 제3 유형 파워 헤더 정보에 대해서 V 값이 0일 경우, 이에 대한 P_{max,f,c} 및 MPE 필드가 존재하고, V 값이 1일 경우, 이에 대한 P_{max,f,c} 및 MPE 필드는 생략될 수 있다.

[0378]

[0379] [단말 능력 보고 관련]

[0380]

LTE 및 NR 시스템에서 단말은 서빙 기지국에 연결된 상태에서 해당 기지국에게 단말이 지원하는 능력 (capability)를 보고하는 절차를 수행할 수 있다. 아래 설명에서 이를 단말 능력 보고(UE capability report)로 지칭한다.

[0381]

기지국은 연결 상태의 단말에게 능력 보고를 요청하는 단말 능력 문의(UE capability enquiry) 메시지를 전달할 수 있다. 상기 메시지는 기지국의 RAT(radio access technology) type 별 단말 능력 요청을 포함할 수 있다. 상기 RAT type 별 요청에는 지원하는 주파수 밴드 조합 정보 등이 포함될 수 있다. 또한, 상기 단말 능력 문의 메시지의 경우 기지국이 전송하는 하나의 RRC 메시지 container를 통해 복수의 RAT type 별 UE capability가 요청될 수 있으며, 또는 기지국은 각 RAT type 별 단말 능력 요청을 포함한 단말 능력 문의 메시지를 복수번 포함시켜 단말에게 전달할 수 있다. 즉, 한 메시지 내에서 단말 능력 문의가 복수회 반복 되고 단말은 이에 해당하는 단말 능력 정보(UE capability information) 메시지를 구성하여 복수회 보고할 수 있다. 차세대 이동 통신 시스템에서는 NR, LTE, EN-DC(E-UTRA - NR dual connectivity)를 비롯한 MR-DC(Multi-RAT dual connectivity)에 대한 단말 능력 요청을 할 수 있다. 또한, 상기 단말 능력 문의 메시지는 일반적으로 단말이 기지국과 연결된 이후, 초기에 전송되는 것이 일반적이지만, 기지국이 필요할 때 어떤 조건에서도 요청할 수 있다.

[0382]

상기와 같이 기지국으로부터 UE capability 보고 요청을 받은 단말은 기지국으로부터 요청받은 RAT type 및 밴드(band) 정보에 따라 단말 capability를 구성한다. 아래에 NR 시스템에서 단말이 UE capability를 구성하는 방법의 예시들을 정리하였다.

[0383]

1. 만약 단말이 기지국으로부터 UE capability 요청으로 LTE 그리고/혹은 NR 밴드에 대한 리스트를 제공받으면, 단말은 EN-DC 와 NR stand alone (SA)에 대한 band combination (BC)를 구성한다. 즉, 기지국에 FreqBandList로 요청한 밴드들을 바탕으로 EN-DC 와 NR SA에 대한 BC의 후보 리스트를 구성한다. 또한, 밴드의 우선순위는 FreqBandList에 기재된 순서대로 우선순위를 가진다.

[0384]

2. 만약 기지국이 상기 단말 능력 문의(UE capability enquiry) 메시지 내 "eutra-nr-only" flag 혹은 "eutra" flag를 세팅하여 UE capability 보고를 요청한 경우, 단말은 상기의 구성된 BC의 후보 리스트 중에서 NR SA BC들에 대한 것은 완전히 제거한다. 이러한 동작은 LTE 기지국(eNB)이 "eutra" capability를 요청하는 경우에만 일어날 수 있다.

[0385]

3. 이후 단말은 상기 구성된 BC의 후보 리스트에서 fallback BC들을 제거한다. 여기서 fallback BC는 임의의 BC에서 최소 하나의 SCell에 해당하는 밴드를 제거함으로써 얻을 수 있는 BC를 의미하며, 최소 하나의 SCell에 해당하는 밴드를 제거하기 전의 BC가 이미 fallback BC를 커버할 수 있기 때문에 생략이 가능하다. 이 단계는 MR-DC에서도 적용되며, 즉 LTE 밴드들도 적용된다. 이 단계 이후에 남아있는 BC는 최종 "후보 BC 리스트"이다.

[0386]

4. 단말은 상기의 최종 "후보 BC 리스트"에서 요청받은 RAT type에 맞는 BC들을 선택하여 보고할 BC들을 선택한다. 이 단계에서는 정해진 순서대로 단말이 supportedBandCombinationList를 구성한다. 즉, 단말은 미리 설정된 rat-Type의 순서에 맞춰서 보고할 BC 및 UE capability를 구성하게 된다. (nr -> eutra-nr -> eutra). 또한 구성된 supportedBandCombinationList에 대한 featureSetCombination을 구성하고, fallback BC (같거나 낮은 단계의 capability를 포함하고 있는)에 대한 리스트가 제거된 후보 BC 리스트에서 "후보 feature set

combination"의 리스트를 구성한다. 상기의 "후보 feature set combination"은 NR 및 EUTRA-NR BC에 대한 feature set combination을 모두 포함하며, UE-NR-Capabilities와 UE-MRDC-Capabilities 컨테이너의 feature set combination으로부터 얻을 수 있다.

- [0387] 5. 또한, 만약 요청된 rat Type이 eutra-nr이고 영향을 준다면, featureSetCombinations은 UE-MRDC-Capabilities 와 UE-NR-Capabilities 의 두 개의 컨테이너에 전부 포함된다. 하지만 NR의 feature set은 UE-NR-Capabilities만 포함된다.
- [0388] 단말 능력이 구성되고 난 이후, 단말은 단말 능력이 포함된 단말 능력 정보 메시지를 기지국에 전달한다. 기지국은 단말로부터 수신한 단말 능력을 기반으로 이후 해당 단말에게 적당한 스케줄링 및 송수신 관리를 수행한다.
- [0389] [CA/DC 관련]
- [0390] 도 18은 본 개시의 일 실시 예에 따른 single cell(1810), carrier aggregation(1820), dual connectivity(1830) 상황에서 기지국과 단말의 무선 프로토콜 구조를 도시하는 도면이다.
- [0391] 도 18을 참조하면, 차세대 무선 통신 시스템의 무선 프로토콜은 단말과 NR 기지국에서 각각 NR SDAP(Service Data Adaptation Protocol S25, S70), NR PDCP(Packet Data Convergence Protocol S30, S65), NR RLC(Radio Link Control S35, S60), NR MAC(Medium Access Control S40, S55) 계층들을 포함한다. 하기 설명에서 각 계층 장치는 해당 계층을 담당하는 기능 블록으로 이해될 수 있다.
- [0392] 상기 NR SDAP(S25, S70)의 주요 기능은 다음의 기능들 중 일부를 포함할 수 있다.
- [0393] - 사용자 데이터의 전달 기능(transfer of user plane data)
- [0394] - 상향 링크와 하향 링크에 대해서 QoS flow와 데이터 베어러의 맵핑 기능(mapping between a QoS flow and a DRB for both DL and UL)
- [0395] - 상향 링크와 하향 링크에 대해서 QoS flow ID의 마킹 기능(marking QoS flow ID in both DL and UL packets)
- [0396] - 상향 링크 SDAP PDU들에 대해서 reflective QoS flow를 데이터 베어러에 맵핑시키는 기능 (reflective QoS flow to DRB mapping for the UL SDAP PDUs).
- [0397] 상기 SDAP 계층 장치에 대해 단말은 RRC 메시지로 각 PDCP 계층 장치 별로 혹은 베어러 별로 혹은 로지컬 채널 별로 SDAP 계층 장치의 헤더를 사용할 지 여부 혹은 SDAP 계층 장치의 기능을 사용할 지 여부를 설정 받을 수 있으며, SDAP 헤더가 설정된 경우, SDAP 헤더의 NAS QoS 반영 설정 1비트 지시자(NAS reflective QoS)와 AS QoS 반영 설정 1비트 지시자(AS reflective QoS)에게 단말이 상향 링크와 하향 링크의 QoS flow와 데이터 베어러에 대한 맵핑 정보를 갱신 혹은 재설정할 수 있도록 지시할 수 있다. 상기 SDAP 헤더는 QoS를 나타내는 QoS flow ID 정보를 포함할 수 있다. 상기 QoS 정보는 원활한 서비스를 지원하기 위한 데이터 처리 우선 순위, 스케줄링 정보 등으로 사용될 수 있다.
- [0398] 상기 NR PDCP (S30, S65)의 주요 기능은 다음의 기능들 중 일부를 포함할 수 있다.
- [0399] - 헤더 압축 및 압축 해제 기능(Header compression and decompression: ROHC only)
- [0400] - 사용자 데이터 전송 기능 (Transfer of user data)
- [0401] - 순차적 전달 기능(In-sequence delivery of upper layer PDUs)
- [0402] - 비순차적 전달 기능 (Out-of-sequence delivery of upper layer PDUs)
- [0403] - 순서 재정렬 기능(PDCP PDU reordering for reception)
- [0404] - 중복 탐지 기능(Duplicate detection of lower layer SDUs)
- [0405] - 재전송 기능(Retransmission of PDCP SDUs)
- [0406] - 암호화 및 복호화 기능(Ciphering and deciphering)
- [0407] - 타이머 기반 SDU 삭제 기능(Timer-based SDU discard in uplink.)
- [0408] 상기 NR PDCP의 순서 재정렬 기능(reordering)은 하위 계층에서 수신한 PDCP PDU들을 PDCP SN(sequence number)을 기초로 순서대로 재정렬하는 기능을 말하며, 재정렬된 순서대로 데이터를 상위 계층에 전달하는 기능

을 포함할 수 있다. 또는, 상기 NR PDCP의 순서 재정렬 기능(reordering)은 순서를 고려하지 않고, 바로 전달하는 기능을 포함할 수 있으며, 순서를 재정렬하여 유실된 PDCP PDU들을 기록하는 기능을 포함할 수 있고, 유실된 PDCP PDU들에 대한 상태 보고를 송신 측에 하는 기능을 포함할 수 있으며, 유실된 PDCP PDU들에 대한 재전송을 요청하는 기능을 포함할 수 있다.

- [0409] 상기 NR RLC(S35, S60)의 주요 기능은 다음의 기능들 중 일부를 포함할 수 있다.
- [0410] - 데이터 전송 기능(Transfer of upper layer PDUs)
- [0411] - 순차적 전달 기능(In-sequence delivery of upper layer PDUs)
- [0412] - 비순차적 전달 기능(Out-of-sequence delivery of upper layer PDUs)
- [0413] - ARQ 기능(Error Correction through ARQ)
- [0414] - 접합, 분할, 재조립 기능(Concatenation, segmentation and reassembly of RLC SDUs)
- [0415] - 재분할 기능(Re-segmentation of RLC data PDUs)
- [0416] - 순서 재정렬 기능(Reordering of RLC data PDUs)
- [0417] - 중복 탐지 기능(Duplicate detection)
- [0418] - 오류 탐지 기능(Protocol error detection)
- [0419] - RLC SDU 삭제 기능(RLC SDU discard)
- [0420] - RLC 재수립 기능(RLC re-establishment)
- [0421] 상기 NR RLC의 순차적 전달 기능(In-sequence delivery)은 하위 계층으로부터 수신한 RLC SDU들을 순서대로 상위 계층에 전달하는 기능을 의미한다. 상기 NR RLC의 순차적 전달 기능(In-sequence delivery)은 원래 하나의 RLC SDU가 여러 개의 RLC SDU들로 분할되어 수신된 경우, 이를 재조립하여 전달하는 기능을 포함할 수 있으며, 수신한 RLC PDU들을 RLC SN(sequence number) 혹은 PDCP SN(sequence number)를 기준으로 재정렬하는 기능을 포함할 수 있고, 순서를 재정렬하여 유실된 RLC PDU들을 기록하는 기능을 포함할 수 있으며, 유실된 RLC PDU들에 대한 상태 보고를 송신 측에 하는 기능을 포함할 수 있고, 유실된 RLC PDU들에 대한 재전송을 요청하는 기능을 포함할 수 있다. 상기 NR RLC의 순차적 전달 기능(In-sequence delivery)은 유실된 RLC SDU가 있을 경우, 유실된 RLC SDU 이전까지의 RLC SDU들만을 순서대로 상위 계층에 전달하는 기능을 포함할 수 있으며, 혹은 유실된 RLC SDU가 있어도 소정의 타이머가 만료되었다면 타이머가 시작되기 전에 수신된 모든 RLC SDU들을 순서대로 상위 계층에 전달하는 기능을 포함할 수 있다. 또는, NR RLC 장치의 순차적 전달 기능(In-sequence delivery)은 유실된 RLC SDU가 있어도 소정의 타이머가 만료되었다면 현재까지 수신된 모든 RLC SDU들을 순서대로 상위 계층에 전달하는 기능을 포함할 수 있다. 또한 상기에서 RLC PDU들을 수신하는 순서대로 (일련번호, Sequence number의 순서와 상관없이, 도착하는 순으로) 처리하여 PDCP 장치로 순서와 상관없이(Out-of sequence delivery) 전달할 수도 있으며, segment 인 경우에는 버퍼에 저장되어 있거나 추후에 수신될 segment들을 수신하여 온전한 하나의 RLC PDU로 재구성한 후, 처리하여 PDCP 장치로 전달할 수 있다. 상기 NR RLC 계층은 접합(Concatenation) 기능을 포함하지 않을 수 있고 상기 기능을 NR MAC 계층에서 수행하거나 NR MAC 계층의 다중화(multiplexing) 기능으로 대체할 수 있다.
- [0422] 상기 NR RLC의 비순차적 전달 기능(Out-of-sequence delivery)은 하위 계층으로부터 수신한 RLC SDU들을 순서와 상관없이 바로 상위 계층으로 전달하는 기능을 말하며, 원래 하나의 RLC SDU가 여러 개의 RLC SDU들로 분할되어 수신된 경우, 이를 재조립하여 전달하는 기능을 포함할 수 있으며, 수신한 RLC PDU들의 RLC SN 혹은 PDCP SN을 저장하고 순서를 정렬하여 유실된 RLC PDU들을 기록해두는 기능을 포함할 수 있다.
- [0423] 상기 NR MAC(S40, S55)은 한 단말에 구성된 여러 NR RLC 계층 장치들과 연결될 수 있으며, NR MAC의 주요 기능은 다음의 기능들 중 일부를 포함할 수 있다.
- [0424] - 맵핑 기능(Mapping between logical channels and transport channels)
- [0425] - 다중화 및 역다중화 기능(Multiplexing/demultiplexing of MAC SDUs)
- [0426] - 스케줄링 정보 보고 기능(Scheduling information reporting)
- [0427] - HARQ 기능(Error correction through HARQ)

- [0428] - 로지컬 채널 간 우선 순위 조절 기능(Priority handling between logical channels of one UE)
- [0429] - 단말간 우선 순위 조절 기능(Priority handling between UEs by means of dynamic scheduling)
- [0430] - MBMS 서비스 확인 기능(MBMS service identification)
- [0431] - 전송 포맷 선택 기능(Transport format selection)
- [0432] - 패딩 기능(Padding)
- [0433] 상기 NR PHY 계층(S45, S50)은 상위 계층 데이터를 채널 코딩 및 변조하고, OFDM 심벌로 만들어서 무선 채널로 전송하거나, 무선 채널을 통해 수신한 OFDM 심벌을 복조하고 채널 디코딩해서 상위 계층으로 전달하는 동작을 수행할 수 있다.
- [0434] 상기 무선 프로토콜 구조는 캐리어 (혹은 셀) 운영 방식에 따라 세부 구조가 다양하게 변경될 수 있다. 일례로 기지국이 단일 캐리어(혹은 셀)을 기반으로 단말에게 데이터를 전송하는 경우 기지국 및 단말은 도 18에서 참조 번호 1810과 같이 각 계층 별 단일 구조를 가지는 프로토콜 구조를 사용하게 된다. 반면 기지국이 단일 TRP에서 다중 캐리어를 사용하는 CA(carrier aggregation)를 기반으로 단말에게 데이터를 전송하는 경우 기지국 및 단말은 참조 번호 1820과 같이 RLC 까지는 단일 구조를 가지지만 MAC layer를 통하여 PHY layer를 multiplexing 하는 프로토콜 구조를 사용하게 된다. 또 다른 예시로 기지국이 다중 TRP에서 다중 캐리어를 사용하는 DC(dual connectivity)를 기반으로 단말에게 데이터를 전송하는 경우 기지국 및 단말은 참조 번호 1830과 같이 RLC 까지는 단일 구조를 가지지만 MAC layer를 통하여 PHY layer를 multiplexing 하는 프로토콜 구조를 사용하게 된다.
- [0435] 상술한 PDCCH 및 빔 설정 관련 설명들을 참조하면, 현재 Rel-15 및 Rel-16 NR에서는 PDCCH 반복 전송이 지원되지 않아 URLLC 등 고신뢰도가 필요한 시나리오에서 요구 신뢰도를 달성하기 어렵다. 본 개시에서는 다수 전송 지점(TRP)을 통한 PDCCH 반복 전송 방법을 제공하여 단말의 PDCCH 수신 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 구체적인 방법은 하기 실시예들에서 구체적으로 서술한다.
- [0436] 본 개시에서의 내용은 FDD 및 TDD 시스템 중 적어도 하나에서 적용이 가능한 것이다. 다만, 이는 일 예일 뿐, 본 개시에서의 내용은 FDD와 TDD 시스템이 조합된 cross division duplex 시스템에도 적용될 수 있다. 이하 본 개시에서 상위 시그널링(또는 상위 계층 시그널링)은 기지국에서 물리계층의 하향링크 데이터 채널을 이용하여 단말로, 혹은 단말에서 물리계층의 상향링크 데이터 채널을 이용하여 기지국으로 전달되는 신호 전달 방법이며, RRC 시그널링, 혹은 PDCP 시그널링, 혹은 MAC(media access control) 제어요소(MAC control element; MAC CE)라고 언급될 수도 있다.
- [0437] 이하 본 개시에서 단말은 협력 통신 적용 여부를 판단함에 있어 협력 통신이 적용되는 PDSCH를 할당하는 PDCCH(들)이 특정 포맷을 가지거나, 또는 협력 통신이 적용되는 PDSCH를 할당하는 PDCCH(들)이 협력 통신 적용 여부를 알려주는 특정 지시자를 포함하거나, 또는 협력 통신이 적용되는 PDSCH를 할당하는 PDCCH(들)이 특정 RNTI로 스크램블링 되거나, 또는 상위 계층으로 지시되는 특정 구간에서 협력 통신 적용을 가정하거나 하는 등 다양한 방법들을 사용하는 것이 가능하다. 이후 설명의 편의를 위하여 단말이 상기와 유사한 조건들을 기반으로 협력 통신이 적용된 PDSCH를 수신하는 것을 NC-JT(non-coherent joint transmission) case로 지칭하도록 하겠다.
- [0438] 이하 본 개시에서 A 와 B 간 우선순위를 결정한다 함은 미리 정해진 우선순위 규칙(priority rule)에 따라 더 높은 우선순위를 가지는 것을 선택하여 그에 해당하는 동작을 수행하거나 또는 더 낮은 우선순위를 가지는 것에 대한 동작을 생략(omit or drop)하는 등 다양하게 언급될 수 있다.
- [0439] 이하 본 개시에서는 다수의 실시예를 통하여 상기 예제들을 설명하나 이는 독립적인 것들이 아니며 하나 이상의 실시 예가 동시에 또는 복합적으로 적용되는 것이 가능하다.
- [0440] [NC-JT 관련]
- [0441] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 단말이 다수의 TRP(transmission and reception point) 들로부터 PDSCH를 수신하기 위해 비-코히런트 합동 전송(NC-JT)이 사용될 수 있다.
- [0442] 5G 무선 통신 시스템은 기존과는 달리 높은 전송속도를 요구하는 서비스뿐만 아니라 매우 짧은 전송 지연을 갖는 서비스 및 높은 연결 밀도를 요구하는 서비스를 모두 지원할 수 있다. 다수의 셀들, TRP(transmission and reception point)들, 또는 빔들을 포함하는 무선통신 네트워크에서 각 셀, TRP 또는/및 빔 간의 협력 통신(coordinated transmission)은 단말이 수신하는 신호의 세기를 늘리거나 각 셀, TRP 또는/및 빔 간 간섭 제어

효율적으로 수행하여 다양한 서비스 요구조건을 만족시킬 수 있다.

- [0443] 합동 전송(Joint Transmission: JT)은 상술한 협력 통신을 위한 대표적인 전송 기술로서 하나의 단말에게 다수의 서로 다른 셀들, TRP들 또는/및 빔들을 통해 신호를 전송함으로써 단말이 수신하는 신호의 세기 또는 처리율을 증가시키는 기술이다. 이 때 각 셀, TRP 또는/및 빔과 단말 간 채널은 그 특성이 크게 다를 수 있으며, 특히 각 셀, TRP 또는/및 빔 간 비-코히런트(Non-coherent) 프리코딩(precoding)을 지원하는 비-코히런트 합동 전송(NC-JT)의 경우 각 셀, TRP 또는/및 빔과 단말 간 링크 별 채널 특성에 따라 개별적인 프리코딩, MCS, 자원 할당, TCI 지시 등이 필요할 수 있다.
- [0444] 상술한 NC-JT 전송은 하향링크 데이터 채널(PDSCH), 하향링크 제어 채널(PDCCH), 상향링크 데이터 채널(PUSCH), 상향링크 제어 채널(PUCCH) 중 적어도 한 채널에 적용될 수 있다. PDSCH 전송 시 프리코딩, MCS, 자원 할당, TCI(Transmission Configuration Indication) 등의 전송 정보는 DL DCI로 지시되며, NC-JT 전송을 위해서는 상기 전송 정보가 셀, TRP 또는/및 빔 별로 독립적으로 지시되어야 한다. 이는 DL DCI 전송에 필요한 페이로드(payload)를 증가시키는 주요 요인이 되며, 이는 DCI를 전송하는 PDCCH의 수신 성능에 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다. 따라서 PDSCH의 JT 지원을 위하여, NC-JT 전송은 DCI 정보량과 제어 정보 수신 성능 간 트레이드 오프(tradeoff)를 주의 깊게 설계될 필요가 있다.
- [0445] 도 19는 본 개시의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 협력 통신(cooperative communication)을 사용하여 PDSCH를 전송하기 위한 안테나 포트 구성 및 자원 할당의 예시를 도시하는 도면이다.
- [0446] 도 19를 참조하면, PDSCH 전송을 위한 예시가 합동 전송(JT, Joint Transmission)의 기법 별로 설명되며, TRP 별로 무선자원을 할당하기 위한 예제들이 도시된다.
- [0447] 도 19를 참조하면, 각 셀, TRP 또는/및 빔 간 코히런트(Coherent) 프리코딩을 지원하는 코히런트 합동 전송(C-JT, Coherent Joint Transmission)에 대한 예시(1910)가 도시된다.
- [0448] 상기 C-JT의 경우에, TRP A(1911) 및 TRP B(1913)가 단일 데이터(PDSCH)를 단말(1915)에게 전송하며, 다수의 TRP들에서 합동(joint) 프리코딩을 수행할 수 있다. 이는 TRP A(1911) 및 TRP B(1913)가 동일한 PDSCH를 전송하기 위해 동일한 DMRS 포트들을 통해 DMRS가 전송되는 것을 의미할 수 있다. 예를 들어 TRP A(1911) 및 TRP B(1913) 각각은 DMRS port A 및 DMRS port B를 통해 단말에게 DRMS를 전송할 수 있다. 이 경우에, 단말은 DMRS port A 및 DMRS port B를 통해 전송되는 DMRS에 기초하여 복조되는 하나의 PDSCH를 수신하기 위한 하나의 DCI 정보를 수신할 수 있다.
- [0449] 또한 도 19은 PDSCH 전송을 위해 각 셀, TRP 또는/및 빔 간 비-코히런트(Non-coherent) 프리코딩을 지원하는 비-코히런트 합동 전송(NC-JT)의 예시(1920)를 나타낸다. 이는 TRP A(1921) 및 TRP B(1923)가 각기 다른 PDSCH를 전송하기 위해 서로 다른 DMRS 포트를 통해 DMRS가 전송되는 것을 의미할 수 있다. 예를 들어 TRP A(1921)은 DMRS port A를 통해 단말에게 DRMS를 전송할 수 있으며, TRP B(1923)은 DMRS port B를 통해 단말(1925)에게 DRMS를 전송할 수 있다. 단말은 상기 DMRS port A와 DMRS port B를 통해 각각 전송되는 DMRS에 기초하여 복조되는 각 PDSCH를 수신하기 위한 DCI 정보를 수신할 수 있다.
- [0450] NC-JT의 경우 각 셀, TRP 또는/및 빔 별로 PDSCH를 단말에게 전송하며, 각 PDSCH에는 개별 프리코딩이 적용될 수 있다. 각 셀, TRP 또는/및 빔이 각기 다른 PDSCH 또는 각기 다른 PDSCH 레이어를 단말에게 전송하여 단일 셀, TRP 또는/및 빔 전송 대비 처리율을 향상시킬 수 있다. 또한, 각 셀, TRP 또는/및 빔이 동일 PDSCH를 단말에게 반복 전송하여 단일 셀, TRP 또는/및 빔 전송 대비 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 설명의 편의를 위해 셀, TRP 또는/및 빔을 이하 TRP로 통칭한다.
- [0451] 또한 도 19의 예에서 PDSCH 전송을 위해 다수의 TRP들에서 사용하는 주파수 및 시간 자원이 모두 동일한 경우(1930), 다수의 TRP들에서 사용하는 주파수 및 시간 자원이 전혀 겹치지 않는 경우(1940), 다수의 TRP들에서 사용하는 주파수 및 시간 자원의 일부가 겹치는 경우(1950)와 같이 다양한 무선 자원 할당이 고려될 수 있다.
- [0452] NC-JT 지원을 위하여, 하나의 단말에게 동시에 다수의 PDSCH들을 할당하기 위해서는 다양한 형태, 구조 및 관계의 DCI들이 고려될 수 있다.
- [0453] 도 20은 본 개시의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 각 TRP가 서로 다른 PDSCH 또는 서로 다른 PDSCH 레이어를 단말에게 전송하는 NC-JT를 위한 하향링크 제어 정보(DCI)의 구성에 대한 예를 도시하는 도면이다.
- [0454] 도 20을 참고하면, case #1(2010)은 단일 PDSCH 전송 시 사용되는 serving TRP (TRP#0) 이외에 (N-1)개의 추가적인 TRP(TRP#1 내지 TRP#(N-1))로부터 서로 다른 (N-1)개의 PDSCH가 전송되는 상황에서, (N-1)개의 추가적인

TRP들에서 전송되는 PDSCH들에 대한 제어 정보가 serving TRP에서 전송되는 PDSCH에 대한 제어 정보와 독립적으로 전송되는 예시이다. 즉, 단말은 독립적인 DCI들(DCI#0 내지 DCI#(N-1))을 통하여 서로 다른 TRP들(TRP#0 내지 TRP#(N-1))로부터 전송되는 PDSCH들에 대한 제어 정보를 획득할 수 있다. 상기 독립적인 DCI들 간 포맷(format)은 서로 동일하거나 서로 다를 수 있으며, DCI들 간 페이로드 역시 서로 동일하거나 다를 수 있다. 전술한 case #1(2010)은 각 PDSCH 제어 또는 할당 자유도가 완전히 보장될 수 있으나, 각 DCI가 서로 다른 TRP들에서 전송되는 경우 DCI 별 커버리지(coverage) 차이가 발생하여 수신 성능이 열화될 수 있다.

