



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월06일
(11) 등록번호 10-2418467
(24) 등록일자 2022년07월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/06 (2017.01) H04B 7/0408 (2017.01)
H04L 5/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H04B 7/0639 (2013.01)
H04B 7/0408 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7020734
- (22) 출원일자(국제) 2017년12월22일
심사청구일자 2020년12월21일
- (85) 번역문제출일자 2020년07월16일
- (65) 공개번호 10-2020-0100742
- (43) 공개일자 2020년08월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/CN2017/117937
- (87) 국제공개번호 WO 2019/119399
국제공개일자 2019년06월27일
- (56) 선행기술조사문헌
3GPP R1-1706633*
(뒷면에 계속)

- (73) 특허권자
지티이 코퍼레이션
중화인민공화국 광둥 프로방스 518057, 난산 디스트릭트 쉐젠, 하이테크 인더스트리얼 파크, 케지 로드 사우스, 지티이 플라자
- (72) 발명자
시 시아오주안
중화인민공화국 광둥 518057, 쉐젠, 난산, 하이테크 인더스트리얼 파크, 케지 로드 사우스, 지티이 플라자
부투쿠리 에스와 칼안
중화인민공화국 광둥 518057, 쉐젠, 난산, 하이테크 인더스트리얼 파크, 케지 로드 사우스, 지티이 플라자
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 12 항

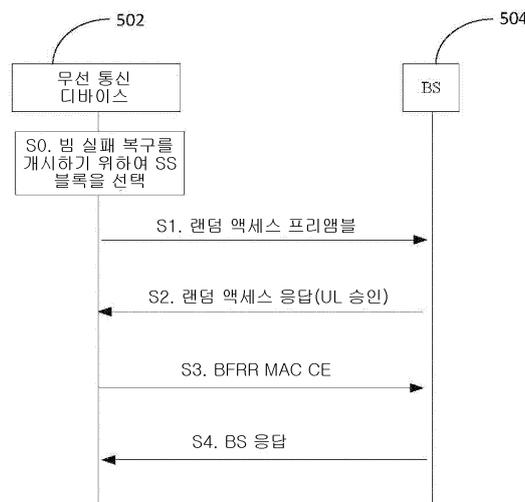
심사관 : 양찬호

(54) 발명의 명칭 **빔 실패 복구를 수행하기 위한 방법 및 무선 통신 디바이스**

(57) 요약

빔 실패 복구를 수행하기 위한 방법들 및 무선 통신 디바이스는 다양한 구현예들에 따라, (예컨대, 이동 무선 통신 디바이스로부터 기지국(BS)으로와 같은, 무선 네트워크의 하나의 노드로부터 또 다른 것으로) 빔 실패 복구 정보를 전송하기 위하여 빔 실패 복구 요청 매체 액세스 제어-제어 엘리먼트(BFRR MAC CE)를 이용하는 것을 포함한다. BFRR MAC CE는 기준 신호(RS) 유형(즉, RS 자원의 유형), RS 자원의 아이덴티티, 주파수 위치의 아이덴티티(예컨대, 대역폭 부분(BWP)이 이용되는 경우들에는 대역폭 부분의 아이덴티티), 및 서빙 셀의 아이덴티티 중의 하나 이상을 포함할 수 있다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

H04B 7/061 (2013.01)
H04B 7/0695 (2013.01)
H04L 5/001 (2013.01)
H04L 5/0048 (2021.01)
H04L 5/0053 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

3GPP R1-1718334*
3GPP R1-1720631*
3GPP R2-1710562*
3GPP R2-1706718

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

빔 실패(beam failure)로부터 복구하기(recover) 위한 무선 통신 디바이스를 위한 방법에 있어서,
 빔 실패를 검출하는 것에 응답하여, 상기 무선 통신 디바이스와 네트워크 노드 사이의 라디오 링크를 복구하기 위한 후보 빔을 식별하는 단계;
 매체 액세스 제어 프로토콜 제어 엘리먼트(media access control protocol control element)에서 상기 후보 빔의 아이덴티티(identity)를 상기 네트워크 노드에 송신하는 단계; 및
 랜덤 액세스 응답에서 네트워크에 의해 새로운 송신을 위해 할당된 업링크 자원 상에서 상기 매체 액세스 제어 프로토콜 제어 엘리먼트를 시그널링하는 단계 - 상기 랜덤 액세스 응답은 경쟁 기반(contention-based) 랜덤 액세스 절차 내의 것임 -
 를 포함하는, 빔 실패로부터 복구하기 위한 무선 통신 디바이스를 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 응답에 대해 상기 후보 빔을 모니터링하는 단계를 더 포함하는, 빔 실패로부터 복구하기 위한 무선 통신 디바이스를 위한 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
 상기 무선 통신 디바이스의 셀 라디오 네트워크 임시 식별자(Cell Radio Network Temporary Identifier; C-RNTI)로 어드레싱된 물리적 다운링크 제어 채널(physical downlink control channel; PDCCH)을 모니터링하는 단계를 더 포함하는, 빔 실패로부터 복구하기 위한 무선 통신 디바이스를 위한 방법.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
 상기 후보 빔의 아이덴티티는 기준 신호 자원의 아이덴티티를 포함하는 것인, 빔 실패로부터 복구하기 위한 무선 통신 디바이스를 위한 방법.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
 상기 후보 빔은 동기화 신호 또는 채널 상태 정보 기준 신호인 것인, 빔 실패로부터 복구하기 위한 무선 통신 디바이스를 위한 방법.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
 상기 후보 빔의 품질이 임계치(threshold) 초과라는 결정에 기초하여 상기 후보 빔을 자격부여된(qualified) 후보 빔인 것으로 식별하는 단계를 더 포함하고, 상기 임계치는 기준 신호 수신 전력(reference signal received power) 임계치이며, 상기 임계치는 기지국으로부터 수신되는 것인, 빔 실패로부터 복구하기 위한 무선 통신 디바이스를 위한 방법.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 매체 액세스 제어 프로토콜 제어 엘리먼트에, 상기 빔 실패가 발생한 주파수 위치의 아이덴티티를 포함시키는 단계를 더 포함하는, 빔 실패로부터 복구하기 위한 무선 통신 디바이스를 위한 방법.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 매체 액세스 제어 프로토콜 제어 엘리먼트에, 상기 빔 실패가 발생한 서빙 셀의 아이덴티티를 포함시키는 단계를 더 포함하는, 빔 실패로부터 복구하기 위한 무선 통신 디바이스를 위한 방법.

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 무선 통신 디바이스는 새로운 송신을 위해 할당된 업링크 자원을 가지며, 상기 방법은 상기 업링크 자원 상에서 상기 매체 액세스 제어 프로토콜 제어 엘리먼트를 시그널링하는 단계를 더 포함하는 것인, 빔 실패로부터 복구하기 위한 무선 통신 디바이스를 위한 방법.

청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 무선 통신 디바이스는 스케줄링 요청을 송신하기 위해 구성된 유효한 물리적 업링크 제어 채널 자원을 가지며, 상기 방법은 스케줄링 요청을 트리거링하는 단계를 더 포함하는 것인, 빔 실패로부터 복구하기 위한 무선 통신 디바이스를 위한 방법.

청구항 11

무선 통신 디바이스에 있어서,

제 1 항 또는 제 2 항에 따른 방법을 수행하도록 구성되는 무선 통신 디바이스.

청구항 12

비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체에 있어서,

제 1 항 또는 제 2 항에 따른 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장되어 있는 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용은 일반적으로 무선 네트워크들에서의 통신에 관련되고, 더 상세하게는, 빔 실패 복구(beam failure recovery)를 수행하기 위한 방법 및 무선 통신 디바이스에 관련된다.

배경 기술

[0002] 대역폭에 대한 점점 증가하는 필요성을 목표로 삼기 위하여, 겨냥하기 위하여, 차세대 시스템 무선 시스템들은 100 GHz에 이르는 높은 동작 주파수들을 채택할 것이다. 이러한 높은 동작 주파수들이 이용될 때, 전파 손실(propagation loss)은 높은 경향이 있다. 이 쟁점을 다루기 위하여, 차세대 무선 통신 디바이스들은 빔 정렬 (beam alignment)을 달성하고 충분하게 높은 안테나 이득을 획득하기 위하여, 대용량 다중-입력-다중-출력 (multiple-in-multiple-out; MIMO) 기법들(예컨대, 하나의 노드에 대한 1024 개의 안테나 엘리먼트(antenna element)들)를 이용하는 안테나 어레이(antenna array)들 및 빔포밍 (beamforming; BF) 트레이닝(training) 기술들을 채용할 수 있다.

[0003] 현재, 무선 네트워크들은 빔 실패 복구를 위한 물리적 랜덤 액세스 채널들(physical random access channels; PRACH)을 이용한다. PRACH-기반 빔 실패 복구 방식이 작동하게 하기 위하여, 무선 네트워크는 각각의 후보 빔, 즉, 각각의 후보 기준 신호(reference signal; RS) 자원과 연관된 전용 랜덤 액세스 채널(random access channel; RACH) 자원들을 명시적으로 또는 묵시적으로 제공해야 한다. 후보 RS 자원은 동기화 신호(synchronization signal; SS) 블록 또는 채널 상태 정보 기준 신호(channel state information reference signal; CSI-RS) 자원의 어느 하나일 수 있다. 그러나, 빔 실패 복구를 위한 이 RACH 자원들은 무선 통신 디바이스의 서빙 빔 쌍 링크(들)가 실패할 때에 오직 이용된다. 이에 따라, 이 자원들을 항상 예약하는 것은 이 라디오 자원들의 낭비로 귀착된다. 이것은 특히, 비-경합(non-contention) 기반 랜덤 액세스를 위하여 이용되는 전용 RACH 자원들의 경우에 그러하다(즉, 이 자원들은 각각의 무선 통신 디바이스를 위하여 배타적으로 예약

됨). 빔 실패 복구의 목적에 전용된 RACH 자원(들)은 빔 실패 이전의 가능한 후보 빔들을 위하여 구성되어야 한다(그리고 이러한 구성에 관한 정보는 네트워크 상의 무선 디바이스들에 알려져야 함). 이 전용 자원(들)은 무선 디바이스가 수행할 수 있는 다른 PRACH 송신들(즉, 무선 디바이스가 다른 목적들을 위하여 행하는 PRACH 송신들)에 대해 직교적(orthogonal)이어야 하고, 또한, 다른 무선 디바이스들을 위하여 구성된 전용 RACH 자원(들)에 대해 직교적이어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0004] 첨부된 청구항들은 본 기법들의 특징들을 상세하게 기재하지만, 이 기법들은 그 목적들 및 장점들과 함께, 동반된 도면들과 함께 취해진 다음의 상세한 설명으로부터 최상으로 이해될 수 있고:

