



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월01일
(11) 등록번호 10-2117024
(24) 등록일자 2020년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04J 11/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0037375
(22) 출원일자 2013년04월05일
심사청구일자 2018년04월05일
(65) 공개번호 10-2014-0074161
(43) 공개일자 2014년06월17일
(30) 우선권주장
1020120136411 2012년11월28일 대한민국(KR)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
3GPP R2-126107*
3GPP TS36.212 vb.0.0*
3GPP R1-124917
3GPP R2-125300
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자 주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
김성훈
경기도 수원시 영통구 봉영로 1620 대우월드마크
101동 1701호
반 리에사우트, 게르트 잔
영국, 미들섹스 TW18 4QE, 스테인즈, 사우스 스트리트,
커뮤니케이션 하우스, 삼성 전자 연구소 통신부
정경인
경기도 수원시 영통구 동탄원천로1109번길 42 원천성일아파트 102동 511호
(74) 대리인
윤앤리특허법인(유한)

전체 청구항 수 : 총 20 항

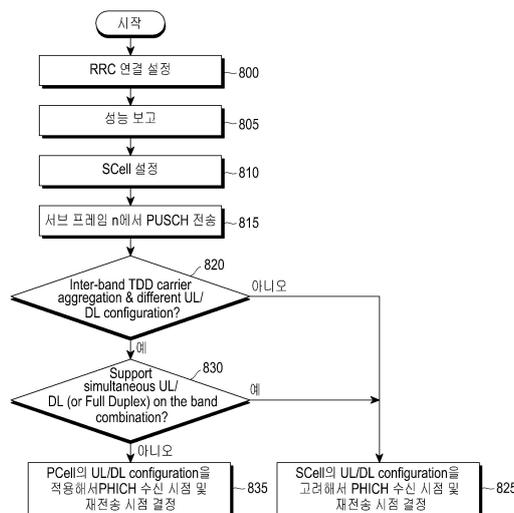
심사관 : 김성태

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템의 통신 방법 및 장치

(57) 요약

서로 다른 주파수 밴드의 시분할 이중화(TDD) 셀들을 이용한 데이터 통신 방법 및 장치를 개시한다. 상기 방법은, 기지국과 단말 간에 제1 서빙 셀 및 제2 서빙 셀과 연결을 설정하는 과정과, 상기 제1 서빙 셀과 상기 제2 서빙 셀의 주파수 밴드가 서로 다르고, 상기 제1 서빙 셀과 상기 제2 서빙 셀의 TDD UL/DL 구성이 서로 다른지 확인하는 과정과, 상기 제1 서빙 셀과 상기 제2 서빙 셀의 주파수 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능한지 판단하는 과정과, 상기 판단 결과 동시 송수신이 가능하다면 상기 제2 서빙 셀의 UL/DL 구성을 고려해서 상기 제2 서빙 셀로 전송된 데이터에 대한 피드백 수신 시점 및 재전송 시점을 결정하는 과정과, 상기 판단 결과 동시 송수신이 가능하지 않다면 상기 제1 서빙 셀의 UL/DL 구성을 고려해서 상기 제2 서빙 셀로 전송된 데이터에 대한 피드백 수신 시점 및 재전송 시점을 결정하는 과정을 포함한다.

대표도 - 도8



(30) 우선권주장

1020130005876 2013년01월18일 대한민국(KR)

1020130009091 2013년01월28일 대한민국(KR)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 단말에 의해 수행되는 통신 방법에 있어서,
 서빙 셀에 대해 설정된 전송 모드를 식별하는 과정과,
 기지국의 안테나 설정에 따른 안테나 포트들의 개수를 식별하는 과정과,
 랭크 지시자(Rank Indication: RI)의 비트 수를 결정하는 과정과,
 상기 RI의 비트 수에 기반하여 생성된 상기 RI를 상기 기지국으로 전송하는 과정을 포함하고,
 상기 전송 모드가 복수의 전송 모드 중 제1 전송 모드를 지시하는 경우, 상기 RI의 비트 수는 상기 단말로부터 상기 기지국에 보고되는 MIMO(multiple input multiple output) 성능에 기반하여 결정되고, 상기 MIMO 성능은 상기 단말에 의해 지원되는 각 밴드 조합에 관련되는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 제1 전송 모드는,
 상기 각 밴드 조합에 대한 MIMO 성능을 이해할 수 있는 기지국에 의해 설정될 수 있는 적어도 하나의 전송 모드를 포함하는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 전송 모드가 상기 제1 전송 모드를 지시하는 경우,
 상기 서빙 셀의 주파수 대역에 대한 MIMO 성능에 대응하는 레이어들의 개수와 상기 기지국의 안테나 설정에 따른 안테나 포트들의 개수 중 최소값에 기반하여 식별된 최대 레이어 개수에 기반하여 상기 RI의 비트 수를 결정하는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 전송 모드가 상기 각 밴드 조합에 대한 MIMO 성능을 이해할 수 있는 기지국에 의해 설정될 수 있는 적어도 하나의 전송 모드를 지시하지 않는 경우, 상기 RI의 비트 수는 상기 단말로부터 상기 기지국으로 보고되는 상기 단말의 카테고리 정보와 상기 안테나 설정에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 기지국의 안테나 설정은,
 상기 기지국으로부터 RRC(Radio Resource Control) 메시지를 통해 상기 단말에게 지시되는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 7

무선 통신 시스템에서 기지국에 의해 수행되는 통신 방법에 있어서,
 단말에 설정한 서빙 셀의 전송 모드를 식별하는 과정과,

상기 기지국의 안테나 설정에 따른 안테나 포트들의 개수를 식별하는 과정과,

랭크 지시자(RI)의 비트 수를 결정하는 과정과,

상기 단말로부터 상기 RI가 수신되면, 상기 결정된 RI의 비트 수에 기반하여 상기 RI를 복호하는 과정을 포함하
고,

상기 전송 모드가 복수의 전송 모드 중 제1 전송 모드를 지시하는 경우, 상기 RI의 비트 수는 상기 단말로부터
상기 기지국에 보고되는 MIMO(multiple input multiple output) 성능에 기반하여 결정되고, 상기 MIMO 성능은
상기 단말에 의해 지원되는 각 밴드 조합에 관련되는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 제1 전송 모드는,

상기 각 밴드 조합에 대한 MIMO 성능을 이해할 수 있는 기지국에 의해 설정될 수 있는 적어도 하나의 전송 모
드를 포함하는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서, 상기 전송 모드가 상기 제1 전송 모드를 지시하는 경우,

상기 서빙 셀의 주파수 대역에 대한 MIMO 성능에 대응하는 레이어들의 개수와 상기 기지국의 안테나 설정에 따
른 안테나 포트들의 개수 중 최소값에 기반하여 식별된 최대 레이어 개수에 기반하여 상기 RI의 비트 수를 결정
하는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 11

제 7 항에 있어서, 상기 전송 모드가 상기 각 밴드 조합에 대한 MIMO 성능을 이해할 수 있는 기지국에 의해 설
정될 수 있는 적어도 하나의 전송 모드를 지시하지 않는 경우, 상기 RI의 비트 수는 상기 단말로부터 상기 기지
국으로 보고되는 상기 단말의 카테고리 정보와 상기 안테나 설정에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는 통신
방법.

청구항 12

제 7 항에 있어서, 상기 기지국의 안테나 설정은,

상기 기지국으로부터 RRC 메시지를 통해 상기 단말에게 지시하는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 13

무선 통신 시스템에서 통신을 수행하는 단말에 있어서,

송수신부; 및

서빙 셀에 대해 설정된 전송 모드를 식별하고, 기지국의 안테나 설정에 따른 안테나 포트들의 개수를 식별하며,
랭크 지시자(RI)의 비트 수를 결정하고, 상기 RI의 비트 수에 기반하여 생성된 상기 RI를 상기 송수신부를 통해
상기 기지국으로 전송하도록 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 전송 모드가 복수의 전송 모드 중 제1 전송 모드를 지시하는 경우, 상기 RI의 비트 수는 상기 단말로부터
상기 기지국에 보고되는 MIMO(multiple input multiple output) 성능에 기반하여 결정되고, 상기 MIMO 성능은
상기 단말에 의해 지원되는 각 밴드 조합에 관련되는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 14

삭제

청구항 15

제 13 항에 있어서, 상기 제1 전송 모드는,

상기 각 밴드 조합에 대한 MIMO 성능을 이해할 수 있는 기지국에 의해 설정될 수 있는 적어도 하나의 전송 모드를 포함하는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 전송 모드가 상기 제1 전송 모드를 지시하는 경우,

상기 서빙 셀의 주파수 대역에 대한 MIMO 성능에 대응하는 레이어들의 개수와 상기 기지국의 안테나 설정에 따른 안테나 포트들의 개수 중 최소값에 기반하여 식별된 최대 레이어 개수에 기반하여 상기 RI의 비트 수를 결정하는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 17

제 13 항에 있어서,

상기 전송 모드가 상기 각 밴드 조합에 대한 MIMO 성능을 이해할 수 있는 기지국에 의해 설정될 수 있는 적어도 하나의 전송 모드를 지시하지 않는 경우, 상기 RI의 비트 수는 상기 단말로부터 상기 기지국으로 보고되는 상기 단말의 카테고리 정보와 상기 안테나 설정에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 18

제 13 항에 있어서, 상기 기지국의 안테나 설정은,

상기 기지국으로부터 RRC 메시지를 통해 상기 단말에게 지시되는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 19

무선 통신 시스템에서 통신을 수행하는 기지국에 있어서,

송수신부; 및

단말에 설정한 서빙 셀의 전송 모드를 식별하고, 상기 기지국의 안테나 설정에 따른 안테나 포트들의 개수를 식별하며, 랭크 지시자(RI)의 비트 수를 결정하고, 상기 송수신부를 통해 상기 단말로부터 상기 RI가 수신되면, 상기 결정된 RI의 비트 수에 기반하여 상기 RI를 복호하도록 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 전송 모드가 복수의 전송 모드 중 제1 전송 모드를 지시하는 경우, 상기 RI의 비트 수는 상기 단말로부터 상기 기지국에 보고되는 MIMO(multiple input multiple output) 성능에 기반하여 결정되고, 상기 MIMO 성능은 상기 단말에 의해 지원되는 각 밴드 조합에 관련되는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 20

삭제

청구항 21

제 19 항에 있어서, 상기 제1 전송 모드는,

상기 각 밴드 조합에 대한 MIMO 성능을 이해할 수 있는 기지국에 의해 설정될 수 있는 적어도 하나의 전송 모드를 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 22

제 19 항에 있어서,

상기 전송 모드가 상기 제1 전송 모드를 지시하는 경우,

상기 서빙 셀의 주파수 대역에 대한 MIMO 성능에 대응하는 레이어들의 개수와 상기 기지국의 안테나 설정에 따른 안테나 포트들의 개수 중 최소값에 기반하여 식별된 최대 레이어 개수에 기반하여 상기 RI의 비트 수를 결정함을 특징으로 하는 기지국.

청구항 23

제 19 항에 있어서, 상기 전송 모드가 상기 각 밴드 조합에 대한 MIMO 성능을 이해할 수 있는 기지국에 의해 설정될 수 있는 적어도 하나의 전송 모드를 지시하지 않는 경우, 상기 RI의 비트 수는 상기 단말로부터 상기 기지국으로 보고되는 상기 단말의 카테고리 정보와 상기 안테나 설정에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 24

제 19 항에 있어서, 상기 기지국의 안테나 설정은, 상기 기지국으로부터 RRC 메시지를 통해 상기 단말에게 지시하는 것을 특징으로 하는 기지국.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 통신 시스템에 대한 것으로서, 특히 무선 통신 시스템에서 신호를 송수신하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이동통신 시스템은 사용자의 이동성을 확보하면서 통신을 제공하기 위한 목적으로 개발되었다. 이러한 이동통신 시스템은 기술의 비약적인 발전에 힘입어 음성 통신은 물론 고속의 데이터 통신 서비스를 제공할 수 있는 단계에 이르렀다.

[0003] 근래에는 차세대 이동통신 시스템 중 하나로 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서 LTE(Long Term Evolution) 시스템에 대한 규격 작업이 진행 중이다. LTE 시스템은 3GPP 데이터 전송률보다 높은 최대 100 Mbps 정도의 전송 속도를 가지는 고속 패킷 기반 통신을 구현하는 기술이다. LTE 규격 완료에 발맞춰 최근 LTE 통신 시스템에 여러 가지 신기술을 접목해서 전송 속도를 보다 향상시키는 진화된 LTE 시스템(LTE-Advanced, LTE-A)에 대한 논의가 본격화되고 있다. 이하 LTE 시스템이라 함은 기존의 LTE 시스템과 LTE-A 시스템을 포함하는 의미로 이해하기로 한다.

[0004] LTE 표준에서는 FDD (Frequency Division Duplex), TDD (Time Division Duplex)의 두 가지 듀플렉스 (Duplex) 모드를 지원한다. FDD는 상향링크(Uplink: UL) 및 하향링크(Downlink: DL)가 각기 다른 주파수 대역을 가지며, TDD는 상향 및 하향링크가 동일 주파수 대역을 사용한다.

[0005] LTE-A 시스템에서 새롭게 도입될 기술 중 대표적인 것으로 반송파 집적(Carrier Aggregation: CA)을 들 수 있다. 반송파 집적은 단말이 다중 반송파를 이용해서 데이터를 송수신하는 기술이다. 보다 구체적으로 단말은 집적된 복수의 반송파(통상 동일한 기지국에 의해 서비스되는 반송파들)를 통해 데이터를 송수신하며, 이는 결국 단말이 복수 개의 셀을 통해 데이터를 송수신하는 것과 동일하다. 이상과 같이 서로 다른 주파수 밴드에 속하는 TDD 셀들에 대해서 반송파 집적이 적용되고 TDD 셀들의 서브프레임 패턴이 상이한 경우, 단말이 기지국과 원활하게 데이터를 주고 받는 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 무선 통신 시스템에서 데이터 통신에 필요한 제어 신호들을 송수신하는 방법 및 장치를 제공한다.

본 발명은 복수의 주파수들을 지원하는 무선 통신 시스템에서 비 서빙 주파수들에 대한 측정을 수행하는 방법 및 장치를 제공한다.

본 발명은 복수의 주파수들을 지원하는 무선 통신 시스템에서 비 서빙 주파수들의 측정을 위한 측정 갭을 설정하는 방법 및 장치를 제공한다.

본 발명은 다중 송수신 안테나(Multiple Input Multiple Output: MIMO) 동작을 위한 랭크 지시자(Rank Indication: RI)를 보고하는 방법 및 장치를 제공한다.

본 발명은 공간 다중화를 위한 레이어들의 개수를 나타내는 RI의 비트 수(bit width)를 결정하는 방법 및 장치를 제공한다.

본 발명은 서로 다른 서브프레임 패턴을 가지는 TDD 셀들의 반송파들이 집적되었을 때, TDD 단말이 기지국과 데이터를 송수신하는 방법 및 장치를 제공한다.

[0007] 본 발명은 서로 다른 서브프레임 구성을 가지는 TDD 셀들의 집적된 반송파들을 통해 데이터를 송수신하는 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은; 무선 통신 시스템의 통신 방법에 있어서, 기지국에 의해 서빙 셀에 대해 구성된 전송 모드를 단말에 의해 식별하는 과정과, 상기 기지국의 안테나 구성에 따른 안테나 포트들의 개수를 상기 단말에 의해 식별하는 과정과, 상기 전송 모드의 번호와 상기 안테나 구성을 참조하여, 랭크 지시자(Rank Indication: RI)의 비트 수를 결정하는 과정과, 상기 결정된 비트 수의 상기 RI를 생성하여 상기 서빙 셀의 전송 자원을 통해 상기 단말로부터 상기 기지국으로 전송하는 과정을 포함한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 방법은; 무선 통신 시스템의 통신 방법에 있어서, 기지국이 단말에 대해 구성한 서빙 셀의 전송 모드를 식별하는 과정과, 상기 기지국의 안테나 구성에 따른 안테나 포트들의 개수를 식별하는 과정과, 상기 전송 모드의 번호와 상기 안테나 구성을 참조하여, 랭크 지시자(RI)의 비트 수를 결정하는 과정과, 상기 서빙 셀의 전송 자원을 통해 상기 단말로부터 상기 RI가 수신되면, 상기 결정된 비트 수에 따라 상기 RI를 복호하는 과정을 포함한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 장치는; 무선 통신 시스템에서 통신을 수행하는 단말 내의 장치에 있어서, 기지국에 의해 서빙 셀에 대해 구성된 전송 모드를 식별하고, 상기 기지국의 안테나 구성에 따른 안테나 포트들의 개수를 식별하며, 상기 전송 모드의 번호와 상기 안테나 구성을 참조하여, 랭크 지시자(RI)의 비트 수를 결정하는 제어부와, 상기 결정된 비트 수의 상기 RI를 생성하여 상기 서빙 셀의 전송 자원을 통해 상기 단말로부터 상기 기지국으로 전송하는 송신기를 포함한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 장치는; 무선 통신 시스템에서 통신을 수행하는 기지국 내의 장치에 있어서, 기지국이 단말에 대해 구성한 서빙 셀의 전송 모드를 식별하고, 상기 기지국의 안테나 구성에 따른 안테나 포트들의 개수를 식별하고, 상기 전송 모드의 번호와 상기 안테나 구성을 참조하여, 랭크 지시자(RI)의 비트 수를 결정하는 제어부와, 상기 서빙 셀의 전송 자원을 통해 상기 단말로부터 상기 RI가 수신되면, 상기 결정된 비트 수에 따라 상기 RI를 복호하는 수신기를 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 본 발명이 적용되는 LTE 시스템의 구조를 도시하는 도면
- 도 2는 본 발명이 적용되는 LTE 시스템에서 무선 프로토콜 구조를 나타낸 도면
- 도 3은 단말에서 반송파 집적을 설명하기 위한 도면
- 도 4는 TDD 프레임 구조의 일 예를 설명하기 위한 도면
- 도 5는 서로 다른 TDD UL/DL 구성을 가지는 셀들의 예를 나타낸 도면
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 단말의 동작을 도시한 도면
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 세컨더리 서빙 셀의 서브프레임에 대한 단말의 동작을 나타낸 흐름도
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 세컨더리 서빙 셀의 피드백 수신 시점과 데이터 재전송 시점을 결정하는 단말의 동작을 나타낸 흐름도
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 세컨더리 서빙 셀의 피드백 전송 시점을 결정하는 단말의 동작을 나타낸 흐름도
- 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 세컨더리 서빙 셀의 상향링크 전송 동작을 수행하는 단말의 동작을 나타낸 흐름도

- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 단말의 구성을 나타낸 블록도
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국의 구성을 나타낸 블록도
- 도 13a 및 도 13b는 서빙 셀들의 서브프레임들이 서로 중첩되는 상황들을 예시한 도면
- 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 세컨더리 서빙 셀의 서브프레임에 대한 단말의 또 다른 동작을 나타낸 흐름도.
- 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 측정 갭을 설명하는 도면
- 도 16은 서빙 셀들의 서브프레임 바운더리가 서로 일치하지 않을 경우 측정 갭 설정의 문제점을 설명하는 도면
- 도 17은 세컨더리 서빙 셀의 하향링크 수신 시점이 프라이머리 서빙 셀의 하향링크 수신 시점에 선행하는 경우, 측정 갭의 운용을 예시한 도면
- 도 18은 프라이머리 서빙 셀의 하향링크 수신 시점이 세컨더리 서빙 셀의 하향링크 수신 시점에 선행하는 경우, 측정 갭의 운용을 예시한 도면
- 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 도면
- 도 20은 본 발명의 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 도면
- 도 21은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 도면
- 도 22는 FDD 시스템에서 측정 갭과 상향링크 서브프레임의 관계를 도시한 도면
- 도 23은 TDD 시스템에서 상향링크 서브프레임의 타이밍 조정의 일 예를 도시한 도면
- 도 24는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 도면
- 도 25는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 도면
- 도 26은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 도면
- 도 27은 UL/DL 설정이 다른 서빙 셀들이 설정된 상황의 UL/DL 구성을 예시한 도면
- 도 28은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 도면
- 도 29는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 도면
- 도 30은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 서브 프레임 셋을 예시한 도면
- 도 31은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 도면
- 도 32는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 도면
- 도 33은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 RI의 비트수의 결정과 관련된 전체 동작을 도시한 도면
- 도 34는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 RI의 비트수를 결정하는 단말의 동작을 도시한 도면
- 도 35는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정을 설명하기 위한 것이다.
- 도 36은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 단말의 동작을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 그리고, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0011] 도 1은 본 발명이 적용되는 이동 통신 시스템의 구조를 도시하는 도면이다. 여기에서는 본 발명이 적용될 수 있는 이동 통신 시스템의 일 예로서 LTE 시스템을 도시하였으나, 본 발명이 이러한 특정 시스템에 한정되지 않음

은 물론이다.