[0455] case #2(2020)은 단일 PDSCH 전송 시 사용되는 serving TRP (TRP#0) 이외에 (N-1)개의 추가적인 TRP들(TRP#1 내지 TRP#(N-1))로부터 서로 다른 (N-1)개의 PDSCH가 전송되는 상황에서, (N-1)개의 추가적인 TRP들의 PDSCH에 대한 제어 정보(DCI)가 각각 전송되며 이들 DCI들(sDCI#0 내지 sDCI#(N-2)) 각각이 serving TRP로부터 전송되는 PDSCH에 대한 제어 정보(DCI#0)에 종속적인 예시를 보인다.

[0456] 예를 들어, serving TRP(TRP#0)으로부터 전송되는 PDSCH에 대한 제어 정보인 DCI#0의 경우 DCI format 1_0, DCI format 1_1, DCI format 1_2의 모든 정보 요소(information element)들을 포함하지만, 협력 TRP들(TRP#1 내지 TRP#(N-1))으로부터 전송되는 PDSCH들에 대한 제어 정보인 shortened DCI(이하, sDCI)(sDCI#0 내지 sDCI#(N-2))들의 경우 DCI format 1_0, DCI format 1_1, DCI format 1_2의 정보 요소들 중 일부분만을 포함할 수 있다. 따라서 협력 TRP들로부터 전송되는 PDSCH들에 대한 제어 정보를 전송하는 sDCI의 경우에, serving TRP로부터 전송되는 PDSCH 관련 제어 정보를 전송하는 normal DCI (nDCI) 대비 페이로드(payload)가 작으므로 nDCI와 비교하여 reserved bit들을 포함하는 것이 가능하다.

[0457] 전술한 case #2(2020)은 sDCI에 포함되는 정보 요소의 콘텐츠(content)에 따라 각 PDSCH 제어 또는 할당 자유도가 제한될 수 있으나, sDCI의 수신 성능이 nDCI 대비 우수해지므로 DCI 별 커버리지(coverage) 차이가 발생할 확률이 낮아질 수 있다.

[0458] 도 20에서 case #3(2030)은 단일 PDSCH 전송 시 사용되는 serving TRP (TRP#0) 이외 (N-1)개의 추가적인 TRP들 (TRP#1 내지 TRP#(N-1))로부터 서로 다른 (N-1)개의 PDSCH가 전송되는 상황에서, (N-1)개의 추가적인 TRP들의 PDSCH에 대한 하나의 제어 정보(sDCI)가 전송되며, 이 DCI가 serving TRP로부터 전송되는 PDSCH에 대한 제어 정보(DCI)에 종속적인 예시를 나타낸다.

[0459] 예를 들어, serving TRP(TRP#0)로부터 전송되는 PDSCH에 대한 제어 정보인 DCI#0의 경우 DCI format 1_0, DCI format 1_1, DCI format 1_2의 모든 정보 요소(information element)들을 포함하고, 협력 TRP들(TRP#1~TRP#(N-1))로부터 전송되는 PDSCH들에 대한 제어 정보의 경우 DCI format 1_0, DCI format 1_1, DCI format 1_2의 정보 요소들 중 일부분을 하나의 'secondary' DCI(sDCI)에 모아서 전송하는 것이 가능하다. 예를 들어, 상기 sDCI는 협력 TRP들의 주파수 영역 자원 할당(frequency domain resource assignment), 시간 영역 자원 할당(time domain resource assignment), MCS 등 HARQ 관련 정보 중 적어도 하나의 정보를 포함할 수 있다. 이외에, BWP(bandwidth part) 지시자(indicator) 또는 캐리어 지시자(carrier indicator) 등 sDCI 내 포함되지 않은 정보의 경우 serving TRP의 DCI(DCI#0, normal DCI, nDCI)를 따를 수 있다.

[0460] 도 20에서 case #3(2030)은 sDCI에 포함되는 정보 요소의 콘텐츠(content)에 따라 각 PDSCH 제어 또는 할당 자유도가 제한될 수 있으나, sDCI의 수신 성능 조절이 가능하고 case #1(2010) 또는 case #2(2020)와 비교하여 단말의 DCI 블라인드 디코딩(blind decoding)의 복잡도가 감소할 수 있다.

[0461] 도 20에서 case #4(2040)는 단일 PDSCH 전송 시 사용되는 serving TRP (TRP#0) 이외에 (N-1)개의 추가적인 TRP들(TRP#1~TRP#(N-1))로부터 서로 다른 (N-1)개의 PDSCH가 전송되는 상황에서, (N-1)개의 추가적인 TRP들로부터 전송되는 PDSCH에 대한 제어 정보를 serving TRP로부터 전송되는 PDSCH에 대한 제어 정보와 동일한 DCI(Long DCI)에서 전송하는 예시이다. 즉, 단말은 단일 DCI를 통하여 서로 다른 TRP들(TRP#0~TRP#(N-1))로부터 전송되는 PDSCH들에 대한 제어 정보를 획득할 수 있다. case #4(2040)의 경우, 단말의 DCI 블라인드 디코딩(blind decoding)의 복잡도가 증가하지 않을 수 있으나, long DCI payload 제한에 따라 협력 TRP들의 수가 제한되는 등 PDSCH 제어 또는 할당 자유도가 낮을 수 있다.

[0462] 이후의 설명 및 실시 예들에서 sDCI는 shortened DCI, secondary DCI, 또는 협력 TRP에서 전송되는 PDSCH 제어 정보를 포함하는 normal DCI (상기 설명한 DCI format 1_0 내지 1_1) 등 다양한 보조 DCI들을 지칭할 수 있으며 특별한 제한이 명시되지 않은 경우 해당 설명은 상기 다양한 보조 DCI들에 유사하게 적용이 가능한 것이다.

[0463] 이후의 설명 및 실시예들에서는 NC-JT 지원을 위하여 하나 이상의 DCI (PDCCH)가 사용되는 전술한 case #1(2010), case #2(2020), case #3(2030)의 경우를 multiple PDCCH 기반 NC-JT로 구분하고, NC-JT 지원을 위하

여 단일 DCI (PDCCH)가 사용되는 전술한 case #4(2040)의 경우를 single PDCCH 기반 NC-JT로 구분할 수 있다. Multiple PDCCH 기반의 PDSCH 전송에서는 serving TRP(TRP#0)의 DCI가 스케줄링되는 CORESET과 협력 TRP들 (TRP#1 내지 TRP#(N-1))의 DCI가 스케줄링되는 CORESET이 구분될 수 있다. CORESET들을 구분하기 위한 방법으로, CORESET별 상위 계층 지시자를 통해 구분하는 방법, CORESET별 빔 설정을 통해 구분하는 방법 등이 있을 수 있다. 또한, single PDCCH 기반 NC-JT에서는 단일 DCI가 복수 개의 PDSCH를 스케줄링하는 대신, 복수 개의 레이어들을 갖는 단일 PDSCH를 스케줄링하며, 상술한 복수 개의 레이어들은 다수의 TRP들로부터 전송될 수 있다. 이때, 레이어와 해당 레이어를 전송하는 TRP 간의 연결 관계는 레이어에 대한 TCI(Transmission Configuration Indicator) indication 을 통해 지시될 수 있다.

[0464] 본 개시의 실시예들에서 "협력 TRP"는 실제 적용 시 "협력 패널(panel)" 또는 "협력 빔(beam)" 등 다양한 용어로 대체될 수 있다.

[0465] 본 개시의 실시예들에서 "NC-JT가 적용되는 경우"라 함은 "단말이 하나의 BWP에서 동시에 하나 이상의 PDSCH를 수신하는 경우", "단말이 하나의 BWP에서 동시에 두 개 이상의 TCI indication을 기초로 PDSCH를 수신하는 경우", "단말이 수신한 PDSCH가 하나 이상의 DMRS 포트 그룹(port group)에 연관(association) 된 경우" 등 상황에 맞게 다양하게 해석되는 것이 가능하나 설명의 편의상 한 가지 표현으로 사용하였다.

[0466] 본 개시에서 NC-JT를 위한 무선 프로토콜 구조는 TRP 전개 시나리오에 따라 다양하게 사용될 수 있다. 일례로 협력 TRP 간 backhaul 지연이 없거나 작은 경우 도 18의 참조 번호 1820과 유사하게 MAC layer multiplexing에 기초한 구조를 사용하는 방법(CA-like method)이 가능하다. 반면에, 협력 TRP들 간 backhaul 지연이 무시할 수 없을 만큼 큰 경우 (예를 들어 협력 TRP들 간 CSI, scheduling, HARQ-ACK 등의 정보 교환에 2 ms 이상의 시간이 필요한 경우) 도 18의 참조 번호 1830과 유사하게 RLC layer 부터 TRP 별 독립적인 구조를 사용하여 지연에 강한 특성을 확보하는 방법(DC-like method)이 가능하다.

[0467] 상기한 C-JT / NC-JT를 지원하는 단말은 상위 계층 설정으로부터 C-JT / NC-JT 관련 파라미터 또는 세팅 값을 수신하고, 이를 기초로 단말의 RRC 파라미터를 세팅할 수 있다. 상위 계층 설정을 위해 단말은 UE capability 파라미터, 예를 들어 tci-StatePDSCH를 활용할 수 있다. 여기서 UE capability 파라미터, 예를 들어 tci-StatePDSCH는 PDSCH 전송을 목적으로 TCI states를 정의할 수 있으며, TCI states의 개수는 FR1(frequency range 1)에서 4, 8, 16, 32, 64, 128로, FR2에서는 64, 128로 설정될 수 있고, 설정된 개수 중에 MAC CE 메시지를 통해 DCI의 TCI 필드 3 bits로 지시될 수 있는 최대 8개의 상태가 설정될 수 있다. 상기 최대값 128은 단말의 capability signaling에 포함되어 있는 tci-StatePDSCH 파라미터 내 maxNumberConfiguredTCIstatesPerCC가 지시하는 값을 의미한다. 이와 같이, 상위 레이어 설정부터 MAC CE 설정 까지 일련의 설정 과정은 1개의 TRP에서의 적어도 하나의 PDSCH를 위한 빔포밍 지시 또는 빔포밍 변경 명령에 적용될 수 있다.

[0468] [Multi-DCI 기반 Multi-TRP]

[0469] 본 개시의 일 실시예로서, multi-DCI 기반 multi-TRP 전송 방법에 대해 설명한다. Multi-DCI 기반 multi-TRP 전송 방법은 Multi-PDCCH에 기초하여 NC-JT 전송을 위한 하향링크 제어채널을 설정할 수 있다.

[0470] Multiple PDCCH에 기초한 NC-JT에서는 각 TRP의 PDSCH 스케줄을 위한 DCI 전송 시, TRP별로 구분되는 CORESET 또는 탐색 공간을 가질 수 있다. TRP별 CORESET 또는 탐색 공간은 다음의 경우들 중 적어도 하나와 같이 설정될 수 있다.

[0471] * CORESET 별 상위 레이어 인덱스 설정: 상위 레이어로 설정된 CORESET 설정 정보에는 인덱스 값이 포함될 수 있으며, 설정된 CORESET 별 인덱스 값으로 해당 CORESET에서 PDCCH를 전송하는 TRP가 구분될 수 있다. 즉, 상위 레이어 인덱스 값이 동일한 CORESET들의 집합에서는 동일 TRP가 PDCCH를 전송한다고 간주되거나 동일 TRP의 PDSCH를 스케줄하는 PDCCH가 전송된다고 간주될 수 있다. 상술한 CORESET 별 인덱스는 CORESETPoolIndex와 같이 명명될 수 있으며, 동일한 CORESETPoolIndex 값이 설정된 CORESET들에 대해서는 동일한 TRP로부터 PDCCH가 전송된다고 간주할 수 있다. CORESETPoolIndex 값이 설정되지 않은 CORESET의 경우, CORESETPoolIndex의 기본값이 설정되었다고 간주할 수 있으며, 상술한 기본값은 0일 수 있다.

[0472] - 본 개시에서, 만약 상위 레이어 시그널링인 PDCCH-Config 내에 포함된 복수 개의 CORESET들 각각이 가지는 CORESETPoolIndex의 종류가 1개를 초과하는 경우, 즉 각 CORESET이 서로 다른 CORESETPoolIndex를 가지는 경우, 단말은 기지국이 multi-DCI 기반 multi-TRP 전송 방법을 사용할 수 있다고 간주할 수 있다.

[0473] - 이와 다르게, 본 개시에서, 만약 상위 레이어 시그널링인 PDCCH-Config 내에 포함된 복수 개의 CORESET들 각

각이 가지는 CORESETPoolIndex의 종류가 1개라면, 즉 모든 CORESET이 0 또는 1의 같은 CORESETPoolIndex를 가지는 경우, 단말은 기지국이 multi-DCI 기반 multi-TRP 전송 방법을 사용하지 않고 single-TRP를 사용해서 전송한다고 간주할 수 있다.

[0474] * 다수의 PDCCH-Config 설정: 하나의 BWP 내 다수의 PDCCH-Config가 설정되며, 각 PDCCH-Config는 TRP별 PDCCH 설정을 포함할 수 있다. 즉 하나의 PDCCH-Config에 TRP별 CORESET의 리스트 및/또는 TRP별 탐색공간의 리스트가 구성될 수 있으며 하나의 PDCCH-Config에 포함된 하나 이상의 CORESET 및 하나 이상의 탐색 공간은 특정 TRP에 해당하는 것으로 간주될 수 있다.

[0475] * CORESET 빔/빔 그룹 구성: CORESET 별로 설정되는 빔 혹은 빔 그룹을 통해 해당 CORESET에 대응하는 TRP가 구분될 수 있다. 예컨대 다수의 CORESET에 동일한 TCI state가 설정되는 경우, 해당 CORESET들은 동일한 TRP를 통해 전송된다고 간주되거나 해당 CORESET에서 동일 TRP의 PDSCH를 스케줄하는 PDCCH가 전송된다고 간주될 수 있다.

[0476] * 탐색공간 빔/빔 그룹 구성: 탐색공간별로 빔 혹은 빔 그룹을 구성하며, 이를 통해 탐색공간 별 TRP가 구분될 수 있다. 예컨대 다수의 탐색공간에 동일한 빔/빔 그룹 혹은 TCI state가 설정되는 경우, 해당 탐색공간에서는 동일 TRP가 PDCCH를 전송한다고 간주되거나 해당 탐색공간에서 동일 TRP의 PDSCH를 스케줄하는 PDCCH가 전송된다고 간주될 수 있다.

[0477] 상기와 같이 CORESET 또는 탐색 공간을 TRP별로 구분함으로써, 각 TRP 별 PDSCH 및 HARQ-ACK 정보 분류가 가능하며 이를 통해 TRP별 독립적인 HARQ-ACK codebook 생성 및 독립적인 PUCCH resource 사용이 가능하다.

[0478] 상기한 설정은 셀 별 혹은 BWP별로 독립적일 수 있다. 예컨대, PCe11에는 서로 다른 2개의 CORESETPoolIndex값이 설정되는 반면, 특정 SCell에는 CORESETPoolIndex값이 설정되지 않을 수 있다. 이 경우, PCe11에는 NC-JT 전송이 구성된 반면, 상기 CORESETPoolIndex값이 설정되지 않은 SCell에는 NC-JT 전송이 구성되지 않았다고 간주될 수 있다.

[0479] multi-DCI 기반 multi-TRP 전송 방법에 적용할 수 있는 PDSCH TCI state activation/deactivation MAC-CE는 상기도 21을 따를 수 있다. 여기서 MAC CE 내 각 필드의 의미 및 각 필드에 설정 가능한 값은 다음과 같다.

- **Serving Cell ID** (서빙셀 식별자): This field indicates the identity of the Serving Cell for which the MAC CE applies. The length of the field is 5 bits. If the indicated Serving Cell is configured as part of a simultaneousTCI-UpdateList1 or simultaneousTCI-UpdateList2 as specified in TS 38.331 [5], this MAC CE applies to all the Serving Cells configured in the set simultaneousTCI-UpdateList1 or simultaneousTCI-UpdateList2, respectively;
- **BWP ID** (대역폭부분 식별자): This field indicates a DL BWP for which the MAC CE applies as the codepoint of the DCI bandwidth part indicator field as specified in TS 38.212 [9]. The length of the BWP ID field is 2 bits. This field is ignored if this MAC CE applies to a set of Serving Cells;
- **T_i** (TCI state 식별자): If there is a TCI state with TCI-StateId i as specified in TS 38.331 [5], this field indicates the activation/deactivation status of the TCI state with TCI-StateId i, otherwise MAC entity shall ignore the T_i field. The T_i field is set to 1 to indicate that the TCI state with TCI-StateId i shall be activated and mapped to the codepoint of the DCI Transmission Configuration Indication field, as specified in TS 38.214 [7]. The T_i field is set to 0 to indicate that the TCI state with TCI-StateId i shall be deactivated and is not mapped to the codepoint of the DCI Transmission Configuration Indication field. The codepoint to which the TCI State is mapped is determined by its ordinal position among all the TCI States with T_i field set to 1, i.e. the first TCI State with T_i field set to 1 shall be mapped to the codepoint value 0, second TCI State with T_i field set to 1 shall be mapped to the codepoint value 1 and so on. The maximum number of activated TCI states is 8;
- **CORESET Pool ID** (CORESET Pool ID 식별자): This field indicates that mapping between the activated TCI states and the codepoint of the DCI Transmission Configuration Indication set by field T_i is specific to the ControlResourceSetId configured with CORESET Pool ID as specified in TS 38.331 [5]. This field set to 1 indicates that this MAC CE shall be applied for the DL transmission scheduled by CORESET with the CORESET pool ID equal to 1, otherwise, this MAC CE shall be applied for the DL transmission scheduled by CORESET pool ID equal to 0. If the coresetPoolIndex is not configured for any CORESET, MAC entity shall ignore the CORESET Pool ID field in this MAC CE when receiving the MAC CE. If the Serving Cell in the MAC CE is configured in a cell list that contains more than one Serving Cell, the CORESET Pool ID field shall be ignored when receiving the MAC CE.

[0480]

[0481] 만약 단말이 상위 레이어 시그널링 PDCCH-Config 내의 모든 CORESET들 각각에 대해 CORESETPoolIndex를 설정받지 않은 경우, 단말은 해당 MAC-CE (21-50) 내의 CORESET Pool ID 필드 (21-55)를 무시할 수 있다. 만약 단

말이 multi-DCI 기반 multi-TRP 전송 방법을 지원할 수 있는 경우, 즉 단말이 상위 레이어 시그널링 PDCCH-Config 내의 각 CORESET이 서로 다른 CORESETPoolIndex를 가지는 경우, 단말은 해당 MAC-CE (21-50) 내의 CORESET Pool ID 필드 (21-55) 값과 같은 CORESETPoolIndex 값을 가지는 CORESET들에서 전송되는 PDCCH가 포함하는 DCI 내의 TCI state를 활성화시킬 수 있다. 일례로, 해당 MAC-CE (21-50) 내의 CORESET Pool ID 필드 (21-55) 값이 0이면, CORESETPoolIndex가 0인 CORESET들로부터 전송되는 PDCCH가 포함하는 DCI 내의 TCI state는 해당 MAC-CE의 활성화 정보를 따를 수 있다.

[0482] 단말은 기지국으로부터 multi-DCI 기반 multi-TRP 전송 방법을 사용할 수 있도록 설정 받은 경우, 즉 상위 레이어 시그널링인 PDCCH-Config 내에 포함된 복수 개의 CORESET들 각각이 가지는 CORESETPoolIndex의 총류가 1개를 초과하는 경우 또는 각 CORESET이 서로 다른 CORESETPoolIndex를 가지는 경우, 단말은 서로 다른 두 CORESETPoolIndex를 가지는 각 CORESET 내의 PDCCH로부터 스케줄링 받은 PDSCH들에 대해, 다음과 같은 제약이 존재함을 알 수 있다.

[0483] 1) 단말은 서로 다른 두 CORESETPoolIndex를 가지는 각 CORESET 내의 PDCCH로부터 지시된 PDSCH가 완전히 혹은 부분적으로 오버랩 되는 경우, 각 PDCCH로부터 지시된 TCI state들은 서로 다른 CDM 그룹에 각각 적용할 수 있다. 즉 1개의 CDM 그룹에 2개 이상의 TCI state가 적용되지 않을 수 있다.

[0484] 2) 단말은 서로 다른 두 CORESETPoolIndex를 가지는 각 CORESET 내의 PDCCH로부터 지시된 PDSCH가 완전히 혹은 부분적으로 오버랩 되는 경우, 각 PDSCH의 실제 front loaded DMRS 심볼 개수, 실제 additional DMRS 심볼 개수, 실제 DMRS 심볼의 위치, DMRS type이 서로 다르지 않을 것을 기대할 수 있다.

[0485] 3) 단말은 서로 다른 두 CORESETPoolIndex를 가지는 각 CORESET 내의 PDCCH로부터 지시된 대역폭부분이 같고 부반송파 간격 또한 같을 것을 기대할 수 있다.

[0486] 4) 단말은 서로 다른 두 CORESETPoolIndex를 가지는 각 CORESET 내의 PDCCH로부터 스케줄링된 PDSCH에 대한 정보는 각 PDCCH가 온전히 포함할 것을 기대할 수 있다.

[0487] [Single-DCI 기반 Multi-TRP]

[0488] 본 개시의 일 실시예로서, single-DCI 기반 multi-TRP 전송 방법에 대해 설명한다. Single-DCI 기반 multi-TRP 전송 방법은 single-PDCCH에 기초하여 NC-JT 전송을 위한 하향링크 제어채널을 설정할 수 있다.

[0489] Single DCI 기반 multi-TRP 전송 방법에서는 하나의 DCI로 다수의 TRP가 전송하는 PDSCH를 스케줄할 수 있다. 이 때, 해당 PDSCH를 전송하는 TRP의 수를 지시하기 방법으로 TCI states의 수가 사용될 수 있다. 즉, PDSCH를 스케줄하는 DCI에 지시된 TCI states 수가 2개이면 single PDCCH 기반 NC-JT 전송, TCI states 수가 1개이면 single-TRP 전송으로 간주될 수 있다. 상기한 DCI에 지시되는 TCI states는 MAC-CE로 activation 된 TCI states 중 하나 또는 두 TCI states에 대응할 수 있다. DCI의 TCI states가 MAC-CE로 activation 된 두 TCI states에 대응되는 경우에는, DCI에서 지시된 TCI codepoint 와 MAC-CE로 activation 된 TCI states 간의 대응 관계가 성립하며, 상기 TCI codepoint에 대응하는, MAC-CE로 activation 된 TCI states가 2개일 수 있다.

[0490] 또 다른 일례로, 만약 DCI 내 TCI state 필드의 모든 codepoint들 중 적어도 하나의 codepoint가 두 개의 TCI state를 가리키는 경우, 단말은 기지국이 single-DCI 기반 multi-TRP 방법에 기반하여 전송할 수 있음을 간주할 수 있다. 이 때 TCI state 필드 내에서 두 개의 TCI state를 가리키는 적어도 하나의 codepoint는 Enhanced PDSCH TCI state activation/deactivation MAC-CE를 통해 활성화될 수 있다.

[0491] 도 22는 Enhanced PDSCH TCI state activation/deactivation MAC-CE 구조를 나타내는 도면이다. 해당 MAC CE 내 각 필드의 의미 및 각 필드에 설정 가능한 값은 다음과 같다.

- **Serving Cell ID:** This field indicates the identity of the Serving Cell for which the MAC CE applies. The length of the field is 5 bits. If the indicated Serving Cell is configured as part of a *simultaneousTCI-UpdateList1* or *simultaneousTCI-UpdateList2* as specified in TS 38.331 [5], this MAC CE applies to all the Serving Cells configured in the set *simultaneousTCI-UpdateList1* or *simultaneousTCI-UpdateList2*, respectively;
- **BWP ID:** This field indicates a DL BWP for which the MAC CE applies as the codepoint of the DCI bandwidth part indicator field as specified in TS 38.212 [9]. The length of the BWP ID field is 2 bits;
- **C_i:** This field indicates whether the octet containing TCI state ID_{i,2} is present. If this field is set to "1", the octet containing TCI state ID_{i,2} is present. If this field is set to "0", the octet containing TCI state ID_{i,2} is not present;
- **TCI state ID_{i,j}:** This field indicates the TCI state identified by TCI-StateId as specified in TS 38.331 [5], where i is the index of the codepoint of the DCI Transmission configuration indication field as specified in TS 38.212 [9] and TCI state ID_{i,j} denotes the j-th TCI state indicated for the i-th codepoint in the DCI Transmission Configuration Indication field. The TCI codepoint to which the TCI States are mapped is determined by its ordinal position among all the TCI codepoints with sets of TCI state ID_{i,j} fields, i.e. the first TCI codepoint with TCI state ID_{0,1} and TCI state ID_{0,2} shall be mapped to the codepoint value 0, the second TCI codepoint with TCI state ID_{1,1} and TCI state ID_{1,2} shall be mapped to the codepoint value 1 and so on. The TCI state ID_{i,2} is optional based on the indication of the C_i field. The maximum number of activated TCI codepoint is 8 and the maximum number of TCI states mapped to a TCI codepoint is 2.
- **R:** Reserved bit, set to "0".

[0492]

[0493]

도 22에서 만약 C₀ 필드 (2205)의 값이 1이면, 해당 MAC-CE는 TCI state ID_{0,1} 필드 (2210)에 추가적으로 TCI state ID_{0,2} 필드 (2215)를 포함할 수 있다. 이는 DCI 내에 포함된 TCI state 필드의 0번째 codepoint에 대해 TCI state ID_{0,1} 및 TCI state ID_{0,2}가 활성화되는 것을 의미하며, 기지국이 해당 codepoint를 단말에게 지시한다면 단말은 두 개의 TCI state를 지시받을 수 있다. 만약 C₀ 필드 (2205)의 값이 0이면, 해당 MAC-CE는 TCI state ID_{0,2} 필드 (2215)를 포함할 수 없고, 이는 DCI 내에 포함된 TCI state 필드의 0번째 codepoint에 대해 TCI state ID_{0,1}에 대응되는 1개의 TCI state가 활성화되는 것을 의미한다.

[0494]

상기한 설정은 셀 별 혹은 BWP별로 독립적일 수 있다. 예컨대, PCell에는 하나의 TCI codepoint에 대응하는 activated TCI states가 최대 2개인 반면, 특정 SCell에는 하나의 TCI codepoint에 대응하는 activated TCI states가 최대 1개일 수 있다. 이 경우, PCell에는 NC-JT 전송이 구성된 반면, 상술한 SCell에는 NC-JT 전송이 구성되지 않았다고 간주될 수 있다.