- 도 1은 본원에서 설명된 다양한 실시예들이 구현될 수 있는 무선 통신 시스템을 도시한다.
- 도 2는 실시예에 따른, 도 1의 무선 통신 디바이스들의 각각에 의해 구현된 기본적인 하드웨어 아키텍처를 예시한다.
- 도 3 및 도 4는 2 개의 빔 실패 경우들을 예시한다.
- 도 5는 실시예에 따른 빔 실패 복구 절차를 예시한다.
- 도 6, 도 7, 및 도 8은 실시예에 따른, BFRR MAC CE의 가능한 구현예들을 예시한다.
- 도 9a 및 도 9b는 BWP 통신을 예시한다.
- 도 10은 실시예에 따른, 최상의 후보 RS 자원을 오직 포함하는 BFRR MAC CE를 예시한다.
- 도 11 및 도 12는 실시예에 따른, 하나 초과와 후보 RS 자원들을 포함하는 2 개의 가능한 BFRR MAC CE 예들을 예시한다.
- 도 13은 캐리어 어그리게이션(carrier aggregation)을 예시한다.
- 도 14는 최상의 후보 RS 자원을 오직 포함하는, 실시예에 따른 BFRR MAC CE를 예시한다.
- 도 15 및 도 16은 실시예에 따른, 하나 초과와 후보 RS 자원들을 포함하는 2 개의 가능한 BFRR MAC CE 예들을 예시한다.
- 도 17은 PCell 및 2 개의 SCell들로 구성된 통신 디바이스를 예시한다.
- 도 18은 실시예에 따른, 최상의 후보 RS 자원을 오직 포함하는 BFRR MAC CE를 예시한다.
- 도 19 및 도 20은 실시예에 따른, 하나 초과와 후보 RS 자원을 포함하는 2 개의 가능한 BFRR MAC CE 예들을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0005] 본 개시내용은 일반적으로, 빔 실패 복구를 수행하기 위한 방법들 및 무선 통신 디바이스에 관한 것이다. 실시예에 따르면, 빔 실패 복구 요청 매체 액세스 제어 프로토콜-제어 엘리먼트(beam failure recovery request media access control protocol-control element; BFRR MAC CE)는 빔 실패 복구 정보를 (예컨대, 이동 무선 통신 디바이스로부터 기지국(base station; BS)으로와 같이, 무선 네트워크의 하나의 노드로부터 또 다른 것으로) 전송하기 위하여 이용된다. BFRR MAC CE는 기준 신호(RS) 유형(즉, RS 자원의 유형), RS 자원의 아이덴티티(identity), 주파수 위치의 아이덴티티, 예컨대, (예를 들어, 대역폭 부분(bandwidth part; BWP)이 이용되는 경우들에는) 대역폭 부분의 아이덴티티, 및 서빙 셀의 아이덴티티, 예컨대, 보조 서빙 셀(secondary serving cell)의 아이덴티티 중의 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0006] 실시예에서, 무선 통신 디바이스는 BFRR MAC CE 내에서: (1) 통신 디바이스가 식별한 오직 최상의 후보 RS 자원, (2) 통신 디바이스가 식별한 하나 이상의 자격부여된(qualified) 후보 RS 자원들, 또는 (3) 통신 디바이스가 식별한 최대 수에 이르는 N 개의 후보 RS 자원들을 포함할 수 있다.

[0007] 실시예에 따르면, RS 자원(예컨대, 빔)은 (예를 들어, SSB 인덱스 번호에 의해 식별된) SS 블록(SS block; SSB) 또는 채널 상태 정보 기준 신호(CSI-RS) 자원의 어느 하나이다. 하나 초과와 후보 RS 자원이 BFRR MAC CE 내에 포함될 경우에, BFRR MAC CE에서의 각각의 RS 유형 비트는 대응하는 RS 자원의 RS 유형을 표시한다.

- [0008] 실시예에서, "자격부여된" 후보 RS 자원은 그 품질, 예를 들어, RSRP가 임계치를 초과하는 RS 자원을 지칭한다.
- [0009] 실시예에서, BFRR MAC CE는 네트워크로부터 시그널링된 업링크(uplink; UL) 자원들 상에서 네트워크로 시그널링된다(예컨대, 이동 무선 통신 디바이스에 의해 BS로 시그널링됨). 이러한 UL 자원들은 빔 실패가 발생하기 전에 MAC 엔티티(entity)에 할당되었던(예컨대, 무선 통신 디바이스의 MAC 계층에 할당되었던) UL 자원들일 수 있다. 예를 들어, 빔 실패 선언(beam failure declaration)이 MAC 엔티티에서 평가될 경우에, "빔 실패가 발생하기 전에"는 MAC 엔티티가 빔 실패가 발생한 것으로 선언하기 전의 시간을 지칭한다. 빔 실패 선언이 MAC 엔티티 이외의 무선 통신 디바이스의 또 다른 계층에서 평가될 경우에, "빔 실패가 발생하기 전에"는 MAC 엔티티가 실패가 평가되었던 계층으로부터 빔 실패 표시를 수신하기 전의 시간을 지칭한다. 빔 실패를 평가하였던 무선 통신 디바이스의 계층은 물리적 계층(예컨대, 무선 통신 디바이스의 물리적 계층) 또는 상위 계층(higher layer)(예컨대, 무선 통신 디바이스의 라디오 자원 제어(radio resource control; RRC) 계층)의 어느 하나일 수 있다. 다양한 실시예들에서, UL 자원들은 네트워크가 무선 통신 디바이스로부터 스케줄링 요청(scheduling request; SR)을 수신한 후에 네트워크에 의해 할당될 수 있거나, 무선 통신 디바이스에 의해 행해진 랜덤 액세스 요청(random access request)에 응답하여 네트워크에 의해 할당될 수 있다.
- [0010] 실시예에 따르면, 빔 실패가 발생할 때, 예컨대, 빔 실패를 선언하는 계층으로부터의 빔 실패 표시의 수신에 응답하여 또는 MAC 엔티티가 빔 실패가 발생한 것으로 결정할 때, 빔 실패 복구를 위한 후보 빔들의 임의의 것과 연관된 전용 RACH 자원들이 없을 경우에, 무선 통신 디바이스는 다음을 행한다:
- [0011] (1) (무선 통신 디바이스의) MAC 엔티티가 그 시간에서의 새로운 송신을 위하여 할당된 UL 자원들을 가질 경우에, 무선 통신 디바이스는 UL 자원들 상에서 BFRR MAC CE를 시그널링한다. (2) 그 시간에서의 새로운 송신을 위하여 할당된 UL 자원들이 없지만, 다른 정상적인 동작 활성 BWP들의 임의의 것 상에서 또는 다른 정상적인 동작 서빙 셀들의 임의의 것 상에서 구성된 SR을 위한 유효한 물리적 업링크 제어 채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH) 자원들이 있을 경우에, MAC 엔티티는 SR을 시그널링할 것을 물리적 계층에 명령한다. 물리적 계층은 그 다음으로, SR을 수신한 결과로서 네트워크에 의해 할당되는 UL 자원들 상에서 BFRR MAC CE를 시그널링한다. (3) 그 시간에서의 새로운 송신을 위하여 할당된 UL 자원들 뿐만 아니라, 다른 정상적인 동작 활성 BWP들의 임의의 것 상에서 또는 다른 정상적인 동작 서빙 셀들의 임의의 것 상에서 구성된 SR을 위한 유효한 PUCCH 자원들도 없을 경우에, 무선 통신 디바이스는 경합-기반 랜덤 액세스를 개시(ignite)하고, 랜덤 액세스 응답에서 네트워크에 의해 할당되는 UL 자원들 상에서 BFRR MAC CE를 시그널링한다.
- [0012] 실시예에서, 무선 통신 디바이스는 후보 빔들 상에서의 경합 기반 RACH와 같은 레거시 절차(legacy procedure)를 이용할 수 있고, 후보 빔이 경합 기반 RACH 자원들을 가질 경우에 MAC CE를 통한 명시적 표시를 포함할 수 있다.
- [0013] 실시예에 따르면, BFRR MAC CE가 시그널링된 후에, MAC 엔티티는 무선 통신 디바이스의 셀 라디오 네트워크 임시 식별자(Cell Radio Network Temporary Identifier; C-RNTI)로 어드레싱된 물리적 다운링크 제어 채널(physical downlink control channel; PDCCH)을 모니터링한다.
- [0014] 실시예에서, 최상의 RS 자원이 BFRR MAC CE 내에 포함될 경우에, MAC 엔티티는 최상의 후보 빔 상에서 PDCCH를 모니터링한다. C-RNTI로 어드레싱된 PDCCH 송신이 최상의 후보 빔 상에서 수신될 경우에, 통신 디바이스는 빔 실패 복구 절차가 성공적으로 완료된 것으로 고려한다.
- [0015] 실시예에 따르면, 자격부여된 후보 RS 자원(들)이 BFRR MAC CE 내에 포함될 경우에, 통신 디바이스는 이 자격부여된 후보 RS 자원(들) 상에서 PDCCH를 모니터링한다. 무선 통신 디바이스의 C-RNTI로 어드레싱된 PDCCH 송신이 자격부여된 후보 RS 자원(들)의 임의의 것 상에서 수신될 경우에, 통신 디바이스는 빔 실패 복구 절차가 성공적으로 완료된 것으로 고려한다.
- [0016] 실시예에서, 통신 디바이스에 의해 식별되는 최대 수에 이르는 N 개의 후보 RS 자원들이 BFRR MAC CE 내에 포함될 경우에, 통신 디바이스는 이 N 개의 후보 RS 자원들의 전부 상에서 PDCCH를 모니터링한다. 무선 통신 디바이스의 C-RNTI로 어드레싱된 PDCCH 송신이 N 개의 후보 RS 자원들의 임의의 것 상에서 수신될 경우에, 통신 디바이스는 빔 실패 복구 절차가 성공적으로 완료된 것으로 고려한다.
- [0017] 실시예에 따르면, BS는 무선 통신 디바이스로의 RRC 시그널링을 통해, 무선 통신 디바이스가 어느 유형의 BFRR MAC CE를 이용하는 것으로 추정되는지를 명시적으로 표시한다. 통신 디바이스는 BS 표시에 따라 BFRR MAC CE 유형을 채택한다.