- [0012] 도 1을 참조하면, 이동 통신 시스템의 무선 액세스 네트워크는 차세대 기지국(Evolved Node B, 이하 ENB, Node B 또는 기지국이라 칭함)(105, 110, 115, 120)과 MME(Mobility Management Entity)(125) 및 S-GW(Serving-Gateway)(130)로 구성된다. 사용자 단말(User Equipment, 이하 UE 또는 단말)(135)은 ENB(105 ~ 120) 및 S-GW(130)를 통해 외부 네트워크(도시하지 않음)에 접속한다.
- [0013] ENB(105 ~ 120)는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) 시스템의 기존 노드 B에 대응된다. ENB는 UE(135)와 무선 채널로 연결되며 기존 노드 B 보다 복잡한 역할을 수행한다. LTE 시스템에서는 인터넷 프로토콜(Internet Protocol: IP)을 통한 음성 서비스(Voice over IP: VoIP)와 같은 실시간 서비스를 비롯한 모든 사용자 트래픽이 공용 채널(shared channel)을 통해 서비스 되므로, UE들의 버퍼 상태, 가용 전송 전력 상태, 채널 상태 등의 상태 정보를 취합해서 스케줄링을 하는 장치가 필요하며, 이를 ENB(105 ~ 120)가 담당한다. 하나의 ENB는 통상 다수의 셀들을 제어한다.
- [0014] 100 Mbps의 전송 속도를 구현하기 위해서 LTE 시스템은 20 MHz 대역폭에서 직교 주파수 분할 다중 방식(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 이하 OFDM이라 한다)을 무선 접속 기술로 사용한다. 또한 단말의 채널 상태에 맞춰 변조 방식(modulation scheme)과 채널 코딩률(channel coding rate)을 결정하는 적응 변조 코딩(Adaptive Modulation & Coding, 이하 AMC라 한다) 방식을 적용한다.
- [0015] S-GW(130)는 데이터 베어러를 제공하는 장치이며, MME(125)의 제어에 따라서 데이터 베어러를 생성하거나 제거한다. MME(125)는 단말에 대한 이동성 관리 기능은 물론 각종 제어 기능을 담당하는 장치로 다수의 기지국들(105, 110, 115, 120)과 연결된다.
- [0016] 도 2는 본 발명이 적용되는 LTE 시스템에서의 무선 프로토콜 구조를 나타낸 도면이다.
- [0017] 도 2를 참조하면, LTE 시스템의 무선 프로토콜은 단말(UE)과 ENB에서 각각 PDCP(Packet Data Convergence Protocol)(205, 240), RLC(Radio Link Control)(210, 235), MAC (Medium Access Control)(215,230)으로 이루어진다. PDCP(205, 240)는 IP 헤더에 대한 압축/복원 등의 동작을 담당하고, RLC(210, 235)는 PDCP PDU(Packet Data Unit)를 적절한 크기로 재구성해서 ARQ(Automatic Retransmission Request) 동작 등을 수행한다. MAC(215,230)은 한 단말에 구성된 여러 RLC 계층 장치들과 연결되며, RLC PDU들을 MAC PDU에 다중화하고 MAC PDU로부터 RLC PDU들을 역다중화하는 동작을 수행한다.
- [0018] 물리 계층(220, 225)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 담당하며, 데이터의 송수신을 위한 HARQ(Hybrid ARQ) 동작을 수행한다. 물리 계층(220, 225)은 상향링크 데이터의 전송을 지원하기 위해서, PUSCH(Physical Uplink Shared Chanel)와, PUSCH 전송에 대한 HARQ 피드백인 ACK(Acknowledgement)/NACK(Non-Acknowledgement)을 전달하는 PHICH(Physical HARQ Indicator Channel)와, 하향링크 제어 신호(일 예로 스케줄링 정보)를 전달하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)와, 상향링크 제어 신호를 전달하는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)를 운용한다. 또한 물리 계층(220,225)는 하향링크 데이터의 전송을 지원하기 위하여 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 운용할 수 있다.
- [0019] 도 3은 단말에서 반송파 집적(CA)을 설명하기 위한 도면이다.
- [0020] 도 3을 참조하면, 하나의 기지국에서는 일반적으로 여러 주파수 대역에 걸쳐서 다중 반송파들이 송출되고 수신된다. 예를 들어 기지국(305)에서 중심 주파수가 f1인 반송파(315)와 중심 주파수가 f3인 반송파(310)가 송출될 때, 반송파 집적 능력을 가지지 못하는 단말은 상기 두 개의 반송파(310,315) 중 어느 하나의 반송파를 이용해서 데이터를 송수신할 수 있다. 반송파 집적 능력을 가지고 있는 단말(330)은 동시에 여러 개의 반송파(310,315)로부터 데이터를 송수신할 수 있다. 기지국(305)은 반송파 집적 능력을 가지고 있는 단말(330)에 대해서는 상황에 따라 더 많은 반송파를 할당함으로써 단말(330)의 전송 속도를 높일 수 있다.
- [0021] 하나의 기지국에서 송출되고 수신되는 하나의 하향링크 반송파와 하나의 상향링크 반송파가 하나의 셀을 구성한다고 할 때, 반송파 집적이란 단말이 동시에 여러 개의 셀을 통해서 데이터를 송수신하는 것으로 이해될 수도 있을 것이다. 데이터의 최대 전송 속도는 집적되는 반송파의 수에 비례해서 증가된다.
- [0022] 이하 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 단말이 하향링크 반송파를 통해 데이터를 수신하거나 상향링크 반송파를 통해 데이터를 전송한다는 것은 상기 반송파를 특징짓는 중심 주파수와 주파수 대역에 대응되는 셀에서 제공하는 제어 채널과 데이터 채널을 이용해서 데이터를 송수신한다는 것과 동일한 의미를 가진다. 본 명세서에

서는 특히 반송파 집적을 다수의 서빙 셀이 단말에 대해 설정된다는 것으로 표현할 것이며, 각 서빙 셀은 프라 이머리 서빙 셀(Primary serving cell, 이하 PCell이라 칭함) 혹은 세컨더리 서빙 셀(Secondary serving cell, 이하 SCell이라 칭함)이 될 수 있다. 반송파 집적 내에서 하나의 PCell과 하나 혹은 그 이상의 SCell이 단말에 대해 설정될 수 있다. 상기 용어들은 LTE 이동 통신 시스템의 표준에서 사용되는 그대로의 의미를 가지며, 자세 한 내용은 2011년 12월 버전의 TS 36.331과 TS 36.321 등에서 찾아 볼 수 있다.

[0023] 또한 이하 본 발명의 실시예들은 설명의 편의를 위해 LTE 시스템을 가정하여 설명될 것이나, 본 발명의 실시예 들은 반송파 집적을 지원하는 모든 종류의 무선 통신 시스템에 적용될 수 있다.

[0024] TDD 모드에서는 하나의 주파수 대역은 특정 서브프레임 동안에는 상향링크로, 또 다른 서브프레임 동안에는 하 향링크로 사용된다. 단말은 각 상향, 하향링크가 사용되는 서브프레임들의 위치들을 정확히 알고 있어야 하며, 기지국은 이러한 서브프레임들의 위치들에 대한 정보를 단말에게 미리 제공해준다.

[0025] 상향, 하향링크로 사용되는 서브프레임들에 대한 정보는 TDD UL/DL 구성(configuration)이라 칭하며, 하기 <표 1>에서 기지국이 제공할 수 있는 총 7 가지의 TDD UL/DL 구성들을 예시하였다. TDD UL/DL 구성에 따라, 각 서브 프레임은 상향링크 서브프레임, 하향링크 서브프레임, 특수(special) 서브프레임으로 나누어진다.

표 1

[0026]

UL/DL configuration	Downlink-to-Uplink Switch-point periodicity	Subframe number									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

[0027] <표 1>에서 'D'로 표기되는 하향링크 서브프레임은 하향링크 데이터를 전송하는데 이용되며, 'U'로 표기되는 상 향링크 서브프레임은 상향링크 데이터를 전송하는데 할당된다. 'S'로 표기되는 특수 서브프레임은 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임 사이의 서브프레임에 해당된다.

[0028] 특수 서브프레임을 두는 이유는, 단말의 위치에 따라, 각 단말이 하향링크 서브프레임을 완전히 수신하는 타이밍과 각 단말이 상향링크 데이터를 전송하는 타이밍이 다르기 때문이다. 예를 들어, 기지국과 멀리 떨어져 있는 단말은 기지국으로부터의 데이터를 더 늦게 수신하게 된다. 따라서, 상기 단말로부터의 데이터를 기지국이 특정 시간 이내에 수신하기 위해서는 상기 단말이 더 이른 시간에 데이터 송신을 시작해야 한다. 즉 하향링크 데이터 수신과 상향링크 데이터 전송 사이에 어느 정도의 보호 기간(Guard Period)이 필요한 것이며, 특수 서브프레임 내에서 상기 보호 기간이 제공된다. 반대로, 상향링크 서브프레임과 하향링크 서브프레임 사이에는 특수 서브프레임이 필요가 없다.

[0029] 도 4는 TDD 프레임 구조의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0030] 도 4를 참조하면, 10 ms의 길이를 갖는 하나의 라디오 프레임(radio frame)(400)은 10개의 서브프레임으로 구성 된다. 각 라디오 프레임(400)은 0과 4095 사이의 정수인 시스템 프레임 번호(System Frame Number: SFN)으로 특정되며, SFN은 라디오 프레임이 경과할 때마다 1씩 증가한다. 각 서브프레임(405)은 1 ms이며, 두 개의 슬롯 으로 구성된다. 특수 서브프레임은 DwPTS (Downlink Pilot TimeSlot)(410), GP (Guard Period)(425), UpPTS (Uplink pilot Timeslot)(420)으로 지시되는 3 구간으로 나누어진다. DwPTS(410)는 하향링크 수신을 위한 시간 구간이며, UpPTS(420)는 상향링크 송신을 위한 시간 구간이다. GP(425)에서는 어떠한 송수신도 이루어지지 않는다.

[0031] DwPTS(410)와 UpPTS(420)를 위한 최적의 길이 값은 전파 환경에 따라 달라질 수 있다. 기지국은 DwPTS(410)와 UpPTS(420)를 위한 적절한 길이 값을 미리 단말에게 알려줄 수 있다. <표 2>는 기지국이 제공할 수 있는 특수 서브프레임의 구성에 따른 DwPTS(410)와 GP(425)와 UpPTS(420)와 길이들을 나타낸 것이다. <표 1>에서의 TDD UL/DL 구성들과 <표 2>의 DwPTS와 UpPTS의 길이들은 기지국으로부터 브로드캐스트되는 타입1의 시스템 정보 블 록(System Information Block Type1: SIB1)의 정보요소(Information Element: IE) TDD 구성(Tdd-Config) 필드

에 포함되어 단말에게 전달된다.

표 2

Special subframe configuration	Normal cyclic prefix in downlink			Extended cyclic prefix in downlink		
	DwPTS	UpPTS		DwPTS	UpPTS	
		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink
0	6592Ts	2192Ts	2560Ts	7680Ts	2192Ts	2560Ts
1	19760Ts			20480Ts		
2	21952Ts			23040Ts		
3	24144Ts			25600Ts		
4	26336Ts			7680Ts		
5	6592Ts	4384Ts	5120Ts	20480Ts	4384Ts	5120Ts
6	19760Ts			23040Ts		
7	21952Ts			-		
8	24144Ts			-		

[0033] <표 2>에 나타난 바와 같이, DwPTS와 UpPTS의 길이는 기지국에 의해 통보되는 특수 서브프레임의 구성과 하향링크 및 상향링크에서 사용되는 순환 프리픽스(Cyclic Prefix)의 종류에 따라, 심볼 길이(Symbol Duration) Ts의 배수로 정해질 수 있다.

[0034] 하나의 기지국에서 복수의 TDD 서빙 셀이 제공되는 경우, 상기 서빙 셀들에 서로 다른 TDD UL/DL 구성들을 적용함으로써 기존 시스템과의 공존을 보장하고 더 나은 로드 밸런싱을 제공할 수 있다. 예컨대, 3G 이동 통신 시스템의 TDD 셀과 LTE 이동 통신 시스템의 TDD 셀이 동일한 지역에서 함께 제공되고, 상기 두 셀의 동작 주파수가 서로 근접한 경우를 들 수 있다. 이 경우 LTE TDD 셀에 특정 UL/DL 구성을 적용함으로써 3G TDD 셀과 LTE TDD 셀 간의 간섭을 최소화할 수 있다. 동시에 3G TDD 셀의 동작 주파수와 현저하게 이격된 동작 주파수의 LTE TDD 셀에서는 상기 UL/DL 구성과는 다른 구성을 적용함으로써 효율을 높일 수 있다.

[0035] 상기와 같이 동일한 기지국의 여러 서빙 셀에 서로 다른 UL/DL 구성을 적용(이하 복수의 UL/DL 구성 적용으로 지칭)할 경우, 여러 서빙 셀과 연결된 단말은 소정의 시구간에서 서빙 셀들 간에 서로 다른 종류의 서브프레임이 발생하는 현상을 겪을 수 있다.

[0036] 도 5는 서로 다른 TDD UL/DL 구성을 가지는 셀들의 예를 나타낸 것으로서, 도시한 바와 같이 단말에 서빙 셀 1과 서빙 셀 2가 설정되어 있고 서빙 셀의 1에는 UL/DL 구성 1이 서빙 셀 2에는 UL/DL 구성 2가 적용된다고 할 때, 시구간 (505)에서 서빙 셀 1에서는 U 서브프레임이 서빙 셀 2에서는 D 서브프레임이 발생한다. 이 때 단말이 서빙 셀 1에서는 상향링크 전송을 수행하고 서빙 셀 2에서는 하향링크 수신을 수행하는 것이 바람직하지만, 경우에 따라서 이러한 동작이 불가능할 수도 있다.

[0037] TDD 시스템에서는 기본적으로 단말이 상향링크 전송과 하향링크 수신을 동시에 수행할 필요가 없기 때문에 TDD 단말의 RF(Radio Frequency) 회로는 하나의 시구간에서 하향링크 동작이나 상향링크 동작 중 하나만 수행할 수 있는 반 듀플렉스 (half-duplex: HD)를 기준으로 설계된다. 따라서 하향링크 동작과 상향링크 동작의 동시 수행 가능한 풀 듀플렉스 (full-duplex: FD) 기능을 구비하지 않은 일반적인 TDD 단말은 상기 시구간 (505)에서 하향링크 수신이나 상향링크 전송 중 하나만 수행이 가능하다.

[0038] 후술되는 본 발명의 실시예들에서는 상기와 같은 상황에서 단말과 기지국이 동일한 방향의 동작을 수행하도록 하여, 원활한 통신이 가능하도록 하는 방법 및 장치를 제시한다.

[0039] 본 발명의 실시예들에 따른 단말과 기지국의 동작은 아래와 같다.

[0040] - PCell의 UL/DL 구성과 SCell의 UL/DL 구성이 서로 다를 때, 반 듀플렉스 단말은 셀들 간에 방향이 서로 다르게 지정되는 서브프레임에 대해서 PCell의 방향을 기준으로 상기 서브프레임의 방향을 결정하고, 결정된 방향과 다른 방향의 서브프레임에 관련된 동작은 수행하지 않는다.

[0041] - PCell의 UL/DL 구성과 SCell의 UL/DL 구성이 서로 다를 때, 반 듀플렉스 단말은 SCell의 PUSCH 전송에 대한

PHICH를 수신할 서브프레임의 방향을 결정함에 있어서 PCell의 UL/DL 구성을 참조한다.