[0495]

[Single-DCI 기반 Multi-TRP PDSCH 반복 전송 기법 (TDM/FDM/SDM) 구별 방법]

[0496]

다음으로 single-DCI 기반 multi-TRP PDSCH 반복 전송 기법의 구별 방법에 대해 서술한다. 단말은 기지국으로부터 DCI 필드로 지시되는 값 및 상위 레이어 시그널링 설정에 따라, 서로 다른 single-DCI 기반 multi-TRP PDSCH 반복 전송 기법 (예를 들어, TDM, FDM, SDM)을 지시 받을 수 있다. 하기 표 32는 특정 DCI 필드의 값 및 상위 레이어 시그널링 설정에 따라 단말에게 지시되는 단일 혹은 다중 TRP 기반의 기법들 간 구별 방법을 나타낸다.

[0497]

[표 32]

조합	TCI state 개수	CDM 그룹 개수	repetitionNumber 설정 및 지시 조건	repetitionScheme 설정 관련	단말에게 지시된 전송 기법
1	1	≥1	Condition 2	Not configured	Single-TRP
2	1	≥1	Condition 2	Configured	Single-TRP
3	1	≥1	Condition 3	Configured	Single-TRP
4	1	1	Condition 1	Configured or not configured	Single-TRP TDM scheme B
5	2	2	Condition 2	Not configured	Multi-TRP SDM
6	2	2	Condition 3	Not configured	Multi-TRP SDM
7	2	2	Condition 3	Configured	Multi-TRP SDM
8	2	2	Condition 3	Configured	Multi-TRP FDM scheme A/FDM scheme B/TDM scheme A
9	2	2	Condition 1	Not configured	Multi-TRP TDM scheme B
8	2	2	Condition 3	Configured	Multi-TRP FDM scheme A/FDM scheme B/TDM scheme A
9	2	2	Condition 1	Not configured	Multi-TRP TDM scheme B

[0498]

상기 표 32에서, 각 열에 대해 다음과 같이 설명할 수 있다.

[0499]

- TCI state 개수 (2열): DCI 내의 TCI state 필드로 지시되는 TCI state의 개수를 의미하며, 1개 혹은 2개가

[0500]

될 수 있다.

- [0501] - CDM 그룹 개수 (3열): DCI 내의 Antenna port 필드로 지시되는 DMRS 포트들의 서로 다른 CDM 그룹의 개수를 의미한다. 1, 2 내지 3이 될 수 있다.
- [0502] - repetitionNumber 설정 및 지시 조건 (4열): DCI 내의 Time Domain Resource Allocation 필드로 지시될 수 있는 모든 TDRA entry에 대한 repetitionNumber의 설정 여부와 실제 지시된 TDRA entry가 repetitionNumber 설정을 가지고 있는 지에 따라 3개의 조건을 가질 수 있다.
- [0503] * Condition 1: Time Domain Resource Allocation 필드로 지시될 수 있는 모든 TDRA entry 중 적어도 1개가 repetitionNumber에 대한 설정을 포함하고, DCI 내의 Time Domain Resource Allocation 필드로 지시된 TDRA entry가 1보다 큰 repetitionNumber에 대한 설정을 포함하는 경우
- [0504] * Condition 2: Time Domain Resource Allocation 필드로 지시될 수 있는 모든 TDRA entry 중 적어도 1개가 repetitionNumber에 대한 설정을 포함하고, DCI 내의 Time Domain Resource Allocation 필드로 지시된 TDRA entry가 repetitionNumber에 대한 설정을 포함하지 않는 경우
- [0505] * Condition 3: Time Domain Resource Allocation 필드로 지시될 수 있는 모든 TDRA entry가 repetitionNumber에 대한 설정을 포함하지 않는 경우
- [0506] - repetitionScheme 설정 관련 (5열): 상위 레이어 시그널링인 repetitionScheme의 설정 여부를 의미한다. 상위 레이어 시그널링인 repetitionScheme은 'tdmSchemeA', 'fdmSchemeA', 'fdmSchemeB' 중 1가지를 설정 받을 수 있다.
- [0507] - 단말에게 지시된 전송 기법 (6열): 상기 표 32로 표현되는 각 조합 (1열)에 따라 지시되는 단일 혹은 다중 TRP 기법들을 의미한다.
- [0508] * Single-TRP: 단일 TRP 기반 PDSCH 전송을 의미한다. 만약 단말이 상위 레이어 시그널링 PDSCH-config 내의 pdsch-AggregationFactor를 설정 받았다면, 단말은 설정 받은 횟수만큼 단일 TRP 기반 PDSCH 반복 전송을 스케줄링 받을 수 있다. 그렇지 않다면, 단말은 단일 TRP 기반 PDSCH 단일 전송을 스케줄링 받을 수 있다.
- [0509] * Single-TRP TDM scheme B: 단일 TRP 기반 슬롯 간 시간 자원 분할 기반 PDSCH 반복 전송을 의미한다. 상술한 repetitionNumber 관련 Condition 1에 따라, 단말은 Time Domain Resource Allocation 필드로 지시된 TDRA entry에 설정된 1보다 큰 repetitionNumber 횟수의 슬롯 개수만큼 시간 차원 상으로 PDSCH를 반복 전송한다. 이때 repetitionNumber 횟수만큼의 각 슬롯마다, TDRA entry로 지시된 PDSCH의 시작 심볼 및 심볼 길이를 동일하게 적용하고, 각 PDSCH 반복 전송마다 동일한 TCI state를 적용한다. 해당 기법은 시간 자원 상에서 슬롯 간 PDSCH 반복 전송을 수행한다는 점에서는 slot aggregation 방식과 유사하지만, DCI 내의 Time Domain Resource Allocation 필드를 기반으로 반복 전송 지시 여부를 동적으로 결정할 수 있다는 점에서 slot aggregation과 차이가 있다.
- [0510] * Multi-TRP SDM: 다중 TRP 기반 공간 자원 분할 PDSCH 전송 방식을 의미한다. 이는 각 TRP로부터 레이어를 나눠서 수신하는 방법으로, 반복 전송 방식은 아니지만 레이어 수를 증가시켜 코딩율을 낮춰서 전송할 수 있다는 점에서 PDSCH 전송의 신뢰도를 상승시킬 수 있다. 단말은 기지국으로부터 지시 받은 2개의 CDM 그룹 각각에 대해, DCI 내의 TCI state 필드를 통해 지시 받은 2개의 TCI state를 각각 적용하여 PDSCH를 수신할 수 있다.
- [0511] * Multi-TRP FDM scheme A: 다중 TRP 기반 주파수 자원 분할 PDSCH 전송 방식을 의미하며, 1개의 PDSCH 전송 위치(occasion)을 가지게 되어 multi-TRP SDM처럼 반복 전송은 아니지만 주파수 자원량을 증가시켜 코딩율을 낮춰서 높은 신뢰도로 전송할 수 있는 기법이다. Multi-TRP FDM scheme A는 서로 겹치지 않는 주파수 자원에 대해 DCI 내의 TCI state 필드를 통해 지시 받은 2개의 TCI state를 각각 적용할 수 있다. 만약 PRB 번들링 크기가 wideband로 결정된다면, 단말은 Frequency Domain Resource Allocation 필드로 지시된 RB 개수가 N인 경우, 첫 $\lceil N/2 \rceil$ 개의 RB들은 첫 번째 TCI state를 적용하고, 나머지 $\lfloor N/2 \rfloor$ 개의 RB들은 두 번째 TCI state를 적용하여 수신한다. 여기서 $\lceil \cdot \rceil$ 및 $\lfloor \cdot \rfloor$ 은 소수점 첫 째 자리에 대해 올림 및 버림을 의미하는 연산자이다. 만약 PRB 번들링 크기가 2 또는 4로 결정되는 경우, 짝수 번째 PRG들은 첫 번째 TCI state를 적용하고, 홀수 번째 PRG들은 두 번째 TCI state를 적용하여 수신한다.

- [0512]
 - Multi-TRP FDM scheme B: 다중 TRP 기반 주파수 자원 분할 PDSCH 반복 전송 방식을 의미하며, 2개의 PDSCH 전송 위치(occasion)를 가지게 되어 각 위치에 PDSCH를 반복 전송할 수 있다. Multi-TRP FDM scheme B도 A와 동일하게, 서로 겹치지 않는 주파수 자원에 대해 DCI 내의 TCI state 필드를 통해 지시 받은 2개의 TCI state를 각각 적용할 수 있다. 만약 PRB 번들링 크기가 wideband로 결정된다면, 단말은 Frequency Domain Resource Allocation 필드로 지시된 RB 개수가 N인 경우, 첫 $\text{ceil}(N/2)$ 개의 RB들은 첫 번째 TCI state를 적용하고, 나머지 $\text{floor}(N/2)$ 개의 RB들은 두 번째 TCI state를 적용하여 수신한다. 여기서 $\text{ceil}(\cdot)$ 및 $\text{floor}(\cdot)$ 은 소수점 첫째 자리에 대해 올림 및 버림을 의미하는 연산자이다. 만약 PRB 번들링 크기가 2 또는 4로 결정되는 경우, 짝수 번째 PRG들은 첫 번째 TCI state를 적용하고, 홀수 번째 PRG들은 두 번째 TCI state를 적용하여 수신한다.
- [0513]
 - Multi-TRP TDM scheme A: 다중 TRP 기반 시간 자원 분할 슬롯 내 PDSCH 반복 전송 방식을 의미한다. 단말은 한 슬롯 내에서 2개의 PDSCH 전송 위치(occasion)를 갖게 되고, 첫 번째 수신 위치는 DCI 내의 Time Domain Resource Allocation 필드를 통해 지시받은 PDSCH의 시작 심볼 및 심볼 길이에 기반하여 결정될 수 있다. PDSCH의 두 번째 수신 위치의 시작 심볼은 첫 번째 전송 위치의 마지막 심볼로부터 상위 레이어 시그널링인 $\text{StartingSymbolOffset}K$ 만큼 심볼 오프셋을 적용한 위치가 될 수 있으며, 이로부터 지시받은 심볼 길이만큼 전송 위치를 결정할 수 있다. 만약 상위 레이어 시그널링인 $\text{StartingSymbolOffset}K$ 가 설정되지 않았다면, 심볼 오프셋은 0으로 간주할 수 있다.
- [0514]
 - Multi-TRP TDM scheme B: 다중 TRP 기반 시간 자원 분할 슬롯 간 PDSCH 반복 전송 방식을 의미한다. 단말은 한 슬롯 내에서 1개의 PDSCH 전송 위치(occasion)를 갖게 되고, DCI 내의 Time Domain Resource Allocation 필드를 통해 지시 받은 repetitionNumber 횟수만큼의 슬롯 동안 동일한 PDSCH의 시작 심볼 및 심볼 길이에 기반하여 반복 전송을 수신할 수 있다. 만약 repetitionNumber가 2라면, 단말은 첫 번째 및 두 번째 슬롯의 PDSCH 반복 전송은 각각 첫 번째 및 두 번째 TCI state를 적용하여 수신할 수 있다. 만약 repetitionNumber가 2보다 큰 경우, 단말은 상위 레이어 시그널링인 tciMapping이 어떤 것으로 설정됨에 따라 서로 다른 TCI state 적용 방식을 사용할 수 있다. 만약 tciMapping이 cyclicMapping으로 설정된 경우, 첫 번째 및 두 번째 TCI state는 첫 번째 및 두 번째 PDSCH 전송 위치에 각각 적용되고, 이와 같은 TCI state 적용 방법을 나머지 PDSCH 전송 위치에도 동일하게 적용한다. 만약 tciMapping이 sequentialMapping으로 설정된 경우, 첫 번째 TCI state는 첫 번째 및 두 번째 PDSCH 전송 위치에 적용되고, 두 번째 TCI state는 세 번째 및 네 번째 PDSCH 전송 위치에 적용되며, 이와 같은 TCI state 적용 방법을 나머지 PDSCH 전송 위치에도 동일하게 적용한다.
- [0515]

상술한 PDCCH 송수신 설정 및 전송 빔 설정 관련 설명들을 참조하면, 현재 Rel-15/16 NR에서는 PDCCH 반복 전송이 지원되지 않으므로, URLLC와 같은 고신뢰도가 필요한 시나리오에서 요구 신뢰도를 달성하기 어려울 수 있다. 한편, Rel-17 FeMIMO에서는 PDCCH에 대한 반복 전송을 통해 PDCCH의 수신 신뢰도를 향상시키는 방법에 대해 표준화를 진행하고 있다. PDCCH의 반복 전송 방법으로는 대표적으로 상위 레이어 시그널링으로 명시적으로 연결된 복수 개의 탐색공간 각각에 연결된 제어자원세트들을 서로 다른 TRP를 통해 시간 혹은 주파수 자원을 분리하여 반복 전송하는 non-SFN 방식과, 1개의 제어자원세트에 복수 개의 TCI state를 설정하여 SFN 방식으로 반복 전송하는 방법이 있을 수 있다. 이 중, non-SFN 방식에 대해서, 상위 레이어 시그널링으로 명시적으로 연결된 복수 개의 탐색공간에는 서로 다른 제어자원세트가 각각 연결될 수도 있고, 모든 탐색공간에 같은 제어자원세트가 연결될 수 있다.
- [0516]

한편, 앞서 파워 헤드룸 관련 동작에서 상술한 것과 같이 파워 헤드룸 정보를 계산하는 유형 (actual PHR 또는 virtual PHR)은 파워 헤드룸이 보고되는 PUSCH를 스케줄하는 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷 (first DCI format)을 검출한 PDCCH 모니터링 구간에 따라 단말이 결정한다. 하지만 PDCCH의 수신 신뢰도 향상을 위해 반복 전송한다면, 복수 개의 PDCCH 모니터링 구간이 존재할 수 있다. 또한 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷이 단순히 가장 최초로 단말이 수신한 PDCCH에 기반하는지 전체 PDCCH 반복 전송을 모두 수신하는 동작에 기반하는지 PDCCH를 성공적으로 디코딩한 동작에 기반하는지 모호할 수 있다. 또한 활성화된 지원 셀들에 대해서도 각 지원 셀의 상향링크 신호 전송을 위한 하향링크 제어정보도 반복 전송될 수 있다. 이때, 파워 헤드룸 계산 유형을 결정하기 위한 타임라인 이전에 모든 PDCCH 반복 전송을 수신하였는지 또는 일부 PDCCH 반복 전송을 수신하였는지에 따라 단말의 파워 헤드룸 계산 유형을 결정하는 방법이 필요할 수 있다. 따라서 본 개시에서는 다중 TRP를 고려한 PDCCH 반복 전송에 따른 파워 헤드룸을 보고하기 위한 방법을 자세히 설명한다.
- [0517]

본 개시의 이하 설명에서 편의를 위하여 TCI state 내지 spatial relation information 등의 상위계층/L1 파라미터, 혹은 cell ID, TRP ID, panel ID 등의 지시자를 통하여 구분될 수 있는 셀, 전송 지점, 패널, 빔 또는/및

전송 방향 등을 TRP(transmission reception point, 전송 지점)로 통일하여 기술한다. 따라서 실제 적용 시 TRP는 상기 용어들 중 하나로 적절히 대체되는 것이 가능하다.

- [0518] 이하 본 개시에서 단말은 협력 통신 적용 여부를 판단함에 있어 협력 통신이 적용되는 PDSCH를 할당하는 PDCCH(들)이 특정 포맷을 가지거나, 또는 협력 통신이 적용되는 PDSCH를 할당하는 PDCCH(들)이 협력 통신 적용 여부를 알려주는 특정 지시자를 포함하거나, 또는 협력 통신이 적용되는 PDSCH를 할당하는 PDCCH(들)이 특정 RNTI로 스캐램블링 되거나, 또는 상위 계층 시그널링을 통해 지시되는 특정 구간에서 협력 통신 적용을 가정하거나 하는 등 다양한 방법들을 사용하는 것이 가능하다. 이후 설명의 편의를 위하여 단말이 상기와 유사한 조건들을 기반으로 협력 통신이 적용된 PDSCH를 수신하는 것을 NC-JT case로 지칭하도록 하겠다.
- [0519] 이하 본 개시를 설명함에 있어서, 상위 계층 시그널링이라 함은 하기의 시그널링 중에서 적어도 하나 또는 하나 이상의 조합에 해당하는 시그널링 일 수 있다.
- [0520] - MIB (Master Information Block)
- [0521] - SIB (System Information Block) 또는 SIB X (X=1, 2, ...)
- [0522] - RRC (Radio Resource Control)
- [0523] - MAC (Medium Access Control) CE (Control Element)
- [0524] 또한, L1 시그널링이라 함은 하기의 물리 계층 채널 또는 시그널링을 이용한 시그널링 방법 중에서 적어도 하나 또는 하나 이상의 조합에 해당하는 시그널링 일 수 있다.
- [0525] - PDCCH (Physical Downlink Control Channel)
- [0526] - DCI (Downlink Control Information)
- [0527] - 단말-특정 (UE-specific) DCI
- [0528] - 그룹 공통 (Group common) DCI
- [0529] - 공통 (Common) DCI
- [0530] - 스케줄링 DCI (예를 들어 하향링크 또는 상향링크 데이터를 스케줄링하는 목적으로 사용되는 DCI)
- [0531] - 비스케줄링 DCI (예를 들어 하향링크 또는 상향링크 데이터를 스케줄링하는 목적이 아닌 DCI)
- [0532] - PUCCH (Physical Uplink Control Channel)
- [0533] - UCI (Uplink Control Information)
- [0534] 이하 본 개시에서 A 와 B 간 우선순위를 결정한다 함은 미리 정해진 우선순위 규칙(priority rule)에 따라 더 높은 우선순위를 가지는 것을 선택하여 그에 해당하는 동작을 수행하거나 또는 더 낮은 우선순위를 가지는 것에 대한 동작을 생략(omit or drop)하는 등 다양하게 언급될 수 있다.
- [0535] 이하 본 개시에서는 다수의 실시예를 통하여 상기 예제들을 설명하나 이는 독립적인 것들이 아니며 하나 이상의 실시 예가 동시에 또는 복합적으로 적용되는 것이 가능하다.
- [0536] <제 1 실시 예: 다중 TRP 기반 PDCCH 반복 전송 방법>
- [0537] 본 개시의 일 실시예로, 다중 TRP를 고려한 PDCCH 반복 전송 방법에 대해 설명한다. 다중 TRP를 고려한 PDCCH 반복 전송은, 각 TRP에서 PDCCH의 전송 시 적용될 각 TCI state를, PDCCH 전송에 사용되는 전송할 다양한 파라미터들에 어떻게 적용할 지에 따라 다양한 방법이 존재할 수 있다. 일례로, 서로 다른 TCI state를 적용할 PDCCH 전송에 사용되는 다양한 파라미터들에는 CCE, PDCCH 후보군, 제어자원세트, 탐색공간 등이 포함될 수 있다. 다중 TRP를 고려한 PDCCH 반복 전송 시, 단말의 수신 방식에는 소프트 콤바이닝(soft combining), 셀렉션(selection) 방식 등이 고려될 수 있다.
- [0538] 다중 TRP를 통한 PDCCH 반복 전송에는 다음의 5가지 방법들이 존재할 수 있고, 기지국은 단말에게 5가지 방법들 중 적어도 하나에 대해 상위 계층 시그널링을 통해 설정하거나, L1 시그널링을 통해 지시하거나, 상위 계층 시그널링과 L1 시그널링의 조합으로 설정 및 지시할 수 있다.
- [0539] [방법 1-1] 동일 페이로드를 갖는 복수 개의 PDCCH 반복 전송 방법

- [0540] 방법 1-1은 DCI 포맷 및 페이로드가 동일한 다수의 제어 정보를 반복 전송하는 방법이다. 상술한 제어 정보 각각에는 반복 전송되는 PDSCH, 예컨대 다수의 슬롯들에 걸쳐 반복 전송되는 {PDSCH#1, PDSCH#2, ..., PDSCH#Y}를 스케줄하는 정보가 포함될 수 있다. 반복 전송되는 제어 정보 각각의 페이로드가 동일하다는 것은, 제어 정보 각각의 PDSCH 스케줄링 정보, 예컨대 PDSCH 반복 전송 횟수, 시간 축 PDSCH 자원 할당 정보, 즉 제어 정보와 PDSCH#1 간의 슬롯 오프셋(K₀)과 PDSCH 심볼 수 등, 주파수 축 PDSCH 자원 할당 정보, DMRS 포트 할당 정보, PDSCH-to-HARQ-ACK 타이밍, PUCCH resource 지시자, 등이 모두 동일하다는 것으로 표현될 수 있다. 단말은 동일한 페이로드를 갖는 반복 전송 제어 정보들을 soft combine 함으로써 제어 정보의 수신 신뢰도를 향상시킬 수 있다.
- [0541] 상기 soft combine을 위해, 단말은 반복 전송될 제어 정보의 자원 위치 및 반복 전송 수 등을 사전에 알 필요가 있다. 이를 위해 기지국은 상술한 반복 전송 제어 정보의 시간 축(time domain), 주파수 축(frequency domain), 공간 축(spatial domain) 자원 구성을 사전에 지시할 수 있다. 시간 축으로 제어 정보가 반복 전송되는 경우 제어 정보가 서로 다른 CORESET에 걸쳐 반복 전송되거나, 한 CORESET 내에서 서로 다른 search space set에 걸쳐 반복 전송되거나, 한 CORESET 및 한 search space set 내 서로 다른 PDCCH monitoring occasion에 걸쳐 반복 전송될 수 있다. 시간 축에서 반복 전송되는 자원의 단위(CORESET 단위, search space set 단위, PDCCH monitoring occasion 단위) 및 반복 전송 자원의 위치(PDCCH candidate index 등)는 기지국의 상위 계층 설정 등을 통해 지시될 수 있다. 이 때 PDCCH의 반복 전송 횟수 및/또는 반복 전송에 참여하는 TRP의 목록 및 전송 패턴은 명시적으로 지시될 수 있으며, 명시적 지시 방법으로 상위 계층 지시 또는 MAC-CE/L1 시그널링 등이 사용될 수 있다. 이 때 TRP의 목록은 TCI state 혹은 전술한 QCL assumption의 형태로 지시될 수 있다.
- [0542] 주파수 축으로 제어 정보가 반복 전송되는 경우, 제어 정보가 서로 다른 CORESET에 걸쳐 반복 전송되거나, 한 CORESET 내에서 서로 다른 PDCCH candidate에 걸쳐 반복 전송되거나, CCE별로 반복 전송될 수 있다. 주파수 축에서 제어 정보가 반복 전송되는 자원의 단위 및 제어 정보가 반복 전송되는 자원의 위치는 기지국의 상위 계층 설정 등을 통해 지시될 수 있다. 또한, 제어 정보가 반복 전송되는 횟수 및/또는 반복 전송에 참여하는 TRP의 목록 및 전송 패턴은 명시적으로 지시될 수 있으며, 명시적 지시 방법으로 상위 레이어 지시 또는 MAC-CE/L1 시그널링 등이 사용될 수 있다. 이 때 TRP의 목록은 TCI state 혹은 전술한 QCL assumption의 형태로 지시될 수 있다.
- [0543] 공간 축으로 제어 정보가 반복 전송되는 경우 제어 정보가 서로 다른 CORESET에 걸쳐 반복 전송되거나, 한 CORESET에 둘 혹은 그 이상의 TCI state가 설정됨으로써 반복 전송될 수 있다.
- [0544] 본 개시의 일 실시 예로, 기지국이 PDCCH를 반복하여 전송하는 방법을 설명한다. 무선 통신 시스템에서 PUSCH 또는 PDSCH에 대한 스케줄링 정보를 포함하는 DCI는 PDCCH를 통해 기지국으로부터 단말에게 전송될 수 있다.
- [0545] 도 23은 본 개시의 일 실시 예에 따른 두 개의 TRP를 통해 반복 전송되는 PDCCH를 생성하는 과정을 도시한 도면이다. 기지국은 DCI payload를 생성하고 (2350), DCI payload에 CRC가 부착(attach)되며 (2351), CRC가 부착된 DCI payload가 채널 코딩(channel coding, 2352), scrambling (2353) 및 modulation (2354) 과정을 거침으로써 PDCCH가 생성될 수 있다 (2355). 이후 기지국은 생성된 PDCCH를 복수 횟수만큼 복사하여 (2356, 2357, 2358) 특정 자원을 이용하여 (예를 들어 시간, 주파수, 전송 빔 등) 전송할 수 있다 (2359). 즉, 각 TRP에서 반복 전송되는 PDCCH를 위한 Coded bits는 모두 동일할 수 있다. 이와 같이 coded bits가 동일하기 위해서 PDCCH 내 각 DCI 필드를 위한 정보 값 또한 동일하게 설정될 수 있다. 예를 들어, DCI 정보가 포함하는 모든 필드(TDRA, FDRA, TCI, Antenna ports, ...) 등은 같은 값을 갖도록 설정될 수 있다. 여기서 상기 같은 값은 일반적으로 하나의 의미로 해석될 수 있으나 특별한 설정에 의해 상기 같이 복수(예: 2개)의 값을 내포하거나 대응되는 경우 복수의 의미로 해석될 수 있다. 이와 관련된 상세 설명은 이하에서 설명하도록 한다.
- [0546] 도 23에서 도시된 바에 따른 예를 들면, 만약 기지국이 상기 PDCCH를 두 번 반복하여 전송하는 경우 (예를 들어, m=2), 기지국은 PDCCH들을 각각 TRP A 와 TRP B에 하나씩 매핑함으로써 spatial domain 측면에서 동일한 또는 상이한 빔을 기반으로 PDCCH를 반복하여 전송할 수 있다. 이 때, 기지국은, 상위 레이어 시그널링으로 서로 명시적으로 연결된 두 개의 탐색공간에 각각 연결된 CORESET들을 기반으로, PDCCH 반복 전송을 수행할 수 있고, 탐색공간에 연결된 CORESET의 ID가 같거나, CORESET의 TCI state가 같은 경우에는 단일 TRP 기반으로 PDCCH 반복 전송을 수행할 수 있고, 탐색공간에 연결된 CORESET의 ID가 모두 다르거나, CORESET의 TCI state가 모두 다른 경우에는 다중 TRP를 기반으로 PDCCH 반복 전송을 수행할 수 있다. 만약 기지국이 상기 PDCCH를 네 번 반복하여 전송하는 경우, 기지국은 PDCCH들을 각각 TRP A 와 TRP B에 두 개씩 매핑하고, 이때 각 TRP의 두 개의 PDCCH들은 time domain에서 구분되어 전송될 수 있다. 상기 time domain에서 구분되는 PDCCH 반복

전송은, 슬롯 기반 (slot based) 또는 서브 슬롯 기반 (subslot based) 또는 미니 슬롯 기반 (mini-slot based)의 시간 단위 (unit)로 반복되는 것이 가능하다.