- [0018] 도 1은 본원에서 설명된 다양한 실시예들이 구현될 수 있는 무선 통신 시스템(100)을 도시한다. 통신 시스템(100)은 몇몇 무선 통신 디바이스들을 포함한다("무선 통신 디바이스"는 때때로, 편리한 참조를 위하여 "통신 디바이스" 또는 "디바이스"로 본원에서 단축될 것임). 도시된 통신 디바이스들은 (사용자 장비(user equipment; UE)로서 도시된) 제1 통신 디바이스(102), (기지국으로서 도시된) 제2 통신 디바이스(104), 및 (UE로서 도시된) 제3 통신 디바이스(106)이다. 많은 다른 통신 디바이스들이 있을 수 있고 도 1에서 표시된 것들은 예를 위하여 오직 의도된다는 것이 이해되어야 한다. 실시예에서, 무선 통신 시스템(100)은 무선 네트워크들에서 보편적으로 발견된 다른 기지국들, 다른 UE들, 무선 기반구조, 유선 기반구조, 및 다른 디바이스들을 포함하는, 도 1에서 도시되지 않은 많은 다른 컴포넌트들을 가진다. 통신 디바이스들의 가능한 구현예들은 스마트폰, 태블릿, 랩톱 컴퓨터, 및 비-전통적인 디바이스들(예컨대, 가전 제품들 또는 "사물 인터넷(Internet of Things)"의 다른 부분들)과 같은, 무선 통신을 할 수 있는 임의의 디바이스를 포함한다.
- [0019] 무선 통신 시스템의 일부로서 동작할 때, 무선 통신 디바이스는 "무선 네트워크 노드"로서 지칭될 수 있다. 또한, BS와 (UE와 같은) 또 다른 통신 디바이스 사이의 통신을 설명하기 위하여, 무선 BS가 또한 "무선 통신 디바이스"의 유형일지라도 비-BS(non-BS) 디바이스를 BS와 구별하기 위하여, 비-BS 디바이스는 "무선 통신 디바이스"(또는 "통신 디바이스")로서 종종 지칭될 것이다.
- [0020] 추가적으로, 무선 통신 디바이스의 MAC 계층은 때때로, "MAC 엔티티"(즉, 매체 액세스 제어 엔티티(media access control entity))로서 본원에서 지칭될 것이다. 이 용어는 무선 통신 디바이스의 MAC 계층과, 물리적 계층 또는 RRC 계층과 같은 다른 계층들 사이의 상호작용을 표현하는 것을 돕는다. 개시내용이 액션을 수행하는 MAC 엔티티 또는 물리적 계층 또는 RRC 계층을 지칭할 때, 액션을 수행하고 있는 것은 무선 통신 디바이스인 것이 이해되어야 한다.
- [0021] 최종적으로, 다양한 실시예들에서, 하나 이상의 무선 네트워크 노드들은 본원에서 설명된 BFRR MAC CE를 수신하고, 프로세싱하고, 이에 대해 응답하는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 네트워크 노드는 하나 이상의 후보 빔(들)의 아이덴티티를 표시하는 MAC CE를 수신할 수 있고, MAC CE의 내용들에 기초하여 후보 빔을 식별할 수 있고, 식별된 후보 빔 상에서의 응답을 무선 통신 디바이스로 송신할 수 있다.
- [0022] 도 2는 실시예에 따른, 도 1의 무선 통신 디바이스들의 각각에 의해 구현된 기본적인 하드웨어 아키텍처를 예시한다. 도 1의 엘리먼트(element)들은 마찬가지로 다른 컴포넌트(component)들을 가질 수 있다. 도 2에서 도시된 하드웨어 아키텍처는 로직 회로부(202), 메모리(204), 트랜시버(206), 및 (송신 안테나들 및/또는 수신 안테나들을 포함하는) 안테나(208)에 의해 표현된 하나 이상의 안테나들을 포함한다. 메모리(204)는 예를 들어, 로직 회로부가 송신을 프로세싱할 수 있을 때까지 착신 송신들을 유지하는 버퍼일 수 있거나 버퍼를 포함할 수 있다. 메모리(204)는 예를 들어, 본원에서 설명된 방법들 중의 하나 이상을 수행하기 위한 컴퓨터-실행가능 명령들을 그 상에서 저장한 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체로서 구현될 수 있다. 도 2의 엘리먼트들은 하나 이상의 데이터 경로들(210)을 통해 서로에 통신가능하게 링크된다. 데이터 경로들의 예들은 와이어(wire)들, 마이크로칩(microchip) 상의 전도성 경로들, 및 무선 접속들을 포함한다.
- [0023] 본원에서 이용된 바와 같은 용어 "로직 회로부"는 수학적 로직의 측면에서 정의된 복잡한 기능들을 수행하도록 설계된 회로(전자 하드웨어의 유형)를 의미한다. 로직 회로부의 예들은 마이크로프로세서, 제어기, 또는 애플리케이션-특정 집적 회로를 포함한다. 본 개시내용이 액션을 수행하는 디바이스를 지칭할 때, 이것은 또한, 디바이스와 통합된 로직 회로부가 사상상, 액션을 수행하고 있다는 것을 의미할 수 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0024] 송신기와 수신기 사이의 무선 링크가 변경될 때에 송신기와 수신기 사이의 빔 정렬을 (재)취득하기 위한 다양한 현존하는 방법들이 있지만, 수신기가 (예컨대, 물리적 객체들이 수신기-송신기 링크를 차단하는 것으로 인해) 신호 강도에서의 급작스러운 예리한 하락들로 귀착될 수 있는 차단 이벤트들을 겪을 수 있는 경우들이 있을 수 있다. 이러한 경우에, 빔 실패가 발생한다. 도 3 및 도 4는 2 개의 빔 실패 경우들을 예시한다.
- [0025] 도 3에서, 통신 디바이스(302)는 현재 하나의 송신/수신 포인트(transmission/reception point; TRP)(304)의 커버리지 내에 있고, 빔2(B2) 및 빔3(B3)으로 TRP(304)에 의해 서빙되고 있다. 그 다음으로, 자동차(물리적 객체)(306)의 출현으로, B2 및 B3의 신호 강도들은 급작스럽게 하락하고 이것은 빔 실패로 귀착된다.
- [0026] 도 4에서, 통신 디바이스(402)는 현재 TRP1 및 TRP2의 커버리지 내에 있다. TRP1 및 TRP2는 동일한 기지국(BS)(404)으로 접속되는, 예컨대, BS(404)의 기저대역 유닛(baseband unit; BBU) 또는 중앙 유닛으로 접속되는 2 개의 TRP들이다. 그리고, 통신 디바이스는 TRP2로부터 방사되는 빔들에 의해 서빙되고 있다. 그 다음으로, 자동차(406)의 출현으로, TRP2로부터의 빔들의 신호 강도는 급작스럽게 하락하고 이것은 다시, 빔들의 실패로

귀착된다.

- [0027] 고주파수들 상에서 동작하는 수신기-송신기 빔 쌍 링크들은 방사 환경(radiation environment)에 매우 민감하다. 장애물들의 출현/소멸 및 핸드셋 수신기의 회전 및 이동으로, 빔 실패는 위에서 설명된 바와 같이 가끔 발생할 것이다. 많은 경우들에는, 현재의 차단된 또는 오정렬된 서빙 빔(들)을 대체하고 통신 디바이스가 빔 실패로부터 복구하는 것을 허용하기 위한 실현가능한/대안적인 빔들이 있을 가능성들이 있다. 따라서, 통신 디바이스는 네트워크로의 접속성을 유지하기 위하여 빔 실패로부터 복구하기 위한 방법들을 검색할 것이다.
- [0028] 빔 실패 복구 절차는 4 개의 국면(phase)들을 포함할 수 있다: 빔 실패 검출, 새로운 후보/대안적인/실현가능한 빔("후보 빔"으로서 지칭됨)의 식별, 네트워크로의(예컨대, BS로의) 빔 실패 복구 정보의 송신, 즉, 빔 실패 복구 절차, 및 빔 실패 복구 정보에 대한 네트워크의 응답을 모니터링하는 것.
- [0029] 빔 실패 검출: 이 국면 동안에, 통신 디바이스는 품질이 미리 결정된 임계치 초과인지 여부를 평가하기 위하여 (예컨대, CSI-RS와 같은 기준 신호에 기초하여) 현재의 서빙 빔 품질을 모니터링한다. 품질이 임계치 미만으로 떨어질 경우에, 빔 실패를 검출하기 위한 트리거 조건은 충족된 것으로 고려된다. 빔 실패를 검출하기 위한 트리거 조건은 예를 들어, 연속적인 검출된 빔 실패 사례들의 수가 모든 서빙 빔들 상에서의 구성된 최대 수를 초과하는 것일 수 있다. 그리고, 빔 실패 사례는 예를 들어, 연관된 제어 채널의 빔 쌍 링크(들)의 품질이 (예컨대, 연관된 타이머의 임계치 또는 타임-아웃(time-out)과 비교하여) 충분히 낮게 떨어지는 경우를 지칭할 수 있다. 전술한 트리거 조건은 통신 디바이스의 물리적 계층에서 평가될 수 있다. 이 경우에, 물리적 계층이 빔 실패를 검출할 때, 물리적 계층은 빔 실패 표시를 MAC 엔티티로 전송한다. 대안적으로, 빔 실패 사례들의 각각은 물리적 계층에서 평가될 수 있다. 그러나, 빔 실패 이벤트의 선언은 상위 계층에서, 예컨대, RRC 계층에서 또는 MAC 엔티티 자체에서 수행된다. 물리적 계층은 빔 실패의 각각의 사례를 상위 계층에 표시한다. 상위 계층은 적어도 최대 수의 연속적인 빔 실패 사례 표시들이 물리적 계층으로부터 수신될 경우에 빔 실패가 발생한다는 것을 선언한다. 이 경우에, 상위 계층이 RRC 계층일 경우에, RRC가 빔 실패가 발생한 것을 검출할 때, RRC는 빔 실패 표시를 MAC 엔티티로 전송한다.
- [0030] 새로운 후보/대안적인/실현가능한 빔의 식별: 위에서 설명된 바와 같은 빔 실패를 검출하는 것에 후속하여, 통신 디바이스는 양호한 품질을 갖는 새로운 빔들을 측정하고 식별한다. 이 새로운 빔들은 후보 빔들로서 지칭된다. 후보 빔들의 식별은 후보 빔들 상에서 송신된 기준 신호들(RS)의 신호 강도/품질을 측정하는 것에 기초한다. 이 RS는 SS 블록들 및/또는 CSI-RS일 수 있다. 빔은 예를 들어, 측정된 RS의 신호 품질/강도가 미리 결정된 임계치를 초과할 경우에 후보 빔인 것으로 선택된다.
- [0031] 네트워크로의 빔 실패 복구 정보의 송신: 빔 실패를 식별하는 것에 후속하여, 적어도 하나의 후보 빔이 식별될 경우에, 빔 실패 복구 절차가 트리거링된다. 빔 실패 선언이 MAC에서 수행되고 MAC 엔티티가 빔 실패가 발생한 것으로 결정할 경우에, 빔 실패 복구 절차가 MAC 엔티티에 의해 트리거링된다. 빔 실패 복구 절차는 또한, MAC 계층이 위에서 언급된 바와 같은 또 다른 계층으로부터 빔 실패 표시를 수신할 시에 MAC 계층에 의해 트리거링될 수 있다. 빔 실패 복구 절차를 트리거링할 시에, MAC 엔티티는 랜덤 액세스 절차를 트리거링한다. 랜덤 액세스 절차는 무경합 또는 경합 기반의 어느 하나일 수 있다. 양자의 경우들에는, 네트워크가 RACH 자원들과 빔들 사이의 연관성에 따라 후보 빔을 식별한다. 후보 빔은 SS 블록 또는 CSI-RS 자원에 대응할 수 있다는 것에 주목한다. 수신된 RACH 메시지에 기초하여, 그리고 후보 빔에 대한 RACH 자원의 연관성에 기초하여, 네트워크(예컨대, BS)는 후보 빔의 아이덴티티를 이해한다.
- [0032] 네트워크 응답: 일단 네트워크가 후보 빔 상에서 RACH 신호를 수신하면, 네트워크는 UE의 C-RNTI로 어드레싱되고 식별된 후보 빔 상에서 전송된 PDCCH 상에서의 메시지(예컨대, 다운링크 할당 또는 UL 승인)를 송신함으로써 UE에 응답한다. 이 네트워크 응답의 수신으로, 빔 복구를 위한 절차는 완료된 것으로 고려된다.
- [0033] 전술한 메커니즘에서, 후보 빔은 RACH 자원들과 SS 블록들/CSI-RS 자원들 사이의 연관성을 통해 네트워크에 표시된다. 각각의 후보 SS 블록과 연관된 RACH 자원은 네트워크에 의해 명시적으로 제공되어야 한다. 그러나, 이전에 언급된 바와 같이, RACH 자원들을 제공하는 것은 특히, 비-경합 기반 랜덤 액세스를 위하여 이용되는 전용 RACH 자원들의 경우에 큰 오버헤드(overhead)로 귀착되고, 즉, 이 자원들은 특정 UE를 위하여 예약된다. 본원에서 설명된 다양한 실시예들은 이 쟁점들을 다룬다.
- [0034] 실시예에 따르면, 빔 실패로부터 복구하기 위한 방법은 네트워크가 후보 빔들의 일부 상에서 RACH 자원들을 구성하지 않는 것을 수반한다. 이것은 모든 후보 빔들 상의 RACH 자원들을 이용하는 것에 의해 그렇지 않을 경우에 기인할 시그널링 오버헤드를 감소시킨다. 이에 따라, 또 다른 빔 상의 RACH 자원들(예컨대, 경합 기반 RACH