- [0042] - PCell의 UL/DL 구성과 SCell의 UL/DL 구성이 서로 다를 때, 반 듀플렉스 단말은 SCell에서 PUSCH 재전송을 수행할 서브프레임을 결정함에 있어서 PCell의 UL/DL 구성을 참조한다.
- [0043] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 단말의 동작을 도시한 것이다.
- [0044] 도 6을 참조하면, 단말 (601)은 서로 다른 TDD UL/DL 구성을 갖는 서빙셀들 PCell (603)과 SCell (605)을 CA로 설정하고 있다. 여기서 PCell (603)과 SCell (605)은 하나의 기지국에 의해 운영되며, 처음에 단말은 PCell에만 접속되어 있다.
- [0045] 서빙셀 PCell은 단말이 지원하는 기능을 확인하기 위해 UE 성능 질의(UECapabilityEnquiry) 메시지를 단말에게 전송한다(611). 다시 말해서 기지국은 PCell을 통해 UE 성능 질의 메시지를 전송한다. 단말은 자신이 지원하는 기능들을 UE 성능 정보(UECapabilityInformation) 메시지를 사용하여 PCell로 전송한다(613). 단말은 자신의 CA 관련 성능을 보고하기 위해서 자신이 지원하는 밴드 조합(band combination)을 UE 성능 정보 메시지의 '지원하는 밴드 조합' 정보에 수납해서 보고한다.
- [0046] 상기 '지원하는 밴드 조합' 정보는 하나 혹은 하나 이상의 밴드 파라미터로 구성되고, 하나의 밴드 파라미터에는 밴드 지시자, 해당 밴드 조합 하의 해당 밴드에서 설정 가능한 서빙 셀의 개수와 대역폭, 설정 가능한 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 관련 정보 등이 포함된다. 추가적으로, 지원하는 밴드 조합 중 소정의 조건을 충족시키는 조합에 대해서 동시 송수신 가능 여부를 지시하는 1 비트 정보가 함께 보고된다. 상기 조건은 예컨대, TDD 밴드로만 구성되었으며, 조합에 포함된 밴드들이 동일하지 않은 밴드 조합에 대해서만 동시 송수신 가능 여부를 보고하는 것이 될 수 있다.
- [0047] 예컨대, 단말이 하기 <표 3>과 같이 지원하는 밴드 조합 1 ~ 10을 보고할 때, 동시 송수신 가능 여부를 나타내는 1비트 정보는 밴드 조합 9와 10에 대해서만 설정된다. 아래 <표 3>에서 '밴드 FDD'는 FDD로 동작하는 LTE 주파수 밴드를, '밴드 TDD'는 TDD로 동작하는 LTE 주파수 밴드를 의미한다. 일 예로서 LTE 주파수 밴드 중 밴드 1 ~ 32는 FDD 주파수 밴드이고 밴드 33 ~ 64는 TDD 주파수 밴드이다.

표 3

지원하는 밴드 조합 인덱스	밴드 조합 구성	동시 송수신 가능 여부 보고 필요성
지원하는 밴드 조합 1	밴드 FDD1	No
지원하는 밴드 조합 2	밴드 FDD2	No
지원하는 밴드 조합 3	밴드 TDD1	No
지원하는 밴드 조합 4	밴드 TDD2	No
지원하는 밴드 조합 5	밴드 TDD3	No
지원하는 밴드 조합 6	밴드 FDD1, 밴드 FDD1	No
지원하는 밴드 조합 7	밴드 FDD1, 밴드 FDD2	No
지원하는 밴드 조합 8	밴드 TDD1, 밴드 TDD1	No
지원하는 밴드 조합 9	밴드 TDD1, 밴드 TDD2	Yes
지원하는 밴드 조합 10	밴드 TDD1, 밴드 TDD3	Yes

- [0049] 단말은 소정의 조건이 만족하는 각 '지원하는 밴드 조합'에 대해서 1 비트 정보로 동시 송수신 지원 여부를 보고하며, 상기 1 비트 정보는 비트 맵으로 구성 가능하다. 예컨대 <표 3>의 예에서 지원하는 밴드 조합 9,10을 위한 2 비트의 유의미한 정보를 담은 비트맵이 단말로부터 보고되고, 상기 비트맵의 각 비트는 소정의 조건이 성립되는 '지원하는 밴드 조합'들이 UE 성능 정보 메시지에 수납된 순서에 따라 상기 각 지원하는 밴드 조합에 대응된다. <표 3>의 예에서 비트맵의 첫번째 비트는 지원하는 밴드 조합 9에서 동시 송수신 가능 여부를 나타내고, 두번째 비트는 지원하는 밴드 조합 10에서 동시 송수신 가능 여부를 나타낸다.
- [0050] 단말이 특정 TDD 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능하다고 보고하였다면, 상기 밴드 조합에 대해서 서로 다른 UL/DL 구성이 설정되고 하나의 시구간에서 상기 설정된 UL/DL 구성에 따른 서브프레임들의 방향들이 서로 상이하다 하더라도, 단말이 하향링크 수신과 상향링크 송신을 동시에 수행할 수 있다.
- [0051] 반면에 단말이 특정 TDD 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능하지 않다고 보고하였다면, 상기 밴드 조합에 대해서 서로 다른 UL/DL 구성이 설정되고 하나의 시구간에서 상기 설정된 UL/DL 구성에 따른 서브프레임들 방향들이 서로 상이하다면, 단말은 하향링크 수신과 상향링크 송신 중 하나만 수행해야 한다.

[0052] 기지국은 단말의 성능 정보 메시지를 참조해서 단말에게 필요한 설정을 적용한다. 예를 들어 단말이 소정의 밴드 조합에 대해서 CA를 지원하고, 기지국에 상기 밴드 조합에 해당하는 밴드들에서 운용되는 서빙 셀이 존재한다면 기지국은 단말에게 상기 밴드 조합에 해당하는 CA를 설정할 수 있다. 즉, 상기 밴드 조합에 해당하는 다수의 서빙 셀들을 단말에게 설정할 수 있다.

[0053] 기지국은 PCell에서 단말에게 복수의 TDD 서빙 셀을 설정하는 제어 메시지를 전송한다(615). 이를 위해 RRC(Radio Resource Control) 접속 재구성(RRC Connection Reconfiguration) 메시지가 사용될 수 있다. 상기 제어 메시지를 통해 단말에게 SCell이 설정된다. 단말은 PCell의 UL/DL 구성을 PCell에서 브로드캐스트되는 시스템 정보(일 예로 SIB1)을 통해서 인지하고, SCell의 UL/DL 구성은 상기 SCell을 설정하는 제어 메시지(615)를 통해 인지한다.

[0054] 단말은 상기 RRC 접속 재구성 메시지를 참조해서 기지국이 요구한 설정 과정(즉 SCell에 대한 RRC 접속의 설정)을 수행하고 기지국에게 RRC 접속의 설정이 완료되었음을 나타내는 RRC 접속 재구성 완료(RRC Connection Reconfiguration Complete) 메시지를 전송한다(617). 기지국은 이후 소정의 시점에서 상기 설정된 SCell (605)에 대해 활성화 명령을 단말에게 전송한다 (619). 상기 활성화 명령은 활성화/비활성화(Activation/deactivation) MAC 제어 성분(Control Element: CE) 메시지가 될 수 있다.

[0055] 단말은 이후의 시구간에서 SCell의 동작을 판단하기 위해서 PCell의 UL/DL 구성을 참조한다(625). 구체적으로 단말은 매 서브프레임 마다 <표 4>와 같이 동작한다. 즉 PCell의 UL/DL 구성에 따른 서브프레임의 방향과 SCell의 UL/DL 구성에 따른 서브프레임의 방향이 다를 때, 단말은 PCell의 UL/DL 구성을 기준으로 SCell에서 수행할 동작을 결정한다.

표 4

PCell 서브프레임	SCell 서브프레임	PCell에서 단말 동작	SCell에서 단말 동작
D	D	PDCCH/PHICH/PDSCH 수신	PDCCH/PHICH/PDSCH 수신
D	S	PDCCH/PHICH/PDSCH 수신	PDCCH/PHICH 수신 (DwPTS 수신)
D	U	PDCCH/PHICH/PDSCH 수신	No uplink transmission
S	D	PDCCH/PHICH 수신, UpPTS 송신	PDCCH/PHICH 수신
S	S	PDCCH/PHICH 수신, UpPTS 송신	PDCCH/PHICH 수신, UpPTS 조건부 송신
S	U	PDCCH/PHICH 수신, UpPTS 송신	SRS 조건부 송신
U	D	PUSCH/PUCCH 송신	PDCCH/PHICH/PDSCH 미수신
U	S	PUSCH/PUCCH 송신	UpPTS 송신
U	U	PUSCH/PUCCH 송신	PUSCH 송신

[0057] PCell의 서브프레임도 D이고 SCell의 서브프레임도 D인 경우 단말은 현재 시구간(즉 서브프레임)에서 두 서빙 셀 모두에 대해 하향링크 수신을 수행한다. 즉, 두 서빙 셀 모두에서 단말은 현재 서브프레임 내 제어 정보 영역의 PDCCH와 PHICH를 수신하고 데이터 영역의 PDSCH를 수신한다. 마찬가지로 기지국은 상기한 상황에서 현재 서브프레임 내 제어 정보 영역에서 상기 단말을 위한 PDCCH와 PHICH를 전송하고, 데이터 영역에서 PDSCH를 송신한다.

[0058] PCell의 서브프레임은 D이고 SCell의 서브프레임은 S인 경우, 단말은 현재 시구간에서 PCell에 대해서는 D 서브프레임에 대한 동작, 즉 PDCCH/PHICH/PDSCH 수신을 수행하며, SCell에 대해서는 하향링크와 관련된 동작, 즉 DwPTS 수신을 수행한다. DwPTS를 수신한다는 것은 현재 서브프레임 중 시간 축 상 소정의 앞 구간에서만 하향링크 신호를 수신한다는 것을 의미한다. PDSCH는 서브프레임의 마지막 구간까지 점유할 수 있으므로, 단말은 PDSCH의 수신은 수행하지 않고 PDCCH 및 PHICH만 수신할 수 있다. 기지국은 위와 같은 상황, 즉 PCell은 D이고 SCell은 S인 상황에서는 SCell에 대해서 단말에게 PDSCH를 스케줄링하지 않으며, DwPTS 구간에서 SCell을 통해 PDCCH와 PHICH의 전송만을 수행한다.

[0059] PCell의 서브프레임은 D이고 SCell의 서브프레임은 U인 경우, 단말은 현재 시구간에서 PCell에서는 D 서브프레임에 대한 동작, 즉 PDCCH/PHICH/PDSCH 수신을 수행하며, SCell에 대해서는 비록 상향링크 전송이 예정되어 있다 하더라도 상향링크 전송을 수행하지 않는다. 따라서 기지국 또한 상기한 상황에서 상향링크에 대한 수신을 수행하지 않는다.

[0060] PCell의 서브프레임은 S이고 SCell의 서브프레임은 D인 경우, 단말은 현재 시구간에서 PCell에 대해서는 S 서브

프레임에 대한 동작을 수행한다. 즉 단말은 PCell에 대해 DwPTS 구간에서 PDCCH/PHICH를 수신하고 GP 구간에서 송수신을 중지하며 UpPTS 구간에서 필요하다면 상향링크 전송, 예를 들어 SRS(Sounding Reference Signal)의 전송을 수행한다. 또한 현재 시구간에서 단말은 SCell에 대해 PCell의 DwPTS와 겹치는 구간에서만 하향링크 신호를 수신한다. 즉 단말은 SCell에서 PDCCH와 PHICH는 수신하고 PDSCH는 수신하지 않는다. 기지국은 상기 상황, 즉 PCell은 S이고 SCell은 D인 상황에서 SCell에 대해 PDSCH를 스케줄링하지 않으며, PwPTS 구간에서 하향링크 신호의 전송만을 수행한다.

[0061] PCell의 서브프레임이 S이고 SCell의 서브프레임도 S인 경우, 단말은 현재 시구간에서 PCell에 대해서는 S 서브프레임에 대한 동작을 수행한다. 즉 단말은 PCell에 대해 DwPTS 구간에서 PDCCH/PHICH를 수신하고 GP 구간에서 송수신을 중지하며 UpPTS 구간에서 필요하다면 상향링크 전송, 예를 들어 SRS(Sounding Reference Signal) 전송을 수행한다. 또한 현재 프레임에서 단말은 SCell에 대해 PCell의 DwPTS와 겹치는 DwPTS구간에서만 하향링크 신호를 수신한다. 즉 단말은 SCell에서 PDCCH와 PHICH는 수신하고 PDSCH는 수신하지 않는다. 그리고 PCell의 GP 구간과 겹치는 구간에서는 SCell에서도 송수신이 중지된다. PCell의 UpPTS와 겹치는 SCell의 UpPTS에서는 필요하다면 상향링크 전송이 수행될 수 있다. SCell의 UpPTS가 PCell의 UpPTS와 얼마나 겹치느냐에 따라 실질적인 상향링크 전송이 수행될 수도 있고 수행되지 않을 수도 있다. 따라서 상향링크 전송은 선택적으로 수행된다. 기지국은 상기한 상황에서 SCell의 서브프레임 중 UpPTS 구간 동안 SRS를 수신하려고 시도하며, DwPTS 구간 동안 PHICH를 전송할 수 있고, GP 구간 동안 상기 단말에 대한 송수신이 존재하지 않음을 인식한다.

[0062] PCell의 서브프레임이 S이고 SCell의 서브프레임이 U인 경우, 단말은 현재 시구간에서 PCell에 대해서는 S 서브프레임에 대한 동작을 수행하며, SCell에 대해서는 PUCCH 전송 및 PUSCH 전송은 수행하지 않고 SRS 전송을 조건부로 수행한다. 즉 SCell의 U 서브프레임에 SRS 전송이 스케줄링되어 있고, SCell의 U 서브프레임 중 PCell의 UpPTS와 겹치는 시구간이 일정 기준 (예를 들어 1 OFDM 심볼 구간) 이상이라면, 단말은 SRS 전송을 수행하고 그렇지 않다면 SRS 전송을 수행하지 않는다. 기지국은 상기한 상황에서 SCell의 U 서브프레임 중 PCell의 UpPTS와 겹치는 시구간 동안 단말로부터 SRS를 수신하려고 시도한다.

[0063] PCell의 서브프레임은 U이고 SCell의 서브프레임은 D인 경우, 단말은 현재 프레임에서 PCell에 대해서는 U 서브프레임에 대한 동작을 수행한다. 즉 단말은 PCell에 대해 PUCCH나 PUSCH 전송이 예정되어 있다면 PUCCH나 PUSCH 전송을 수행한다. 또한 현재 시구간에서 단말은 SCell에 대해 하향링크 신호를 수신하지 않는다. 즉 PDCCH/PHICH/PDSCH를 수신하지 않는다. 기지국은 상기 상황, 즉 PCell의 서브프레임은 U이고 SCell의 서브프레임은 D인 상황에서 SCell에 대해 PDSCH를 스케줄링하지 않는다.

[0064] PCell의 서브프레임은 U이고 SCell의 서브프레임은 S인 경우, 단말은 현재 시구간에서 PCell에 대해 U 서브프레임에 대한 동작을 수행하며, SCell에 대해서는 UpPTS에서 필요하다면 상향링크 신호를 전송한다. 즉 단말은 SCell의 S 서브프레임에서 SRS 전송이 스케줄링되어 있다면 SRS 전송을 수행하며, DwPTS에서는 하향링크 신호를 수신하지 않는다. 기지국은 상기한 상황에서 SCell의 U 서브프레임 중 PCell의 UpPTS와 겹치는 시구간 동안 단말로부터 SRS를 수신하려고 시도하며, DwPTS 구간에서는 단말을 위한 하향링크 신호를 전송하지 않는다.

[0065] PCell의 서브프레임과 SCell의 서브프레임이 모두 U인 경우, 단말은 현재 시구간에서 PCell과 SCell에 대한 U 서브프레임의 동작을 수행한다. 즉 단말은 필요하다면 PUSCH와 PUCCH를 전송한다. 기지국은 상기한 상황에서 SCell의 U 서브프레임 동안 단말로부터 PUSCH를 수신하려고 시도한다.

[0066] 단말은 SCell에서 PUSCH 전송 시점을 판단하기 위해서 PCell의 UL/DL 구성을 참조한다 (630). 여기에서 전송 시점이라 함은 PUSCH를 전송할 서브프레임의 위치를 의미한다. 하나의 서빙 셀에서 PUSCH 전송을 수행함에 있어서 단말은 통상 해당 서빙 셀의 UL/DL 구성을 참조한다. 예컨대 서브프레임 n에서 PUSCH 전송을 지시하는 PDCCH를 수신하거나 HARQ NACK을 수신하였다면 단말은 서브프레임 [n+m]에서 PUSCH 전송을 수행한다. n과 m은 UL/DL 구성 별로 정의되어 있다.

[0067] 풀 듀플렉스 단말이나 동일한 UL/DL 구성 하에서 CA로 동작하는 단말의 경우, 서빙 셀의 UL/DL 구성을 참조해서 PUSCH 전송 시점과 HARQ 피드백의 수신 시점 및 PUSCH 재전송 시점을 판단한다. 복수의 UL/DL 구성 하에서 동작하는 반 듀플렉스 단말의 경우, PUSCH를 전송할 해당 서빙 셀의 UL/DL 구성이 아니라 PCell의 UL/DL 구성에 근거해서 해당 서빙 셀의 타이밍 관계를 결정한다.

[0068] 단말은 SCell에서 수행한 PUSCH 전송에 대한 HARQ 피드백을 수신할 서브프레임을 판단함에 있어서 PCell의 UL/DL 구성을 참조한다(635). 이는 SCell의 UL/DL 구성을 참조해서 결정한 PHICH 수신을 위한 서브프레임이 PCell의 U 서브프레임과 중복되어, PHICH를 수신하지 못할 수 있기 때문이다.