- [0547] 다만 상술한 방법은 예시에 불과하고 이에 한정되는 것은 아니다. 본 개시에서 단말 및 기지국은 상술한 PDCCH repetition 동작을 위해 아래와 같은 방법을 고려할 수 있다.
- [0548] - 동일한 CORESET 내, 동일한 slot 내 time/frequency/spatial domain 측면에서 PDCCH repetition.
- [0549] - 동일한 CORESET 내, 다른 slot 간 time/frequency/spatial domain 측면에서 PDCCH repetition.
- [0550] - 다른 CORESET 간, 동일한 slot 내 time/frequency/spatial domain 측면에서 PDCCH repetition.
- [0551] - 다른 CORESET 간, 다른 slot 간 time/frequency/spatial domain 측면에서 PDCCH repetition.
- [0552] 또한, CORESETPoolindex가 설정되면 앞서 설명한 CORESET에 추가하여 CORESETPoolindex 별로 각각 PDCCH repetition 동작이 고려될 수 있다. 또한 PDCCH 반복 횟수는 독립적으로 증가할 수 있고, 이에 따라 상술한 방법들이 동시에 조합하여 고려될 수 있다.
- [0553] 기지국은 PDCCH가 어떤 domain을 통해 반복 전송되는지에 대한 정보를 RRC 메시지를 통해 단말에 미리 설정할 수 있다. 예를 들어 상기 time domain 측면에서, PDCCH가 반복 전송되는 경우라면, 기지국은 상술한 슬롯 기반 (slot based), 서브 슬롯 기반 (subslot based), 또는 미니 슬롯 기반 (mini-slot based)의 시간 단위 중 어느 하나에 따라 반복되는지에 대한 정보를 단말에 미리 설정할 수 있다. 상기 frequency domain 측면에서 PDCCH가 반복 전송되는 경우라면, 기지국은 CORESET, bandwidth part (BWP), 또는 component carrier (CC) 중 어느 하나에 기반하여 반복되는지에 대한 정보를 단말에 미리 설정할 수 있다. 상기 spatial domain 측면에서 PDCCH가 반복 전송되는 경우라면, 기지국은 QCL type별 설정을 통해 PDCCH 반복 전송을 위한 빔과 관련된 정보를 단말에 미리 설정할 수 있다. 또는, 기지국은 상기 나열한 정보들을 조합한 정보를 RRC 메시지를 통해 단말에 전송할 수 있다. 따라서 기지국은 RRC 메시지를 통해 미리 설정된 정보에 따라 PDCCH를 반복 전송할 수 있으며, 단말은 상기 RRC 메시지를 통해 미리 설정된 정보에 따라 PDCCH를 반복 수신할 수 있다.
- [0554] [방법 1-2] DCI 포맷 및/또는 페이로드가 다를 수 있는 다수의 제어 정보를 반복 전송하는 방법
- [0555] 방법 1-2는 DCI 포맷 및/또는 페이로드가 다를 수 있는 다수의 제어 정보를 반복 전송하는 방법이다. 이들 제어 정보는 반복 전송 PDSCH를 스케줄하는데, 각 제어 정보가 지시하는 PDSCH 반복 전송 횟수는 서로 다를 수 있다. 예컨대, PDCCH#1은 {PDSCH#1, PDSCH#2, ..., PDSCH#Y}를 스케줄하는 정보를 지시하는 반면, PDCCH#2은 {PDSCH#2, ..., PDSCH#Y}를 스케줄하는 정보를 지시하며, PDCCH#X는 {PDSCH Y}를 스케줄하는 정보를 지시할 수 있다. 이와 같은 제어 정보 반복 전송 방법은 방법 1-1 대비 제어 정보 및 PDSCH 반복 전송에 필요한 총 지연 시간을 줄일 수 있는 장점이 있다. 반면 이 방법은 반복 전송되는 각 제어 정보의 페이로드가 서로 다를 수 있으므로, 반복 전송되는 제어 정보의 soft combine이 불가함에 따라, 방법 1-1 대비 신뢰도가 낮을 수 있다.
- [0556] 방법 1-2에서는 단말이 반복 전송될 제어 정보의 자원 위치 및 반복 전송 수 등을 사전에 알 필요가 없을 수 있으며, 단말은 반복 전송되는 제어 정보 각각을 독립적으로 디코딩하여 처리할 수 있다. 만일 단말이 동일 PDSCH를 스케줄하는 복수 개의 반복 전송 제어 정보를 디코딩한 경우, 첫 번째 반복 전송 제어 정보만 처리하고 두 번째 이후의 반복 전송 제어 정보는 무시할 수 있다. 또는, 기지국은 반복 전송될 제어 정보의 자원 위치 및 반복 전송 수 등을 사전에 지시할 수 있으며, 지시 방법은 상기한 방법 1에 기술한 방법과 동일할 수 있다.
- [0557] [방법 1-3] DCI 포맷 및/또는 페이로드가 다를 수 있는 다수의 제어 정보를 각각 반복 전송하는 방법
- [0558] 방법 1-3은 DCI 포맷 및/또는 페이로드가 다를 수 있는 다수의 제어 정보를 각각 반복 전송하는 방법이다. 이때 반복 전송되는 각 제어 정보는 DCI 포맷 및 페이로드가 동일하다. 전술한 방법 1-2에서의 다수의 제어 정보는 soft combine이 불가하기 때문에 상기한 방법 1-1 대비 신뢰도가 낮을 수 있으며, 상기한 방법 1-1은 제어 정보 및 PDSCH 반복 전송에 필요한 총 지연 시간이 길어질 수 있다. 상기 방법 1-3은 상기 방법 1-1과 상기 방법 1-2의 장점을 이용한 방법으로 제어 정보 및 PDSCH 반복 전송에 필요한 총 지연 시간을 상기 방법 1-1 대비 줄이면서 상기 방법 1-2 대비 높은 신뢰도로 제어 정보를 전송할 수 있다.
- [0559] 상기 방법 1-3에서는 반복 전송된 제어 정보를 디코딩하고 soft combine하기 위해 상기 방법 1-1의 soft combine과 상기 방법 1-2의 개별 디코딩을 이용할 수 있다. 일례로 각각의 DCI 포맷 및/또는 페이로드가 다를 수 있는 다수의 제어 정보들에 대한 반복 전송 중 첫 번째 전송된 제어 정보를 상기 방법 1-2와 같이 디코딩하고 디코딩된 제어 정보에 대한 반복 전송을 상기 방법 1-1과 같이 soft combine할 수 있다.

- [0560] 한편, 기지국은 제어 정보 반복 전송을 위해 상기한 방법 1-1, 방법 1-2 혹은 방법 1-3 중 하나를 선택하여 구성할 수 있다. 제어 정보 반복 전송 방식은 상위 계층 시그널링을 통해 기지국이 단말로 명시적으로 지시할 수 있다. 혹은 상기 제어 정보 반복 전송 방식은 다른 설정 정보와 결합하여 지시될 수 있다. 예컨대, PDSCH 반복 전송 방식을 지시하는 상위 계층 설정이 제어 정보 반복 전송 지시와 결합될 수 있다. PDSCH가 FDM 방식으로 반복 전송되도록 지시된 경우, 제어 정보는 상기 방법 1-1으로만 반복 전송된다고 해석될 수 있다. 그 이유는, FDM 방식에서의 PDSCH 반복 전송의 경우, 상기 방법 1-2에 의한 지연 시간 감소 효과가 없기 때문이다. 유사한 이유로 PDSCH가 슬롯 내(intra-slot) TDM 방식으로 반복 전송되도록 지시된 경우, 제어 정보는 상기 방법 1-1으로 반복 전송된다고 해석될 수 있다. 반면 PDSCH가 다수 슬롯 간(inter-slot) TDM 방식으로 반복 전송되도록 지시된 경우, 제어 정보 반복 전송을 위한 상기한 방법 1-1, 방법 1-2 또는 방법 1-3이 상위 계층 시그널링 혹은 L1 시그널링 통해 선택될 수 있다.
- [0561] 한편 상위 계층 시그널링 설정 혹은 L1 시그널링 지시를 통해 기지국이 단말에게 제어 정보 반복 전송 단위를 명시적으로 지시할 수 있다. 혹은 상기 제어 정보 반복 전송 단위는 다른 설정 정보와 결합하여 지시될 수 있다. 예컨대, PDSCH 반복 전송 방식을 지시하는 상위 계층 설정이 상기 제어 정보 반복 전송 단위와 결합될 수 있다. PDSCH가 FDM 방식으로 반복 전송되도록 지시된 경우, 제어 정보는 FDM 혹은 SDM으로 반복 전송된다고 해석될 수 있는데 그 이유는 다수 슬롯 간(inter-slot) TDM 방식 등과 같이 제어 정보를 반복 전송한다면 FDM 방식의 PDSCH 반복 전송으로 인한 지연 시간 감소 효과가 없기 때문이다. 유사한 이유로 PDSCH가 슬롯 내(intra-slot) TDM 방식으로 반복 전송되도록 지시된 경우, 제어 정보는 슬롯 내 TDM, FDM 또는 SDM으로 반복 전송된다고 해석될 수 있다. 반면 PDSCH가 다수 슬롯 간 TDM 방식으로 반복 전송되도록 지시된 경우, 다수 슬롯 간 TDM, 슬롯 내 TDM, FDM 또는 SDM으로 제어 정보가 반복 전송될 수 있도록 상위 계층 시그널링 혹은 L1 시그널링을 통해 등으로 선택될 수 있다.
- [0562] [방법 1-4] 같은 PDCCH 후보군 내의 서로 다른 CCE에 대해 각 TCI state를 적용하는 PDCCH 전송 방식
- [0563] 방법 1-4에 따르면, PDCCH 반복 전송 없이 PDCCH의 수신 성능 향상을 위해 기지국은, PDCCH 후보군 내의 서로 다른 CCE에, 다중 TRP로부터의 전송을 의미하는 서로 다른 TCI state를 적용하여 제어 정보를 전송할 수 있다. 해당 방식은 PDCCH의 반복 전송은 아니지만, PDCCH 후보군 내에 서로 다른 CCE를 각 TRP에서 서로 다른 TCI state를 적용하여 전송하므로, PDCCH 후보군 내에서 공간 다이버시티를 획득할 수 있다. 서로 다른 TCI state가 적용되는 서로 다른 CCE는 시간 혹은 주파수 차원으로 분리될 수 있고, 단말은 서로 다른 TCI state가 적용되는 자원 위치를 사전에 알 필요가 있다. 단말은 동일한 PDCCH 후보군 내에서 서로 다른 TCI state가 적용된 서로 다른 CCE들을 수신하여, 이를 독립적으로 디코딩하거나 한 번에 디코딩할 수 있다.
- [0564] [방법 1-5] 같은 PDCCH 후보군 내의 모든 CCE에 대해 복수 개의 TCI state를 적용하는 PDCCH 전송 방식 (SFN 방식)
- [0565] 방법 1-5는 PDCCH 반복 전송 없이 PDCCH 수신 성능 향상을 위해 PDCCH 후보군 내의 모든 CCE에 대해 복수 개의 TCI state를 적용하여 SFN 방식으로 전송할 수 있다. 해당 방식은 PDCCH 반복 전송은 아니지만 PDCCH 후보군 내에 같은 CCE 위치에서 SFN 전송을 통해 공간 다이버시티를 획득할 수 있다. 단말은 동일한 PDCCH 후보군 내에서 서로 다른 TCI state가 적용된 같은 위치의 CCE들을 수신하여, 이를 복수 개의 TCI state 중 일부 혹은 전부를 사용하여 독립적으로 디코딩하거나 한 번에 디코딩할 수 있다.
- [0566] <제 2 실시 예: PDCCH 반복 전송 시 소프트 컴바이닝 관련 단말 역량 보고>
- [0567] 단말은 기지국에게 PDCCH 반복 전송 시 소프트 컴바이닝 관련 단말 역량(capability)을 보고할 수 있고 이에 대해서는 몇 가지 방법이 존재할 수 있다. 구체적인 방법들은 하기와 같을 수 있다.
- [0568] [단말 역량 보고 방법 1] 단말은 기지국에게 PDCCH 반복 전송 시 소프트 컴바이닝 가능 여부에 관한 정보를 보고할 수 있다. 예를 들어, 단말은, 단말 역량을, 소프트 컴바이닝 가능 여부에 대해서만 가능 혹은 불가능의 형태로 보고할 수 있다.
- [0569] 일례로, 만약 단말이 기지국에게 PDCCH 반복 전송 시 소프트 컴바이닝이 가능하다는 정보를 단말 역량으로 보고했다면, 기지국은 단말의 소프트 컴바이닝 가능 여부를 가장 유연한 정도로 판단하여 (예를 들면 단말이 LLR 레벨에서 소프트 컴바이닝이 가능한 것으로 판단), 단말에게 PDCCH 전송 관련 설정 시 PDCCH 반복 전송 관련 설정을 최대한 유연하게 통지할 수 있다. 이 때, PDCCH 반복 설정 관련한 예시로서, 기지국은 단말이 서로 다른 설정을 가지는 제어자원세트 혹은 탐색공간 사이의 소프트 컴바이닝, 서로 같은 집성 레벨 내에서의 PDCCH 후보들 사이의 소프트 컴바이닝, 혹은 서로 다른 집성 레벨 간 PDCCH 후보들 사이의 소프트 컴바이닝이 가능함을 가정

하고 해당 설정을 단말에게 통지할 수 있다.

- [0570] 또 다른 일례로, 만약 단말이 기지국에게 PDCCH 반복 전송 시 소프트 컴바이닝이 가능하다는 정보를 단말 역량으로 보고했다면, 기지국은 단말이 가능한 소프트 컴바이닝의 레벨을 가장 보수적으로 판단하여 (예를 들면 단말이 OFDM 심볼 레벨에서 소프트 컴바이닝이 가능한 것으로 판단), 단말에게 PDCCH 전송 관련 설정 시 PDCCH 반복 전송 관련 설정을 가장 제한적으로 통지할 수 있다. 이 때, PDCCH 반복 설정 관련한 예시로서, 기지국은 단말이 서로 같은 설정을 가지는 복수 개의 제어자원세트 간 소프트 컴바이닝 혹은 서로 같은 집성 레벨 간 PDCCH 후보들 사이의 소프트 컴바이닝이 가능함을 가정하고 해당 설정을 단말에게 통지할 수 있다.
- [0571] [단말 역량 보고 방법 2] 상술한 단말 역량 보고 방법 1에 비해 단말에서 가능한 소프트 컴바이닝의 동작을 단말 역량으로서 더 자세하게 표현하기 위해, 단말은 기지국에게 PDCCH 반복 전송 시 소프트 컴바이닝의 가능 정도에 대해 레벨을 나눠서 단말 역량으로 보고할 수 있다. 즉, 단말의 수신 동작 과정들로부터 발생하는 각각의 신호 레벨 중 단말이 PDCCH 반복 전송에 대해 소프트 컴바이닝을 적용할 수 있는 신호 레벨을 확인하고, 단말은 그러한 정보를 단말 역량으로서 기지국에 보고할 수 있다. 예를 들어, 단말은 소프트 컴바이닝을 적용할 수 있는 신호 레벨로서 OFDM 심볼 레벨 또는 변조 심볼 레벨 또는 LLR 레벨 중 적어도 하나에서 소프트 컴바이닝이 가능함을 알려줄 수 있다. 단말이 보고한 각 신호 레벨에 따라서, 기지국은 보고받은 단말 역량에 따라 단말이 소프트 컴바이닝을 수행할 수 있도록 적절한 설정을 통지할 수 있다.
- [0572] [단말 역량 보고 방법 3] 단말은 기지국에게 PDCCH 반복 전송 시 단말 측에서 소프트 컴바이닝이 가능하기 위해 필요한 제약 사항에 대해 단말 역량으로 전달할 수 있다. 일례로, 단말은 두 반복되는 PDCCH가 포함되는 각각의 제어자원세트의 설정이 같아야 함을 기지국으로 보고할 수 있다. 또 다른 일례로, 단말은 두 반복되는 PDCCH 후보들이 적어도 집성 레벨은 같아야 함을 기지국으로 보고할 수 있다.
- [0573] [단말 역량 보고 방법 4] 단말은 기지국으로부터 PDCCH 반복 전송을 수신하는 경우 어떤 PDCCH 반복 전송 방식을 지원하는 지에 대해 단말 역량을 통해 보고할 수 있다. 일례로, 단말은 상기 방법 1-5 (SFN 전송 방식)를 지원함에 대해 기지국에게 보고할 수 있다. 또 다른 일례로, 단말은 상기 방법 1-1 (동일 페이로드를 갖는 복수 개의 PDCCH 반복 전송 방법) 중 슬롯 내 TDM, 슬롯 간 TDM 혹은 FDM 방식을 지원함에 대해 기지국에게 보고할 수 있다. 특히 TDM의 경우, 단말은 두 반복되는 PDCCH 간의 시간 간격의 최대값을 기지국에 보고할 수 있다. 일례로, 만약 단말이 두 반복되는 PDCCH 간의 시간 간격의 최대값을 4 OFDM 심볼로 보고했다면, 기지국은 해당 정보를 기반으로 단말에게 TDM 기반 PDCCH 반복 전송을 수행하는 경우 두 반복되는 PDCCH 간의 시간 간격을 4 OFDM 심볼 이하로 조절해야 할 수 있다. 다른 예로, FDM의 경우, 단말은 두 반복되는 PDCCH 간의 주파수 간격의 최대값을 기지국에 보고할 수 있다. 기지국은 해당 정보를 기반으로 단말에게 FDM 기반 PDCCH 반복 전송을 수행하는 경우 두 반복되는 PDCCH 간의 주파수 간격을 보고된 값 이하로 조절해야 할 수 있다.
- [0574] [단말 역량 보고 방법 5] 단말은 기지국으로부터 PDCCH 반복 전송을 수신하는 경우 소모하는 블라인드 디코딩 횟수를 단말 역량으로 기지국에게 보고할 수 있다. 일례로, 단말은 PDCCH 반복 전송 수신 시 소모하는 블라인드 디코딩 횟수를 단말의 수신 방법 (예를 들어, 개별 디코딩, 소프트 컴바이닝, 혹은 다른 수신 방식들, 또한 이들의 조합)에 무관하게 1, 2 또는 3으로 기지국에게 보고하여, 기지국은 단말이 PDCCH 반복 전송을 수신하는 경우 보고된 블라인드 디코딩 횟수만큼을 소모한다고 가정하고, 슬롯 혹은 span 내에서 단말이 최대로 사용할 수 있는 블라인드 디코딩 횟수를 넘지 않도록 탐색공간 및 제어자원세트에 관한 설정을 단말에게 전달할 수 있다.
- [0575] 상술한 단말 역량 보고 방법들은 실제 적용 시 2개 이상의 조합으로 구성되는 것이 가능하다. 일례로, 단말은 [단말 역량 보고 방법 2]에 의해 LLR 레벨에서 소프트 컴바이닝이 가능함을 보고하는 동시에, [단말 역량 보고 방법 3]에 의해 두 반복되는 PDCCH 후보들이 적어도 집성 레벨은 같아야 함을 보고하며, [단말 역량 보고 방법 4]에 의해 TDM되는 PDCCH 반복 전송을 지원하되, 반복되는 두 PDCCH 간의 시간 간격의 최대값을 4 OFDM 심볼로 보고할 수 있다. 이외에 다양한 단말 역량 보고 방법들의 조합에 기반한 응용들이 가능하나 상세 설명은 생략하도록 한다.
- [0576] <제 3 실시 예: PDCCH 반복 전송 및 명시적 연결성 관련 설정 방법>
- [0577] 본 개시의 일 실시예로, PDCCH 반복 전송 시 소프트 컴바이닝이 가능하기 위한 PDCCH 반복 전송 설정 방법에 대해 설명한다. 기지국은 다양한 PDCCH 반복 전송 방법들에 대해 중, 예를 들어, 상기 방법 1-1 (동일 페이로드를 갖는 복수 개의 PDCCH 반복 전송 방법)에 기반하여 단말에게 PDCCH 반복 전송을 수행하는 경우, 단말의 소프트 컴바이닝 가능 여부를 고려하여 블라인드 디코딩 횟수를 줄일 수 있도록, 반복되는 PDCCH 후보들 간에 명시적인 연결 (linkage 혹은 association)이 되어 있다는 정보를 상위 레이어 시그널링으로 설정하거나, L1 시그널링으

로 지시하거나, 상위 레이어 시그널링 혹은 L1 시그널링의 조합을 통해 설정 및 지시할 수 있다. 보다 자세하게, 아래와 같이 다양한 연결 방법이 존재할 수 있다.

- [0578] 상위 레이어 시그널링으로 PDCCH 반복 전송 및 명시적 연결성 관련 설정 방법은 하기와 같이 다양한 방법이 있을 수 있다.
- [0579] [PDCCH 반복 설정 방법 1] 상위 레이어 시그널링 PDCCH-config 내에 설정 정보 존재하는 경우
- [0580] 기지국은 단말에게 PDCCH 반복 전송 및 명시적 연결성 관련 설정을 위해, 상위 레이어 시그널링인 PDCCH-config 내에 PDCCH-repetition-config를 설정할 수 있고, PDCCH-repetition-config은 하기와 같은 정보들을 포함할 수 있다.
 - [0581] - PDCCH 반복 전송 방식 -TDM, FDM, SFN 중 1가지
 - [0582] - PDCCH 반복 전송 시 사용될 제어자원세트-탐색공간 조합(들)
 - [0583] • 제어자원세트 인덱스(들) - OPTIONAL
 - [0584] • 탐색공간 인덱스(들) - OPTIONAL
 - [0585] - 명시적 연결성을 위한 집성레벨(들) - OPTIONAL
 - [0586] - 명시적 연결성을 위한 PDCCH 후보 인덱스(들) - OPTIONAL
 - [0587] - 명시적 연결성을 위한 주파수 자원 - OPTIONAL
- [0588] 상기의 정보들에 기반하여, 기지국은 단말에게 상위 레이어 시그널링으로 PDCCH 반복 전송에 대해 설정할 수 있다. 예를 들어, PDCCH 반복 전송 방식이 SFN으로 설정되고, PDCCH 반복 전송 시 사용될 제어자원세트-탐색공간 조합으로서 제어자원세트 인덱스가 1로 설정되고, 탐색공간 인덱스가 설정되지 않았다면, 단말은 인덱스 1을 가지는 제어자원세트에서 PDCCH가 상기 방법 1-5 (SFN 전송 방식)을 통해 반복 전송될 것을 기대할 수 있다. 이때, 설정된 제어자원세트는 1개 혹은 서로 다른 복수 개의 TCI state를 상위 레이어 시그널링으로 설정받거나, L1 시그널링 혹은 MAC-CE 시그널링으로 지시받거나, 상위 레이어 시그널링 및 L1 시그널링 혹은 MAC-CE 시그널링의 조합으로 설정 및 지시받을 수 있다. 또한, 만약 PDCCH 반복 전송 방식이 SFN으로 설정되었다면, 단말은 PDCCH 반복 전송 시 사용될 제어자원세트-탐색공간 조합 내에 탐색공간 인덱스가 설정되는 것을 기대하지 않을 수 있다. 또 다른 예시로, PDCCH 반복 전송 방식이 TDM 혹은 FDM으로 설정되고, PDCCH 반복 전송 시 사용될 제어자원세트-탐색공간 조합이 총 2개 설정되며 첫 번째 조합에 대해 제어자원세트 인덱스 1, 탐색공간 인덱스가 1, 두 번째 조합에 대해 제어자원세트 인덱스 2, 탐색공간 인덱스가 2로 설정되었다면, 단말은 두 제어자원세트-탐색공간 조합을 이용하여 PDCCH가 상기 방법 1-1을 통해 TDM 혹은 FDM 방식으로 반복 전송될 것을 기대할 수 있다. 이때, 설정된 각 제어자원세트는 서로 같거나 서로 다른 복수 개의 TCI state를 상위 레이어 시그널링으로 설정받거나, L1 시그널링 혹은 MAC-CE 시그널링으로 지시받거나, 상위 레이어 시그널링 및 L1 시그널링 혹은 MAC-CE 시그널링의 조합으로 설정 및 지시받을 수 있다. 또한, 만약 PDCCH 반복 전송 방식이 TDM 혹은 FDM으로 설정되었다면, 단말은 PDCCH 반복 전송 시 사용될 제어자원세트-탐색공간 조합이 최대 2개까지 설정되는 것을 기대할 수 있고, 각 조합 내에 제어자원세트 및 탐색공간 인덱스가 모두 설정될 것을 기대할 수 있다.
- [0589] 또한 상기 5가지의 정보들은 MAC-CE를 기반으로 RRC 재설정 없이 그 값이 업데이트될 수 있다. 만약 기지국이 단말에게 PDCCH-repetition-config을 설정하지 않으면, 단말은 PDCCH가 반복 전송되는 것을 기대하지 않고, PDCCH 단일 전송만을 기대할 수 있다. 상술한 명시적 연결성을 위한 집성 레벨, PDCCH 후보 인덱스, 주파수 자원들은 후술할 명시적 연결 방법에 따라서 모두 설정되지 않거나, 적어도 하나가 설정될 수 있다.
- [0590] [PDCCH 반복 설정 방법 2] 탐색공간에 대한 상위 레이어 시그널링 내에 설정 정보 존재하는 경우
- [0591] 기지국은 PDCCH 반복 전송을 위해 탐색공간에 대한 상위 레이어 시그널링인 searchSpace 내에 상위 레이어 시그널링을 추가하여 단말에게 통지할 수 있다. 예를 들어, 상위 레이어 시그널링인 searchSpace 내에 추가적인 상위 레이어 시그널링인 repetition이라는 파라미터가 on 또는 off로 설정되어, 해당 탐색공간이 반복전송을 위해 사용됨을 설정할 수 있다. Repetition이 on으로 설정되는 탐색공간은 대역폭부분 당 1개 혹은 2개일 수 있다. 예를 들어, 탐색공간 인덱스 1에 대한 상위 레이어 시그널링인 searchSpace 내에 searchSpaceId가 1로 설정되고, controlResourceSetId가 1로 설정되고, repetition이 on으로 설정되면, 단말은 탐색공간 1에 연결된 제어자원세트 1에서 상기 방법 1-5 (SFN 전송 방법)에 따라 PDCCH 반복 전송이 수행됨을 기대할 수 있다. 또다

른 예시로, 탐색공간 인덱스 1에 대한 상위 레이어 시그널링인 searchSpace 내에 searchSpaceId가 1로 설정되고, controlResourceSetId가 1로 설정되고, repetition이 on으로 설정되었고, 탐색공간 인덱스 2에 대한 상위 레이어 시그널링인 searchSpace 내에 searchSpaceId가 2로 설정되고, controlResourceSetId가 2로 설정되고, repetition이 on으로 설정되었다면, 단말은 제어자원세트 1 + 탐색공간 1의 조합과 제어자원세트 2 + 탐색공간 2의 조합 간에 상기 방법 1-1을 이용하여 TDM 혹은 FDM으로 PDCCH 반복 전송이 수행됨을 알 수 있다. TDM과 FDM의 구분은 제어자원세트 1, 2 및 탐색공간 1, 2의 상위 레이어 시그널링을 통한 시간 및 주파수 설정에 따라 구분할 수 있다. 또한, repetition이 on으로 설정된 탐색공간에 대한 상위 레이어 시그널링 내에, 상기 [PDCCH 반복 설정 방법 1]에 명시한 명시적 연결성을 위한 집성레벨 혹은 PDCCH 후보 인덱스들이 설정될 수 있고, 후술할 명시적 연결 방법에 따라서 둘 다 설정되지 않거나, 둘 중 하나만 설정되거나, 둘 다 설정될 수 있다.