자원들)은 빔 실패로부터 복구하기 위하여 UE에 의해 이용되어야 한다. 이 경우에 최상의 후보 빔을 네트워크에 표시하기 위하여, UE는 RACH 절차 동안에 후보 빔 아이덴티티의 명시적 표시를 포함한다.

[0035] 하나의 실시예에 따르면, 무선 통신 디바이스는 이전에 언급된 바와 같이, BFRR MAC CE(때때로, MAC CE로서 지칭됨)를 이용한다. 다양한 실시예들에서, MAC CE는 적어도 RS 유형 및 RS 자원(들)의 아이덴티티를 포함한다. 추가적으로, 일부 실시예들에서, 주파수 위치(예컨대, 대역폭 부분)의 아이덴티티 및/또는 서빙 셀의 아이덴티티는 MAC CE 내에 포함될 수 있다. BFRR MAC CE는 (a) 통신 디바이스가 식별한 오직 최상의 후보 빔, (b) 통신 디바이스가 식별한 자격부여된 후보 빔(들), 또는 (c) 통신 디바이스가 식별한 최대 수에 이르는 N 개의 후보 빔들을 포함할 수 있다. MAC CE 대신에, 임의의 다른 표시(예컨대, PUCCH와 같은 업링크 제어 채널 상에서의 물리적 계층 표시)가 후보 빔 아이덴티티를 명시적으로 표시하기 위하여 이용될 수 있다.

[0036] 다양한 실시예들에서, 무선 통신 디바이스는 빔 복구를 위한 하나 이상의 후보 빔들을 식별하고, 물리적 계층으로부터의 빔 실패 표시의 수신에 응답하여 이 후보 빔들 중의 하나 이상의 아이덴티티를 포함하는 MAC CE를 생성한다. 이것이 발생할 수 있는 일부 기본적인 네트워크 시나리오들은 다음과 같다:

[0037] **경우 1:** BWP의 동작을 갖지 않는 단일 서빙 셀,

[0038] **경우 2:** BWP의 동작을 갖는 단일 서빙 셀,

[0039] **경우 3:** (a) 임의의 서빙 셀 상에서 BWP의 동작을 갖지 않는 다수의 서빙 셀들, 또는 (b) BWP의 동작을 갖는 다수의 서빙 셀들이지만, 오직 하나의 활성 BWP가 각각의 서빙 셀 상에서 주어진 시간에 허용되고, 그리고

[0040] **경우 4:** BWP의 동작을 갖는 다수의 서빙 셀들이고, 하나 초과인 활성 BWP가 각각의 서빙 셀 상에서 주어진 시간에 허용된다.

[0041] 이 경우들의 각각에 관한 실시예들이 지금부터 설명될 것이다.

[0042] **경우 1:** BWP의 동작을 갖지 않는 단일 서빙 셀

[0043] 실시예에서, 통신 디바이스는 빔 실패 이벤트가 있는지 여부를 결정하기 위하여 CSI-RS를 모니터링한다. 빔 실패가 검출될 경우에, 통신 디바이스는 가능한 후보 빔들을 식별하기 위하여 SS 블록들 및/또는 CSI-RS 자원들을 모니터링할 것이다. 전형적으로, SS 블록들은 더 넓은 대역폭으로 송신되고, 이에 따라, 셀 내의 넓은 영역을 커버할 수 있고 더 많은 통신 디바이스들을 서빙할 수 있다. 대조적으로, CSI-RS는 더 좁은 대역폭으로 송신되고, 셀 내의 높은 공간적 분해능(spatial resolution)을 제공할 수 있고, 결과적으로, 더 적은 통신 디바이스들을 서빙할 수 있다. SS 블록들은 셀-특정 RS로서 고려될 수 있는 반면, CSI-RS는 상시-온(always-on) 송신이 아니라 효율적으로 온/오프될 수 있는 통신 디바이스-특정 구성된 RS로서 고려될 수 있다. 빔들을 위한 공통 RACH 자원들은 SS 블록들에 연관되도록 오직 구성될 수 있는 반면, 전용 RACH 자원들은 SS 블록들 또는 CSI-RS 자원들의 어느 하나로 연관되도록 구성될 수 있다. 공통 RACH 자원들은 셀을 액세스하는 통신 디바이스들에 의해 공유된다. 제공될 경우에, 통신 디바이스에 대해 구성된 전용 RACH 자원들은 다른 통신 디바이스들에 의해 재이용되지 않을 수 있다.

[0044] 실시예에 따르면, SS 블록들에 연관된 공통 RACH 자원들은 통신 디바이스에 제공되어야 한다. 전용 RACH 자원들은 대조적으로, 필요할 때에 통신 디바이스에 대해 오직 구성된다. 예를 들어, 빔 실패 복구의 목적을 위한 전용 RACH 자원(들)은 다른 목적들을 위하여 통신 디바이스에 의해 이용된 다른 PRACH 송신들에 대해 직교적이어야 하고, 다른 통신 디바이스들을 위한 빔 실패의 목적을 위하여 구성된 전용 RACH 자원(들)에 직교적이어야 한다. 이에 따라, 네트워크는 각각의 SS 블록/CSI-RS에 연관된 전용 RACH 자원들을 매우 초기에 통신 디바이스에 제공하지 않을 것이다. 그 대신에, 네트워크는 업링크에서 수신된 빔 관리 품질 보고들에 따라 가능한 후보 빔들에 연관된 전용 RACH 자원들을 단지 제공할 수 있다. 그러나, 고주파수 신호들의 라디오 특질(radio property)들은 장애물들의 출현, 디바이스의 회전, 핸드셋 수신기의 이동 등으로 급작스럽게 변경될 수 있다. 따라서, 빔 실패가 발생할 때, 통신 디바이스가 전용 RACH 자원(들)으로 구성되는 임의의 후보 빔(SS 블록 또는 CSI-RS 자원)을 발견할 수 없는 경우들이 있을 수 있다.

[0045] 실시예에서, 빔 실패가 위에서 언급된 바와 같이 발생할 때, 통신 디바이스가 전용 RACH 자원(들)으로 구성되는 임의의 후보 빔을 발견할 수 없을 경우에, MAC 엔티티는 경합 기반 랜덤 액세스를 개시하기 위하여 SS 블록을 오직 선택할 수 있다. 다시 말해서, 빔 실패는 CSI-RS보다 더 낮은 공간적 분해능을 전형적으로 가지는 선택된 SS 블록 상에서 오직 복구될 수 있다. 네트워크가 통신 디바이스가 식별한 최상의 후보 빔, 또는 통신 디바이스가 식별한 자격부여된 후보 빔(들), 또는 통신 디바이스가 식별한 후보 빔들의 심지어 전부를 알게 하기 위하

여, 통신 디바이스는 랜덤 액세스 응답에서 스케줄링되었던 UL 승인 내에 BFRR MAC CE를 포함할 수 있다.