- [0069] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 SCell의 서브프레임에 대한 단말의 동작을 도시한 흐름도이다.
- [0070] 도 7을 참조하면, 700 단계에서 단말은 서빙 셀의 시스템 정보를 획득해서 서빙 셀의 UL/DL 구성을 인지한다. 그리고 서빙 셀과 RRC 연결 설정 절차를 개시한다. RRC 연결 설정 절차가 완료되면 상기 서빙 셀은 단말의 PCell이 된다.
- [0071] 705 단계에서 단말은 기지국에게 성능 정보 메시지를 통해 성능을 보고한다. 성능 정보 메시지에는 단말이 지원하는 밴드 조합 정보가 포함되며, 단말은 또한 서로 다른 TDD 밴드들로 구성된 TDD간 밴드 조합 (inter-TDD band combination)에 대한 동시 송수신 가능 여부를 나타내는 정보를 추가적으로 보고한다.
- [0072] 710 단계에서 단말에게 SCell이 설정된다. SCell 설정은 기지국이 단말에게 SCell 설정 정보를 포함한 RRC 제어 메시지를 전송하고, 단말이 상기 설정 정보에 따라 SCell의 신호 경로를 설정함으로써 이뤄진다. 상기 SCell 설정 정보는 예를 들어 SCell의 중심 주파수 정보, SCell에서 단말이 사용할 무선 자원 관련 정보, 그리고 SCell의 UL/DL 구성 정보 등을 포함한다. 각 SCell은 활성화 상태나 비활성화 상태에 있을 수 있으며, 활성화 상태인 SCell을 통해서만 데이터 송수신이 가능하다. SCell은 최초 설정 시 비활성화 상태로 설정되고, 이 후 기지국의 지시에 따라 활성화 상태로 천이한다.
- [0073] 715 단계에서 단말은 SCell의 서브프레임 n에서 어떤 동작을 수행할지를 결정하기 위해서, 상기 서브프레임 n이 시작되기 직전까지 대기한다.
- [0074] 720 단계에서 단말은 아래 조건들이 성립되는지 검사하고, 성립된다면 730 단계로, 성립되지 않는다면 725 단계로 진행한다.
- [0075] - PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 서로 다르다.(Inter-band TDD carrier aggregation)
- [0076] - PCell의 UL/DL 구성과 SCell의 UL/DL 구성이 서로 다르다.
- [0077] 상기의 조건들이 만족하지 않는다는 것은 PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 동일하거나, 주파수 밴드들이 서로 다르다 하더라도 UL/DL 구성이 동일하다는 것을 의미한다. 참고로 PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 서로 동일하다면, 두 서빙 셀의 UL/DL 구성은 서로 동일하게 설정되어야 한다.
- [0078] 725 단계에서 단말은 SCell의 서브프레임 n에서 취할 동작을 결정함에 있어서 SCell의 UL/DL 구성을 참조해서 서브프레임 n의 종류를 판단하고, 서브프레임 n의 종류에 따라 취할 동작을 결정한다. 서브프레임 별로 단말이 취해야 하는 동작은 아래와 같다.
- [0079] - 서브프레임 n이 D 서브프레임이라면 단말은 서브프레임 n에서 PDCCH/PHICH/PDSCH를 수신하기로 결정한다.
- [0080] - 서브프레임 n이 S 서브프레임이라면 단말은 서브프레임 n에서 PDCCH/PHICH를 수신하고 필요하다면 UpPTS를 전송할 것으로 결정한다.
- [0081] - 서브프레임 n이 U 서브프레임이라면 단말은 서브프레임 n에서 필요하다면 PUSCH와 SRS를 전송하기로 결정한다.
- [0082] 상기 동작들은 단말에 적용되는 다른 솔루션 혹은 요구 사항에 의해서 제한될 수도 있다. 예컨대 서브프레임 n이 불연속 수신(Discontinuous Receive: DRX) 동작 상의 활성 시간(Active Time)이 아니거나, 비 서빙 주파수에 대한 측정을 수행할 시구간을 의미하는 측정 갭과 겹치는 경우 등에는 상기 동작이 수행되지 않을 수 있다.
- [0083] 상기의 조건들이 만족한다는 것은 PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 서로 다르고, PCell의 UL/DL 구성과 SCell의 UL/DL 구성이 서로 다르다는 것을 의미한다. 730 단계에서 단말은 현재 주파수 밴드 조합(즉 PCell과 SCell의 주파수 밴드들의 조합)에 대해서 동시 송수신이 가능한지 검사한다. 혹은 현재 주파수 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능하다고 설정된 정보를 보고했는지 검사한다. 그렇다면 725 단계로 진행하고, 그렇지 않다면 735 단계로 진행한다.
- [0084] 735 단계에서 단말은 SCell의 서브프레임 n과 겹치는 PCell의 서브프레임의 종류를 참조해서 SCell의 서브프레임 n에서 수행할 동작을 결정한다. 통상 PCell과 SCell의 프레임 바운더리는 정렬되어 있으며 이 경우 SCell의 서브프레임 n과 겹치는 PCell의 서브프레임은 역시 서브프레임 n이다.
- [0085] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 SCell의 피드백 수신 시점과 PUSCH 재전송 시점을 판단하는 단말의 동작을

도시한 흐름도이다.

- [0086] 도 8을 참조하면, 800 단계에서 단말은 서빙 셀의 시스템 정보를 획득해서 서빙 셀의 UL/DL 구성을 인지한다. 그리고 서빙 셀과 RRC 연결 설정 절차를 개시한다. RRC 연결 설정 절차가 완료되면 상기 서빙 셀은 단말의 PCell이 된다.
- [0087] 805 단계에서 단말은 기지국에게 성능 정보 메시지를 통해 성능을 보고한다. 성능 정보 메시지에는 단말이 지원하는 밴드 조합 정보가 포함되며, 단말은 또한 서로 다른 TDD 밴드들로 구성된 TDD간 밴드 조합 (inter-TDD band combination)에 대한 동시 송수신 가능 여부를 나타내는 정보를 추가적으로 보고한다.
- [0088] 810 단계에서 단말에게 SCell이 설정된다. SCell 설정은 기지국이 단말에게 SCell 설정 정보를 포함한 RRC 제어 메시지를 전송하고, 단말이 상기 설정 정보에 따라 SCell에 대한 RRC 접속을 설정함으로써 이뤄진다. 상기 SCell 설정 정보는 예를 들어 SCell의 중심 주파수 정보, SCell에서 단말이 사용할 무선 자원 관련 정보, 그리고 SCell의 UL/DL 구성 정보 등을 포함한다.
- [0089] 815 단계에서 단말은 SCell의 서브프레임 n에서 PUSCH 전송을 수행한다. 그리고 상기 PUSCH 전송에 대한 HARQ 피드백을 수신할 서브프레임 및 HARQ 피드백이 NACK일 경우 PUSCH 재전송을 수행할 서브프레임을 판단하기 위해서 820 단계로 진행한다.
- [0090] 820 단계에서 단말은 아래 조건들이 성립되는지 검사하고, 성립된다면 830 단계로, 성립되지 않는다면 825 단계로 진행한다.
- [0091] - PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 서로 다르다.
- [0092] - PCell의 UL/DL 구성과 SCell의 UL/DL 구성이 서로 다르다.
- [0093] 상기의 조건들이 만족하지 않는다는 것은 PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 동일하거나, 주파수 밴드들이 서로 다르다 하더라도 UL/DL 구성이 동일하다는 것을 의미한다. 참고로 PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 서로 동일하다면, 두 서빙 셀의 UL/DL 구성은 서로 동일하게 설정되어야 한다. 825 단계에서 단말은 SCell의 UL/DL 구성을 참조해서 SCell의 서브프레임 n에서 수행된 PUSCH 전송에 대한 PHICH(즉 HARQ 피드백)를 수신할 서브프레임 및 PUSCH 재전송을 수행할 서브프레임의 위치들을 판단한다. PHICH 수신 시점 및 PUSCH 재전송 시점은 UL/DL 구성에 따라 표준으로 정의되어 있다. 예를 들어 단말이 서브프레임 n에서 HARQ 피드백 NACK을 수신하였다면, 단말은 서브프레임 [n+k]에서 PUSCH 재전송을 수행하며, 일 예로서 k는 아래 <표 5>와 같이 UL/DL 구성에 따라 그리고 단말이 PHICH를 수신한 서브프레임의 번호 n에 따라 정의된다.

표 5

TDD UL/DL Configuration	subframe number n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4	6				4	6			
1		6			4		6			4
2				4					4	
3	4								4	4
4									4	4
5									4	
6	7	7				7	7			5

- [0095] 상기의 조건들이 만족한다는 것은 PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 서로 다르고, PCell의 UL/DL 구성과 SCell의 UL/DL 구성이 서로 다르다는 것을 의미한다. 830 단계에서 단말은 현재 주파수 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능한지 검사한다. 혹은 현재 주파수 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능하다고 설정된 정보를 보고했는지 검사한다. 그렇다면 825 단계로 진행하고, 그렇지 않다면 835 단계로 진행한다.
- [0096] 835 단계에서 단말은 SCell의 PHICH 수신 시점과 PUSCH 재전송 시점을 판단하기 위해서 SCell의 UL/DL 구성을 참조하는 것이 아니라 PCell의 UL/DL 구성을 참조한다. 예컨대, SCell의 UL/DL 구성이 #4, PCell의 UL/DL 구성이 #6이고, 단말이 SCell의 서브프레임 9에서 HARQ 피드백 NACK을 수신하였다면, 단말은 <표 5>를 참조하여 PCell의 UL/DL 구성에 따라 k로 5를 선택한다. 그러면 단말은 SCell의 서브프레임 (9+5), 즉 다음 라디오 프레임의 서브프레임 4에서 PUSCH 재전송을 수행하게 된다.

- [0097] 기지국은 마찬가지로, PCell의 UL/DL 구성이 PCell과 다른 SCell에서, 동시 송수신이 불가능한 것으로 보고한 단말에게 HARQ 피드백을 전송하고, PUSCH 전송 자원을 관리함에 있어서 단말이 PCell의 UL/DL 구성에 따라 PHICH 수신 시점과 PUSCH 재전송 시점을 결정한다는 것을 고려한다. 즉 기지국은 단말에 대해 설정된 PCell의 구성을 참조하여, SCell의 서브프레임 9에서 HARQ 피드백 NACK를 전송할 것으로 결정하며, SCell의 서브프레임 (9+5), 즉 다음 라디오 프레임의 서브프레임 4에서 PUSCH의 재전송 데이터를 수신할 것으로 결정한다.
- [0098] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 SCell의 피드백 전송 시점을 결정하는 단말의 동작을 도시하였다. 도 9의 900 단계, 905 단계, 910 단계는 각각 800 단계, 805 단계, 810 단계와 동일하므로 상세한 설명을 생략한다.
- [0099] 도 9를 참조하면, 915 단계에서 PDSCH 전송을(혹은 하향링크 전송을) 나타내는 PDCCH가 수신되거나 하향링크 할당(assignment)가 설정된 서브프레임이 도래한다. 단말은 상기 서브프레임에서 PDSCH 데이터를 수신해서 디코딩을 수행하고, 디코딩 결과에 따른 피드백을 전송하기 위해서 920 단계로 진행한다.
- [0100] 920 단계에서 단말은 PDSCH 데이터가 수신된 서빙 셀이 PCell인지 SCell인지 검사한다. PCell이라면 925 단계로 진행하고 SCell이라면 930 단계로 진행한다.
- [0101] 930 단계에서 단말은 아래 조건들이 성립되는지 검사하고, 성립된다면 940 단계로, 성립되지 않는다면 935 단계로 진행한다.
- [0102] - PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 서로 다르다.
- [0103] - PCell의 UL/DL 구성과 SCell의 UL/DL 구성이 서로 다르다.
- [0104] 상기의 조건들이 만족하지 않는다는 것은 PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 동일하거나, 주파수 밴드들이 서로 다르다 하더라도 UL/DL 구성이 동일하다는 것을 의미한다. 참고로 PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 서로 동일하다면, 두 서빙 셀의 UL/DL 구성은 서로 동일하게 설정되어야 한다. 935 단계에서 단말은 현재 시구간의 UL/DL 구성을 참조해서 HARQ 피드백을 전송할 서브프레임을 선택한다. 단말이 서브프레임 [n-k]에서 PDSCH를 수신했을 때 HARQ 피드백은 PCell의 서브프레임 n에서 전송된다. 일 예로서 k는 아래 <표 6>과 같이 UL/DL 구성에 따라 그리고 단말이 HARQ 피드백을 전송할 서브프레임의 번호 n에 따라 정의된다.

표 6

[0105]

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

- [0106] 예를 들어 UL/DL 구성이 5이고 n이 2일 때, k는 13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6 중 하나이다.
- [0107] 상기의 조건들이 만족한다는 것은 PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 서로 다르고, PCell의 UL/DL 구성과 SCell의 UL/DL 구성이 서로 다르다는 것을 의미한다. 940 단계에서 단말은 현재 주파수 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능한지 검사한다. 혹은 현재 주파수 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능하다고 설정된 정보를 보고했는지 검사한다. 그렇다면 945 단계로 진행하고, 그렇지 않다면 925 단계로 진행한다.
- [0108] 단말은 925 단계에서 HARQ 피드백을 전송할 서빙 셀의 UL/DL 구성이 아니라 PCell의 UL/DL 구성을 참조해서 k를 선택하고 상기 선택된 k에 따라 HARQ 피드백을 전송할 서브프레임을 선택한다.
- [0109] 940 단계에서 945 단계로 진행하였다는 것은 단말이 동시 송수신을 수행할 수 있다는 것이다. 945 단계에서 단말은 PCell의 UL/DL 구성과 SCell의 UL/DL 구성을 모두 고려해서 k를 선택하고 HARQ 피드백을 전송할 서브프레임을 선택한다.

- [0110] PCell의 UL/DL 구성과 SCell의 UL/DL 구성을 모두 고려한다는 것은, 단말이 상기 두 UL/DL 구성의 조합에 따라 미리 정의된 소정의 기준 UL/DL 구성을 식별하고 상기 기준 UL/DL 구성에 의거해서 HARQ 피드백을 전송할 서브프레임을 선택하는 것을 의미한다. 동시 송수신이 가능한 단말이 PCell이나 SCell 중 한 서빙 셀의 UL/DL 구성만을 고려할 경우, 단말이 성취할 수 있는 잠재적인 최대 성능이 불필요하게 제한되는 문제가 발생하기 때문에, 규격에 미리 정의된 기준 UL/DL 구성을 사용하는 것이 바람직하다. 상기 기준 UL/DL 구성은 PCell의 UL/DL 구성 및 SCell의 UL/DL 구성의 조합 별로 최적의 UL/DL 구성으로 결정되어 규격에 명시될 수 있다. 예를 들어 PCell의 UL/DL 구성이 3, SCell의 UL/DL 구성이 1일 때, reference UL/DL 구성은 4로 정의될 수 있다.
- [0111] k가 결정되고 나면, 950 단계에서 단말은 HARQ RTT 타이머를 925 단계, 935 단계 혹은 945 단계에서 결정한 k에 4를 합산한 값으로 설정하고 과정을 종료한다. 그리고 상기 HARQ RTT 타이머에 따라 DL 전송을 나타내는 PDCCH가 수신될 때까지 대기한다.
- [0112] HARQ RTT 타이머는 DRX가 설정된 단말이 HARQ 재전송이 수신될 때까지 배터리 세이빙을 위해서 PDCCH 감시를 중지할 수 있도록 정의된 타이머이다. 단말은 HARQ RTT 타이머가 구동되는 동안에는, 만약 다른 이유로 PDCCH를 감시할 필요가 없다면, PDCCH 감시를 중지할 수 있다. 단말은 또한 HARQ RTT 타이머가 만료되고 상기 HARQ RTT 타이머와 연계된 HARQ 프로세스의 데이터가 성공적으로 디코딩되지 않았었다면 DRX 재전송 타이머(drx-Retransmission Timer)를 구동한다.
- [0113] 상기와 같이 서로 다른 TDD 밴드의 서빙 셀들이 설정되었으며, 상기 서빙 셀들의 UL/DL 구성이 서로 다르고, 해당 밴드 조합에서는 동시 송수신을 지원하지 않는 단말이 SCell에서 PDSCH를 수신하였을 때, 단말은 PCell의 UL/DL 구성을 참조해서 HARQ 피드백을 전송할 서브프레임을 선택한다.
- [0114] 도 10(도 10a와 도 10b를 포함함)은 본 발명의 다른 실시예에 따른 SCell의 상향링크 전송 동작을 수행하는 단말의 동작을 도시한 흐름도이다. 도 10에서 단말은 PCell이 아니라 SCell의 UL/DL 구성을 참조해서 PHICH 수신 시점과 PUSCH 전송 시점을 판단한다. 따라서 단말은 PHICH를 수신하지 못하거나 PUSCH를 전송하지 못할 수 있으며, 이 때 단말은 관련된 변수들(variable)을 최적의 값으로 설정해서 전송 효율을 높인다. 도 10의 1005 단계, 1010 단계는 각각 905 단계, 910 단계와 동일하므로 상세한 설명을 생략한다.
- [0115] 도 10을 참조하면, 1015 단계에서 단말은 SCell 설정을 지시하는 제어 메시지를 수신하고 SCell을 설정한다. 여기서 상기 SCell의 주파수 밴드는 PCell의 주파수 밴드와 다르고 상기 SCell의 UL/DL 구성은 PCell의 UL/DL 구성과 다르다.
- [0116] 1020 단계에서 단말은 SCell의 서브프레임 n에서 상향링크 전송을 수행해야 할 필요성이 발생한 것을 인지한다. 예를 들어 서브프레임 n에 대한 상향링크 그랜트를 수신하였거나 서브프레임 n에 SRS의 전송이 설정되어 있는 경우 등이 있을 수 있다.
- [0117] 1025 단계에서 단말은 현재 주파수 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능한지 검사한다. 혹은 현재 주파수 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능하다고 설정된 정보를 기지국으로 보고했는지 검사한다. 그렇다면 1085 단계로 진행하고, 그렇지 않다면 1030 단계로 진행한다.
- [0118] 1030 단계에서 단말은 상향링크 전송의 종류가 SRS인지 PUSCH인지 검사한다. SRS라면 1035 단계로 진행하고 PUSCH라면 1045 단계로 진행한다.
- [0119] 1035 단계에서 단말은 PCell의 서브프레임 n이 D인지 S인지 U인지 검사한다. PCell 서브프레임 n이 D 서브프레임이라면 단말은 1040 단계로 진행해서 SCell의 SRS 전송을 수행하지 않고 SCell에서 상향링크 전송이 다시 필요하게 될 때까지 대기한다.
- [0120] PCell 서브프레임 n이 S 서브프레임이라면 단말은 1042 단계로 진행해서 SCell의 SRS를 조건부로 전송한다. 즉 SCell 서브프레임 n의 마지막 OFDM 심볼이 차지하는 시구간이 PCell 서브프레임 n의 UpPTS가 차지하는 시구간에 완전히 포함된다면 SRS를 전송하고 그렇지 않다면 SRS를 전송하지 않는다. 그리고 SCell에서 상향링크 전송이 다시 필요하게 될 때까지 대기한다.
- [0121] PCell 서브프레임 n이 U 서브프레임이라면 단말은 1043 단계로 진행해서 SCell의 SRS를 전송하고 SCell에서 상향링크 전송이 다시 필요하게 될 때까지 대기한다.
- [0122] 1045 단계에서 단말은 PCell의 서브프레임 n이 D인지 S인지 U인지 검사한다. PCell 서브프레임 n이 D 서브프레임

임 혹은 S 서브프레임이라면 단말은 1050 단계로 진행해서 PUSCH 전송을 수행하지 않고 1060 단계로 진행해서 CURRENT_TX_NB를 1 증가시키고 CURRENT_IRV는 그대로 유지한다. 여기서 CURRENT_TX_NB 및 CURRENT_IRV는 PUSCH 전송과 관련된 변수들로서, 아래와 같은 의미를 가진다.