[0592] <제 4 실시 예: 다중 TRP 기반 반복 전송된 PDCCH를 고려한 파워 헤드룸 보고 방법>

[0593] 본 개시의 제 4 실시 예는 다중 TRP를 기반으로 반복 전송된 PDCCH를 고려하여 파워 헤드룸 보고를 수행하는 방법에 대해 설명한다. NR release 15/16에서는 파워 헤드룸 보고를 위한 상향링크 자원을 스케줄링할 때, 단일 PDCCH를 기반으로 또는 configured grant 기반으로 PHR MAC CE를 수용할 수 있는 PUSCH를 스케줄하였다. 하지만 NR release 17에서는 PDCCH의 신뢰도 향상을 위해 다중 TRP를 고려하여 복수 개의 PDCCH 반복 전송을 지원한다. 이에 따라 PHR MAC CE를 수용할 수 있는 PUSCH를 스케줄하는 PDCCH도 다중 TRP를 고려하여 반복 전송될 수 있으며, 단말은 반복 전송되는 PDCCH를 수신하고, 이를 디코딩할 수 있다. 하지만 종래의 파워 헤드룸 정보가 보고되는 PUSCH를 결정하는 방법, 파워 헤드룸이 보고되는 PUSCH를 스케줄하는 PDCCH를 검출한 PDCCH 모니터링 구간을 기반으로하는 파워 헤드룸 계산 유형의 결정 방법 등이 단일 PDCCH 수신을 기반으로 정의되어 있다. 만약 반복 전송되는 PDCCH를 지원하는 환경에서 NR release 15/16에서의 파워 헤드룸 정보를 보고하는 PUSCH를 결정하는 방법 및 이를 기반으로하는 파워 헤드룸 계산 유형 결정 방법을 적용한다면, 가장 첫 번째 하향링크 제어정보에 대한 정의의 모호성과 다수의 PDCCH 모니터링 구간으로 인해 파워 헤드룸 계산 유형 결정 타임라인의 모호성이 발생할 수 있다.

[0594] 따라서 본 개시에서는 다중 TRP 기반 반복 전송된 PDCCH를 고려하여 파워 헤드룸이 보고되는 PUSCH를 결정하는 방법, 파워 헤드룸 계산 유형을 결정하기 위한 타임라인을 정의하는 방법을 제 4-1 실시 예와 4-2 실시 예에서 설명한다. 그리고 상향링크 캐리어 집성 (UL-CA: Uplink Carrier Aggregation)과 다수의 캐리어에 대해서도 다중 TRP 기반 PDCCH 반복 전송을 지원하는 경우, 제 4-2 실시 예에서 정의한 타임라인 이내 단말이 수신한 PDCCH의 조건에 따라서 파워 헤드룸을 보고하는 셀 이외에 활성화된 지원 셀에 대한 파워 헤드룸 계산 유형을 결정하는 방법을 제 4-3 실시 예에서 상세히 설명한다. 추가로 단말이 파워 헤드룸 보고의 수행을 결정하는 다수의 트리거 이벤트 중 다수 TRP 기반 반복 전송된 PDCCH에 따라 특정 트리거 이벤트의 발생 여부가 변경될 수 있다. 제 4-4 실시 예에서는 이러한 PDCCH 반복 전송에 따른 파워 헤드룸 보고를 트리거하는 방법에 대해 상세히 설명한다.

[0595] 제 4-1 내지 4-4 실시 예에서 설명한 동작은 독립적으로 동작할 수도 있지만 각 실시 예의 조합을 통해 반복 전송된 PDCCH에 따른 파워 헤드룸 보고 방법을 결정할 수 있다.

[0596] <제 4-1 실시 예: 다중 TRP 기반 반복 전송된 PDCCH를 고려한 파워 헤드룸이 보고되는 PUSCH를 결정하는 방법>

[0597] 본 개시의 제 4-1 실시 예는 다중 TRP를 기반으로 반복 전송된 PDCCH를 고려하여 다수의 지원 셀에 대한 PUSCH 전송 중, 파워 헤드룸이 보고되는 PUSCH를 결정하는 방법에 대해 설명한다.

[0598] NR release 15/16에서는 PHR MAC CE를 수용할 수 있는 가장 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷(first DCI format)으로 스케줄된 PUSCH로 단말이 파워 헤드룸 보고를 수행한다. 이 때, 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷은 시간 영역에서 가장 먼저 단말에 수신되었다는 것을 의미한다. 하지만 NR release 17에서는 하향링크 제어정보를 포함하는 PDCCH가 반복 전송됨에 따라서 가장 먼저 단말에 수신된다는 동작이 모호해질 수 있다. 따라서 단말이 반복 전송된 PDCCH를 수신한 시점 또는 단말의 PDCCH 디코딩을 위한 동작에 따라서 다음과 같은 기준을 통해 파워 헤드룸이 보고되는 PUSCH를 결정할 수 있다.

[0599] [기준 1] 파워 헤드룸 보고가 트리거된 이후, 가장 최초로 단말이 수신한 하향링크 제어정보 (DCI)로 스케줄된 PUSCH를 통해 파워 헤드룸 보고 수행: [기준 1]에 따르면 복수 개의 PDCCH 반복 전송을 단말이 수신하는 환경에서, 단말은 모든 PDCCH 반복 전송을 수신한 것과 무관하게 가장 최초로 수신한 PDCCH를 기준으로 파워 헤드룸을 보고하는 PUSCH를 결정할 수 있다. 기준 1을 상세히 설명하기 위해 도 24의 Case 1과 같은 예시가 고려될 수 있

다. 도 24는 두 개의 캐리어에 각각 PDCCH 반복 전송이 수행되는 경우를 설명하기 위한 도면이다. 도 24의 Case 1 예시에서 첫 번째 캐리어 (CC1)에서 단말이 가장 최초로 하향링크 제어정보를 포함하는 PDCCH 반복 전송을 수신(2411)하기 때문에 전체 반복 전송의 수신완료 시점이 두 번째 캐리어에 비해 늦더라도 단말은 파워 헤드룸 보고를 첫 번째 캐리어에서 수신한 PDCCH로 스케줄한 PUSCH로 수행한다. 여기서 (2411)과 (2412)는 첫 번째 캐리어 (CC1)에 대해 각각 TRP#1과 TRP#2로부터 수신한 PDCCH 반복 전송을 의미하며 (2421)과 (2422)는 두 번째 캐리어 (CC2)에 대해 각각 TRP#1과 TRP#2로부터 수신한 PDCCH 반복 전송을 의미한다. TRP#1과 TRP#2는 하나의 구체적인 예시를 설명하기 위한 일레이며 TRP#2와 TRP#1과 같이 두 TRP의 전송 순서가 다르거나 동일한 TRP로부터 송신된 PDCCH 반복 전송 등과 같이 다양한 TRP 설정으로 확장하여 적용될 수 있다. 또한 첫 번째 캐리어 (CC1)과 두 번째 캐리어 (CC2)에 대한 PDCCH 반복 전송 시, 동일한 TRP#1과 TRP#2로 전송한 일례를 도시하였지만 서로 다른 캐리어에 다른 TRP (예를 들어, TRP#3과 TRP#4 등)로부터 PDCCH 반복 전송을 수신할 수도 있다.

[0600] [기준 2] 파워 헤드룸 보고가 트리거된 이후, 단말이 가장 먼저 모든 반복 전송을 수신한 PDCCH가 포함하는 하향링크 제어정보로 스케줄된 PUSCH를 통해 파워 헤드룸 보고 수행: [기준 2]는 복수 개의 PDCCH를 단말이 수신하는 환경에서, 단말이 모든 PDCCH 반복 전송에 대한 수신 여부에 따라서 파워 헤드룸을 보고하는 PUSCH를 결정하는 방법이다. 즉, 최초로 수신한 PDCCH와 무관하게 단말이 가장 먼저 (the earliest) 모든 PDCCH 반복 전송을 수신한 PDCCH가 스케줄하는 PUSCH에 파워 헤드룸 보고를 수행한다. 도 24의 Case 1에서 첫 번째 캐리어 (CC1)에서 단말이 가장 최초로 하향링크 제어정보를 포함하는 PDCCH를 수신하더라도 두 번째 캐리어 (CC2)에서 단말이 가장 먼저 모든 PDCCH 반복 전송을 수신하기 때문에, 단말은 파워 헤드룸 보고를 두 번째 캐리어에서 수신한 PDCCH로 스케줄한 PUSCH로 수행한다.

[0601] [기준 3] 파워 헤드룸 보고가 트리거된 이후, 단말이 가장 먼저 PDCCH 디코딩에 성공한 PDCCH가 포함되는 하향링크 제어정보로 스케줄된 PUSCH를 통해 파워 헤드룸 보고 수행: [기준 3]은 복수 개의 PDCCH를 단말이 수신하는 환경에서 수신한 PDCCH를 성공적으로 디코딩하였는지에 대한 여부에 따라서 파워 헤드룸을 보고하는 PUSCH를 결정하는 방법이다. 단말은 단말 구현에 따라서 PDCCH 반복 전송 중 일부 PDCCH만을 수신하여도 PDCCH 디코딩을 수행하거나 모든 PDCCH 반복 전송을 수신한 이후에 PDCCH 디코딩을 수행할 수 있다. 단말이 PDCCH 디코딩을 성공적으로 수행한다면, 해당 PDCCH에 포함된 하향링크 제어정보에 따른 PUSCH의 스케줄링 정보를 획득할 수 있으므로 단말은 디코딩을 성공한 PDCCH로 스케줄된 PUSCH로 파워 헤드룸을 보고할지에 대한 여부를 결정할 수 있다. 만약 최초로 디코딩을 성공한 PDCCH가 PHR MAC CE를 수용할 수 없다면, 단말은 그 다음 디코딩을 성공한 PDCCH에 포함된 하향링크 제어정보를 확인하여 PHR MAC CE를 수용할 수 있는 스케줄된 PUSCH를 결정할 수 있다.

[0603] 상기 기준 1 내지 기준 3은 모든 PDCCH 반복 전송이 단말에 성공적으로 수신된 경우를 가정하였다. 하지만 NR release 15/16의 동작, 일시적인 채널 상태 또는 단말의 상태에 따라서 PDCCH 반복 전송 중, 단말은 일부 반복 전송을 드롭하게 되어 성공적으로 수신하지 못할 수 있다. NR release 15/16의 동작으로 인해 PDCCH 반복 전송 중 일부가 드롭되는 경우의 예시로 SSB와 PDCCH가 중첩되는 경우, 레이트 매칭 자원과 PDCCH가 중첩되는 경우, TDD 하향링크/상향링크 설정 관련 충돌, 복수의 CORESET에 대해 QCL-TypeD 우선 순위 규칙에 따라 낮은 우선 순위, 모니터링되는 PDCCH 후보의 한도를 넘는 초과예약 (overbooking), 하향링크 제어정보 포맷 2_1에 의한 PRB와 OFDM 심볼을 선취 (pre-emption) 등이 있을 수 있다. PDCCH 반복 전송 중, 상기 예시 등과 같이 일부 PDCCH가 드롭되는 경우, 단말은 다른 PDCCH에 대해서 동작 1) 드롭되지 않은 PDCCH를 모니터링하거나 동작 2) 드롭되지 않은 PDCCH도 모니터링하지 않을 수 있다. 일부 PDCCH가 드롭되는 경우, 동작 1) 또는 동작 2)에 따라서 기준 1 내지 기준 3에 따른 파워 헤드룸이 보고되는 PUSCH가 다르게 결정될 수 있다. 보다 구체적인 설명을 위해 기준 1에 따라 가장 최초로 단말이 수신한 하향링크 제어정보로 스케줄된 PUSCH로 파워 헤드룸 보고를 수행하며 도 24의 Case2와 같이 첫 번째 캐리어 (CC1)의 두 번째 PDCCH 반복 전송을 단말이 모니터링하지 않는 경우 (2432), 단말은 동작 1) 또는 동작 2)에 따라 첫 번째 캐리어의 첫 번째 PDCCH 반복 전송 (2431)을 모니터링하거나 모니터링하지 않을 수 있다. 만약 단말이 동작 1을 따른다면 첫 번째 PDCCH 반복 전송을 모니터링하여 PUSCH를 스케줄하는 하향링크 제어정보를 디코딩할 수 있으며, 상술한 기준 1에 따라 첫 번째 캐리어 (CC1)에서 수신한 첫 번째 PDCCH 반복 전송이 가장 처음 수신한 하향링크 제어정보 포맷이 되기 때문에 단말은 해당 PDCCH로 스케줄한 PUSCH에 파워 헤드룸 정보를 보고할 수 있다. 만약 단말이 동작 2를 따른다면 첫 번째 PDCCH 반복 전송 또한 드롭하므로 단말은 첫 번째 캐리어 (CC1)으로 전송되는 하향링크 제어정보를 수신할 수 없다. 따라서 단말은 두 번째 캐리어 (CC2)에서 수신한 PDCCH 반복 전송이 스케줄하는 PUSCH를 통해 파워 헤드룸 정보를 보고할 수 있다. 만약 첫 번째 캐리어 (CC1)의 첫 번째 PDCCH 반복 전송 (2431)이 드롭된다면, 동작 1 또는 동작 2와 무관하게 기준 1에 따라서 가장 최초로 수신되는 하향링크 제어정보 포맷이 두 번째 캐리어(CC2)의 첫 번째 PDCCH

반복 전송 (2441)이 되므로, 단말은 두 번째 캐리어에서 수신한 PDCCH가 스케줄하는 PUSCH를 통해 파워 헤드룸 정보를 보고할 수 있다. 유사하게 다른 기준 2 또는 기준 3에 대해서도 일부 PDCCH 반복 전송이 드롭된 경우, 유사하게 동작 1 또는 동작 2에 따라서 파워 헤드룸이 보고되는 PUSCH가 달라질 수 있다.

- [0605] <제 4-2 실시 예: 다중 TRP 기반 반복 전송된 PDCCH를 고려한 파워 헤드룸 계산 유형을 결정하기 위한 타임라인을 정의하는 방법>
- [0606] 본 개시의 제 4-2 실시 예는 다중 TRP를 기반으로 반복 전송된 PDCCH를 고려하여 파워 헤드룸이 보고되는 PUSCH를 결정되었을 때, 파워 헤드룸 계산 유형을 결정하기 위해 다수의 PDCCH 모니터링 구간 중 타임라인을 설정하는 방법에 대해 설명한다.
- [0607] 제 4-1 실시 예에서 파워 헤드룸 정보가 보고되는 PUSCH를 결정하는 방법에 대해 설명하였다. 단말은 파워 헤드룸이 보고되는 PUSCH를 스케줄하는 하향링크 제어정보를 검출하였던 PDCCH 모니터링 구간을 기준으로 보고되는 각 지원 셀들에 대한 파워 헤드룸 정보의 계산 유형을 결정할 수 있다. 앞서 설명한 것과 같이 NR release 15/16에서는 단일 PDCCH 수신만 고려하였기 때문에 파워 헤드룸이 보고되는 PUSCH를 스케줄하는 하향링크 제어정보를 검출하였던 PDCCH 모니터링 구간이 하나만 존재하였다. 하지만 NR release 17에서는 다수의 TRP를 고려한 PDCCH 반복 전송을 지원하기 때문에 복수 개의 PDCCH 모니터링 구간이 존재한다. 따라서 복수 개의 PDCCH 모니터링 구간 중 파워 헤드룸 정보의 계산 유형을 결정할 타임라인을 하나로 정의할 필요가 있다. 복수 개의 PDCCH 모니터링 구간 중에서 다음 방법에 따라서 파워 헤드룸 정보의 계산 유형을 결정하기 위한 타임라인을 정의할 수 있다. 여기서 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷 (first DCI format)은 제 4-1 실시 예의 기준 1 내지 기준 3에 따라 결정된 파워 헤드룸 보고가 수행되는 PUSCH를 스케줄하는 PDCCH에 포함된 하향링크 제어정보를 의미하며 해당하는 PUSCH는 TB의 최초 전송 (initial transmission)을 위해 스케줄된다.
- [0608] [방법 1] 파워 헤드룸 보고가 트리거된 이후, 단말이 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷을 검출한 복수 개의 PDCCH 모니터링 구간 중 마지막 PDCCH 모니터링 구간 (the last PDCCH monitoring occasion)까지 그리고 포함하는 구간을 파워 헤드룸 정보의 계산 유형을 결정하기 위한 타임라인으로 설정: 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷을 검출한 다수의 PDCCH 모니터링 구간 중 단말이 가장 마지막 PDCCH 모니터링 구간을 기준으로 파워 헤드룸 정보의 계산 유형을 결정한다. 보다 구체적인 동작을 설명하기 위해 도25를 참조하면, 첫 번째 캐리어 (CC1)에서 수신한 하향링크 제어정보가 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷이며, 단말은 해당 하향링크 제어정보로 스케줄되는 PUSCH로 파워 헤드룸 보고를 수행한다고 가정한다. 방법 1에 따라 두 PDCCH 반복 전송 (2511과 2512) 중 마지막 PDCCH 반복 전송 (2512)에 대한 PDCCH 모니터링 구간을 타임라인 (2501)으로 정의할 수 있다. 도25의 예시에서 단말은 타임라인 (2501) 이전에 수신한 두 번째 캐리어의 하향링크 제어정보로 스케줄되는 상향링크 신호의 파워 헤드룸을 계산할 때, 하향링크 제어정보로 지시된 실제 전송 전력에 따라 actual PHR을 계산하여 보고할 수 있다. 하지만 단말은 타임라인 (2501) 이후에 수신한 세 번째 캐리어의 하향링크 제어정보로 스케줄되는 상향링크 신호의 파워 헤드룸을 계산할 때, 하향링크 제어정보로 지시된 실제 전송 전력이 아닌 상위 계층에서 설정된 송신 전력 파라미터에 기초하여 virtual PHR을 계산하여 보고할 수 있다.
- [0609] [방법 2] 파워 헤드룸 보고가 트리거된 이후, 단말이 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷을 검출한 복수 개의 PDCCH 모니터링 구간 중 첫 번째 PDCCH 모니터링 구간 (the first PDCCH monitoring occasion)까지 그리고 포함하는 구간을 파워 헤드룸 정보의 계산 유형을 결정하기 위한 타임라인으로 설정: 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷을 검출한 다수의 PDCCH 모니터링 구간 중 단말이 가장 첫 번째 PDCCH 모니터링 구간을 기준으로 파워 헤드룸 정보의 계산 유형이 결정된다. 보다 구체적인 동작을 설명하기 위해 도26을 참조하면, 첫 번째 캐리어 (CC1)에서 수신한 하향링크 제어정보가 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷이며, 단말은 해당 하향링크 제어정보로 스케줄되는 PUSCH로 파워 헤드룸 보고를 수행한다고 가정한다. 방법 2에 따라 두 PDCCH 반복 전송 (2611과 2612) 중 첫 번째 PDCCH 반복 전송 (2611)에 대한 PDCCH 모니터링 구간을 타임라인 (2601)으로 정의할 수 있다. 단말은 두 번째 캐리어와 세 번째 캐리어의 하향링크 제어정보를 타임라인 (2601) 이후에 수신하였기 때문에 실제 전송 전력이 아닌 상위 계층에서 설정된 송신 전력 파라미터에 기초하여 두 번째 캐리어와 세 번째 캐리어에서 수신된 하향링크 제어정보로 스케줄링된 상향링크 신호에 대한 virtual PHR을 각각 계산하여 보고할 수 있다.
- [0610] [방법 3] 파워 헤드룸 보고가 트리거된 이후, 단말이 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷을 검출한 복수 개의 PDCCH 모니터링 구간 중 단말이 성공적으로 디코딩을 수행한 최초의 PDCCH 모니터링 구간 (the first successful decoding PDCCH monitoring occasion)까지 그리고 포함하는 구간을 파워 헤드룸 정보의 계산 유형을 결정하기 위한 타임라인으로 설정: 첫 번째 하향링크 제어정보 포맷을 검출한 다수의 PDCCH 모니터링 구간

중 단말이 최초로 디코딩에 성공한 PDCCH 모니터링 구간을 기준으로 파워 헤드룸 정보의 계산 유형이 결정된다. 단말은 단말 구현에 따라서 PDCCH 반복 전송 중 일부 PDCCH만을 수신하여도 PDCCH 디코딩을 수행하거나 모든 PDCCH 반복 전송을 수신한 이후에 PDCCH 디코딩을 수행할 수 있다. 단말이 PDCCH 디코딩을 성공적으로 수행한다면, 디코딩을 성공한 PDCCH 모니터링 구간을 기준으로 타임라인을 설정한다. 다중 TRP를 고려하여 반복 전송된 PDCCH를 디코딩하는 단말 구현과 디코딩 성공 여부에 따라서 도25와 같이 마지막 PDCCH 모니터링 구간이 타임라인이 되거나 도26과 같이 가정 첫 번째 PDCCH 모니터링 구간이 타임라인이 될 수 있다.

- [0612] <제 4-3 실시 예: 다중 TRP 기반 반복 전송된 PDCCH를 고려한 파워 헤드룸이 보고되는 셀 이외의 셀의 파워 헤드룸 계산 유형을 결정하는 방법>
- [0613] 본 개시의 제 4-3 실시 예는 파워 헤드룸이 보고되는 셀 이외의 활성화된 셀로 전송하는 상향링크 신호를 스케줄하는 하향링크 제어 정보가 다중 TRP를 기반으로 반복 전송되었을 때, 해당 셀의 파워 헤드룸 계산 유형 (actual PHR 또는 virtual PHR)을 결정하는 방법에 대해 설명한다.
- [0614] 다중 TRP를 고려한 PDCCH 반복 전송은 파워 헤드룸을 보고하는 PUSCH를 스케줄하는 PDCCH에 적용될 수 있으며, 더불어 파워 헤드룸이 보고되지 않는 상향링크 신호를 스케줄하는 다른 캐리어 (다른 서빙 셀)에서 수신되는 PDCCH에도 PDCCH 반복 전송이 적용될 수 있다. 앞서 도25와 도26의 예시에서는 첫 번째 캐리어 (CC1)이외의 캐리어에서 수신되는 PDCCH는 반복 전송이 수행되지 않는다고 가정하였으나 NR release17에서는 PDCCH가 반복 전송될 수 있다. 이 때, 제 4-1 실시 예와 제 4-2 실시 예에 따라서 결정된 첫 번째 하향링크 제어신호 포맷과 그에 따른 타임라인이 정의된다고 가정할 때, 다른 캐리어에서 수신되는 PDCCH 반복 전송이 정의된 타임라인 이전에 모두 수신될 수도 있으며 일부의 PDCCH 반복 전송만 타임라인 이전에 수신될 수도 있다. 모든 PDCCH 반복 전송이 타임라인 이전에 수신되었다면 단말은 해당 PDCCH로 스케줄되는 상향링크 신호에 대한 파워 헤드룸을 actual PHR로 계산할 수 있다. 하지만 일부의 PDCCH 반복 전송만 타임라인 이전에 수신되었다면, 해당 PDCCH로 스케줄되는 상향링크 신호의 파워 헤드룸 정보를 계산하는 유형을 결정하기 위한 방법이 필요하다.
- [0615] [세부 방법 1] 파워 헤드룸 정보의 계산 유형을 결정하기 위한 타임라인 이전에 전체 PDCCH 반복 전송 중 일부만 수신되더라도 해당하는 PDCCH로 스케줄되는 상향링크 신호에 대한 파워 헤드룸을 실제 전송 전력에 기초한 actual PHR로 계산: 세부 방법 1에 따라 정의된 타임라인 이전에 단말이 전체 PDCCH 반복 전송 중 일부만을 수신하더라도 해당 PDCCH로 스케줄되는 상향링크 신호의 파워 헤드룸 정보를 actual PHR로 계산할 수 있다. 단, 다음과 같은 추가 조건 중 적어도 하나 이상을 만족하는 경우에 actual PHR을 계산 가능 여부가 결정될 수 있다.
- [0616] - 첫 번째 추가 조건: 단말 구현에 따라 PDCCH 반복 전송 중 일부만을 수신하더라도 디코딩을 시도할 수 있으며, PDCCH 반복 전송 중 일부만을 이용하여 성공적으로 디코딩한 경우 해당 PDCCH로 스케줄되는 상향링크 신호의 파워 헤드룸을 actual PHR로 계산할 수 있다.
- [0617] - 두 번째 추가 조건: 단말 구현에 따라 PDCCH 반복 전송 중 일부만을 수신하여 디코딩을 시도하였으나 성공하지 못한 경우 또는 단말 구현에 따라 모든 PDCCH 반복 전송을 수신해야 디코딩할 수 있는 경우, 타임라인 이후에 수신되는 마지막 PDCCH 반복 전송의 수신 시점에 따라서 파워 헤드룸 정보 계산 유형이 결정된다. 도27을 참조하여 구체적으로 설명하면, 제 4-1 실시 예의 기준 1과 제 4-2 실시 예의 방법 1에 따라 첫 번째 캐리어로 수신된 PDCCH로 스케줄된 PUSCH로 파워 헤드룸이 보고되며 타임라인이 2701과 같이 정의된다고 가정한다. 세 번째 캐리어 (CC3)에서 수신되는 다중 TRP를 고려한 PDCCH 반복 전송 중, 첫 번째 PDCCH 반복 전송 (2731)은 타임라인(2701) 이전에 단말이 수신하며 이를 기반으로 명시적 (explicit) 또는 암묵적 (implicit) 연결 (linking)에 따라서 다음 반복 전송되는 PDCCH 반복 전송에 대한 정보를 단말이 파악할 수 있다. 여기서 명시적 연결은 단말이 PDCCH 반복 전송을 디코딩하지 않더라도 상위 계층 설정 등을 통해 PDCCH가 다중 TRP를 고려하여 반복 전송된다는 것을 파악할 수 있는 동작을 의미한다. 암묵적 연결은 단말이 PDCCH 반복 전송 중 일부를 디코딩하고 디코딩된 PDCCH의 정보를 기반으로 하여 다음 PDCCH 반복 전송이 수행될 것임을 파악할 수 있는 동작을 의미한다. 암묵적 연결은 단말이 전체 PDCCH에 대한 디코딩은 성공하지 못하더라도 디코딩을 시도한 CCE (control channel element)의 시작 지점 정보, CCE의 수에 대한 정보 등을 비교하여 다음 PDCCH 반복 전송이 수행된다는 것을 파악할 수도 있다. 타임라인 이후에 수신되는 PDCCH 반복 전송의 마지막 OFDM 심볼의 수신 끝 시점과 PH MAC CE가 보고되는 PUSCH의 가장 첫 번째 OFDM 심볼 간 간격 (2733)이 PUSCH 준비 과정 시간 (PUSCH preparation procedure time) $T_{proc,2}$ (2734)보다 커야 한다. 이는 타임라인 이후에 남은 PDCCH 반복 전송을 수신하고 다음과 같은 동작을 단말이 수행하기 위해 일정 시간 이상을 확보해야 하기 때문이다. 단말은 해당 간격 동안에 1) 타

임라인 이후에 수신한 PDCCH를 디코딩하고 2) 디코딩된 하향링크 제어정보로부터 상향링크 신호의 스케줄링 정보를 획득하고 3) 스케줄링 정보로부터 파악한 상향링크 신호의 실제 전송 파워를 기반으로 파워 헤드를 계산(actual PHR)하며 4) 계산된 파워 헤드 정보를 MAC CE에 추가하여 PUSCH 전송 신호를 생성하는 시간을 확보해야 한다. 상술한 OFDM 심볼 간 간격(2733)이 PUSCH 준비 과정 시간(2734)보다 크다는 것을 단말이 타임라인 이전에 세 번째 캐리어(CC3)으로부터 수신한 PDCCH 반복 전송(2731)로 파악한다면, 단말은 타임라인 이후에 남은 PDCCH 반복 전송(2732)를 수신하여 세 번째 캐리어로 수신한 PDCCH로 스케줄된 상향링크 신호의 파워 헤드도 actual PHR로 계산하여 기지국으로 보고할 수 있다. 반면 상술한 OFDM 심볼 간 간격(2733)이 PUSCH 준비 과정 시간(2734)보다 작다는 것을 단말이 타임라인 이전에 세 번째 캐리어(CC3)으로부터 수신한 PDCCH 반복 전송(2731)로 파악한다면, 단말은 타임라인 이후에 파워 헤드 정보를 위한 계산을 시작하며 세 번째 캐리어에 대한 상향링크 전송의 파워 헤드를 virtual PHR로 계산하여 기지국으로 보고할 수 있다.