- [0046] 도 5로 돌아가면, 실시예에 따른 절차가 지금부터 설명될 것이다.
- [0047] S0에서: 빔 실패가 발생할 때, 예컨대, 물리적 계층 또는 RRC 계층으로부터의 빔 실패 표시의 수신으로, 통신 디바이스(502)는 랜덤 액세스 절차를 개시한다. 통신 디바이스(502)는 먼저, 전용 RACH 자원(들)으로 후보 빔을 발견하려고 노력한다. 불운하게도, 이러한 빔이 발견되지 않는다. 이에 따라, 그 대신에, 통신 디바이스(502)는 경합 기반 빔 실패 복구 절차를 개시하기 위하여 (양호한 품질을 갖는, 예컨대, 임계치 초과와 품질을 갖는) SS 블록을 선택한다.
- [0048] S1(Msg1)에서: 통신 디바이스(502)는 선택된 SS 블록에 연관된 랜덤 액세스 프리앰블(random access preamble)을 BS(504)로 송신한다.
- [0049] S2(Msg2)에서: 랜덤 액세스 프리앰블의 수신으로, BS(504)는 RACH 자원들과 SS 블록들 사이의 연관성에 따라 SS 블록(통신 디바이스에 의해 선택된 SS 블록)을 식별한다. BS(504)는 랜덤 액세스 응답을 식별된 SS 블록 상에서 통신 디바이스(502)로 전송한다. UL 승인은 랜덤 액세스 응답 내에 포함된다. 통신 디바이스(502)는 선택된 SS 블록에 대응하는 BS Tx 빔 상에서 BS(504)로부터의 랜덤 액세스 응답을 모니터링하고 수신한다.
- [0050] S3(Msg3)에서: 랜덤 액세스 응답의 수신에 응답하여, 통신 디바이스(502)는 랜덤 액세스 응답에서 수신된 UL 승인에 따라 후속 업링크 송신 내에 BFRR MAC CE를 포함한다. 경합 해결의 목적을 위하여, C-RNTI MAC CE는 동시에 업링크 송신 내에 포함되어야 한다.
- [0051] S4(Msg4)에서: 통신 디바이스(502)는 BS(504)로부터 응답을 수신한다. 무선 통신 디바이스(502)의 C-RNTI로 어드레싱된 PDCCH 송신이 BS(504)로부터 수신될 경우에, 통신 디바이스(502)는 빔 실패 복구 절차가 성공적으로 완료된 것으로 고려한다. 통신 디바이스(502)는 BFRR MAC CE에서 보고된 후보 빔(들)에 따라 대응하는 BS Tx 빔(들) 상에서 PDCCH를 모니터링한다. 여기서, BS Tx 빔은 SS 블록 또는 CSI-RS 자원의 어느 하나를 지칭한다.
- [0052] 실시예에서, 최상의 후보 빔이 BFRR MAC CE 내에 포함될 경우에, 통신 디바이스(502)는 최상의 후보 빔 상에서 PDCCH를 모니터링한다. C-RNTI로 어드레싱된 PDCCH 송신이 최상의 후보 빔 상에서 수신될 경우에, 통신 디바이스(502)는 빔 실패 복구 절차가 성공적으로 완료된 것으로 고려한다.
- [0053] 실시예에서, 자격부여된 후보 빔(들)이 BFRR MAC CE 내에 포함될 경우에, 통신 디바이스(502)는 이 자격부여된 후보 빔(들) 상에서 PDCCH를 모니터링한다. C-RNTI로 어드레싱된 PDCCH 송신이 자격부여된 후보 빔(들)의 임의의 것 상에서 수신될 경우에, 통신 디바이스(502)는 빔 실패 복구 절차가 성공적으로 완료된 것으로 고려한다. 여기서, 자격부여된 후보 빔은 그 품질, 예를 들어, RSRP가 임계치를 초과하는 빔(SS 블록 또는 CSI-RS 자원의 어느 하나)을 지칭한다. 임계치는 BS(504)에 의해 제공되거나 통신 사양에서 특정된다. 임계치 외에, BS(504)는 또한, 추가적으로 포함되어야 할 최대 수(예컨대, M)의 허용된 자격부여된 후보 빔들을 제공할 수 있다. 제공될 경우에, M 개에 이르는 자격부여된 후보 빔들이 BFRR MAC CE 내에 포함될 수 있다.
- [0054] 실시예에 따르면, 통신 디바이스에 의해 식별된 최대 수에 이르는 N 개의 후보 빔들이 BFRR MAC CE 내에 포함될 경우에, 통신 디바이스는 이 N 개의 후보 빔들의 전부 상에서 PDCCH를 모니터링한다. C-RNTI로 어드레싱된 PDCCH 송신이 N 개의 후보 빔들의 임의의 것 상에서 수신될 경우에, 통신 디바이스는 빔 실패 복구 절차가 성공적으로 완료된 것으로 고려한다. 여기서, 최대 수 N은 BS에 의해 제공되거나 사양에서 특정된다.
- [0055] 이러한 방식으로, 낮은 공간적 분해능을 갖는 오직 SS 블록 상에서의 빔 복구 대신에, 네트워크는 최상의 후보 빔, 또는 자격부여된 후보 빔(들), 또는 최대 수에 이르는 N 개의 후보 빔들의 정보를 취득할 수 있고, 빔 실패가 높은 공간적 분해능을 갖는 CSI-RS 상에서 복구될 수 있을 가능성들이 있다.
- [0056] 도 6, 도 7, 및 도 8을 참조하면, 실시예에 따른 BFRR MAC CE의 가능한 구현예들이 지금부터 설명될 것이다. 위에서 표시된 바와 같이, 단지 최상의 후보 빔, 또는 자격부여된 후보 빔(들), 또는 최대 수에 이르는 N 개의 후보 빔들은 MAC CE 내에 포함될 수 있다. 오직 최상의 후보 빔이 BFRR MAC CE 내에 포함될 경우에, 최상의 RS 자원의 아이덴티티(즉, 최상의 후보 빔의 아이덴티티) 및 최상의 RS 자원의 RS 유형은 BFRR MAC CE 내에 포함된다. 하나 초과와 후보 빔이 BFRR MAC CE 내에 포함될 경우에, RS 자원(들)의 RS 유형(들) 및 아이덴티티(들)은 BFRR MAC CE 내에 포함된다. MAC CE에서의 각각의 RS 유형 비트는 대응하는 RS 자원의 RS 유형을 표시한다.
- [0057] 실시예에 따르면, (이하의 모든 예들에서 축약하여 RS로서 나타내어진) RS 유형은 대응하는 RS 자원의 기준 신호 유형을 표현한다. 예를 들어, "1"로 설정된 RS 유형은 대응하는 RS 자원이 SS 블록인 것을 표시한다. 이에 따라, RS 자원의 대응하는 아이덴티티는 (이하의 예시된 예들에서 SSB 인덱스로서 나타내어진) SS 블록의 아이

덴티티이다. "0"으로 설정된 RS 유형은 대응하는 RS 자원이 CSI-RS 자원인 것을 표시한다. 이에 따라, RS 자원의 대응하는 아이덴티티는 (이하의 예들에서 CSI-RS 자원 ID로서 나타내어진) CSI-RS 자원의 아이덴티티이다.

[0058] RS 자원의 각각의 아이덴티티의 필드를 위한 7 비트들 길이(예컨대, SS 블록 인덱스(SSB) 또는 CSI-RS 자원 ID와 같은, 자원의 식별을 위한 7 비트들)를 가정하면, 도 6은 실시예에 따른, 최상의 후보 RS 자원을 오직 포함하는 BFRR MAC CE를 예시한다. 도 7 및 도 8은 실시예에 따른, 하나 초과와 후보 RS 자원들을 포함하는 2 개의 가능한 BFRR MAC CE 예들을 예시한다.

[0059] 도 6의 예에서 보여질 수 있는 바와 같이, MAC CE는 하나의 옥테트(Octet)를 점유한다. RS 유형 비트는 옥테트의 가장 우측 비트에서 설정된다. 나머지 7 비트들은 최상의 후보 RS 자원의 아이덴티티이다. 도 7 및 도 8의 예들에서, 점유된 실제적인 옥테트는 포함된 후보 RS 자원들의 수에 종속된다.

[0060] 도 7에서, RS 유형 비트들은 각각의 옥테트의 가장 우측 비트들에서 설정된다. 각각의 옥테트에서의 나머지 7 비트들은 대응하는 RS 자원의 아이덴티티이다.

[0061] 도 8에서, RS 유형 비트들은 최초의 하나 이상의 옥테트들에서 설정된다. RS 비트들의 수는 포함된 후보 RS 자원들의 수에 종속된다. R 비트는 예약 비트이다. 경우 1에 대한 BFRR MAC CE는 Type1 BFRR MAC CE로서 본원에서 나타내어진다. RS 자원의 아이덴티티를 위한 7 비트들 길이는 단지 예라는 것이 주목되어야 한다. SSB 인덱스 및 CSI-RS 자원 ID의 길이는 동일하거나 상이할 수 있고, 실제적인 길이는 실제적인 시스템 설계에 종속된다.

[0062] **경우 2:** BWP의 동작을 갖는 단일 서빙 셀

[0063] 레저시 시스템들에서, 채널 대역폭을 할당할 때, 채널 대역폭은 BS와, BS가 통신하는 통신 디바이스들의 전부의 양자의 송신 및 수신 대역폭들에 관련된다. 그러나, 더 새로운 세대의 라디오 시스템들에 대하여, 상이한 통신 디바이스 채널 대역폭들이 동일한 스펙트럼 내에서 지원될 수 있다. 이것은 대역폭 부분(bandwidth part; BWP) 동작으로 칭해진다. BWP 동작에서, 통신 디바이스는 광대역 캐리어(wideband carrier) 상에서 중심 주파수 튜닝, 대역폭 적응, 또는 양자를 통해 RF 적응(adaptation)을 수행한다. BWP는 광대역 캐리어 내의 감소된 통신 디바이스 대역폭 능력을 허용하고, 대역폭 적응에 의한 감소된 통신 디바이스 전력 에너지 소비를 허용하고, 통신 디바이스가 광대역 캐리어 내에서 주파수 분할 멀티플렉싱(frequency division multiplexing; FDM)에서의 상이한 뉴머올로지(numerology)들을 이용하는 것을 허용한다.

[0064] 예를 들어, 도 9a에서 예시된 바와 같이, BS는 넓은 BS 채널 대역폭으로 동작하고 있다. 그러나, 상이한 통신 디바이스들은 상이한 채널 대역폭들로 구성될 수 있다. 예를 들어, 협대역 UE1은 전체 BS 채널 대역폭의 단지 하나의 부분으로 할당될 수 있다. 캐리어 어그리게이션 능력을 갖거나 광대역 능력을 갖는 UE2는 1 초과와 BWP 들(예컨대, 3 BWP들)로 할당될 수 있다. 광대역 능력을 갖는 UE3은 전체 BS 채널 대역폭으로 할당될 수 있다. 한편, 단일 통신 디바이스에 대하여, 할당된 BWP는 요구된 데이터 레이트에 따라 변경될 수 있다. 예를 들어, 통신 디바이스가 낮은 데이터 레이트에서 송신하고 있을 경우에, 더 작은 BWP가 통신 디바이스에 대해 구성될 수 있다. 그 대신에, 통신 디바이스가 높은 데이터 레이트를 요구할 경우에, 더 넓은 BWP가 통신 디바이스에 대해 구성될 수 있다. 상이한 BWP들은 상이한 뉴머올로지들로, 예컨대, 상이한 서브-캐리어 이격(sub-carrier spacing)으로 구성될 수 있다.

[0065] 현재의 구현예들에서, (다운링크(DL) 및 UL을 위한 양자 모두의) 다수의 BWP들이 통신 디바이스에 대하여 구성될 수 있지만, (DL 및 UL을 위한 양자 모두의) 이들 중의 오직 하나가 주어진 시간에 활성화될 수 있다. 다수의 BWP들 중에서, 적어도 초기 DL BWP 및 초기 UL BWP가 있다. 네트워크는 초기 UL BWP 상에서 RACH 자원들을 구성할 것이지만, 다른 BWP들에 대해서는, 항상 RACH 자원들이 있을 것이라는 것이 가정되지 않을 수 있다.

[0066] 실시예에서, 빔 실패가 활성 DL BWP 상에서 발생하고, 전용 RACH 자원들로 구성된 활성 BWP의 후보 빔(들)이 있을 경우에, MAC 엔티티는 무경합 랜덤 액세스를 개시할 수 있다. 후보 빔은 랜덤 액세스 프리앰블을 송신하기 위하여 MAC 엔티티에 선택되는 후보 빔과 연관된 RACH 자원들에 따라 식별될 수 있다. 또는 그렇지 않으면, 이 활성 BWP 상의 공통 RACH 자원들과 연관되는 후보 SS 블록들이 아니라 활성 BWP 상의 전용 RACH 자원들로 구성된 후보 빔이 없을 경우에, 경합 기반 랜덤 액세스가 활성 BWP 상에서 수행될 수 있다. 또는 그렇지 않으면, 전용 RACH 자원들로 구성된 후보 빔 뿐만 아니라, 활성 BWP 상의 공통 RACH 자원들과 연관된 후보 SS 블록들도 없을 경우에, 통신 디바이스는 경합 기반 랜덤 액세스를 개시하기 위하여 초기 BWP로 폴백(fall back)할 수 있다. 경합 기반 랜덤 액세스가 개시될 경우에, 도 5에서 예시된 절차 및 경우 1에 대하여 도 6 내지 도 8에서 예시된 동일한 BFRR MAC CE는 빔 실패 복구 정보를 (예컨대, BS로) 전송하기 위하여 무선 통신 디바이스에 의해

이용될 수 있다.