- [0123] CURRENT_TX_NB: 현재 HARQ 동작이 적용 중인 패킷의 PUSCH 전송 회수가 저장된 변수. 단말은 CURRENT_TX_NB가 소정의 최대값에 도달하면, 해당 패킷을 버퍼에서 폐기한다.
- [0124] CURRENT_IRV: 현재 HARQ 동작이 적용 중인 패킷에 적용할 RV (Redundancy Version)가 저장된 변수. 단말은 PUSCH 전송을 수행할 때 CURRENT_IRV가 지시하는 RV를 적용한다. RV는 PUSCH 전송을 수행할 패킷에 포함될 부호화 비트들의 구성을 지시한다.
- [0125] 상기 변수들은 단말이 HARQ 피드백을 수신할 때마다 혹은 PUSCH 전송을 수행할 때마다 갱신된다. 단말이 어떤 이유로든 PUSCH 전송을 하지 않을 것이라는 것을 기지국이 아는 경우, 단말과 기지국이 CURRENT_IRV를 그대로 유지하는 것이 바람직하다. 상향링크 HARQ 동작은 비적응적 재전송이 수행될 때마다 특정한 RV가 자동으로 적용되도록 정의되어 있다. 여기서 비적응적 재전송은 단말이 이전 전송에 사용했던 전송 자원을 그대로 이용해서 수행하는 재전송을 의미하며, 단말은 피드백으로 NACK을 수신하면 기본적으로 비적응적 재전송을 수행한다. 예컨대, 단말은 최초 전송에는 RV 0을, 첫번째 비적응적 재전송에는 RV 2를, 두번째 비적응적 재전송에는 RV 3을 세번째 비적응적 재전송에는 RV 1을 적용한다. 단말과 기지국은 CURRENT_IRV를 이용해서 다음 재전송에 적용할 RV를 판단한다. PUSCH 전송을 수행하지 않았음에도 불구하고 CURRENT_IRV를 증가시킨다면, 상기 RV 중 일부를 누락하고 전송을 수행하는 결과로 이어지므로 성능 저하로 이어질 수 있다. 따라서 1060 단계에서 단말은 CURRENT_IRV를 증가시키지 않고 그대로 유지한다.
- [0126] CURRENT_TX_NB는 일정 회수 이상으로 전송이 수행되었음에도 불구하고 전송이 성공되지 못할 경우 더 이상의 재전송이 일어나지 않도록 하기 위하여 사용된다. 단말은 현재 패킷의 전송 회수가 소정의 최대값이 되면 상기 패킷을 HARQ 버퍼에서 폐기하고 더 이상의 재전송을 수행하지 않는다. 기지국은 현재 패킷의 전송 회수가 소정의 최대값이 되면 상기 패킷의 비적응적 재전송이 더 이상 없을 것으로 판단하고 상기 패킷 전송을 위해서 할당되었던 주파수/시간 전송 자원을 다른 단말에게 할당할 수 있다. 따라서 단말과 기지국이 동일한 시점에 현재 패킷의 전송 회수가 소정의 최대값에 도달하였다고 판단하는 것이 중요하며, 이를 위해 단말과 기지국은 실제 PUSCH 전송이 이뤄진 회수가 아니라, 재전송 가능 시점이 경과할 회수를 기준으로 CURRENT_TX_NB를 관리하는 것이 바람직하다. 즉, 단말과 기지국은 패킷에 대한 전송 시점이 경과할 때마다 상기 패킷이 실제로 전송되지 않았다 하더라도 CURRENT_TX_NB를 1 증가시키는 것이 바람직하다.
- [0127] 단말은 1060 단계에서 CURRENT_TX_NB와 CURRENT_IRV를 설정한 후 1077 단계로 진행해서, PHICH를 수신하지 않고 HARQ_FEEDBACK을 NACK으로 설정한다. 여기서 HARQ_FEEDBACK은 PUSCH 전송에 대한 HARQ 피드백이 저장된 변수로서, 단말은 HARQ_FEEDBACK이 NACK이면 다음 재전송 시점에 재전송을 수행하며, HARQ_FEEDBACK이 ACK이면 다음 재전송 시점에 재전송을 수행하지 않는다.
- [0128] 이는 PUSCH 데이터를 전송하지 않았음에도 불구하고 PHICH를 수신하는 것은 HARQ 피드백 오류 가능성만 발생시키기 때문이다. 그리고 단말이 PUSCH 데이터를 전송하지 않았으므로 기지국이 PUSCH 데이터를 오류없이 수신하였을 가능성은 없기 때문에 HARQ 피드백을 NACK으로 설정하는 것이다.
- [0129]
- [0130] PCe11 서브프레임 n이 U 서브프레임이라면 단말은 1045 단계에서 1065 단계로 진행해서 SCe11의 서브프레임 n에서 PUSCH 데이터를 전송하고 1067 단계로 진행한다. 1067 단계에서 단말은 CURRENTTX_NB와 CURRENT_TX_NB를 각각 1 씩 증가시킨다. 1068 단계에서 단말은 SCe11의 UL/DL 구성을 적용해서 PHICH 수신 서브프레임을 판단한다. 1070 단계에서 단말은 상기 PHICH 수신 서브프레임에 해당하는 PCe11의 서브프레임이 U 서브프레임인지 여부를 판단한다. 만약 U 서브프레임이라면 단말은 1075 단계로 진행하고 D 서브프레임이나 S 서브프레임이라면 1080 단계로 진행한다.
- [0131] 1075 서브프레임에서 단말은 PHICH를 수신하지 않고 HARQ_FEEDBACK은 ACK으로 설정한다. HARQ_FEEDBACK을 ACK으로 설정하는 이유는 단말이 PUSCH는 전송하였지만 그에 대한 피드백은 수신하지 못한 상황이기 때문이다. 이 경우, HARQ_FEEDBACK을 NACK으로 설정할 경우, 단말이 불필요하게 PUSCH 재전송을 수행한다.
- [0132] 1080 단계에서 단말은 PHICH를 수신하고 수신된 PHICH의 피드백에 따라서 HARQ_FEEDBACK을 ACK 혹은 NACK로 설정한다.

- [0133] 현재 주파수 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능하다면 혹은 현재 주파수 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능하다고 보고했다면 단말은 1025 단계에서 1085 단계로 진행한다. 1085 단계에서 단말은 서브프레임 n에서 PUSCH 전송을 수행하고 1090 단계에서 CURRENT_TX_NB와 CURRENT_TX_NB를 각각 1씩 증가시킨다. 1095 단계에서 단말은 SCell의 UL/DL 구성을 적용해서 PHICH 수신 서브프레임을 판단하고 1080 단계로 진행해서 상기 판단된 서브프레임에서 PHICH의 피드백을 수신하며 수신된 피드백에 따라서 HARQ_FEEDBACK을 ACK 혹은 NACK로 설정한다.
- [0134] 1042 단계, 1043 단계, 1065 단계, 1085 단계에서 SRS 혹은 PUSCH를 전송한다는 것은, 다른 솔루션이나 요구 사항에 의해서 상향링크 전송이 제한되지 않은 경우에만 해당된다.
- [0135] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 단말의 구성을 나타낸 블록도이다.
- [0136] 도 11을 참조하면, 단말은 송수신부(1105), 제어부(1110), 다중화 및 역다중화부(1115), 제어 메시지 처리부(1130) 및 하나 혹은 그 이상의 상위 계층 처리부(1120) (1125)를 포함한다.
- [0137] 상기 송수신부(1105)는 서빙 셀의 하향링크 채널로 데이터 및 제어 신호를 수신하고 상향링크 채널로 데이터 및 제어 신호를 전송한다. 다수의 서빙 셀이 설정된 경우, 송수신부(1105)는 상기 다수의 서빙 셀을 통한 데이터 송수신 및 제어 신호 송수신을 수행한다.
- [0138] 다중화 및 역다중화부(1115)는 상위 계층 처리부(1120) (1125)나 제어 메시지 처리부(1130)에서 발생한 데이터를 다중화하거나 송수신부(1105)에서 수신된 데이터를 역다중화해서 적절한 상위 계층 처리부(1120) (1125)나 제어 메시지 처리부(1130)로 전달하는 역할을 한다.
- [0139] 제어 메시지 처리부(1130)는 기지국으로부터 수신된 제어 메시지를 처리해서 필요한 동작을 취한다. 예를 들어 SCell과 관련된 파라미터를 수신하면 제어부(1110)로 전달한다.
- [0140] 상위 계층 처리부(1120) (1125)는 서비스 별로 구성될 수 있으며, FTP(File Transfer Protocol)나 VoIP(Voice over Internet Protocol) 등과 같은 사용자 서비스에서 발생하는 데이터를 처리해서 다중화 및 역다중화부(1115)로 전달하거나 상기 다중화 및 역다중화부(1115)로부터 전달된 데이터를 처리해서 상위 계층의 서비스 어플리케이션으로 전달한다.
- [0141] 제어부(1110)는 송수신부(1105)를 통해 수신된 스케줄링 명령, 예를 들어 상향링크 그랜트들을 확인하여 적절한 시점에 적절한 전송 자원으로 상향링크 전송이 수행되도록 송수신부(1105)와 다중화 및 역다중화부(1115)를 제어한다. 제어부(1110)는 또한 PCell와 SCell의 주파수 밴드들 및 UL/DL 구성을 참조하여 SCell의 서브프레임에서 어떤 동작을 취할지 판단해서 송수신부(1105)를 그에 맞춰 제어한다.
- [0142] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국의 구성을 나타낸 블록도로서, 도 12의 기지국 장치는 송수신부(1205), 제어부(1210), 다중화 및 역다중화부(1220), 제어 메시지 처리부(1235), 하나 혹은 그 이상의 상위 계층 처리부(1225) (1230), 스케줄러(1215)를 포함한다.
- [0143] 송수신부(1205)는 하향링크 반송파로 데이터 및 소정의 제어 신호를 전송하고 상향링크 반송파로 데이터 및 소정의 제어 신호를 수신한다. 다수의 반송파가 설정된 경우, 송수신부(1205)는 상기 다수의 반송파로 데이터 송수신 및 제어 신호 송수신을 수행한다.
- [0144] 다중화 및 역다중화부(1220)는 상위 계층 처리부(1225) (1230)나 제어 메시지 처리부(1235)에서 발생한 데이터를 다중화하거나 송수신부(1205)에서 수신된 데이터를 역다중화해서 적절한 상위 계층 처리부(1225) (1230)나 제어 메시지 처리부(1235) 혹은 제어부(1210)로 전달하는 역할을 한다. 제어 메시지 처리부(1235)는 단말이 전송한 제어 메시지를 처리해서 필요한 동작을 취하거나, 단말에게 전달할 제어 메시지를 생성해서 하위 계층으로 전달한다.
- [0145] 상위 계층 처리부(1225) (1230)는 단말 별 및 서비스 별로 구성될 수 있으며, FTP나 VoIP 등과 같은 사용자 서비스에서 발생하는 데이터를 처리해서 다중화 및 역다중화부(1220)로 전달하거나 다중화 및 역다중화부(1220)로부터 전달한 데이터를 처리해서 상위 계층의 서비스 어플리케이션으로 전달한다.
- [0146] 제어부(1210)는 PCell와 SCell의 주파수 밴드들 및 UL/DL 구성을 참조하여 단말이 SCell의 어느 서브프레임에서 하향링크 신호를 수신하고 상향링크 신호를 전송할지 판단해서 송수신부(1205)를 제어한다.

- [0147] 스케줄러(1215)는 단말의 버퍼 상태, 채널 상태 및 단말의 활성 시간(Active Time) 등을 고려해서 단말에게 적절한 시점에 전송 자원을 할당하고, 송수신부(1205)에게 단말이 전송한 신호를 처리하거나 단말에게 신호를 전송하도록 처리한다.
- [0148] PCell의 주파수 대역과 SCell의 주파수 대역에 따라 PCell의 전파 환경과 SCell의 전파 환경이 현저하게 달라져서, 서빙 셀들 간에 하향링크의 수신 시점들이 서로 다르게 될 수 있다. 따라서 SCell의 서브프레임 n이 PCell의 서브프레임 n 뿐만 아니라 인접한 다른 서브프레임과도 시간축 상에서 적어도 부분적으로 겹치는 경우가 발생할 수 있다.
- [0149] 도 13a 및 도 13b는 서빙 셀들의 서브프레임들이 서로 중첩되는 상황들을 예시한 것이다.
- [0150] 도 13a에 도시한 바와 같이 SCell의 수신 시점이 PCell의 수신 시점에 선행한다면, SCell의 서브프레임 [n] (1305)은 PCell의 서브프레임 [n](1315) 뿐만 아니라 PCell의 서브프레임 [n-1] (1310)과도 일부 겹치게 된다. 또한 도 13b에 도시한 바와 같이 SCell의 수신 시점이 PCell의 수신 시점에 후행한다면, SCell의 서브프레임 [n](1320)은 PCell의 서브프레임 [n](1325) 뿐만 아니라 PCell의 서브프레임 [n+1] (1330)과도 일부 겹치게 된다.
- [0151] 이상과 같은 경우 SCell 서브프레임 [n]에서 취할 동작을 결정함에 있어서 단말은 PCell 서브프레임 [n] 뿐만 아니라 PCell의 인접한 서브프레임 역시 고려하여야 한다.
- [0152] 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 세컨더리 서빙 셀의 서브프레임에 대한 단말의 동작을 나타낸 흐름도이다.
- [0153] 도 14를 참조하면, 1400 단계에서 단말은 서빙 셀의 시스템 정보를 획득해서 서빙 셀의 UL/DL 구성을 인지한다. 그리고 서빙 셀과 RRC 연결 설정 절차를 개시한다. RRC 연결 설정 절차가 완료되면 상기 서빙 셀은 단말의 PCell이 된다.
- [0154] 1405 단계에서 단말은 기지국에게 성능 정보 메시지를 통해 성능을 보고한다. 성능 정보 메시지에는 단말이 지원하는 밴드 조합 정보가 포함될 수 있으며, 단말은 또한 서로 다른 TDD 밴드들로 구성된 TDD간 밴드 조합(inter-TDD band combination)에 대한 동시 송수신 가능 여부를 나타내는 정보를 추가적으로 보고한다.
- [0155] 1410 단계에서 단말에게 SCell이 설정된다. SCell 설정은 기지국이 단말에게 SCell 설정 정보를 포함한 RRC 제어 메시지를 전송하고, 단말이 상기 설정 정보에 따라 SCell의 주파수 대역을 지원하기 위한 신호 경로를 설정함으로써 이뤄진다. 즉 SCell과 데이터 송수신을 할 수 있도록 설정함으로써 이뤄진다. 상기 SCell 설정 정보는 예를 들어 SCell의 중심 주파수 정보, SCell에서 단말이 사용할 무선 자원 관련 정보, 그리고 SCell의 UL/DL 구성 정보 등을 포함한다.
- [0156] 1415 단계에서 단말은 SCell의 서브프레임 n에서 어떤 동작을 수행할지를 결정하기 위해서, 상기 서브프레임 n이 시작되기 직전까지 대기한다.
- [0157] 1420 단계에서 단말은 아래 조건들이 성립되는지 검사하고, 성립된다면 1430 단계로, 성립되지 않는다면 1425 단계로 진행한다.
- [0158] - PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 서로 다르다.(Inter-band TDD carrier aggregation)
- [0159] - PCell의 UL/DL 구성과 SCell의 UL/DL 구성이 서로 다르다.
- [0160] 상기의 조건들이 만족하지 않는다는 것은 PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 동일하거나, 주파수 밴드들이 서로 다르다 하더라도 UL/DL 구성이 동일하다는 것을 의미한다. 참고로 PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 서로 동일하다면, 두 서빙 셀의 UL/DL 구성은 서로 동일하게 설정되어야 한다.
- [0161] 1425 단계에서 단말은 SCell의 서브프레임 n에서 취할 동작을 결정함에 있어서 SCell의 UL/DL 구성을 참조해서 서브프레임 n의 종류를 판단하고, 서브프레임 n의 종류에 따라 취할 동작을 결정한다. 서브프레임 별로 단말이 취해야 하는 동작은 아래와 같다.
- [0162] - 서브프레임 n이 D 서브프레임이라면 단말은 서브프레임 n에서 PDCCH/PHICH/PDSCH를 수신하기로 결정한다.
- [0163] - 서브프레임 n이 S 서브프레임이라면 단말은 서브프레임 n에서 PDCCH/PHICH를 수신하고 필요하다면 UpPTS를 전

송할 것으로 결정한다.