[0618] [세부 방법 2] 파워 헤드 정보의 계산 유형을 결정하기 위한 타임라인 이전에 전체 PDCCH 반복 전송 중 모든 반복 전송을 수신한 PDCCH로 스케줄되는 상향링크 신호에 대한 파워 헤드를 실제 전송 전력에 기초한 actual PHR로 계산: 세부 방법 2에 따라 정의된 타임라인 이전에 단말이 전체 PDCCH 반복 전송 중 모든 반복 전송을 수신한 PDCCH로 스케줄되는 상향링크 신호의 파워 헤드 정보를 actual PHR로 계산할 수 있다. 도27을 참조하여 구체적으로 설명하면, 제 4-1 실시 예의 기준 1과 제 4-2 실시 예의 방법 1에 따라 첫 번째 캐리어로 수신된 PDCCH로 스케줄된 PUSCH로 파워 헤드가 보고되며 타임라인이 2701과 같이 정의된다고 가정한다. 두 번째 캐리어로 수신하는 PDCCH는 단말이 모든 반복 전송(2721과 2722)을 타임라인 이전에 수신할 수 있으므로, 해당 PDCCH 반복 전송으로 스케줄되는 상향링크 신호의 파워 헤드는 실제 전송 전력에 기초하여 actual PHR로 계산될 수 있다. 하지만 세 번째 캐리어로 수신하는 PDCCH는 단말이 반복 전송 중 일부(2731)만을 타임라인 이전에 수신할 수 있으며 나머지 반복 전송(2732)는 타임라인 이후에 수신할 수 있다. 따라서 세 번째 캐리어로 수신된 PDCCH로 스케줄된 상향링크 신호의 파워 헤드는 상위 계층에서 설정된 송신 전력 파라미터에 기초하여 virtual PHR로 계산될 수 있다.

[0619] [세부 방법 3] 타임라인 이전에 수신한 PDCCH 반복 전송 중 디코딩을 성공한 PDCCH로 스케줄되는 상향링크 신호에 대한 파워 헤드를 실제 전송 전력에 기초한 actual PHR로 계산: 세부 방법 3에 따라 정의된 타임라인 이전에 단말이 전체 PDCCH 반복 전송 중 일부 PDCCH 반복 전송만 수신하더라도 해당 PDCCH를 성공적으로 디코딩한다면, 해당 PDCCH로 스케줄된 상향링크 신호의 파워 헤드 정보를 actual PHR로 계산할 수 있다. 도27을 참조하여 구체적으로 설명하면, 제 4-1 실시 예의 기준 1과 제 4-2 실시 예의 방법 1에 따라 첫 번째 캐리어로 수신된 PDCCH로 스케줄된 PUSCH로 파워 헤드가 보고되며 타임라인이 2701과 같이 정의된다고 가정한다. 두 번째 캐리어(CC2)에서 수신되는 PDCCH 반복 전송(2721과 2722)은 타임라인 이전에 모두 수신되므로 단말은 이를 디코딩할 수 있으며 해당 캐리어로 수신된 PDCCH로 스케줄되는 상향링크 신호의 파워 헤드 정보를 actual PHR로 계산할 수 있다. 세 번째 캐리어(CC3)에서 수신되는 PDCCH 반복 전송은 단말이 첫 번째 PDCCH 반복 전송(2731)만 타임라인 이전에 수신할 수 있으며 두 번째 PDCCH 반복 전송(2732)는 타임라인 이후에 수신할 수 있다. 만약 단말 구현에 따라 일부의 PDCCH 반복 전송만을 수신하여도 PDCCH 디코딩을 수행할 수 있으며 단말이 수신된 세 번째 캐리어의 첫 번째 PDCCH 반복 전송(2731)을 성공적으로 디코딩하였다면, 세 번째 캐리어로 수신된 PDCCH로 스케줄되는 상향링크 신호의 파워 헤드 정보가 actual PHR로 계산될 수 있다. 하지만 단말이 세 번째 캐리어의 첫 번째 PDCCH 반복 전송(2731)을 디코딩하는데 실패한다면, 세 번째 캐리어로 수신된 PDCCH로 스케줄되는 상향링크 신호의 파워 헤드 정보가 virtual PHR로 계산될 수 있다.

[0620] <제 4-4 실시 예: 다중 TRP 기반 반복 전송된 PDCCH를 고려한 파워 헤드 보고를 트리거하는 방법>

[0621] 본 개시의 제 4-4 실시 예는 다중 TRP 기반 반복 전송된 PDCCH를 고려하여 파워 헤드 보고를 위한 트리거를 수행하는 방법에 대해 설명한다.

[0622] 앞서 상술한 파워 헤드 보고를 트리거하는 트리거 이벤트들 중 일부 트리거 이벤트는 MAC entity가 새 전송을 위한 상향링크 자원을 할당받았을 때, 즉, PUSCH가 스케줄링되었을 때를 기준으로 파워 헤드 보고 여부가 결정될 수 있다. 예를 들어 앞서 상술한 트리거 이벤트 1 또는 트리거 이벤트 6이 파워 헤드 보고 여부가 PUSCH 전송이 스케줄링되었을 때를 기반으로 결정된다. 예를 들어, 트리거 이벤트 1은 이전에 수행한 파워 헤드 보고에 사용되었던 경로 손실 참조 값 대비 스케줄된 PUSCH의 상향링크 전송 전력을 계산하는데 이용되는 경로 손실 값의 변화량이 임계값에 해당하는 상위 계층 파라미터 $phr-Tx-PowerFactorChange$ 보다 크다면 파워 헤드 보고를 단말이 수행한다. 이와 같이 PUSCH가 스케줄링되는 시점을 기준으로 이벤트 1에 따라 경로 손실 값의 변화량 또는 이벤트 6에 따라 요구되는 파워 백오프(power backoff) 값의 변화량에 따라서 파워 헤드 보고가 트리거된다. 만약 PUSCH를 스케줄링하는 PDCCH가 반복 전송된다면, 상기 트리거 이벤트가 적용되는 시점을 결정할

필요가 있다. 보다 구체적으로 설명하기 위해 도 28을 참조한다. 도 28은 PDCCH 반복 전송의 수신 시점과 PDCCH 반복 전송 간 경로 손실 값의 변화량이 발생하는 경우를 도시한다. 도 28에서 PUSCH를 스케줄하는 PDCCH 반복 전송 (2811과 2812)가 단말에 수신되는 동안 (2820) 스케줄되는 PUSCH의 전송 전력을 결정하기 위한 경로 손실 값이 변경되고 이를 단말이 파악(2830)할 수 있다. 즉, 단말이 첫 번째 PDCCH 반복 전송 (2811)을 수신한 이후에 경로 손실 참조 신호를 수신하여 경로 손실 값을 업데이트하거나 첫 번째 PDCCH 반복 전송 (2811)을 수신하기 전에 수신하였던 경로 손실 참조 신호의 디코딩 및 경로 손실 값 측정이 두 PDCCH 반복 전송 간 간격(2820) 동안 완료되는 경우를 가정할 수 있다. 이러한 경우, 단말이 트리거 이벤트의 발생 여부를 첫 번째 PDCCH 반복 전송을 기준으로 수행하는지 혹은 두 번째 PDCCH 반복 전송을 기준으로 수행하는지에 따라 파워 헤드룸 보고가 트리거되지 않거나 트리거될 수 있다.

[0623] - 동작 1: 단말은 보다 최근의 채널 변화량을 반영하여 파워 헤드룸 보고의 트리거 여부를 결정하기 위해 두 번째 PDCCH 반복 전송 (2812)을 수신하는 시점에 파워 헤드룸 보고의 트리거 여부를 판단할 수 있다. 상술한 도 28의 예시에서 단말은 경로 손실의 변화량이 임계값보다 크다는 것을 파악 (2830)하고 파워 헤드룸 보고의 트리거 여부를 두 번째 PDCCH 반복 전송(2812)을 수신하기 이전에 파악이 되었으므로 파워 헤드룸 보고를 트리거한다.

[0624] - 동작 2: 단말은 PUSCH를 스케줄하는 최초의 PDCCH 전송 (2811)을 기준으로 파워 헤드룸 보고의 트리거 여부를 판단할 수 있다. 단말은 첫 번째 PDCCH 반복 전송 (2811)을 수신하는 시점에서는 경로 손실값의 변화량이 임계값보다 작기 때문에 해당 시점에 다른 트리거 이벤트가 발생하지 않는다면 파워 헤드룸 보고를 수행하지 않는다.

[0625] - 동작 3: 단말은 단말 구현에 따라서 PDCCH 반복 전송 중 일부의 반복 전송(2811)만을 수신하여 PDCCH 디코딩을 수행할 수 있으며, 디코딩에 성공한 경우 남은 PDCCH 반복 전송(2812)을 모니터링하지 않는다고 가정할 수 있다. 이 때 단말은 PDCCH 반복 전송에 대한 디코딩을 성공한 시점을 기준으로 파워 헤드룸 보고의 트리거 여부를 판단할 수 있다. 즉 도 28의 예시에서는 다른 트리거 이벤트가 발생하지 않는다면 단말은 파워 헤드룸 보고를 수행하지 않는다.

[0626] - 동작 4: 단말은 단말 구현에 따라서 PDCCH 반복 전송 중 일부의 반복 전송(2811)만을 수신하여 PDCCH 디코딩을 수행할 수 있으며, 디코딩에 성공한 경우 남은 PDCCH 반복 전송(2812)을 모니터링하지 않는다고 가정할 수 있다. 이 때 PDCCH 반복 전송 간 명시적 (explicit) 또는 암묵적 (implicit) 연결 (linking)이 존재하기 때문에 단말은 남은 PDCCH 반복 전송(2812)이 모니터링되지 않더라도 기지국이 송신한다는 것을 파악할 수 있다. 따라서 단말은 PDCCH가 모니터링되지 않더라도 마지막 (last) PDCCH가 수신되는 시점을 기준으로 파워 헤드룸의 트리거 여부를 판단할 수 있다. 즉, 도 28의 예시에서 단말은 파워 헤드룸 보고를 트리거한다.

[0627] 상기 제 4-1 내지 4-4 실시 예는 크로스 캐리어 스케줄링을 고려하지 않은 예시들을 기반으로 설명되었다. 하지만 활성화된 지원 셀의 상향링크 전송을 스케줄하기 위해 크로스 캐리어 스케줄링하는 경우도 포함될 수 있으며 이 때 파워 헤드룸 보고가 수행되는 셀은 앞서 상술한 첫 번째 하향링크 제어정보로 스케줄된 상향링크 신호가 전송되는 지원 셀로 정의할 수 있다.

[0628] 상술한 제 4-1 내지 4-4 실시 예를 설명하기 위한 구체적인 예시는 각 기준, 방법, 세부 방법, 동작의 하나의 조합일 뿐이며 서술한 다양한 기법들 중 적어도 두 개 이상의 기법들의 조합을 통해 단말은 반복 전송된 하향링크 제어정보에 따른 파워 헤드룸 보고를 수행할 수 있다. 또한, 이 때, 파워 헤드룸 보고는, 반복 전송된 하향링크 제어 정보 중 전술한 제 1 실시 예 내지 제 3 실시 예에서 설명한 기법들 중 하나 또는 적어도 두 개 이상의 조합을 통해 결정된 하향링크 제어 정보에 따라 특정된 PUSCH를 통해 수행될 수 있다.

[0629] 도 29는 본 개시의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 구조를 도시하는 도면이다.

[0630] 도 29를 참조하면, 단말은 수신기(2901)와 송신기(2903)를 일컫는 송수신기(transceiver), 메모리(미도시) 및 단말기 처리부(2905)를 포함할 수 있다. 상기 단말기 처리부(2905)는 적어도 하나의 프로세서일 수 있으며, 제어기 혹은 제어부로 칭해질 수도 있다. 이하에서는, 단말기 처리부(2905)를 프로세서로 설명하도록 한다. 전술한 본 개시의 실시 예들의 각각은 물론 적어도 하나의 실시 예의 결합에 따라 단말이 동작하도록 상기 프로세서는 단말의 장치 전반을 제어할 수 있다. 다만, 단말의 구성 요소가 전술한 예에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 단말은 전술한 구성 요소들 보다 더 많은 구성 요소를 포함하거나 더 적은 구성 요소를 포함할 수도 있다. 뿐만 아니라, 상기 송수신기, 메모리, 및 프로세서가 적어도 하나의 칩(chip) 형태로 구현될 수도 있다.

[0631] 상기 송수신기는 기지국과 신호를 송수신할 수 있다. 여기에서, 신호는 제어 정보 및 데이터를 포함할 수

있다. 이를 위해, 송수신기는 전송되는 신호의 주파수를 상승 변환 및 증폭하는 RF 송신기와, 수신되는 신호를 저 잡음 증폭하고 주파수를 하강 변환하는 RF 수신기 등으로 구성될 수 있다. 다만, 이는 송수신기의 일 실시 예일뿐이며, 송수신기의 구성 요소가 RF 송신기 및 RF 수신기에 한정되는 것은 아니다.

- [0632] 또한, 송수신기는 무선 채널을 통해 신호를 수신하여 프로세서로 출력하고, 프로세서로부터 출력되는 신호를 무선 채널을 통해 전송할 수 있다.
- [0633] 상기 메모리는 단말의 동작에 필요한 프로그램 및 데이터를 저장할 수 있다. 또한, 상기 메모리는 단말이 송수신하는 신호에 포함된 제어 정보 또는 데이터를 저장할 수 있다. 메모리는 롬(ROM), 램(RAM), 하드디스크, CD-ROM 및 DVD 등과 같은 저장 매체 또는 저장 매체들의 조합으로 구성될 수 있다. 또한, 메모리는 복수 개일 수 있다.
- [0634] 또한 상기 프로세서는 전술한 실시 예에 따라 단말이 동작할 수 있도록 일련의 과정을 제어할 수 있다. 예를 들어, 상기 프로세서는 기지국으로부터 수신한 설정 정보를 근거로, 다중 TRP를 고려하여 반복 전송된 PDCCH를 디코딩하고 파워 헤드룸 보고를 수행하는 일련의 과정을 제어할 수 있다. 상기 프로세서는 복수 개일 수 있으며, 프로세서는 메모리에 저장된 프로그램을 실행함으로써 단말의 구성 요소(들)에 대해 제어 동작을 수행할 수 있다.
- [0635] 도 30은 본 개시의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 구조를 도시하는 도면이다.
- [0636] 도 30을 참조하면, 기지국은 수신기(3001)와 송신기(3003)를 일컫는 송수신기, 메모리(미도시) 및 기지국 처리부(3005)를 포함할 수 있다. 상기 기지국은 다른 기지국과 백홀 링크를 통한 유선 혹은 무선 통신을 위한 통신 인터페이스(미도시)를 포함할 수 있다. 이하에서는, 기지국 처리부(3005)를 프로세서로 설명하도록 한다. 상기 프로세서는 적어도 하나의 프로세서일 수 있으며, 제어기 혹은 제어부로 칭해질 수도 있다. 전술한 본 개시의 실시 예들의 각각은 물론 적어도 하나의 실시 예의 결합에 따라 기지국이 동작하도록 상기 프로세서는 기지국의 장치 전반을 제어할 수 있다. 다만, 기지국의 구성 요소가 전술한 예에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 기지국은 전술한 구성 요소들 보다 더 많은 구성 요소를 포함하거나 더 적은 구성 요소를 포함할 수도 있다. 뿐만 아니라 상기 송수신기, 메모리, 및 프로세서가 적어도 하나의 칩(chip) 형태로 구현될 수도 있다.
- [0637] 상기 송수신기는 단말과 신호를 송수신할 수 있다. 여기에서, 신호는 제어 정보 및 데이터를 포함할 수 있다. 이를 위해, 상기 송수신기는 전송되는 신호의 주파수를 상승 변환 및 증폭하는 RF 송신기와, 수신되는 신호를 저 잡음 증폭하고 주파수를 하강 변환하는 RF 수신기 등으로 구성될 수 있다. 다만, 이는 상기 송수신기의 일 실시예일뿐이며, 상기 송수신기의 구성 요소가 RF 송신기 및 RF 수신기에 한정되는 것은 아니다.
- [0638] 또한, 상기 송수신기는 무선 채널을 통해 신호를 수신하여 상기 프로세서로 출력하고, 상기 프로세서로부터 출력된 신호를 무선 채널을 통해 전송할 수 있다.
- [0639] 상기 메모리는 기지국의 동작에 필요한 프로그램 및 데이터를 저장할 수 있다. 또한, 메모리는 기지국이 송수신하는 신호에 포함된 제어 정보 또는 데이터를 저장할 수 있다. 메모리는 롬(ROM), 램(RAM), 하드디스크, CD-ROM 및 DVD 등과 같은 저장 매체 또는 저장 매체들의 조합으로 구성될 수 있다. 또한, 메모리는 복수 개일 수 있다.
- [0640] 상기 프로세서는 전술한 본 개시의 실시 예에 따라 기지국이 동작할 수 있도록 일련의 과정을 제어할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 다중 TRP를 고려하여 PDCCH를 반복 전송하기 위한 설정 정보와 파워 헤드룸 보고에 대한 단말의 동작을 설정하기 위한 설정 정보를 단말에게 송신하고, 단말로부터 파워 헤드룸 보고를 수신하는 일련의 과정을 제어할 수 있다. 상기 프로세서는 복수 개일 수 있으며, 상기 프로세서는 메모리에 저장된 프로그램을 실행함으로써 기지국의 구성 요소(들)에 대해 제어 동작을 수행할 수 있다.
- [0641] 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합의 형태로 구현될(implemented) 수 있다.
- [0642] 소프트웨어로 구현하는 경우, 하나 이상의 프로그램(소프트웨어 모듈)을 저장하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체가 제공될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 저장되는 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치(device) 내의 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능하도록 구성된다(configured for execution). 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치로 하여금 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들을 실행하게 하는 명령어(instructions)를 포함한다.
- [0643] 이러한 프로그램(소프트웨어 모듈, 소프트웨어)은 랜덤 액세스 메모리 (random access memory), 플래시(flash) 메모리를 포함하는 불휘발성(non-volatile) 메모리, 롬(ROM: Read Only Memory), 전기적 삭제가능 프로그램가

능 롬(EEPROM: Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), 자기 디스크 저장 장치(magnetic disc storage device), 콤팩트 디스크 롬(CD-ROM: Compact Disc-ROM), 디지털 다목적 디스크(DVDs: Digital Versatile Discs) 또는 다른 형태의 광학 저장 장치, 마그네틱 카세트(magnetic cassette)에 저장될 수 있다. 또는, 이들의 일부 또는 전부의 조합으로 구성된 메모리에 저장될 수 있다. 또한, 각각의 구성 메모리는 다수 개 포함될 수도 있다.

[0644] 또한, 프로그램은 인터넷(Internet), 인트라넷(Intranet), LAN(Local Area Network), WLAN(Wide LAN), 또는 SAN(Storage Area Network)과 같은 통신 네트워크, 또는 이들의 조합으로 구성된 통신 네트워크를 통하여 접근(access)할 수 있는 부착 가능한(attachable) 저장 장치(storage device)에 저장될 수 있다. 이러한 저장 장치는 외부 포트를 통하여 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수 있다. 또한, 통신 네트워크상의 별도의 저장장치가 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수도 있다.

[0645] 상술한 본 개시의 구체적인 실시 예들에서, 발명에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다. 그러나, 단수 또는 복수의 표현은 설명의 편의를 위해 제시한 상황에 적합하게 선택된 것으로서, 본 개시가 단수 또는 복수의 구성 요소에 제한되는 것은 아니며, 복수로 표현된 구성 요소라 하더라도 단수로 구성되거나, 단수로 표현된 구성 요소라 하더라도 복수로 구성될 수 있다.

[0646] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 개시의 실시 예들은 본 개시의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 개시의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 개시의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 즉 본 개시의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 본 개시의 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다. 또한 상기 각각의 실시 예는 필요에 따라 서로 조합되어 운용될 수 있다. 예컨대, 본 개시의 일 실시 예와 다른 일 실시 예의 일부분들이 서로 조합되어 기지국과 단말이 운용될 수 있다. 예를 들면, 본 개시의 제1 실시 예와 제2 실시 예의 일부분들이 서로 조합되어 기지국과 단말이 운용될 수 있다. 또한 상기 실시 예들은 FDD LTE 시스템을 기준으로 제시되었지만, TDD LTE 시스템, 5G 혹은 NR 시스템 등 다른 시스템에도 상기 실시 예의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능할 것이다.

[0647] 한편, 본 개시의 방법을 설명하는 도면에서 설명의 순서가 반드시 실행의 순서와 대응되지는 않으며, 선후 관계가 변경되거나 병렬적으로 실행 될 수도 있다.

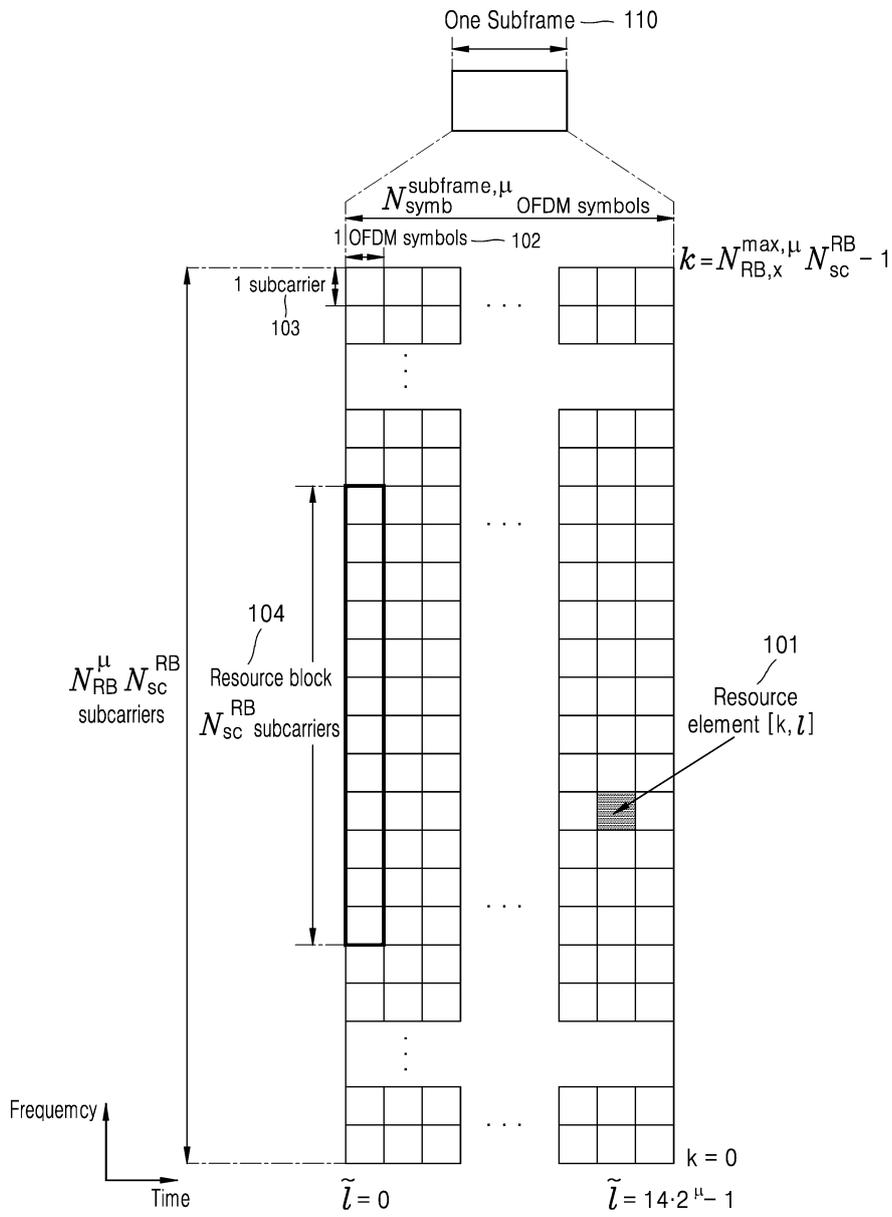
[0648] 또는, 본 개시의 방법을 설명하는 도면은 본 개시의 본질을 해치지 않는 범위 내에서 일부의 구성 요소가 생략되고 일부의 구성요소만을 포함할 수 있다.

[0649] 또한, 본 개시의 방법은 발명의 본질을 해치지 않는 범위 내에서 각 실시예에 포함된 내용의 일부 또는 전부가 조합되어 실행될 수도 있다.