- [0067] 그러나, 무선 기술이 추가로 개발됨에 따라, 예컨대, 통신 디바이스가 동시에 다수의 뉴머놀로지들로 동작할 수 있음에 따라, (DL 및 UL을 위한 양자 모두의) 하나 초과와 BWP가 주어진 시간에 활성화될 수 있다. 그 다음으로, 빔 실패가 하나의 활성 BWP 상에서 발생하고, 후보 빔들 중의 임의의 것과 연관된 전용 RACH 자원들이 없을 경우에, 또 다른 정상 동작 활성 BWP가 빔 복구를 보조하기 위하여 이용될 수 있다.
- [0068] 도 9b에서, 예를 들어, 통신 디바이스는 3 개의 BWP들, BWP1 내지 BSP3으로 구성된다. BWP3은 통신 디바이스가 이로부터 기지국을 액세스하는 초기 활성 BWP이다. 모든 3 개의 BWP들이 동시에 활성화된다. 그 다음으로(도 9b), 물리적 계층(PHY)은 빔 실패 이벤트가 BWP1 상에서 발생한 것을 검출한다. 그러나, BWP2 및 BWP3은 여전히 정상 동작 중에 있다. PHY는 BWP1의 빔 실패를 MAC 엔티티에 표시한다.
- [0069] 실시예에 따르면, 빔 실패가 발생할 때, 예컨대, PHY로부터의 빔 실패 표시의 수신으로, 그리고 이 빔 실패 BWP의 후보 빔들 중의 임의의 것과 연관된 전용 RACH 자원들이 없을 경우에, MAC 엔티티(즉, 무선 통신 디바이스)는 대역폭 부분의 아이덴티티, RS 유형(들), 및 RS 자원(들)의 아이덴티티(들)를 포함하는 BFRR MAC CE를 생성한다. (이하의 예들에서 bandwidthPartId로서 나타내어진) 대역폭 부분의 아이덴티티는 빔 실패가 발생하는 BWP를 표시한다. 경우 1에서와 동일한 가능성들은 RS 유형(들) 및 RS 자원(들)의 아이덴티티(들)를 포함하기 위하여 이용될 수 있다. 즉, 단지 최상의 후보 빔, 또는 자격부여된 후보 빔(들), 또는 최대 수에 이르는 N 개의 후보 빔들이 MAC CE 내에 포함될 수 있다.
- [0070] 예를 들어, 각각의 RS 자원의 아이덴티티 필드를 위한 7 비트들 길이를 가정하고, (DL 및 UL을 위한 양자 모두에서) 최대한으로 4 BWP들을 가정하는 것은 통신 디바이스를 위하여 구성될 수 있고, 즉, bandwidthPartId는 2 비트들이다. 도 10은 실시예에 따른, 최상의 후보 RS 자원을 오직 포함하는 BFRR MAC CE를 예시한다. 도 11 및 도 12는 실시예에 따른, 하나 초과와 후보 RS 자원들을 포함하는 2 개의 가능한 BFRR MAC CE 예들을 예시한다. 경우 2에 대한 BFRR MAC CE는 Type2 BFRR MAC CE로서 본원에서 나타내어진다.
- [0071] 실시예에 따르면, 빔 실패가 발생할 때, 예컨대, PHY로부터의 활성 BWP들 중의 하나 상에서의 빔 실패 표시의 수신으로, 그리고 이 빔 실패된 BWP의 후보 빔들 중의 임의의 것과 연관된 전용 RACH 자원들이 없을 경우에, 무선 통신 디바이스는 다음과 같이 빔 복구를 보조하기 위하여 정상 동작 활성 BWP를 이용할 수 있다:
- [0072] MAC 엔티티가 그 시간에서의(즉, 빔 실패가 발생하는 시간에서의) (예컨대, 다른 정상 동작 활성 BWP들 중의 임의의 것으로부터) 새로운 송신을 위하여 할당된 이용가능한 UL 자원들을 가질 경우에, 통신 디바이스는 UL 자원들을 이용하여 BFRR MAC CE를 시그널링한다. 이와 다르게, 그 시간에서의 새로운 송신을 위하여 할당된 UL 자원들이 없지만, 다른 정상 동작 활성 BWP들 중의 임의의 것 상에서 구성된 SR을 위한 유효한 PUCCH 자원이 있을 경우에, MAC 엔티티는 SR을 위한 유효한 PUCCH 자원으로 활성 BWP들 중의 하나 상에서 SR을 시그널링할 것을 물리적 계층에 명령한다. SR의 수신으로, BS는 이 활성 BWP 상에서의 업링크 송신을 위하여 할당된 UL 자원들을 포함하는 UL 승인으로 응답한다. 할당된 UL 자원들로, BFRR MAC CE는 BS로 시그널링될 수 있다.
- [0073] 이와 다르게, 그 시간에서의 새로운 송신을 위하여 할당된 UL 자원들 뿐만 아니라, 다른 정상 동작 활성 BWP들 중의 임의의 것 상에서 구성된 SR을 위한 유효한 PUCCH 자원도 없을 경우에, 경합 기반 랜덤 액세스가 개시될 수 있고, BFRR MAC CE는 빔 실패 복구 정보를 전송하기 위하여 도 5에서 예시된 바와 같이 Msg3 내에 포함될 수 있다.
- [0074] **경우 3:** 임의의 서빙 셀 상에서 BWP의 동작을 갖지 않는 다수의 서빙 셀들, 또는 BWP의 동작을 갖는 다수의 서빙 셀들, 그러나 오직 하나의 활성 BWP가 각각의 서빙 셀 상에서 주어진 시간에 허용된다.
- [0075] 캐리어 어그리게이션(CA) 능력을 갖는 통신 디바이스는 하나 초과와 서빙 셀들로 구성될 수 있다. 구성된 서빙 셀들 중에서, 하나는 주 서빙 셀(primary serving cell; Pcell)인 반면, 다른 것들은 보조 서빙 셀들(secondary serving cells; SCell)이다. 모든 이 서빙 셀들은 공통 MAC 엔티티를 공유한다. 예를 들어, 도 13에서, 통신 디바이스는 2 개 초과와 SCell들을 갖는 PCell로 구성된다. PCell 및 2 개의 SCell들은 동일한 MAC 엔티티를 공유한다. CA로 동작할 때, PCell은 항상 활성화되고, 다시 말해서, PCell은 비활성화될 수 없다. SCell들은 BS에 의해 활성화/비활성화될 수 있다. 하나 초과와 SCell은 주어진 시간에 활성화될 수 있다. 각각의 서빙 셀은 BWP로 또는 BWP 없이 동작할 수 있다. 여기에서, 이 예에서는, BWP로 동작할 경우에, 오직 하나의 BWP가 각각의 서빙 셀 상에서 주어진 시간에 활성화되도록 허용된다는 것이 가정된다.
- [0076] 실시예에서, 통신 디바이스가 CA 동작 중일 때, 빔 실패가 활성 서빙 셀들 중의 하나 상에서 발생하면, 예컨대, 도 13에서 예시된 바와 같이 PHY로부터의 빔 실패 표시의 수신으로, 이 활성 서빙 셀의 후보 빔들 중의 임의의

것과 연관된 전용 RACH 자원들이 없을 경우에, (무선 통신 디바이스의) MAC 엔티티는 서빙 셀의 아이덴티티, RS 유형(들), 및 RS 자원(들)의 아이덴티티(들)를 포함하는 BFRR MAC CE를 생성한다. (이하의 모든 예시된 예들에서 ScellIndexID로서 나타내어진) 서빙 셀의 아이덴티티는 빔 실패가 그 상에서 발생하는 서빙 셀을 표시한다. 다시, 경우 1에서 논의된 동일한 가능성들은 RS 유형(들) 및 RS 자원(들)의 아이덴티티(들)를 포함하기 위하여 이용될 수 있다. 즉, 단지 최상의 후보 빔, 또는 자격부여된 후보 빔(들), 또는 최대 수에 이르는 N 개의 후보 빔들이 MAC CE 내에 포함될 수 있다.

[0077] 예를 들어, 각각의 RS 자원의 아이덴티티 필드를 위한 7 비트들 길이를 가정한다. 또한, 최대한으로 32 서빙 셀들이 통신 디바이스를 위하여 구성될 수 있고, 즉, ScellIndexID가 5 비트들인 것으로 가정한다. 도 14는 최상의 후보 RS 자원을 오직 포함하는, 실시예에 따른 BFRR MAC CE를 예시한다. 도 15 및 도 16은 실시예에 따른, 하나 초과 후보 RS 자원들을 포함하는 2 개의 가능한 BFRR MAC CE 예들을 예시한다. 경우 3에 대한 BFRR MAC CE는 Type3 BFRR MAC CE로서 본원에서 나타내어진다.

[0078] 실시예에서, PHY로부터의 활성 서빙 셀들 중의 하나 상에서의 빔 실패 표시의 수신으로, 그리고 이 빔 실패된 서빙 셀의 후보 빔들 중의 임의의 것과 연관된 전용 RACH 자원들이 없을 경우에, 무선 통신 디바이스는 다음과 같이 빔 복구를 보조하기 위하여 또 다른 정상 동작 활성 서빙 셀을 이용할 수 있다:

[0079] MAC 엔티티가 그 시간에서의 (예컨대, 다른 정상 동작 활성 서빙 셀들 중의 임의의 것으로부터) 새로운 송신을 위하여 할당된 UL 자원들을 가질 경우에, 통신 디바이스는 UL 자원들을 이용하여 BFRR MAC CE를 (예컨대, BS로) 시그널링한다. 이와 다르게, 그 시간에서의 새로운 송신을 위하여 할당된 UL 자원들이 없지만, 다른 정상 동작 활성 서빙 셀들 중의 임의의 것 상에서 구성된 SR을 위한 유효한 PUCCH 자원이 있을 경우에, (통신 디바이스의) MAC 엔티티는 SR을 위한 유효한 PUCCH 자원을 이용하여 활성 서빙 셀들 중의 하나 상에서 SR을 시그널링할 것을 물리적 계층에 명령한다. SR의 수신으로, BS는 이 활성 서빙 셀 상에서의 업링크 송신을 위하여 할당된 UL 자원들을 포함하는 UL 승인으로 응답한다. 할당된 UL 자원들을 이용하여, 무선 통신 디바이스는 BFRR MAC CE를 BS로 시그널링할 수 있다.