- [0164] - 서브프레임 n 이 U 서브프레임이라면 단말은 서브프레임 n 에서 필요하다면 PUSCH와 SRS를 전송하기로 결정한다.
- [0165] 상기 동작들은 단말에 적용되는 다른 솔루션 혹은 요구 사항에 의해서 제한될 수도 있다. 예컨대 서브프레임 n 이 불연속 수신(Discontinuous Receive: DRX) 동작 상의 활성 시간(Active Time)이 아니거나, 측정 갭과 겹치는 경우 등에는 상기 동작이 수행되지 않을 수 있다.
- [0166] 상기의 조건들이 만족한다는 것은 PCell의 주파수 밴드와 SCell의 주파수 밴드가 서로 다르고, PCell의 UL/DL 구성과 SCell의 UL/DL 구성이 서로 다르다는 것을 의미한다. 1430 단계에서 단말은 현재 주파수 밴드 조합(즉 PCell과 SCell의 주파수 밴드들의 조합)에 대해서 동시 송수신이 가능한지 검사한다. 혹은 현재 주파수 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능하다고 설정된 정보를 보고했는지 검사한다. 그렇다면 1425 단계로 진행하고, 그렇지 않다면 1435 단계로 진행한다.
- [0167] 1435 단계에서 단말은 SCell의 서브프레임 n 과 겹치는 PCell의 서브프레임의 종류를 참조해서 SCell의 서브프레임 n 에서 수행할 동작을 결정한다. 통상 PCell과 SCell의 프레임 바운더리는 정렬되어 있으며 이 경우 SCell의 서브프레임 n 과 겹치는 PCell의 서브프레임은 역시 서브프레임 n 이다. 만약 PCell과 SCell의 프레임 바운더리가 정렬되어 있지 않다면, 단말은 아래와 같은 동작을 수행한다.
- [0168] - SCell의 하향링크 수신 시점이 PCell의 하향링크 수신 시점에 선행하고 (즉 SCell 서브프레임 $[n]$ 의 시작 시점이 PCell 서브프레임 $[n]$ 의 시작 시점보다 빠르고), SCell 서브프레임 $[n]$ 이 U 서브프레임일 때, PCell 서브프레임 $[n]$ 과 PCell 서브프레임 $[n-1]$ 중 하나라도 D 서브프레임이면 기지국은 단말이 SCell 서브프레임 $[n]$ 에서 상향링크 전송을 수행하지 않도록 스케줄링한다. 단말은 SCell 서브프레임 $[n]$ 에서 상향링크 전송, 예를 들어 비적응적 재전송이 스케줄링되어 있더라도 상향링크 전송을 수행하지 않고 CURRENT_TX_NB는 1 증가시킨다.
- [0169] - SCell의 하향링크 수신 시점이 PCell의 하향링크 수신 시점에 후행하고 (즉 SCell 서브프레임 $[n]$ 의 시작 시점이 PCell 서브프레임 $[n]$ 의 시작 시점보다 늦고), SCell 서브프레임 $[n]$ 이 U 서브프레임일 때, PCell 서브프레임 $[n]$ 과 PCell 서브프레임 $[n+1]$ 중 하나라도 D 서브프레임이면 기지국은 단말이 SCell 서브프레임 $[n]$ 에서 상향링크 전송을 수행하지 않도록 스케줄링한다. 단말은 SCell 서브프레임 $[n]$ 에서 상향링크 전송, 예를 들어 비적응적 재전송이 스케줄링되어 있더라도 상향링크 전송을 수행하지 않고 CURRENT_TX_NB는 1 증가시킨다.
- [0170] - SCell의 하향링크 수신 시점이 PCell의 하향링크 수신 시점에 선행하고 (즉 SCell 서브프레임 $[n]$ 의 시작 시점이 PCell 서브프레임 $[n]$ 의 시작 시점보다 빠르고), SCell 서브프레임 $[n]$ 이 D 서브프레임일 때, PCell 서브프레임 $[n]$ 과 PCell 서브프레임 $[n-1]$ 중 하나라도 U 서브프레임이면 기지국은 SCell 서브프레임 $[n]$ 에서 단말에게 하향링크 전송을 스케줄링하지 않는다. 단말은 SCell 서브프레임 $[n]$ 에서 하향링크, 즉 PDCCH/PHICH/PDSCH를 수신하지 않는다. 단말은 SCell 서브프레임 $[n]$ 이 D 서브프레임이고, PCell 서브프레임 $[n]$ 과 $[n-1]$ 이 모두 D 서브프레임인 경우에만 (또는 두 서브프레임 모두 U 서브프레임이 아닌 경우에만) SCell 서브프레임 $[n]$ 에서 하향링크의 신호를 수신한다.
- [0171] - SCell의 하향링크 수신 시점이 PCell의 하향링크 수신 시점에 후행하고 (즉 SCell 서브프레임 $[n]$ 의 시작 시점이 PCell 서브프레임 $[n]$ 의 시작 시점보다 늦고), SCell 서브프레임 $[n]$ 이 D 서브프레임일 때, PCell 서브프레임 $[n]$ 과 PCell 서브프레임 $[n+1]$ 중 하나라도 U 서브프레임이면 기지국은 SCell 서브프레임 $[n]$ 에서 단말에게 하향링크 전송을 스케줄링하지 않는다. 단말은 SCell 서브프레임 $[n]$ 에서 하향링크, 즉 PDCCH/PHICH/PDSCH를 수신하지 않는다. 단말은 SCell 서브프레임 $[n]$ 이 D 서브프레임이고, PCell 서브프레임 $[n]$ 과 $[n+1]$ 이 모두 D 서브프레임이거나 PCell 서브프레임 $[n]$ 은 D이고 PCell 서브프레임 $[n+1]$ 은 S 서브프레임인 경우에만 (혹은 두 서브프레임 모두 U 서브프레임이 아닌 경우에만) SCell 서브프레임 $[n]$ 에서 하향링크의 신호를 수신한다.
- [0172] 다시 말해서, SCell 서브프레임 $[n]$ 과 일부라도 겹치는 PCell 서브프레임들 중 U 서브프레임이 있으면, SCell 서브프레임 $[n]$ 에서 단말은 하향링크의 신호를 수신하지 않도록 제한되며, 기지국은 그에 맞춰서 단말에 대한 스케줄링을 수행한다.
- [0173] SCell 서브프레임 $[n]$ 과 일부라도 겹치는 PCell 서브프레임 중 D 서브프레임이 있으면, SCell 서브프레임 $[n]$ 에서 단말은 상향링크의 신호를 전송하지 않도록 제한되며 기지국은 그에 맞춰서 단말에 대한 스케줄링을 수행한다.

- [0174] 도 14에 따라 동작하는 단말 및 그에 대응하는 기지국의 구성은 도 11 및 도 12에 도시한 블록도를 참조한다.
- [0175] 주파수 간 이동을 지원하기 위해서 단말은 때때로 현재 서빙 주파수(즉 서빙 셀)가 아닌 다른 주파수에 대해서 측정을 수행하도록 구성되어 있다. 단말이 비 서빙 주파수(non-serving frequency)에 대해서 측정을 수행하는 동안에는 단말의 하드웨어에 따라 서빙 주파수에서의 데이터 송수신이 불가능할 수 있다. 일 예로서 단말이 오직 하나의 무선 전단(RF frontend)를 구비하고 있다면, 상기 유일한 무선 전단을 이용해서 비 서빙 주파수를 측정하는 동안 서빙 주파수에서 송수신을 수행하지 못하는 것이 당연하다.
- [0176] 단말이 측정을 수행하는 동안 기지국이 단말에게 데이터를 전송하거나 상향링크를 스케줄링함으로써 성능이 저하되는 것을 막기 위하여, 단말이 비 서빙 주파수에 대한 측정을 수행할 시구간이 미리 정해질 수 있다. 이러한 시구간을 측정 갭(Measurement Gap: 이하 MG라 칭함)이라 한다.
- [0177] 측정 갭은 소정의 서브프레임의 시작 시점에 개시되어 소정 시간, 일 예로서 6 ms 동안 유지된다. 측정 갭이 시작되는 서브프레임은 gapOffset이라는 파라미터로 특정된다. 기지국은 단말에게 비 서빙 주파수에 대한 측정을 지시하면서 측정갭 설정 정보를 함께 전달한다. 측정갭 설정 정보는 아래와 같은 하위 정보로 구성된다.
- [0178] gapOffset : 측정 갭이 시작되는 서브프레임을 특정하는 정보
- [0179] gap repetition period 관련 정보: 갭 반복 주기가 40 ms인지 80 ms인지 지시하는 정보
- [0180] 단말은 상기 정보를 이용해서 MG에 해당하는 시구간을 인지하고, MG 동안에는 서빙 셀에서 하향링크 신호를 수신하지 않고 상향링크 신호를 전송하지 않는다.
- [0181] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 측정 갭의 설정 예를 설명하기 위한 것이다.
- [0182] 도 15를 참조하면, gapOffset은 시스템 프레임 번호(SFN)이 n인 라디오 프레임의 서브프레임 [3] (1505)을 지정하며, 첫번째 MG(1510)은 상기 서브프레임 [3] (1505)의 시작 시점에서 시작해서 6 ms 동안 유지된다. 그리고 첫번째 MG (1510)의 시작 시점에서 소정의 주기만큼 경과한 라디오 프레임 [n+m]의 동일한 서브프레임, 즉 서브프레임 [3]에서 두번째 MG (1520)이 시작된다. 여기서 m은 갭 반복 주기(gap repetition period)에 의해 정해지는 정수이다.
- [0183] 단말이 하나의 MG 동안 비 서빙 주파수에 대한 측정을 완료하였다 하더라도 MG은 기지국에 의해 해제되기 전까지 반복하여 발생한다.
- [0184] 단말에 서빙 셀이 하나만 설정되어 있을 경우, 시작 서브프레임을 특정하는 것만으로 측정갭의 시작 시점을 정확하게 판정할 수 있다. 그러나 단말에 서빙 셀이 여러 개 설정된 경우, 시작 서브프레임을 특정하는 것 만으로 는 측정 갭의 시작 시점을 정확하게 판정할 수 없다.
- [0185] 도 16은 서빙 셀들의 서브프레임 바운더리가 서로 일치하지 않을 경우 측정?? 설정의 문제점을 설명하기 위한 것이다.
- [0186] 도 16의 예에서, 서빙 셀 1의 하향링크 수신 시점이 서빙 셀 2의 하향링크 수신 시점에 후행하고 gapOffset에 의해서 특정된 MG의 시작 시점은 서브프레임 [n]이다. 서빙 셀 1의 서브프레임 [n] (1610)을 기준으로 한다면, MG(1620)는 서빙 셀 1의 서브프레임 [n] (1610)에서 서브프레임 [n+5]에 걸쳐서 설정되고, 서빙 셀 2의 서브프레임 [n] (1615)의 앞부분은 MG(1620)에 포함되지 않고 서빙 셀 2의 서브프레임 [n+6] (1630)의 앞부분은 MG(1620)에 포함된다.
- [0187] 반면 서빙 셀 2의 서브프레임 [n] (1615)을 기준으로 한다면, MG(1625)는 서빙 셀 2의 서브프레임 [n] (1615)에서 서브프레임 [n+5]에 걸쳐서 설정되고, 서빙 셀 1의 서브프레임 [n-1] (1605)의 뒷 부분이 MG(1625)에 포함되고 서빙 셀 1의 서브프레임 [n+5]의 뒷 부분은 MG(1625)에 포함되지 않는다.
- [0188] MG가란 단말이 비 서빙 주파수에 대한 측정을 수행하는 구간이자, 기지국이 단말에게 스케줄링을 하지 않기로 약속한 구간이기도 하다. 단말과 기지국이 MG을 다르게 설정한다면, 단말이 데이터를 송수신할 수 없는 서브프레임에 대해서 기지국이 데이터를 송수신할 위험이 존재한다. 예를 들어 기지국은 서빙 셀 1을 중심으로 설정된 MG (1620)을 사용하고 단말은 서빙 셀 2를 중심으로 설정된 MG (1625)을 사용한다면, 단말의 MG(1625)는 서빙 셀 1의 서브프레임 [n-1] (1605)이 끝나기 이전에 시작되므로 단말은 서빙 셀 1의 서브프레임 [n-1] (1605)에서 데이터 송수신을 수행하지 않는다. 그러나, 기지국의 MG(1620)는 서빙 셀 1의 서브프레임 [n-1] (1605)을 포함

하지 않으므로, 기지국은 서빙 셀 1의 서브프레임 [n-1] (1605)에서 단말에게 데이터를 전송할 수도 있다.

- [0189] 상기와 같은 문제점을 방지하기 위하여, 단말과 기지국은 동일한 서빙 셀을 기준으로 MG의 시작 시점을 판정한다. 일 실시예로서 PCell이 MG의 기준으로 사용될 수 있다. 도 16의 예에서 서빙 셀 1이 PCell이라면 MG (1620)이 사용되고 서빙 셀 2가 PCell이라면 MG (1625)가 사용된다.
- [0190] 도 17은 SCell의 하향링크 수신 시점이 PCell의 하향링크 수신 시점에 선행하는 경우, 측정 갭의 운용을 예시한 것이다. 도시한 바와 같이 기지국과 단말 모두는 PCell의 서브프레임 [n]에서 시작하는 동일한 측정 갭(1720)을 설정한다.
- [0191] 도 17을 참조하면, SCell의 서브프레임 [n] (1715)은 PCell의 서브프레임 [n] (1710)보다 선행하며, 이에 따라 SCell의 서브프레임 [n] (1715)은 PCell의 서브프레임 [n-1] (1705)와 소정 부분(1725)만큼 중첩된다. MG(1720)는 PCell의 서브프레임 [n](1710)의 시작 시점에서 서브프레임 [n+5]의 종료 시점으로 설정된다. SCell이 PCell에 선행한다면, SCell 서브프레임 [n+6] (1730)의 앞부분 (1735)이 MG(1720)에 포함되므로, 기지국은 SCell 서브프레임 [n+6] (1730)에서 단말에게 데이터를 전송하지 않는다. SCell 서브프레임 [n+6] (1730)은 그 서브프레임 번호만으로는 MG(1720)에 속하지 않는 것으로 판정되지만, 실제 시간 도메인에서 SCell 서브프레임 [n+6] (1730)의 앞 부분(1735)이 MG(1720)에 포함되므로, 단말은 기지국이 단말에게 서브프레임 [n+6] (1730)에서 스케줄링을 하지 않을 것으로 판단하고 서브프레임 [n+6] (1730)에서 데이터 송수신을 수행하지 않는다.
- [0192] 이상과 같이 SCell이 PCell에 선행한다면, SCell의 특정 서브프레임의 앞부분이 MG에 포함되므로, 기지국은 그러한 SCell 서브프레임에서 단말에게 데이터를 전송하지 않는다. 상기한 SCell 서브프레임은 그 서브프레임 번호만으로는 MG에 속하지 않는 것으로 판정되지만 실제 시간 도메인에서는 그 앞 부분이 MG에 포함되므로, 단말은 기지국이 그러한 SCell 서브프레임에서 스케줄링을 하지 않을 것으로 판단하고 상기 SCell 서브프레임에서 데이터를 송수신하지 않는다.
- [0193] 도 18은 PCell의 하향링크 수신 시점이 SCell의 하향링크 수신 시점에 선행하는 경우, 측정 갭의 운용을 예시한 것이다. 도시한 바와 같이 기지국과 단말 모두는 PCell의 서브프레임 [n]에서 시작하는 동일한 측정 갭(1820)을 설정한다.
- [0194] 도 18을 참조하면, PCell의 서브프레임 [n] (1805)은 SCell의 서브프레임 [n-1] (1815)와 소정 부분(1830)만큼 중첩된다. 이와 같이 SCell의 서브프레임 [n]이 PCell의 서브프레임 [n] (1805)에 후행한다면, SCell 서브프레임 [n-1] (1815)의 뒷부분(1830)이 MG(1820)에 포함되므로, 기지국은 SCell 서브프레임 [n-1] (1815)에서 단말에게 데이터를 전송하지 않는다. SCell 서브프레임 [n-1](1815)은 그 서브프레임 번호만을 고려할 경우 MG(1820)에 속하지 않지만 실제 시간 도메인에서는 그 뒷 부분(1830)이 MG(1820)에 포함된다. 따라서, 단말은 기지국이 상기 SCell 서브프레임 [n-1] (1815)에서 스케줄링을 하지 않을 것으로 판단하고 상기 SCell 서브프레임 [n-1] (1815)에서 데이터를 송수신하지 않는다.
- [0195] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 흐름도이다.
- [0196] 도 19를 참조하면, 1900 단계에서 단말은 서빙 셀의 시스템 정보를 획득해서 RRC 연결 설정 절차 수행에 필요한 각종 정보를 인지하고 서빙 셀과 RRC 연결 설정 절차를 개시한다. RRC 연결 설정 절차가 완료되면 상기 서빙 셀은 단말의 PCell이 된다.
- [0197] 1905 단계에서 단말은 기지국에게 성능 정보 메시지를 통해 성능을 보고한다. CA를 지원하는 단말은 상기 성능 정보 메시지에 자신이 지원하는 밴드 조합 정보를 포함시키고, 기지국은 상기 지원하는 밴드 조합 정보를 이용해서 어떤 주파수 밴드의 어떤 셀을 단말의 SCell로 설정할지 판단한다.
- [0198] 1910 단계에서 단말에게 SCell이 설정된다. SCell 설정은 기지국이 단말에게 SCell 설정 정보를 포함한 RRC 제어 메시지를 전송하고, 단말이 상기 설정 정보에 따라 SCell의 주파수 대역을 지원하기 위한 신호 경로를 설정함으로써, 혹은 SCell을 통해 데이터를 송수신할 수 있도록 송수신 장치를 설정함으로써 이뤄진다. 상기 SCell 설정 정보는 예를 들어 SCell의 중심 주파수 정보, SCell에서 단말이 사용할 무선 자원 관련 정보 등이 있다.
- [0199] 1915 단계에서 기지국은 단말에게 MG를 설정한다. MG는 단말에게 gapOffset을 할당함으로써 설정된다. 일 예로서 gapOffset은 0에서 39 사이의 값을 가지는 제 1 gapOffset과 0에서 79 사이의 값을 가지는 제 2 gapOffset으로 구분되며, 이 중 하나의 값이 사용된다. 제 1 gapOffset이 시그널링되면 Gap repetition period가 40 ms 이고 제 2 gapOffset이 시그널링되면 gap repetition period가 80 ms 이다.
- [0200] SCell 설정과 MG 설정은 하나의 RRC 제어 메시지를 통해 동시에 이뤄지거나 별도의 제어 메시지들을 통해 순차

적으로 이뤄질 수 있다. 순차적으로 이뤄지는 경우 둘 사이의 선후는 바뀔 수도 있다.

[0201] 1920 단계에서 단말은 MG의 시작 시점을 특징하는 시스템 프레임 번호 (SFN)와 서브프레임 번호를 아래 수식을 이용해서 산출한다.

[0202] MG가 시작되는 라디오 프레임의 SFN은 일 실시예로서 하기의 <수학식 1>에 의해 산출될 수 있다.

수학식 1

[0203]
$$SFN \bmod T = FLOOR(gapOffset/10)$$

[0204]
$$T = gap \text{ repetition period}/10$$

[0205] MG가 시작되는 서브프레임 번호는 일 실시예로서 하기의 <수학식 2>에 의해 산출될 수 있다.

수학식 2

[0206]
$$subframe = gapOffset \bmod 10$$

[0207] 1925 단계에서 단말은 MG가 시작되는 시점을 특징하는 SFN과 서브프레임 번호를 PCell에 적용해서 MG의 시작 시점을 결정한다. 예컨대 <수학식 1>과 <수학식 2>를 통해서 서브프레임 [n]이 산출되었다면 단말은 PCell의 서브프레임 [n]에서 MG가 시작되는 것으로 판단한다.

[0208] 1930 단계에서 단말은 상기 결정된 MG를 기준으로 어떤 서빙 셀의 어떤 서브프레임에서 송수신을 중지할지 판단한다. 판단 기준은 아래와 같다.

[0209] - PCell과 활성화 상태인 SCell의 서브프레임 [n] ~ 서브프레임 [n+5]에서는 상향링크 전송과 하향링크 수신을 모두 수행하지 않는다 (혹은 중지한다).