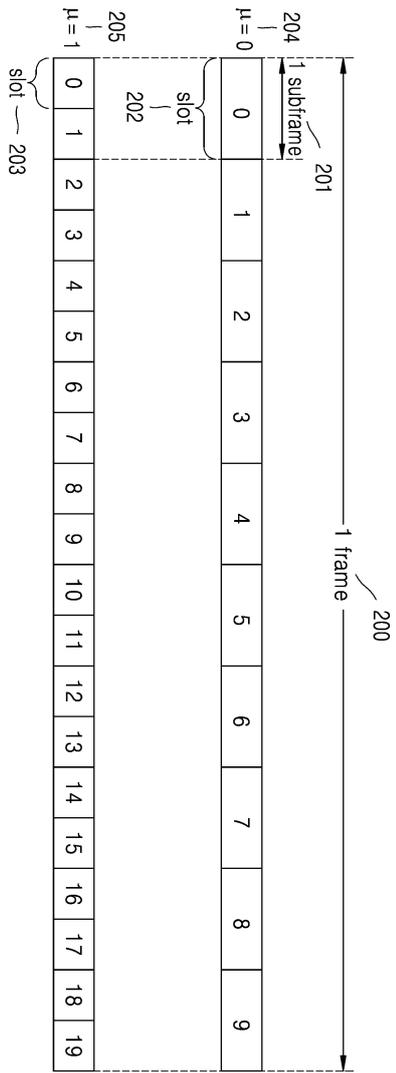
[0650] 본 개시의 다양한 실시예들이 전술되었다. 전술한 본 개시의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 개시의 실시예들은 개시된 실시예들에 한정되는 것은 아니다. 본 개시가 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 개시의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 본 개시의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 개시의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