[0080] 이와 다르게, 그 시간에서의 새로운 송신을 위하여 할당된 UL 자원들 뿐만 아니라, 다른 정상 동작 활성 BWP들 중의 임의의 것 상에서 구성된 SR을 위한 유효한 PUCCH 자원들도 없을 경우에, 무선 통신 디바이스는 경합 기반 랜덤 액세스를 개시할 수 있고, 빔 실패 복구 정보를 전송하기 위하여 도 5에서 예시된 바와 같은 Msg3 내에 BFRR MAC CE를 포함할 수 있다.

[0081] **경우 4:** BWP의 동작을 갖는 다수의 서빙 셀들이고, 하나 초과 활성 BWP가 각각의 서빙 셀 상에서 주어진 시간에 허용된다.

[0082] 실시예에서, 캐리어 어그리게이션 능력을 갖고, 이와 동시에, 단일 서빙 셀 내에서 동시에 다수의 활성화된 BWP들을 갖는 추가의 통신 디바이스들에 대하여, 통신 디바이스는 하나 초과 서빙 셀로 구성될 수 있고, 각각의 서빙 셀 상에서, 하나 초과 BWP는 주어진 시간에 활성 상태에 있을 수 있다. 모든 이 서빙 셀들 및 BWP들은 공통 MAC 엔티티를 공유한다. 예를 들어, 도 17에서, 통신 디바이스는 PCell 및 2 개의 SCell들로 구성된다. 그리고 SCell1 및 SCell2 상에서, 2 개의 BWP들은 동시에 활성화된다.

[0083] 이 실시예에서, 빔 실패가 하나의 활성 서빙 셀의 활성 BWP들 중의 하나 상에서 발생할 때, 예컨대, 도 17에서 예시된 바와 같은 PHY로부터의 빔 실패 표시의 수신으로, 활성 서빙 셀의 이 활성 BWP의 후보 빔들 중의 임의의 것과 연관된 전용 RACH 자원들이 없을 경우에, (무선 통신 디바이스의) MAC 엔티티는 서빙 셀의 아이덴티티, 대역폭 부분의 아이덴티티, RS 유형(들), 및 RS 자원(들)의 아이덴티티(들)를 포함하는 BFRR MAC CE를 생성한다. (이하의 모든 예시된 예들에서 bandwidthPartId로서 나타내어진) 대역폭 부분의 아이덴티티 및 (이하의 모든 예시된 예들에서 ScellIndexID로서 나타내어진) 서빙 셀의 아이덴티티는 빔 실패가 그 상에서 발생하는 서빙 셀의 BWP를 표시한다. 유사하게, 경우 1에 대하여 위에서 논의된 동일한 가능성들은 RS 유형(들) 및 RS 자원(들)의 아이덴티티(들)를 포함하기 위하여 이용될 수 있다. 즉, 단지 최상의 후보 빔, 자격부여된 후보 빔(들), 또는 최대 수에 이르는 N 개의 후보 빔들이 MAC CE 내에 포함될 수 있다.

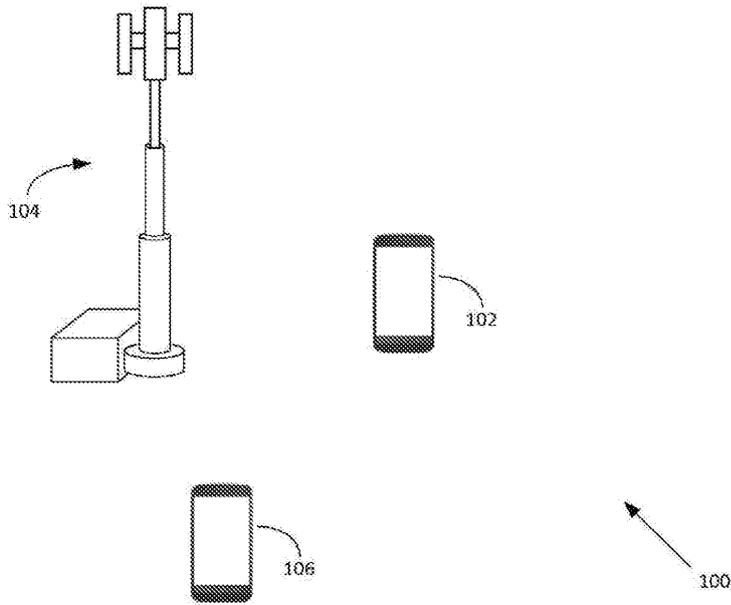
[0084] 예를 들어, 각각의 RS 자원의 아이덴티티 필드를 위한 7 비트들 길이, ScellIndexID를 위한 5 비트들, 및 bandwidthPartId를 위한 2 비트들이 있는 것으로 가정한다. 도 18은 실시예에 따른, 최상의 후보 RS 자원을 오직 포함하는 BFRR MAC CE를 예시한다. 도 19 및 도 20은 실시예에 따른, 하나 초과 후보 RS 자원을 포함하는 2 개의 가능한 BFRR MAC CE 예들을 예시한다. 경우 4에 대한 BFRR MAC CE는 Type4 BFRR MAC CE로서 본원에서 나타내어진다.

- [0085] 실시예에서, PHY로부터의 하나의 서빙 셀의 활성 BWP 중의 하나 상에서의 빔 실패 표시의 수신으로, 그리고 이 빔 실패된 BWP의 후보 빔들 중의 임의의 것과 연관된 전용 RACH 자원들이 없을 경우에, 무선 통신 디바이스는 다음의 액션들을 수행하는 것에 의한 것과 같이 빔 복구를 보조하기 위하여 이 서빙 셀 상의 다른 정상 동작 활성 BWP들 또는 다른 정상 동작 활성 서빙 셀들을 이용할 수 있다:
- [0086] MAC 엔티티가 그 시간에서의 (예컨대, 이 서빙 셀의 다른 정상 동작 활성 BWP의 임의의 것으로부터, 또는 다른 정상 동작 활성 서빙 셀들의 임의의 것으로부터) 새로운 송신을 위하여 할당된 UL 자원들을 가질 경우에, 통신 디바이스는 UL 자원들 상에서 BFRR MAC CE를 시그널링한다.
- [0087] 이와 다르게, 그 시간에서의 새로운 송신을 위하여 할당된 UL 자원들이 없지만, 이 서빙 셀의 다른 정상 동작 활성 BWP의 임의의 것 상에서 또는 다른 정상 동작 활성 서빙 셀들의 임의의 것 상에서 구성된 SR을 위한 유효한 PUCCH 자원이 있을 경우에, (무선 통신 디바이스의) MAC 엔티티는 SR을 위한 유효한 PUCCH 자원으로 활성 서빙 셀들의 하나 상에서 SR을 시그널링할 것을 물리적 계층에 명령한다. SR의 수신으로, BS는 이 활성 서빙 셀 상에서의 업링크 송신을 위하여 할당된 UL 자원들을 포함하는 UL 승인으로 응답한다. 할당된 UL 자원들을 이용하여, 무선 통신 디바이스는 BFRR MAC CE를 BS로 시그널링할 수 있다.
- [0088] 이와 다르게, 그 시간에서의 새로운 송신을 위하여 할당된 UL 자원들 뿐만 아니라, 이 서빙 셀의 다른 정상 동작 활성 BWP의 임의의 것 상에서 또는 다른 정상 동작 활성 BWP들 중의 임의의 것 상에서 구성된 SR을 위한 유효한 PUCCH 자원들도 없을 경우에, 무선 통신 디바이스는 경합 기반 랜덤 액세스를 개시할 수 있고, 빔 실패 복구 정보를 전송하기 위하여 도 5에서 예시된 바와 같은 Msg3 내에 BFRR MAC CE를 포함할 수 있다.
- [0089] 위에서 설명된 것은 다양한 실시예들에 따른, 상이한 경우들을 위한 BFRR MAC CE 포맷들의 상이한 유형들이다. 통신 디바이스는 BFRR MAC CE 유형의 어느 유형을 이용할 것인지를 결정할 필요가 있을 수 있다. 실시예에서는, 통신 디바이스가 캐리어 어그리게이션 및/또는 BWP로 동작하고 있는지 또는 그렇지 않은지 여부에 관계 없이, 통신 디바이스는 빔 실패 복구 정보를 전송하기 위하여 Type4를 항상 이용한다. 통신 디바이스는 bandwidthPartID 비트들 및 SCellIndex 비트들을 제로로 설정한다. 이 경우에, 통신 디바이스가 BWP의 동작 없이 단일 서빙 셀로 단지 동작하고 있을 경우에, bandwidthPartID 필드 및 SCellIndex 필드에 의해 소비된 비트들은 낭비된다.
- [0090] 또 다른 실시예에서, 통신 디바이스는 현재의 작동 스테이터스(working status)에 대응하는 유형을 선택한다. 예를 들어, 경우 1에서 동작할 경우에, 통신 디바이스는 Type1을 선택한다. 경우 2에서 동작할 경우에, 통신 디바이스는 Type2를 선택하는 등과 같다. 이 경우에, 이와 관련된 통신 디바이스 거동은 네트워크의 제어 불가능이다. 그러나, 통신 디바이스 및 BS의 이해 사이의 오정렬이 있는 경우들이 있을 수 있다. 이러한 방식으로, 빔 실패 복구 실패가 발생할 수 있다. 이에 따라, 또 다른 실시예에서, BS는 RRC 시그널링에서 BFRR MAC CE 유형을 명시적으로 표시한다. 그리고 통신 디바이스는 BS 표시에 따라 BFRR MAC CE 유형을 채택한다.
- [0091] 일부 시나리오들에서, 이중 접속성 동작을 위하여, 무선 네트워크의 셀은 특수한 셀(SpCell)로서 기능할 수 있다. SpCell은 MAC 엔티티가 각각 MCG 또는 SCG와 연관되는지 여부에 따라, 마스터 셀 그룹(master cell group; MCG)의 주 셀(PCell) 또는 보조 셀 그룹(secondary cell group; SCG)의 주 보조 셀(primary secondary cell; PSCell)을 지칭할 수 있다. 이와 다르게, 용어 SpCell은 PCell을 지칭한다. 실시예에서, MAC 엔티티가 빔 실패 복구가 실패한 것으로 결정할 때, 무선 통신 디바이스는 다음을 행한다:
- [0092] (1) 빔 실패가 특수한 셀(SpCell) 상에서 발생할 경우에, 무선 통신 디바이스는 라디오 링크 실패(radio link failure)를 선언한다. (2) 빔 실패가 SpCell 이외의 보조 서빙 셀(SCell) 상에서 발생할 경우에, 무선 통신 디바이스는 SCell 실패를 네트워크에 보고한다. 무선 통신은 SpCell을 통해 또는 다른 정상적으로 동작하는 SCell들을 통해 SCell 실패를 네트워크로 송신한다.
- [0093] 실시예에서, MAC 엔티티는 빔 실패가 발생할 때, 예컨대, 빔 실패를 선언하는 계층으로부터의 빔 실패 표시의 수신에 응답하여, 또는 MAC 엔티티가 빔 실패가 발생한 것으로 결정할 때, 복구 타이머를 시작시킨다. 무선 통신 디바이스의 C-RNTI로 어드레싱된 PDCCH 송신이 수신될 경우에, 예컨대, BFRR MAC CE에 응답하여, MAC 엔티티는 복구 타이머를 정지시키고 재설정한다. MAC 엔티티는 복구 타이머가 만료될 때, 빔 실패 복구가 실패한 것으로 결정한다. 또는, 경합-기반 랜덤 액세스가 위에서 설명된 바와 같은 빔 실패 복구의 목적을 위하여 개시될 경우에, 그리고 MAC 엔티티가 허용된 최대 수의 랜덤 액세스 시도들을 노력하였을 경우에, MAC 엔티티는 빔 실패 복구가 실패한 것으로 결정한다.
- [0094] 본원에서 설명된 예시적인 실시예들은 한정적 목적들을 위한 것이 아니라, 오직 설명적 의미로 고려되어야 한다