[0210] - 활성화 상태인 SCell 중, 하향링크 수신 시점이 PCell에 선행하는 SCell p에 대해서는 MG가 시작되는 서브프레임의 직전 서브프레임, 즉 서브프레임 [n-1]에서 하향링크 수신을 수행하지 않는다 (혹은 중지한다). 다시 말해서 SCell p의 서브프레임 [n-1] ~ 서브프레임 [n+5]를 제외한 나머지 서브프레임에서, 다른 이유로 하향링크를 수신하지 않도록 설정되지 않은 한, 하향링크 수신을 수행한다.

[0211] - 활성화 상태인 SCell 중, 하향링크 수신 시점이 PCell에 후행하는 SCell k에 대해서는 MG가 종료되는 서브프레임의 직후 서브프레임, 즉 서브프레임 [n+6]에서 하향링크 수신을 수행하지 않는다 수행하지 않는다 (혹은 중지한다). 다시 말해서 SCell k의 서브프레임 [n] ~ 서브프레임 [n+6]를 제외한 나머지 서브프레임에서, 다른 이유로 하향링크를 수신하지 않도록 설정되지 않은 한, 하향링크 수신을 수행한다.

[0212] - PCell과 활성화 상태인 SCell 모두에 대해서, MG가 종료된 직후의 서브프레임, 즉 서브프레임 [n+6]에서 상향링크 전송을 수행하지 않는다 (혹은 중지한다). 다시 말해서 PCell과 SCell의 서브프레임 [n] ~ 서브프레임 [n+6]를 제외한 나머지 서브프레임에서, 다른 이유로 상향링크 전송이 금지되지 않았으며 상향링크 전송이 스케줄링되어 있다면, 상향링크 전송을 수행한다. 서브프레임 [n+6]에서 상향링크 전송을 수행하지 않는 이유는, OFDM 통신 시스템에서 적용되는 TA(Timing Advance) 때문에 상향링크 서브프레임 [n+6]이 시간 축 상에서 하향링크 서브프레임 [n+5]와 겹치기 때문이다.

[0213] 1935 단계에서 단말은 상기 판단에 따라 소정의 서빙 셀의 소정의 서브프레임에서 하향링크 수신을 중지(즉 차단)하고 소정의 서빙 셀의 소정의 서브프레임에서 상향링크 전송을 중지(즉 차단)한다.

[0214] 어떤 서브프레임에서 하향링크 수신을 중지한다는 것은, 단말이 상기 서브프레임에서 PDCCH를 감시하지 않고, PDSCH를 버퍼링하지 않고, 비록 하향링크 HARQ 피드백 수신이 예정되어 있다 하더라도, HARQ 피드백을 수신하지 않는 것을 의미한다. 상기 수신하지 않은 HARQ 피드백은 PUSCH 전송에 대한 것이며, PUSCH는 전송하였으나 HARQ

피드백을 수신하지 못한 경우라면, 단말은 HARQ 피드백으로 ACK가 수신된 것으로 간주하여 HARQ 동작을 수행하고, PUSCH도 전송하지 못하고 HARQ 피드백도 수신하지 못한 경우라면 HARQ 피드백으로 NACK가 수신된 것으로 간주하여 HARQ 동작을 수행한다.

- [0215] 어떤 서브프레임에서 상향링크 전송을 중지한다는 것은, 단말이 상기 서브프레임에서 PUCCH 전송이나 PUSCH 전송이 스케줄링되어 있다 하더라도, 전송을 수행하지 않는 것을 의미한다. 특히 PUSCH 전송을 수행하지 않았다면, 단말은 CURRENT_TX_NB는 1만큼 증가 시키지만 CURRENT_IRV는 현재 값을 유지한다.
- [0216] MG가 시작되기 직전의 서브프레임은 시간 도메인 상에서 MG와 일부 겹칠 수 있기 때문에 도 19의 실시예에서는 하향링크 수신을 수행하지 않았다. 그러나 상기 시간 도메인 상에서 겹치는 구간이 전체 서브프레임 길이에 비해 미미하다면, 해당 서브프레임에서 여전히 하향링크를 수신하고 디코딩에 성공할 가능성이 상당하다. 이하에서는 시간 도메인에서 MG와 겹치는 소정의 서브프레임에서 하향링크 수신을 포기하는 대신, 천공(puncturing)을 수행한 후 하향링크를 수신하는 실시예를 제시한다.
- [0217] 하나의 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼로 구성되며 앞의 n개 심볼을 통해서는 PDCCH가 전송되고 뒤의 (14-n)개의 심볼을 통해서는 PDSCH가 전송된다. PDSCH는 일부 수신하지 못하더라도, 수신된 부분을 이용해서 올바르게 디코딩할 수 있는 가능성이 있지만, PDCCH는 일부라도 수신하지 못할 경우 PDCCH를 올바르게 해석할 수 없다. 따라서 MG와 하향링크에서 수신할 서브프레임은, MG와 서브프레임의 뒷부분이 겹치는 경우로 한정하여야 한다. 즉 MG가 시작되는 서브프레임의 직전 서브프레임인 서브프레임 [n-1]에서는 해당 서브프레임이 MG와 일부 겹치더라도 하향링크 수신을 수행하는 것이 가능하므로, 상기 서브프레임 [n-1]에서는 하향링크를 수신하도록 허용할 수 있다. 또한 MG가 종료되는 서브프레임의 직후 서브프레임은 MG와 시간 축 상에서 겹치지 않도록 하기 위해서, MG의 시작 시점을 적절하게 조정하도록 한다.
- [0218] 도 20은 본 발명의 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 흐름도이다. 2000 단계, 2005 단계, 2010 단계, 2015 단계, 2020 단계는 1900 단계, 1905 단계, 1910 단계, 1915 단계, 1920 단계와 동일하므로 설명을 생략한다.
- [0219] 도 20을 참조하면, 2023 단계에서 단말은 활성화 상태인 SCell 중, 하향링크 수신 시점이 PCell의 하향링크 수신 시점에 선행하는 SCell이 있는지 검사한다. 그러한 SCell이 없다면, 즉 PCell 하향링크 수신 시점이 활성화 상태인 모든 SCell의 하향링크 수신 시점에 선행한다면 단말은 2025 단계로 진행한다. PCell 보다 하향링크 수신 시점이 이른 활성화 상태의 SCell이 하나라도 존재한다면 단말은 2045 단계로 진행한다.
- [0220] 2025 단계로 진행하였다는 것은, MG의 시작 시점을 PCell의 서브프레임 [n]으로 설정할 경우, SCell의 서브프레임 [n-1]과 MG가 시간 도메인에서 겹치지만, SCell의 서브프레임 [n+6]과 MG는 시간 도메인에서 겹치지 않는다는 것을 의미한다. 따라서 2025 단계에서 단말은 PCell의 서브프레임 [n]을 MG의 시작 서브프레임으로 결정하고, 2030 단계로 진행해서 데이터 송수신을 중지할 서브프레임, 및 데이터 전송만을 중지할 서브프레임을 1930 단계와 마찬가지로 결정한다. 즉 PCell과 SCell의 서브프레임 [n] ~ [n+5]에서 데이터 송수신을 중지할 것으로 결정하고, PCell과 SCell의 서브프레임 [n+6]에서 데이터 전송만을 중지할 것으로 결정한다.
- [0221] 2035 단계에서 단말은 활성화 상태인 SCell의 서브프레임 [n-1]에서 하향링크 수신을 수행한다. 이때 상기 SCell의 서브프레임 [n-1] 중 MG와 시간 도메인 상에서 겹치는 구간(1830)에서는 수신을 중지한다.
- [0222] 2040 단계에서 단말은 2030 단계의 결정에 따라 소정의 서빙 셀의 소정의 서브프레임에서 하향링크 수신을 중지하고 소정의 서빙 셀의 소정의 서브프레임에서 상향링크 전송을 중지한다.
- [0223] 2045 단계로 진행하였다는 것은, MG의 시작 시점을 PCell의 서브프레임 [n]으로 설정할 경우, SCell의 서브프레임 [n-1]과 MG가 시간 도메인에서 겹치지 않지만 SCell 서브프레임 [n+6]과 MG가 시간 도메인에서 겹친다는 것을 의미한다. 따라서 2045 단계에서 단말은 MG와 겹치는 시구간이 SCell 서브프레임 [n-1]에서 발생하도록 MG 시작 시점을 PCell의 서브프레임 [n]의 시작 지점에서 소정의 기간만큼 앞으로 당긴다. 상기 소정의 기간은, 활성화된 SCell 중 하향링크 수신 시점이 가장 이른 SCell의 하향링크 수신 시점과 PCell의 하향링크 수신 시점의 차이에 해당한다. 결과적으로 MG의 시작 시점은 하향링크 수신 시점이 가장 이른 SCell의 서브프레임 [n]으로 결정된다.
- [0224] 예를 들어 MG의 시작 시점은 PCell 서브프레임 [n]의 시작점을 기준으로 소정 구간(1725)만큼 선행하는 시점이 된다. 이처럼 MG의 시작 시점을 조정하면 PCell 서브프레임 [n-1]의 일부가 MG와 시간 도메인 상에서 겹치겠지

만, 서브프레임 [n+6]가 MG와 시간 도메인 상에서 겹치는 경우는 어떠한 서빙 셀에서도 발생하지 않는다. 단말은 MG의 시작 시점을 결정된 후 2050 단계로 진행한다. 2050 단계는 2030 단계와 동일하다.

- [0225] 2055 단계에서 단말은 PCell 서브프레임 [n-1]에서 하향링크 수신을 수행한다. 이때 상기 PCell 서브프레임 [n-1] 중 MG와 시간 도메인 상에서 겹치는 구간에서는 수신을 중지한다.
- [0226] 2060 단계는 2040 단계와 동일하다.
- [0227] 또 다른 실시예로서 MG의 시작 시점은 PCell 대신, 하향링크 수신 시점이 가장 이른 서빙 셀을 기준으로 결정될 수 있다.
- [0228] 도 21은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 흐름도이다. 2100 단계, 2105 단계, 2110 단계, 2115 단계, 2120 단계는 1900 단계, 1905 단계, 1910 단계, 1915 단계, 1920 단계와 동일하므로 설명을 생략한다.
- [0229] 도 21을 참조하면, 2125 단계에서 단말은 MG가 시작되는 시점을 특정하는 SFN과 서브프레임 번호를 기준 서빙 셀에 적용해서 MG의 시작 시점을 결정한다. 예컨대 <수학식 1>과 <수학식 2>를 통해서 서브프레임 [n]이 산출되었다면 단말은 기준 서빙 셀의 서브프레임 [n]에서 MG가 시작되는 것으로 판단한다. 기준 서빙 셀은 현재 활성화 상태의 서빙 셀들 중 하향링크 수신 시점이 가장 이른 서빙 셀이며, PCell이 될 수도 있고 SCell이 될 수도 있다. 도 17의 상황이라면 기준 서빙 셀은 SCell이고 도 18의 상황이라면 기준 서빙 셀은 PCell이다.
- [0230] 2130 단계에서 단말은 상기 결정된 MG를 기준으로 어떤 서빙 셀의 어떤 서브프레임에서 송수신을 중지할지 판단한다. 판단 기준은 아래와 같다.
- [0231] - PCell과 활성화 상태인 SCell의 서브프레임 [n] ~ 서브프레임 [n+5]에서는 상향링크 전송과 하향링크 수신을 모두 수행하지 않는다 (혹은 중지한다).
- [0232] - 기준 서빙 셀을 제외한 나머지 서빙 셀에 대해서는 MG가 시작되는 서브프레임 직전 서브프레임, 즉 서브프레임 [n-1]에서 하향링크 수신을 수행하지 않는다 (혹은 중지한다). 다른 실시예로서, 상기 서브프레임 [n-1] 중 MG와 시간 도메인에서 겹치지 않는 구간에서는 하향링크 수신을 수행하고 겹치는 구간에서만 하향링크 수신을 수행하지 않는다.
- [0233] - PCell과 활성화 상태인 SCell의, MG가 종료되는 서브프레임의 직후 서브프레임, 즉 서브프레임 [n+6]에서 상향링크 전송을 수행하지 않는다 (혹은 중지한다). 다시 말해서 PCell과 SCell의 서브프레임 [n] ~ 서브프레임 [n+6]를 제외한 나머지 서브프레임에서, 다른 이유로 상향링크 전송이 금지되지 않았으며 상향링크 전송이 스케줄링되어 있다면, 상향링크 전송을 수행한다. 서브프레임 [n+6]에서 상향링크 전송을 수행하지 않는 이유는, OFDM 통신 시스템에서 적용되는 TA 때문에 상향링크 서브프레임 [n+6]이 시간축 상에서 하향링크 서브프레임 [n+5]와 겹치기 때문이다.
- [0234] 2135 단계에서 단말은 상기 판단에 따라 소정의 서빙 셀의 소정의 서브프레임에서 하향링크 수신을 중지하고 소정의 서빙 셀의 소정의 서브프레임에서 상향링크 전송을 중지한다.
- [0235] 도 19 내지 도 20에 따라 동작하는 단말 및 그에 대응하는 기지국의 구성은 도 11 및 도 12에 도시한 블록도를 참조한다.
- [0236] OFDM 통신 시스템에서는 단말이 전송한 신호가 CP(Cyclic Prefix)라는 일정한 시구간 내에서 기지국에게 수신되어야 한다. 다양한 위치에 있는 단말들의 상향링크 신호가 상기 일정한 시구간 내에 도착하도록 하려면 단말의 상향링크 전송 시점을 조정하여야 한다. LTE에서는 단말이 상향링크 전송 시점을 결정함에 있어서, 하향링크 수신 시점을 기준으로 타이밍 조정(Timing Advance, TA)만큼 상향링크 전송 시점을 당긴다. TA는 단말 별로 기지국에 의해 지정된다. 따라서, 하향링크 서브프레임을 기준으로 형성된 MG는 상향링크 서브프레임과 정렬되지 않으며, MG가 종료된 직후의 서브프레임은 항상 TA만큼 MG와 겹친다. 따라서 MG를 온전하게 보장하기 위해서 단말은 상향링크 sf[after]에서는 상향링크 전송을 수행하지 않는다.
- [0237] 도 22는 FDD 시스템에서 측정 갭과 상향링크 서브프레임의 관계를 도시한 것이다. 이하 설명의 편의를 위해서 sf[before]는 MG가 시작되는 서브프레임 직전 서브프레임을 나타내고, sf[after]는 MG가 종료된 직후의 서브

프레임을 나타낸다. 도 22의 예에서 MG(2220)는 $sf[n] \sim sf[n+5]$ 에 형성되며, $sf[n-1]$ 이 $sf[before]$ 이고 $sf[n+6]$ 이 $sf[after]$ 이다.

- [0238] 도 22를 참조하면, 상향링크 $sf[n]$ 은 하향링크 $sf[n]$ 에 비해서 TA(2225)만큼 시간적으로 선행하고, 결과적으로 상향링크 $sf[n+6]$ 는 MG(2220)와 TA (2235)만큼 겹쳐진다.
- [0239] TDD 시스템의 경우, 한 주파수 영역에서 하향링크와 상향링크가 함께 존재하기 때문에, $sf[after]$ 가 U 서브프레임이라 하더라도 항상 MG와 겹치는 것은 아니다.
- [0240] 도 23은 TDD 시스템에서 상향링크 서브프레임의 타이밍 조정의 일 예를 나타낸 것이다.
- [0241] 도 23을 참조하면, TDD 시스템에서 하향링크에서 상향링크로의 전환 (이하 D-to-U 스위칭)(2305)은 S 서브프레임(2310)에서 이뤄진다. 상향링크 서브프레임 (U)의 수신 시점은 S 서브프레임 (2310)에서 TA만큼 조정된다. 따라서 S 서브프레임(2310)의 길이는 1 ms가 아니라 1 ms에서 TA만큼 조정된 값 (1-TA)이다. 예를 들어 TA가 0.05 ms라면 S 서브프레임(2310)의 길이는 0.995 ms이다. 상향링크에서 하향링크로 전환될 때, 서브프레임 타이밍은 다시 TA만큼 늦춰진다. 즉, U-to-D 스위칭 (2315)시 TA 크기에 해당하는 공백이 발생한다.
- [0242] 이를 간단하게 도식화하면, D-to-U 스위칭 시 서브프레임 타이밍이 TA만큼 당겨지고 U-to-D 스위칭 시 서브프레임 타이밍이 TA만큼 늦춰진다.
- [0243] MG 내에 포함되는 D-to-U 스위칭 회수가 U-to-D 스위칭 회수 보다 많을 경우, MG의 시구간은 $sf[after]$ 의 일부를 포함하게 되고, 단말은 $sf[after]$ 에서 상향링크 전송을 수행하지 않는다. MG 내에 포함되는 D-to-U 스위칭 회수와 U-to-D 스위칭 회수가 동일하다면, MG는 $sf[after]$ 를 포함하지 않으므로, $sf[after]$ 에서 상향링크 전송이 수행될 수 있다.
- [0244] 서브프레임들의 순서는 항상 D, S, U, D로 순환하기 때문에, $sf[after]$ 가 U 서브프레임이면서 MG 내에 포함되는 D-to-U 스위칭 회수가 U-to-D 스위칭 회수 보다 많은 경우는 $sf[before]$ 가 D 서브프레임인 경우에만 발생한다. 따라서 단말은 $sf[before]$ 의 타입을 참조해서, $sf[before]$ 가 D이고 $sf[after]$ 가 U라면 $sf[after]$ 에서 상향링크 전송을 수행하지 않고, $sf[before]$ 가 D가 아니고 $sf[after]$ 가 U라면 $sf[after]$ 에서 필요시 상향링크 전송을 수행한다.
- [0245] $sf[before]$ 의 타입을 참조해서 $sf[after]$ 에서 상향링크 전송 여부를 판단하는 것은, 서빙 셀이 하나 이거나, 서빙 셀들의 UL/DL 구성이 동일한 경우에는 잘 동작한다. 그러나 UL/DL 구성이 다른 경우에는 참조할 $sf[before]$ 가 여러 개이기 때문에 상기 규칙을 그대로 적용할 수 없다.
- [0246] 단말과 기지국은 $sf[after]$ 에서 상향링크 전송 수행 가능 여부에 대해서 동일한 이해를 가지고 있어야지만 전송 자원이 낭비되거나 단말의 배터리가 소모되는 것을 막을 수 있다.
- [0247] 도 24는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 것이다. 여기에서 단말은 여러 개의 $sf[before]$ 중 하나라도 D 서브프레임이 있으면 서브프레임 타입이 U인 $sf[after]$ 에서는 상향링크 전송을 수행하지 않는다.
- [0248] 도 24를 참조하면, 2405 단계에서 단말은 MG가 $sf[m]$ 에서 종료될 것임을 인지하다.
- [0249] 2405 단계에서 단말은 현재 시스템이 FDD 시스템인지 TDD 시스템인지 판단한다. FDD 시스템이라면 2415 단계로, TDD 시스템이라면 2420 단계로 진행한다. 2415 단계에서 단말은 상향링크 $sf[m+1]$ 에서 상향링크 전송을 수행해서는 안 된다는 것을 인지하고 $sf[m+1]$ 에 상향링크 전송이 스케줄링되어 있다 하더라도 상향링크 전송을 수행하지 않고 관련 변수만 조정하도록 자신의 송신 장치를 제어한다. 여기서 관련 변수란 일 예로 CURRENT_TX_NB, CURRENT_IRV, HARQ_FEEDBACK 등을 의미할 수 있다.
- [0250] 2420 단계에서 단말은 $sf[m+1]$ 이 U 서브프레임인지 판단한다. 만약 단말에 다수의 서빙 셀이 설정되어 있다면 단말은 다수의 서빙 셀들에 대한 $sf[m+1]$ 들 중 하나라도 U 서브프레임인지 판단한다. 하나라도 U 서브프레임이라면 2430 단계로 진행하고, 모두 U 서브프레임이 아니라면 2425 단계로 진행한다. 2425 단계에서 단말은 $sf[m+1]$ 의 타입에 따라서 적절한 동작을 수행한다. 즉, $sf[m+1]$ 이 D 서브프레임이라면 PDCCH를 수신하는 등의 하향링크 동작을 수행하고, S 서브프레임이라면 S 서브프레임에서 단말이 수행하여야 할 동작을 수행한다.
- [0251] 2430 단계에서 단말은 하나의 서빙 셀만 설정되어 있는지 (혹은 하나의 서빙 셀만 활성화 상태인지), 혹은 여러 개의 서빙 셀이 설정되어 있다면 활성화 상태의 서빙 셀들의 UL/DL 설정이 모두 동일한지 판단한다. 하나의 서빙 셀만 설정되어 있거나 모든 서빙 셀들의 UL/DL 설정이 모두 동일하다면 단말은 2435 단계로 진행한다. 2435

단계에서 단말은 sf[before]가 D 서브프레임이었는지 검사해서, 그렇다면 2415 단계로 진행하고 D 서브프레임이 아니었다면 2445 단계로 진행한다. 하나 이상의 서빙 셀이 설정되어 있으며, UL/DL 설정이 서로 다르다면 단말은 2440 단계로 진행한다.