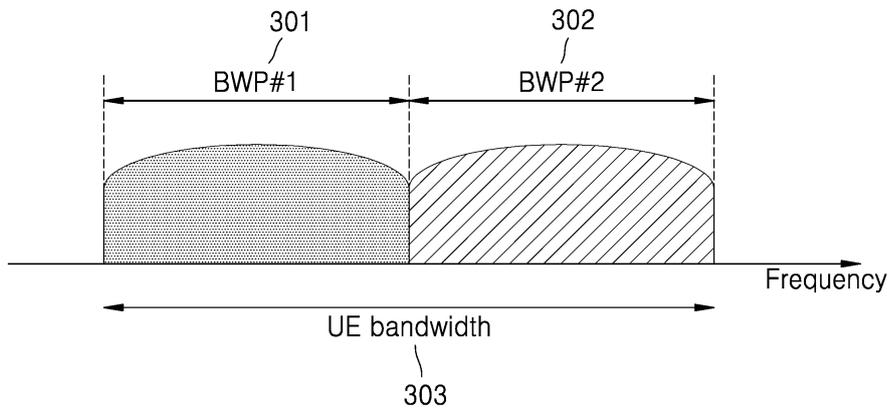
도면1



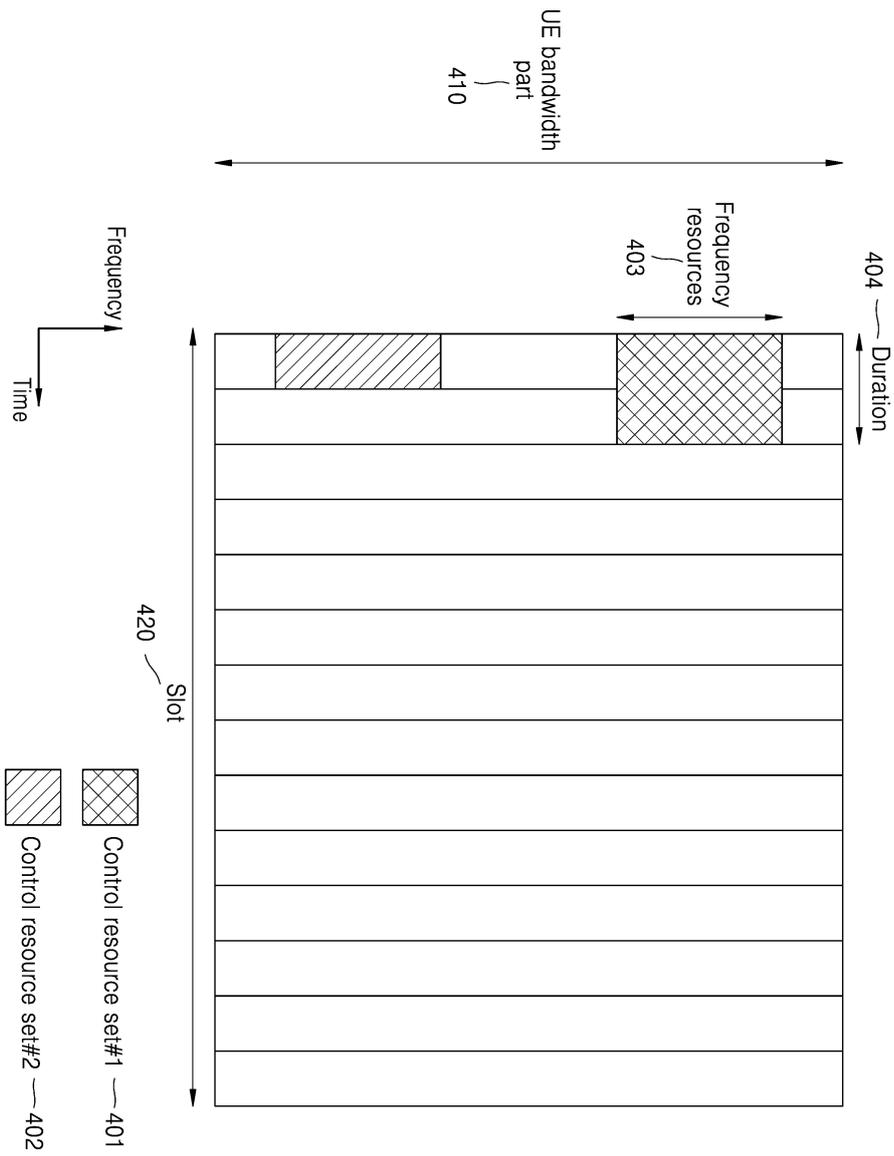
도면2



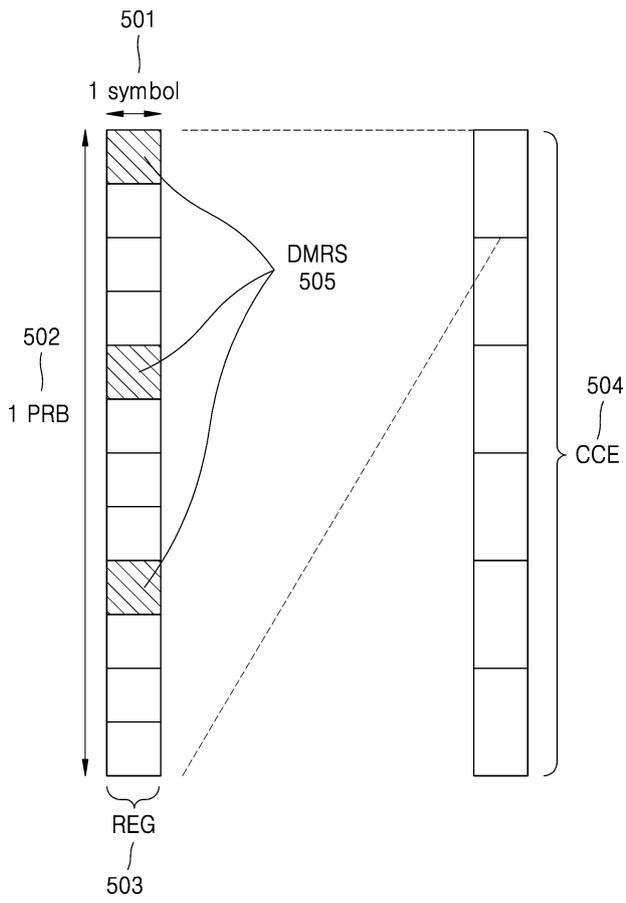
도면3



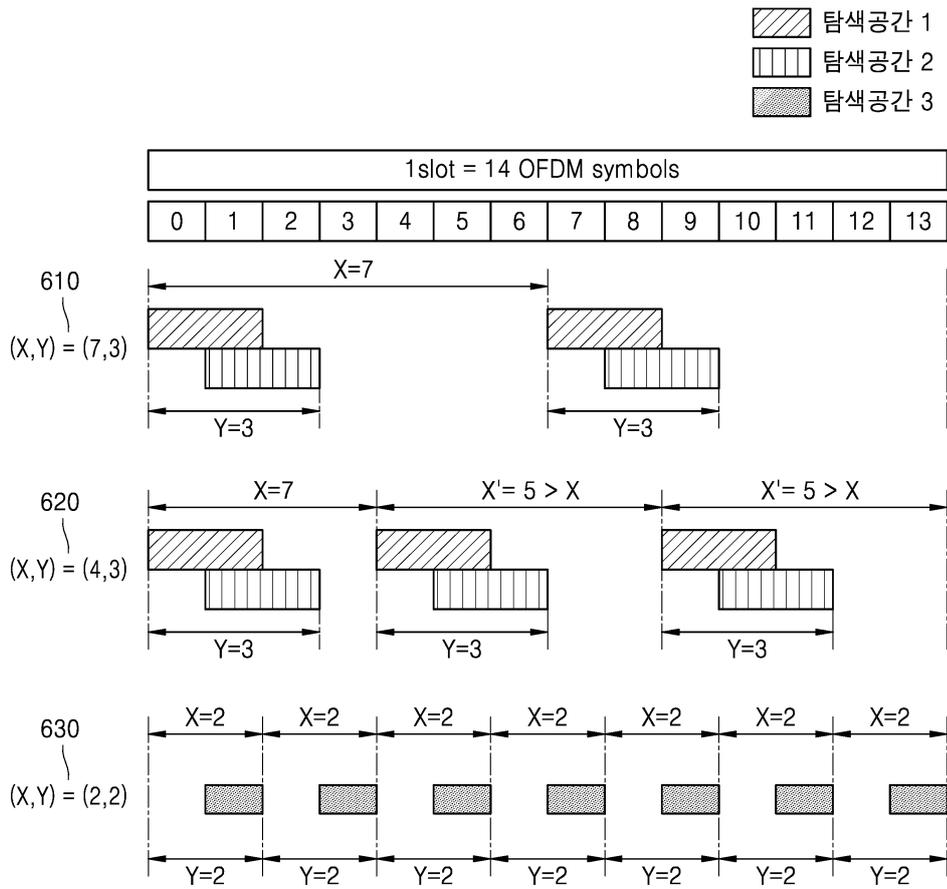
도면4



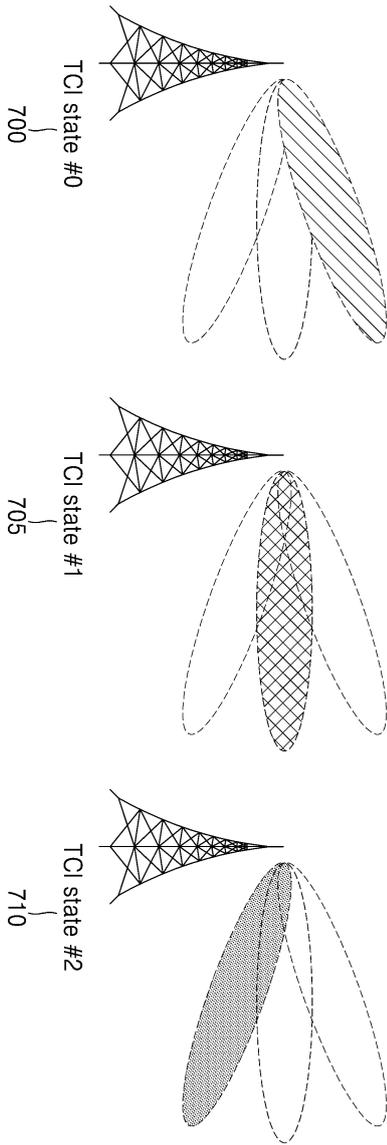
도면5



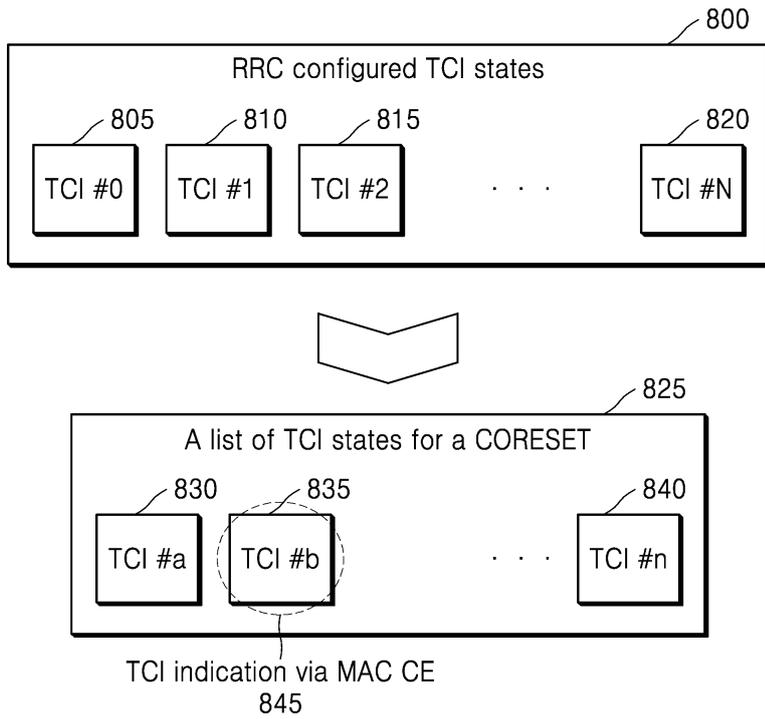
도면6



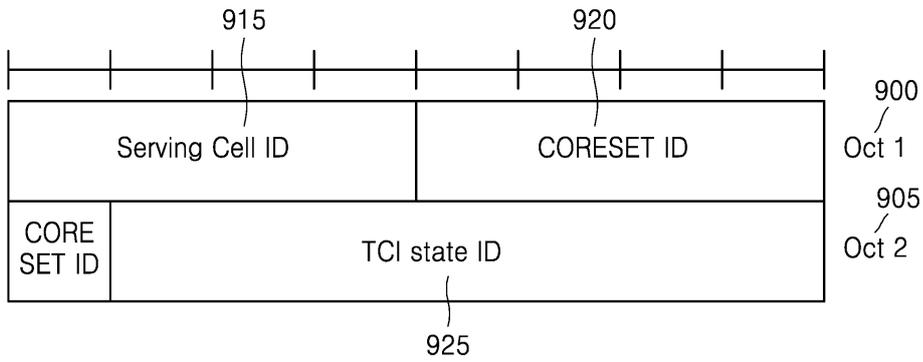
도면7



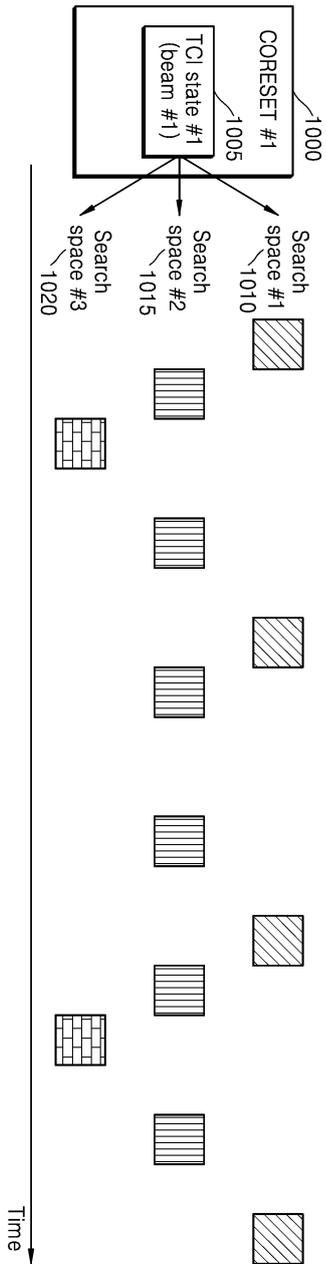
도면8



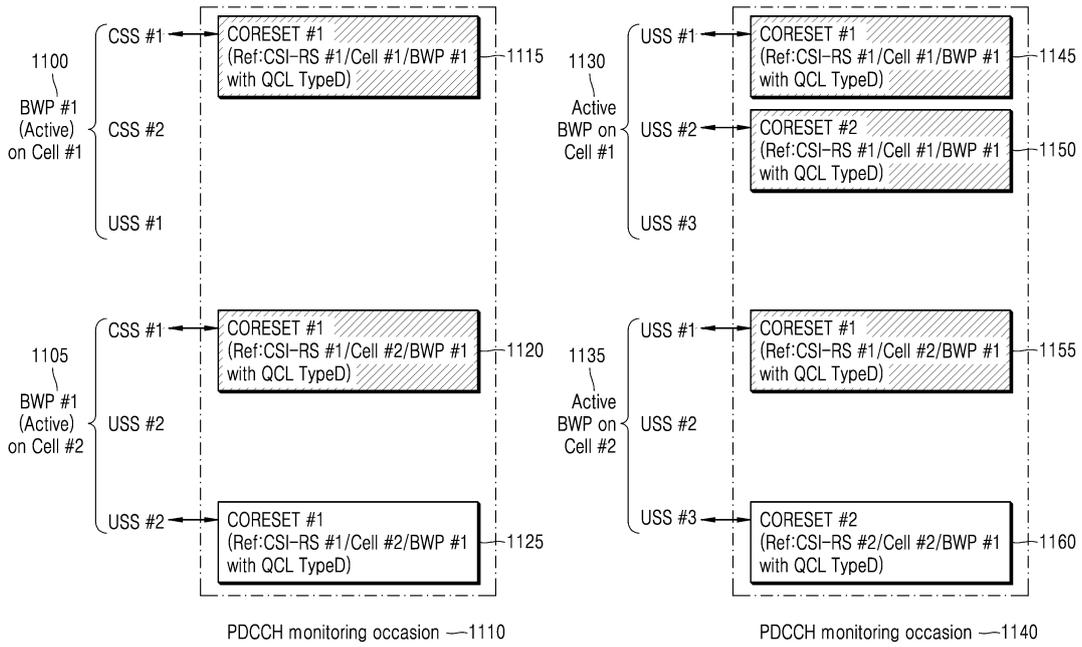
도면9



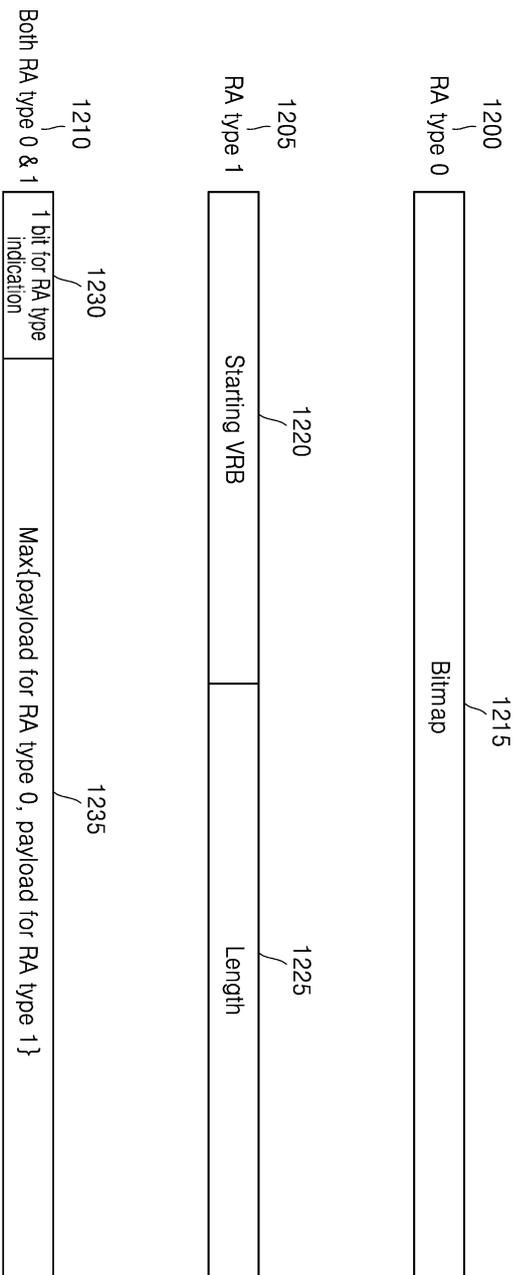
도면10



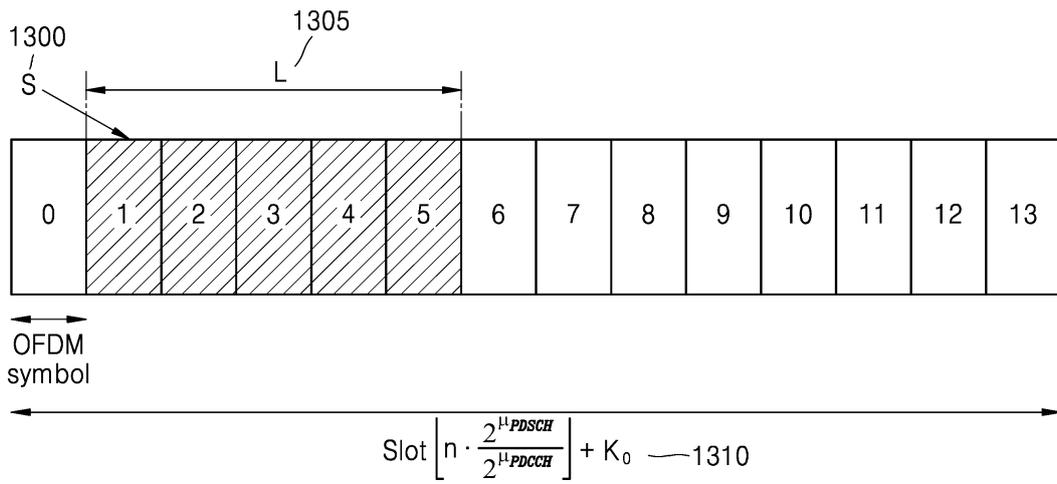
도면11



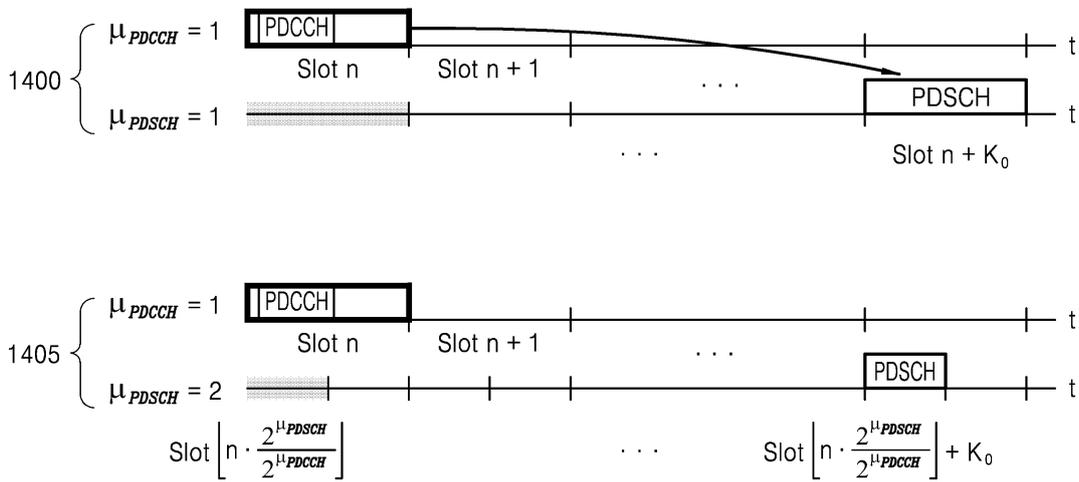
도면12



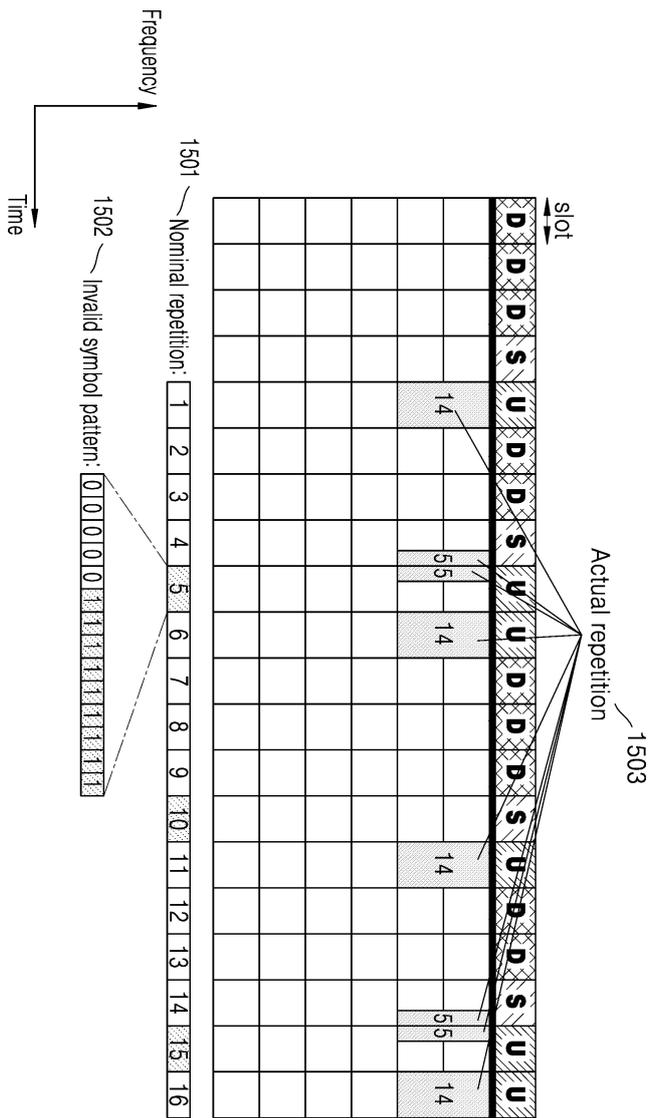
도면13



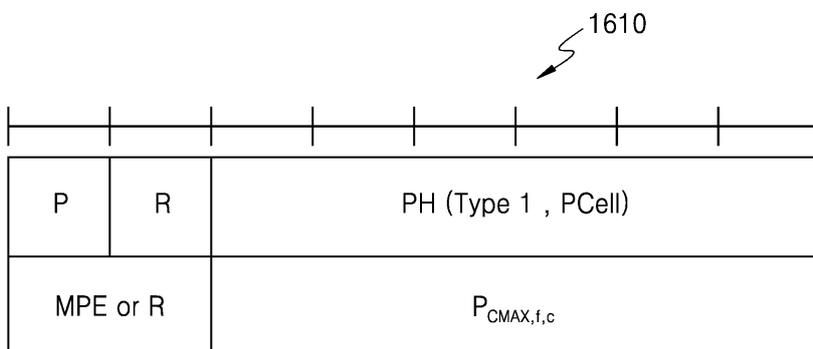
도면14



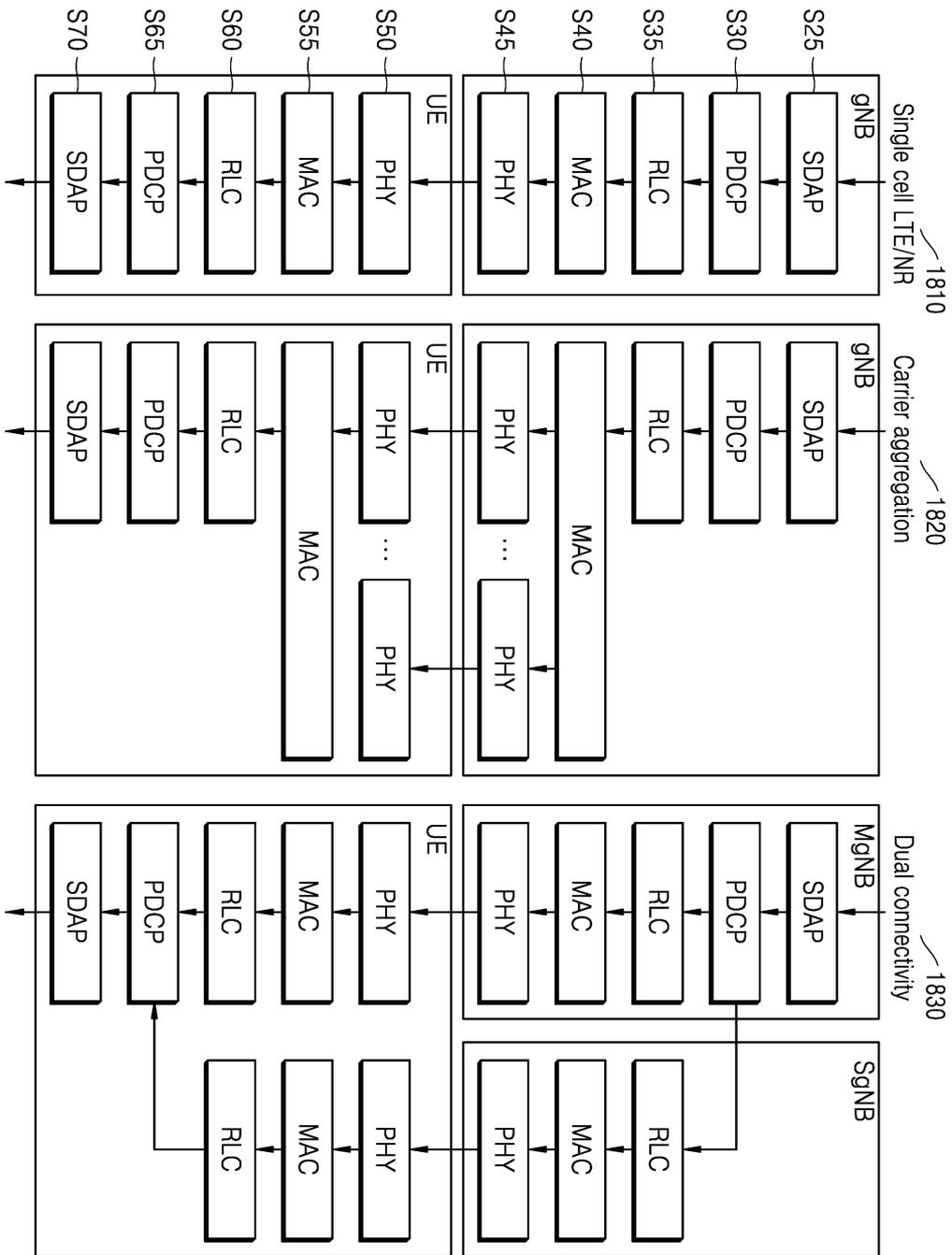
도면15



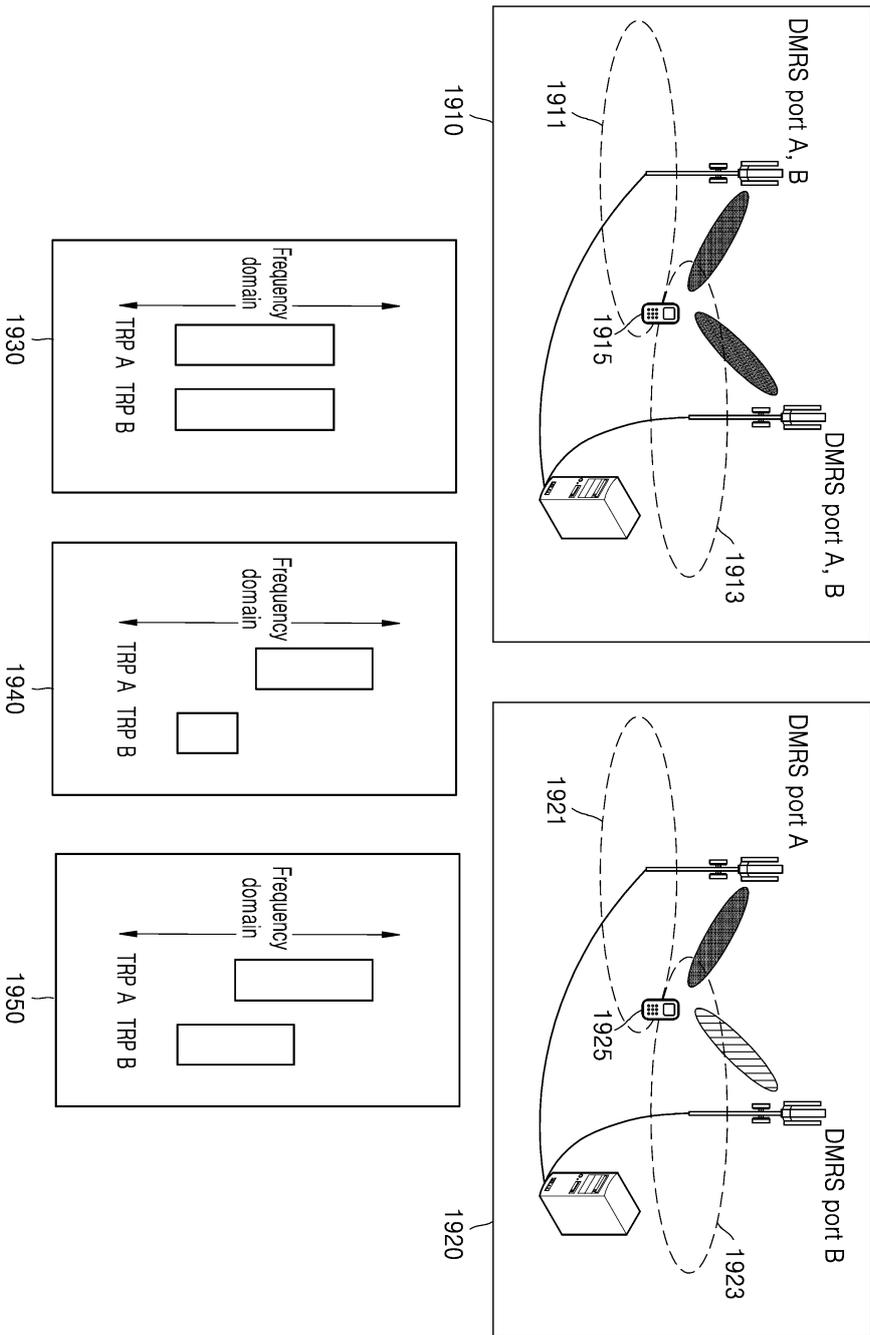
도면16



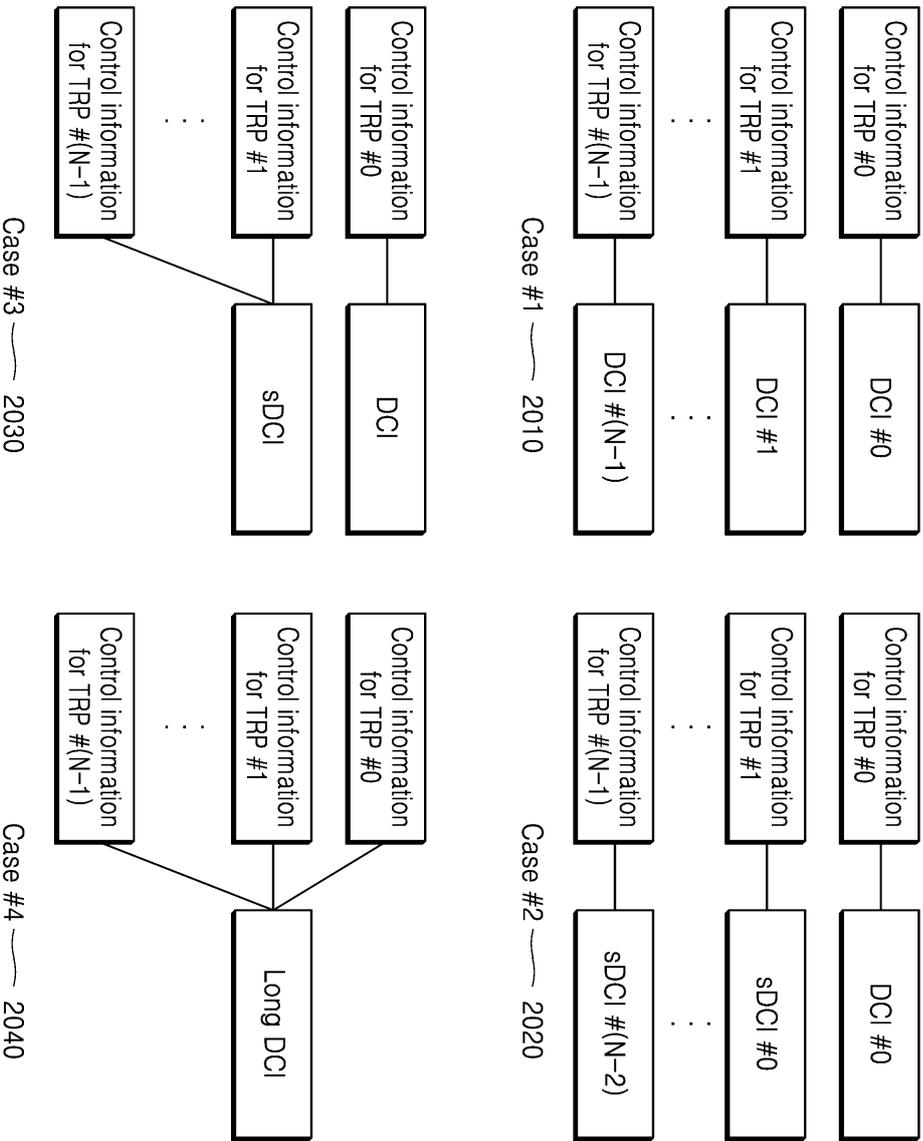
도면18



도면19

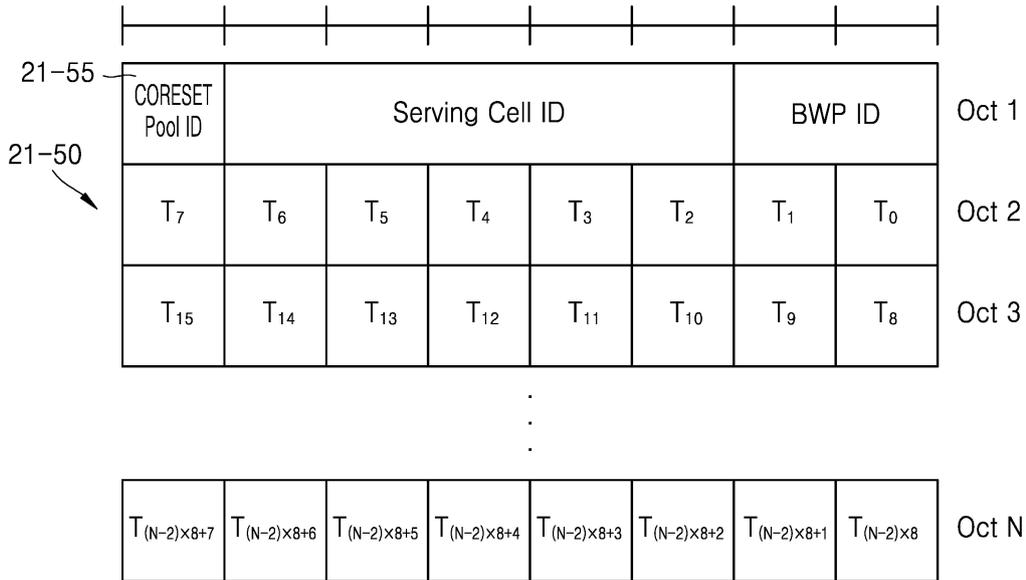


도면20

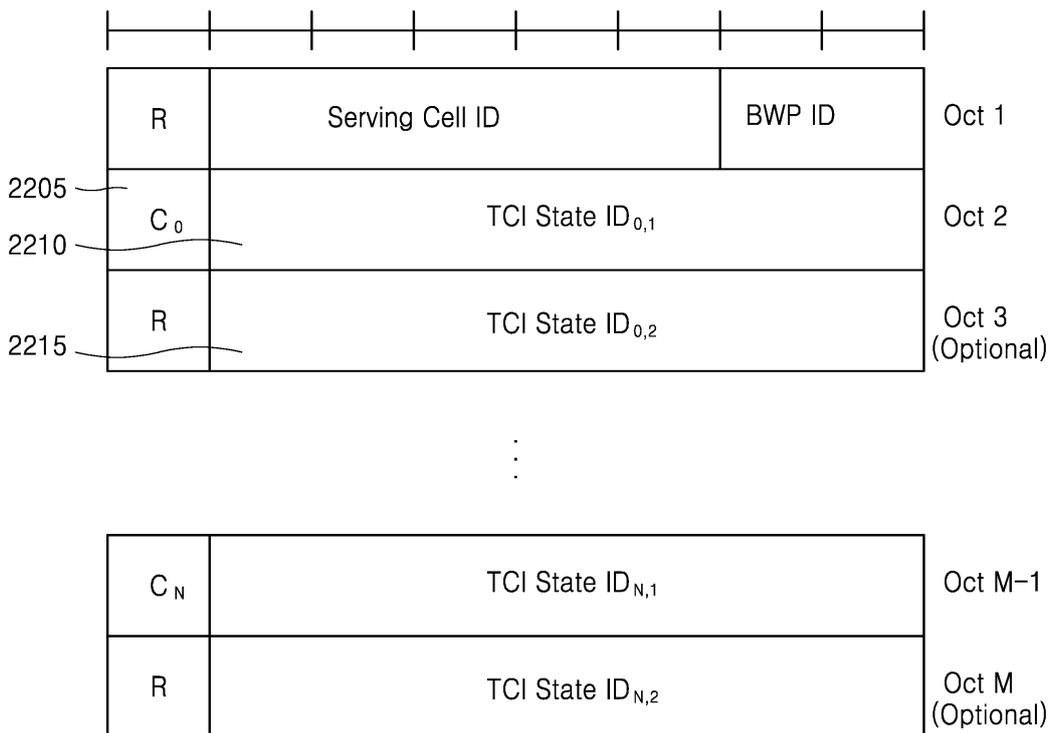


도면21

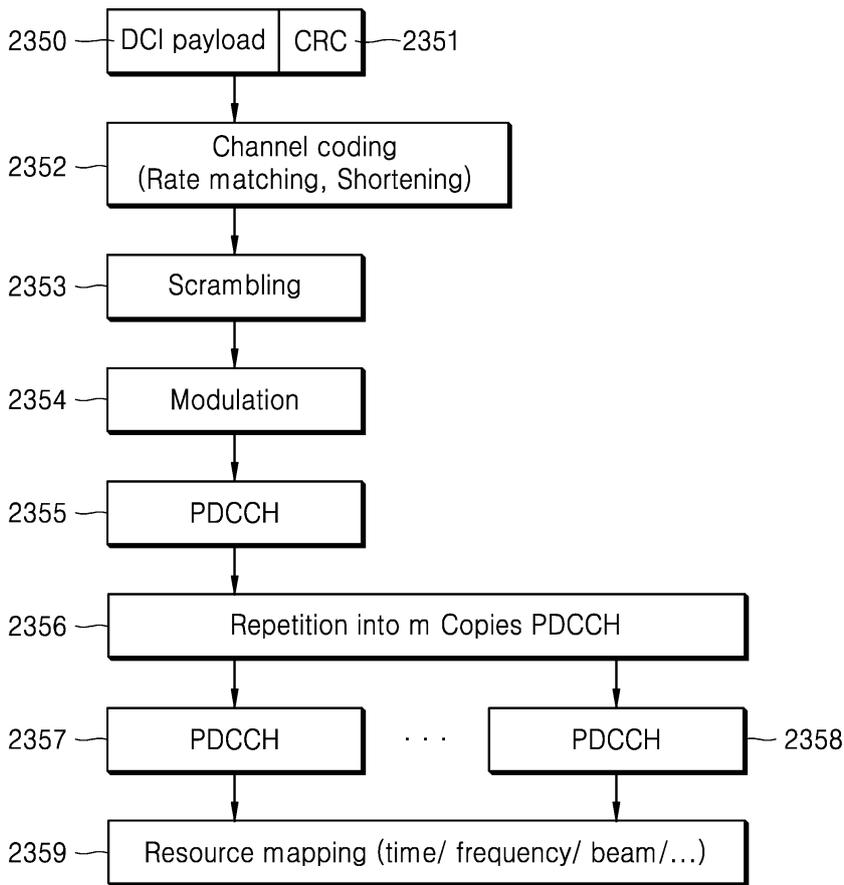
MAC CE structure



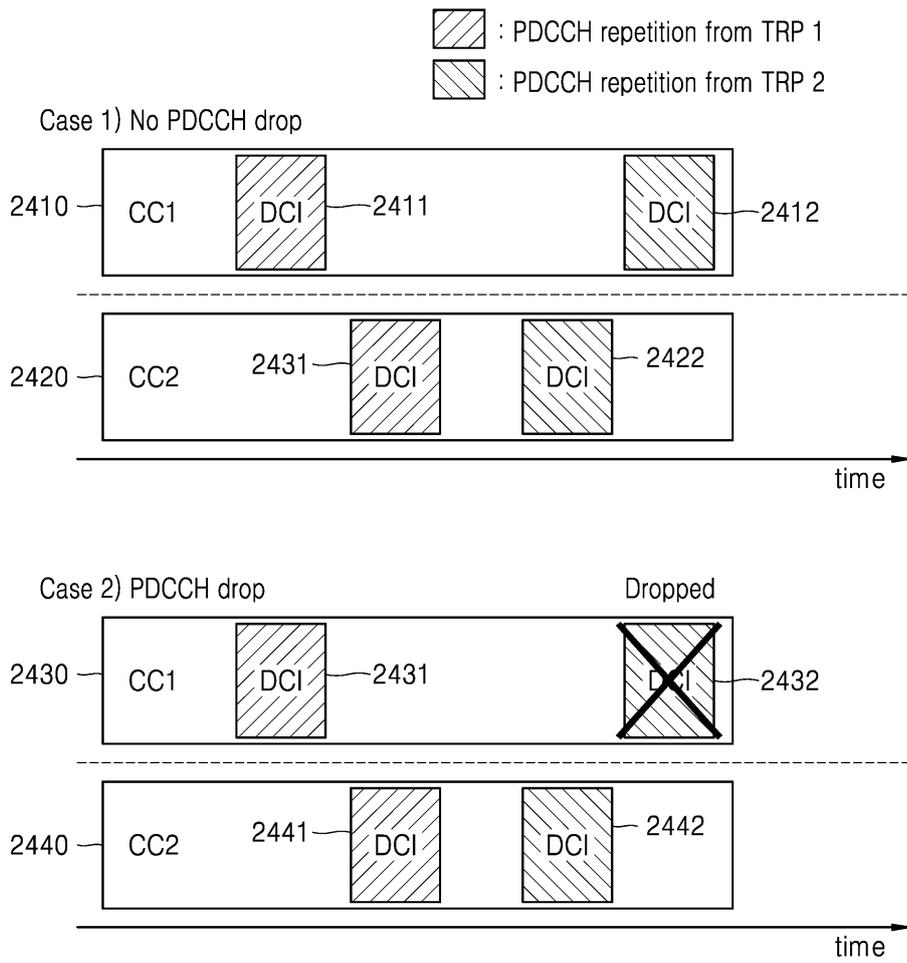
도면22



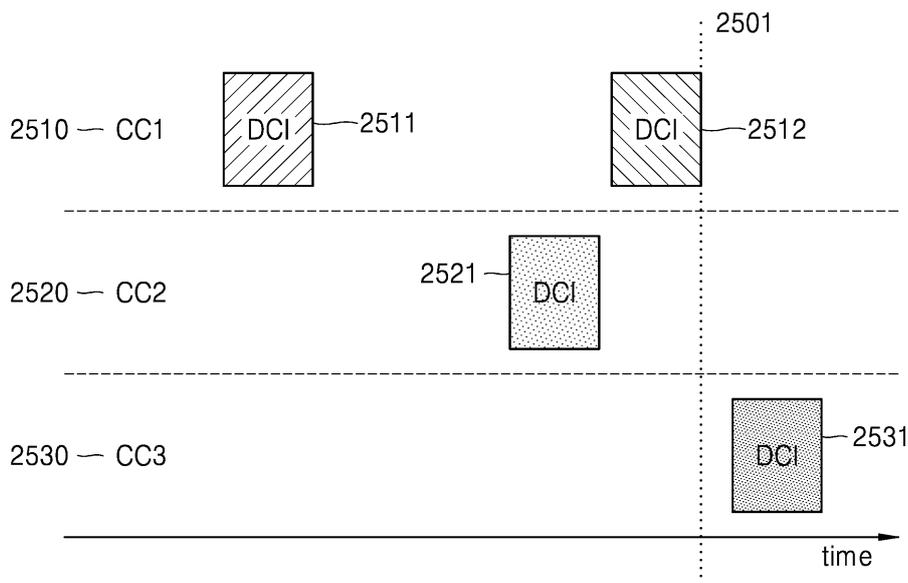
도면23



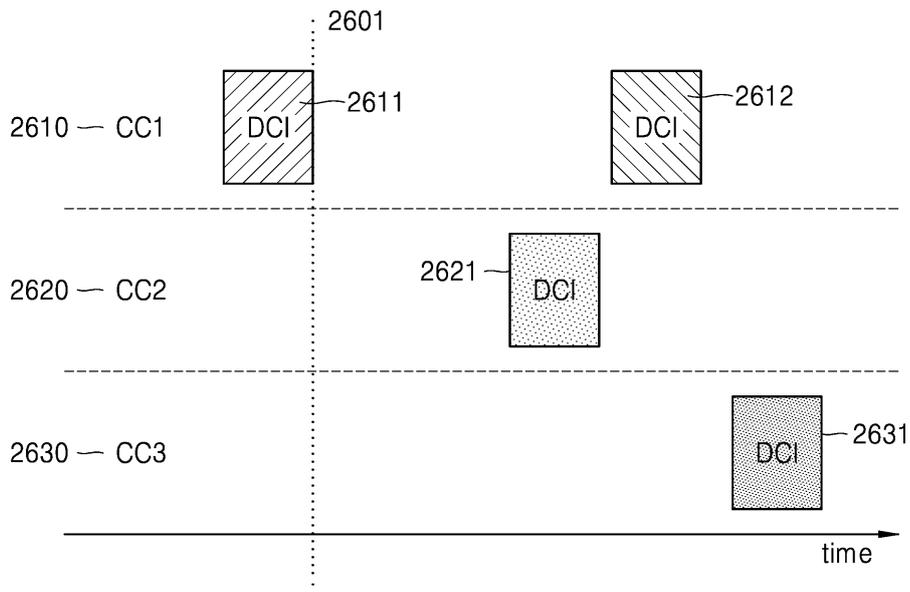
도면24



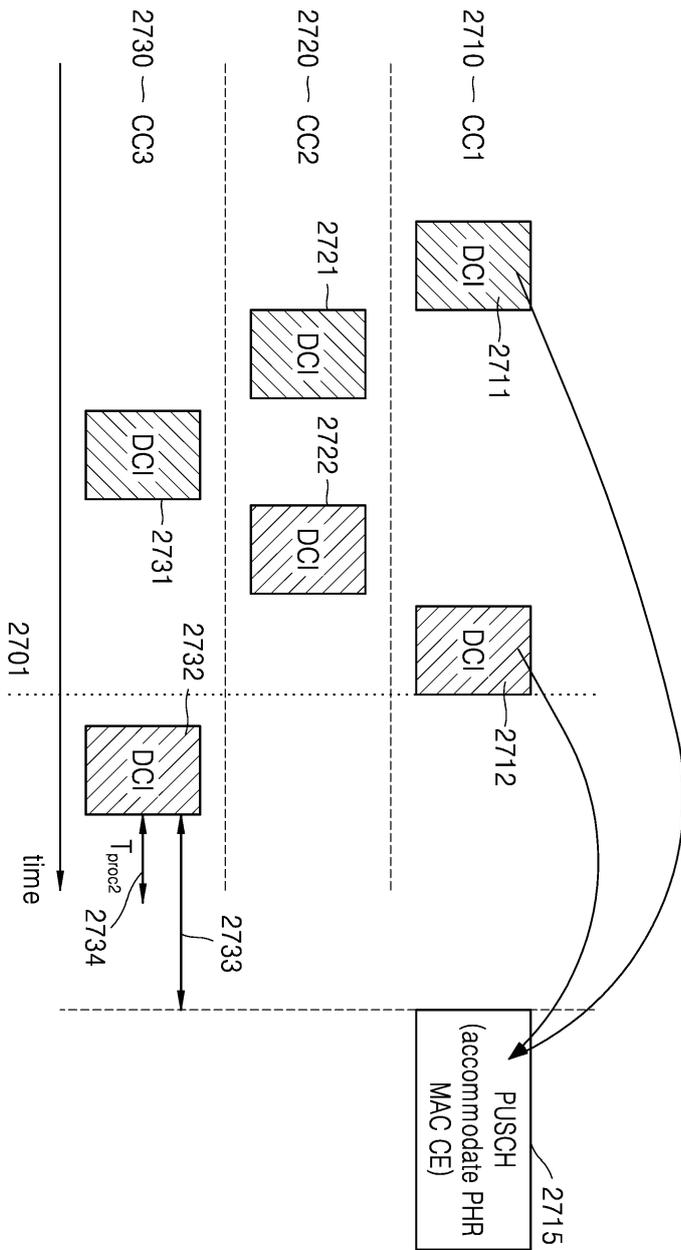
도면25



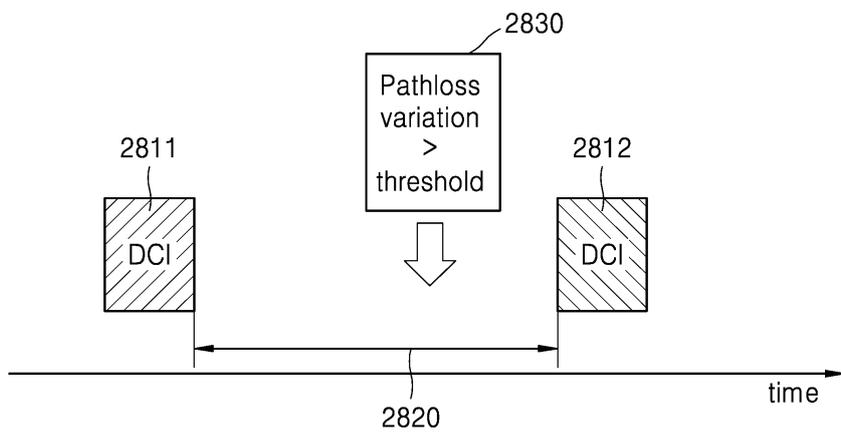
도면26



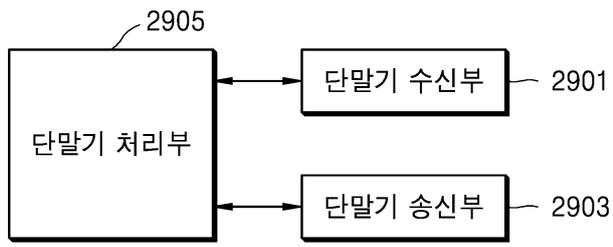
도면27



도면28



도면29



도면30