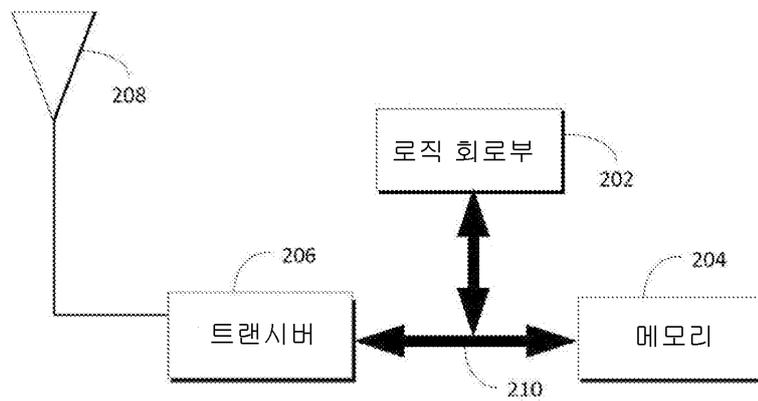
는 것이 이해되어야 한다. 각각의 실시예 내의 특징들 또는 양태들의 설명들은 전형적으로, 다른 실시예들에서의 다른 유사한 특징들 또는 양태들을 위하여 이용가능한 것으로서 고려되어야 한다. 형태 및 세부사항들에서의 다양한 변경들이 다음의 청구항들에 의해 정의된 바와 같은 그 사상 및 범위로 부터 이탈하지 않으면서 행해질 수 있다는 것이 당해 분야에서의 당업자들에 의해 이해될 것이다. 예를 들어, 다양한 방법들의 단계들은 당해 분야의 당업자들에게 명백할 방식들로 재순서화될 수 있다.

도면

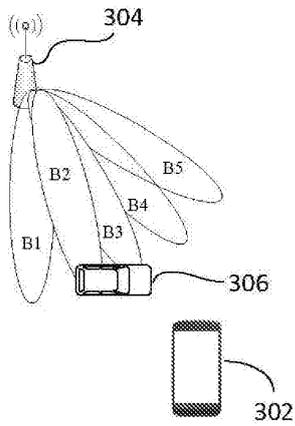
도면1



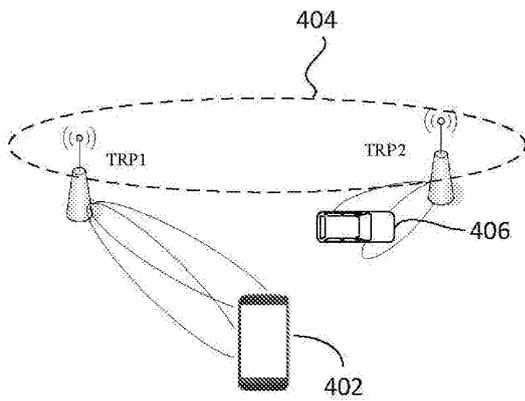
도면2



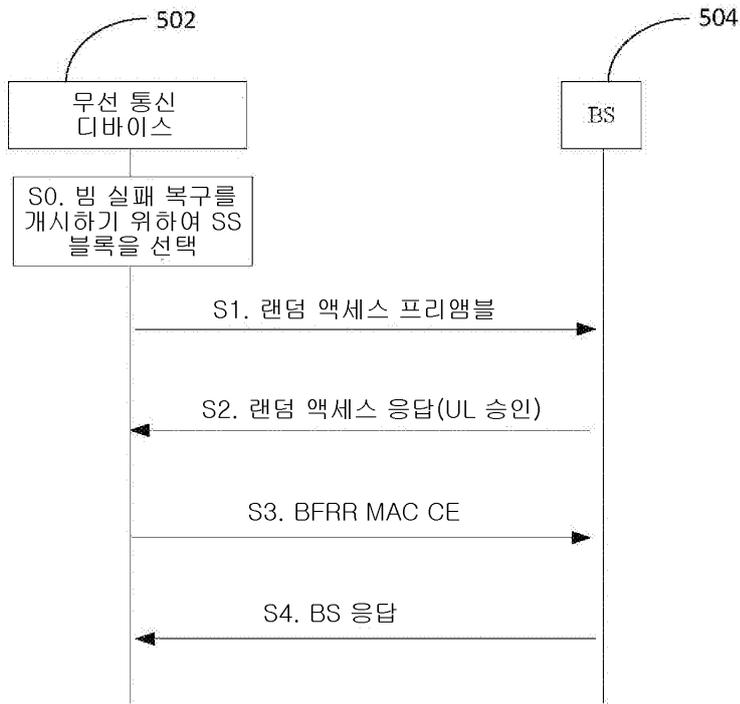
도면3



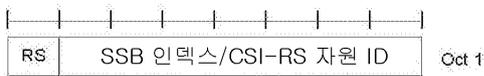
도면4



도면5



도면6



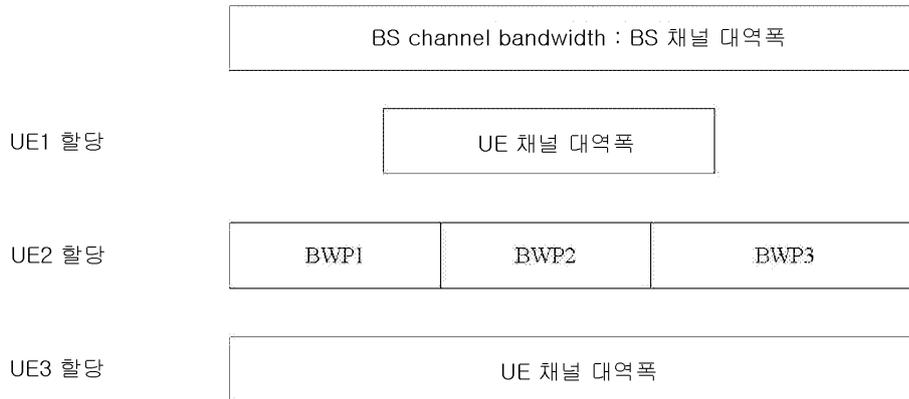
도면7



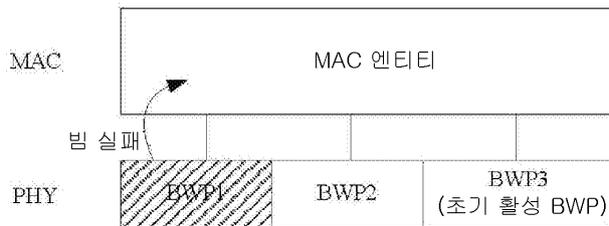
도면8



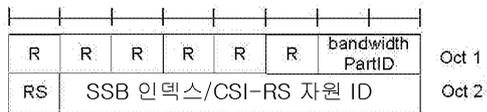
도면9a



도면9b



도면10



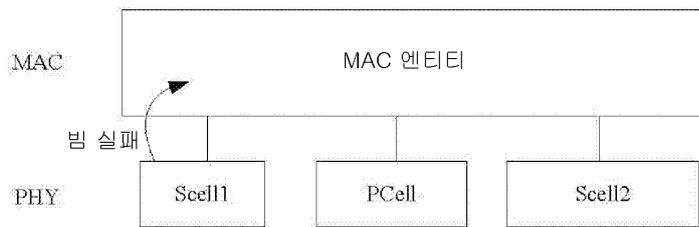
도면11



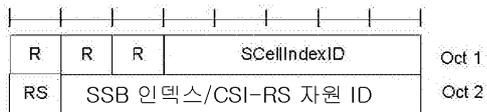
도면12



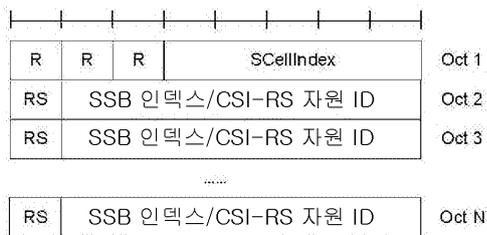
도면13



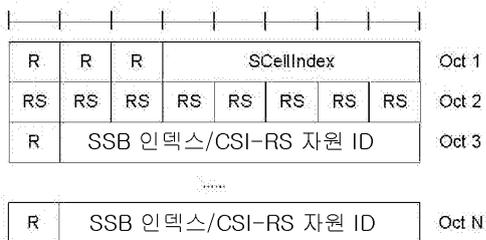
도면14



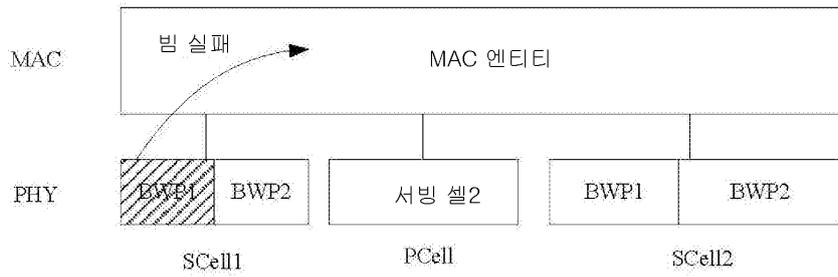
도면15



도면16



도면17



도면18

R	SCellIndexID	bandwidth PartID	Oct 1
RS	SSB 인덱스/CSI-RS 자원 ID		Oct 2

도면19

R	SCellIndex	bandwidth PartID	Oct 1	
RS	SSB 인덱스/CSI-RS 자원 ID			Oct 2
RS	SSB 인덱스/CSI-RS 자원 ID			Oct 3
...				
RS	SSB 인덱스/CSI-RS 자원 ID			Oct N

도면20

R	SCellIndex						bandwidth PartID	Oct 1
RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	Oct 2
R	SSB 인덱스/CSI-RS 자원 ID							Oct 3
...								
R	SSB 인덱스/CSI-RS 자원 ID							Oct N