[0252] 2440 단계에서 단말은 설정된 서빙 셀들의(혹은 활성화 상태의 서빙 셀들의) sf[before] 중 D 서브프레임이 하나라도 있는지 검사해서, 하나라도 존재한다면 2415 단계로 진행해서 sf[m+1]들 중에서 서브프레임 타입이 U인 서브프레임에서는 상향링크 전송을 수행하지 않는다. 이때 서브프레임 타입이 U가 아닌 sf[m+1]에서는 원래의 동작을 수행한다. 2445 단계에서 단말은 sf[m+1]들 중에서 타입이 U인 서브프레임에서는, 상향링크 전송이 스케줄링되어 있으며, 다른 이유로 상향링크 전송이 금지되지 않았다면 상향링크 전송을 수행한다. 2415 단계와 마찬가지로 서브프레임 타입이 U가 아닌 sf[m+1]에서는 원래의 동작을 수행한다.

[0253] 반 듀플렉스 단말은 sf[after]가 U 타입이라 하더라도, PCell의 sf[after]도 U 타입이 아닌 경우에는 상향링크 전송을 수행할 수 없다. 따라서 후술되는 실시예에서는 모든 서빙 셀의 sf[before]와 sf[after]를 비교하는 것이 아니라, PCell의 sf[before]와 sf[after]만 참조한다.

[0254] 도 25는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시하였다. 2505 단계, 2510 단계, 2515 단계, 2520 단계, 2525 단계는 2405 단계, 2410 단계, 2415 단계, 2420 단계, 2425 단계와 동일하므로 설명을 생략한다.

[0255] 도 25를 참조하면, 2530 단계에서 단말은 하나의 서빙 셀만 설정되어 있는지 (혹은 하나의 서빙 셀만 활성화 상태인지), 혹은 여러 개의 서빙 셀이 설정되어 있다면 활성화 상태의 서빙 셀들의 UL/DL 설정이 모두 동일한지 판단한다. 하나의 서빙 셀만 설정되어 있거나 모든 서빙 셀들의 UL/DL 설정이 모두 동일하다면 단말은 2535 단계로 진행한다. 2535 단계는 2435 단계와 동일하다. 하나 이상의 서빙 셀이 설정되어 있으며, UL/DL 설정이 서로 다르다면 단말은 2533 단계로 진행한다.

[0256] 2533 단계에서 단말은 현재 설정된 주파수 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능한지(즉 풀 듀플렉스(FD)로 동작할 수 있는지) 검사한다. 혹은 현재 설정된 주파수 밴드 조합에 대해서 동시 송수신이 가능하다고 설정된 정보를 보고했는지 검사한다. 풀 듀플렉스로 동작할 수 있다면 2540 단계로 진행한다. 2540 단계는 2440 단계와 동일하다. 풀 듀플렉스로 동작할 수 없다면 즉, 반 듀플렉스(HD)로 동작한다면 단말은 2537 단계로 진행한다.

[0257] 2537 단계에서 단말은 PCell의 sf[before]가 D 서브프레임이었는지 검사한다. 만약 그렇다면 2515 단계로 진행해서 sf[m+1]들 중에서 서브프레임 타입이 U인 서브프레임에서는 상향링크 전송을 수행하지 않는다. 이때 서브프레임 타입이 U가 아닌 sf[m+1]에서는 원래의 동작을 수행한다. PCell의 sf[before]가 D 서브프레임이 아니었다면 2545 단계로 진행한다. 2545 단계에서 단말은 sf[m+1]들 중에서 타입이 U인 서브프레임에서는, 상향링크 전송이 스케줄링되어 있으며, 다른 이유로 상향링크 전송이 금지되지 않았다면 상향링크 전송을 수행한다. 2515 단계와 마찬가지로 서브프레임 타입이 U가 아닌 sf[m+1]에서는 원래의 동작을 수행한다.

[0258] 도 26은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 것이다. 여기에서는 반 듀플렉스 단말의 또 다른 동작을 도시하였다. 2605 단계, 2610 단계, 2615 단계, 2620 단계, 2625 단계, 2630 단계, 2635 단계, 2633 단계, 2640 단계, 2645 단계는 2505 단계, 2510 단계, 2515 단계, 2520 단계, 2525 단계, 2530 단계, 2535 단계, 2533 단계, 2540 단계, 2545 단계와 동일하므로 설명을 생략한다.

[0259] 도 26을 참조하면, 2637 단계에서 단말은 PCell의 sf[before]가 D 타입이 아니며 PCell의 sf[after]가 U 타입인지 판단한다. 상기 두 조건이 모두 만족하는 경우 타입이 U인 다른 서빙 셀의 sf[after]에서 상향링크 전송을 수행할 수 있으므로 2645 단계로 진행한다. 상기 두 조건 중 하나라도 만족되지 않으면 단말은 2615 단계로 진행해서 모든 서빙 셀의 sf[m+1]에서 상향링크 전송을 수행하지 않는다. 2645 단계에서 단말은 PCell의 sf[m+1] 및 SCell sf[m+1] 중 타입이 U인 sf[m+1]에서 상향링크 전송이 스케줄링되어 있으며 다른 이유로 상향링크 전송이 금지되지 않았다면, 상향링크 전송을 수행한다.

[0260] 전술한 바와 같이 서빙 셀들 간에 서로 다른 UL/DL 설정이 적용되려면 서빙 셀들의 주파수 밴드들이 서로 달라야 한다. 단말의 구조 상, 서로 다른 주파수 밴드들에 대해서는 각각 별도의 RF 회로가 사용되어야 한다. 이 경우, 서빙 셀 단위로 sf[after]의 동작을 제어하는 것이 가능하다. 즉 서빙 셀 x의 sf[after] 동작을 결정함에

있어서 서빙 셀 x의 sf[before]만 고려한다. 이 경우 각 서빙 셀에서 MG가 적용되는 실제 기간은 달라지지만, MG의 시구간 6 ms를 보장하는 것은 충분히 가능하다.

- [0261] 도 27은 UL/DL 설정이 서로 다른 서빙 셀들을 예시한 것이다.
- [0262] 도 27을 참조하면, 서빙 셀 1의 UL/DL 구성이 <표 1>의 구성 1이고 서빙 셀 2의 UL/DL 구성이 <표 1>의 구성 3이며, sf[7] ~ sf[2]에서 MG가 형성된다. 단말은 서빙 셀 1과 서빙 셀 2에 각각 독립적인 RF 전단(front end)을 적용한다. 서빙 셀 1에 적용한 RF 전단을 RF1, 서빙 셀 2에 적용한 RF 전단을 RF2라고 할 때, 단말은 상기들 중 하나를 이용해서 비 서빙 주파수에 대한 측정을 수행한다. 만약 단말이 RF1을 사용했다면 서빙 셀 1의 sf[before]가 D 타입이 아니므로 sf[after]인 sf[3]에서 상향링크 전송을 수행하더라도 RF1에는 6 ms의 기간(2705)이 주어진다. 단말이 RF2를 사용해서 비 서빙 주파수에 대한 측정을 수행했다면, sf[before]가 D이고 sf[after]가 U이므로, sf[U]에서 상향링크 전송을 수행하면 6 ms의 기간(2710)이 보장되지 않으므로, 상향링크 전송을 수행하지 않는다. 따라서 기지국은 비록 단말이 어떤 RF를 사용해서 측정을 수행하는지는 모른다 하더라도, 적어도 서빙 셀 레벨에서는 sf[after]가 가용한지 여부를 명확하게 판단할 수 있다.
- [0263] 도 28은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 값 설정과 관련된 단말의 동작을 나타낸 것이다. 2805 단계, 2810 단계, 2815 단계, 2820 단계, 2825 단계, 2830 단계, 2835 단계, 2845 단계는 2405 단계, 2410 단계, 2415 단계, 2420 단계, 2425 단계, 2430 단계, 2435 단계, 2445 단계와 동일하므로 설명을 생략한다.
- [0264] 도 28에서 2840 단계로 진행하였다는 것은 단말에 여러 개의 서빙 셀이 설정되어 있으며, 서빙 셀들의 UL/DL 설정이 다르며, 서빙 셀들의 sf[m+1] 중 적어도 하나는 U 서브프레임이라는 것을 의미한다. 단말은 자신에게 설정된 서빙 셀들 중 현재 활성화 상태인 서빙 셀들의 sf[before]와 sf[after]를 검사해서, sf[before]는 D이고 sf[after]는 U인 서빙 셀에 대해서는 2850 단계로 진행하고, 그렇지 않은 서빙 셀에 대해서는 2855 단계로 진행한다. 2850 단계로 진행하였다는 것은 해당 서빙 셀의 sf[m+1]에서 상향링크 전송을 수행하면 6 ms의 기간이 보장되지 않을 수 있다는 것을 의미하며, 단말은 해당 서빙 셀의 sf[m+1]에서는 상향링크 전송이 스케줄링되어 있다 하더라도 수행하지 않고 관련 변수만 조정한다.
- [0265] 2855 단계에서 단말은 현재 설정에서 혹은 현재 주파수 밴드 조합에서 단말이 풀 듀플렉스로 동작하는지 반 듀플렉스로 동작하는지 검사한다. 반 듀플렉스로 동작한다면 2860 단계로 진행하고 풀 듀플렉스로 동작한다면 2865 단계로 진행한다.
- [0266] 2860 단계에서 단말은 SCell의 sf[after]와 겹치는 PCell의 서브프레임 (즉 PCell의 sf[after] 혹은 PCell의 sf[after]와 sf[after+1] 혹은 sf[after-1])의 종류를 참조해서 SCell의 sf[after]에서 수행할 동작을 결정한다.
- [0267] 2865 단계에서 단말은 SCell의 sf[after]의 종류를 참조해서 sf[after]에서 수행할 동작을 결정한다.
- [0268]
- [0269] 앞서 언급한 도 27의 예를 참조하면, MG 시작 시점의 기준을 제공하는 서빙 셀의 sf[before]는 sf[after]의 동작에 영향을 미친다. 예컨대, MG가 서빙 셀 1의 sf[7]에서 시작한다면, 서빙 셀 1의 sf[before]는 D 타입이 아니므로 서빙 셀 1의 sf[after] 뿐만 아니라 sf[before]가 D 타입인 서빙 셀 2의 sf[after] 역시 상향링크 전송이 가능해진다. MG가 서빙 셀 2의 sf[7]에서 시작한다면, 서빙 셀 2의 sf[before]가 D 타입이므로 서빙 셀 2의 sf[after] 뿐만 아니라 sf[before]가 D 타입이 아닌 서빙 셀 1의 sf[after] 역시 상향링크 전송이 금지된다.
- [0270] 따라서 단말과 기지국이, 어떤 서빙 셀의 서브프레임 바운더리에서 혹은 어떤 서빙 셀의 서브프레임을 기준으로 MG를 시작할지 알고 있다면, 상기 서빙 셀의 sf[before]를 기준으로 모든 서빙 셀의 sf[after] 동작을 결정할 수 있다.
- [0271] 도 29는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 값 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 흐름도이다. 2900 단계, 2905 단계, 2910 단계, 2915 단계, 2920 단계는 1900 단계, 1905 단계, 1910 단계, 1915 단계, 1920 단계와 동일하므로 설명을 생략한다.
- [0272] 도 29를 참조하면, 2925 단계에서 소정 기준 셀의 서브프레임 중 MG가 시작되는 시점을 특정하는 SFN과 서브프레임 번호에 해당하는 서브프레임의 시작 시점에서 MG를 시작한다. 일 실시예로서 상기 기준 셀은 PCell이 될 수 있다. 다른 실시예로서 상기 기준 셀은 현재 활성화 상태인 서빙 셀들 중 하향링크 수신 시점이 가장 선행하는 서빙 셀이 될 수 있다. 또 다른 실시예로서 상기 기준 셀은 sf[before]가 D가 아닌 서빙 셀이 될 수 있다. 또 다른 실시예로서 상기 기준 셀은 현재 시점에서 활성화 상태인 서빙 셀들 중 하향링크 수신 시점이 가장 후

행하는 서빙 셀이 될 수 있다.

- [0273] 2930 단계에서 단말은 상기 기준 셀, 예를 들어 PCell의 sf[before]가 D 타입이고, 기준 셀을 포함한 현재 활성화 상태인 모든 서빙 셀들 중 적어도 하나가 U 타입의 sf[after]를 가지는지 검사한다. 만약 상기 두 가지 조건이 모두 만족된다면 2935 단계로 진행하고 두 가지 조건 중 하나라도 만족되지 않으면 2940 단계로 진행한다.
- [0274] 2935 단계에서 단말은 서빙 셀들의 sf[after] 중 종류가 U인 sf[after]에서는 상향링크 전송을 수행하지 않는다. 종류가 U가 아닌 sf[after]에서는 본래의 동작을 수행한다. 예를 들어 단말이 반 듀플렉스로 동작한다면 PCell의 sf[after] 및 sf[after]와 인접한 서브프레임의 종류를 참조해서 SCell의 sf[after] 동작을 수행한다. 풀 듀플렉스로 동작한다면 해당 서빙 셀의 sf[after] 종류를 참조해서 동작을 수행한다.
- [0275] 2940 단계에서 단말은 현재 설정에서 혹은 현재 주파수 밴드 조합에서 단말이 풀 듀플렉스로 동작하는지 반 듀플렉스로 동작하는지 검사한다. 반 듀플렉스로 동작한다면 2945 단계로 진행하고 풀 듀플렉스로 동작한다면 2950 단계로 진행한다. 2945 단계에서 단말은 SCell의 sf[after]와 겹치는 PCell의 서브프레임 (즉 PCell의 sf[after] 혹은 PCell의 sf[after]와 sf[after+1] 혹은 sf[after-1])의 종류를 참조해서 SCell의 sf[after]에서 수행할 동작을 결정한다. 2950 단계에서 단말은 SCell의 sf[after]의 종류를 참조해서 sf[after]에서 수행할 동작을 결정한다.
- [0276] 도 19 내지 도 20에 따라 동작하는 단말 및 그에 대응하는 기지국의 구성은 도 11 및 도 12에 도시한 블록도를 참조한다.
- [0277] 후술되는 실시예에서는, 현재 활성화 상태인 서빙 셀들 중 하향 링크 수신 시점이 가장 후행하는 서빙 셀을 기준으로 MG을 개시하고, 서브 프레임 타입이 U인 sf[after]에서는 역방향 전송을 수행하지 않는 방법 및 장치를 제시한다. 이는 측정 갭 시작 시점의 기준을 제공하는 서빙 셀의 서브프레임 타입이 sf[after]에서의 동작에 영향을 미치기 때문이다. 측정 갭 시작 시점의 기준을 가장 후행하는 서빙 셀의 서브프레임 경계로 설정하면 sf[before]에 미치는 영향이 최소화된다.
- [0278] 삭제
- [0279] 도 30은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 서브 프레임 셋의 구조를 예시한 것이다. 여기에서는 sf[before]와 sf[after]의 종류에 따라 서브 프레임 셋의 시작점과 서브 프레임 셋의 길이를 도시하였다. 서브 프레임 셋이란 연속적인 6개의 서브 프레임을 의미하며, 이하 설명의 편의 상 서브 프레임 셋은 sf[n], sf[n+1], sf[n+2], sf[n+3], sf[n+4], sf[n+5]의 집합을 지시한다.
- [0280] 도 30을 참조하면, 어떤 서브 프레임 셋의 길이가 6 ms이라면 (이하 중간 셋, medium set), 상기 서브 프레임 셋의 시작 시점에서 MG이 시작될 경우 동일한 서빙 셀의 sf[after]에 영향을 미치지 않는다. 서브 프레임 셋의 길이가 6 ms보다 작으면 (이하 짧은 셋, short set) 상기 서브 프레임 셋의 시작 시점에서 MG이 시작될 경우 동일한 서빙 셀의 sf[after]의 일부가 MG과 중첩되기 때문에 sf[after]에서 송수신을 수행해서는 안 된다. 서브 프레임 셋의 길이가 6 ms보다 크면 (이하 긴 셋, long set) 상기 서브 프레임 셋의 시작 시점에 MG이 시작될 경우 동일한 서빙 셀의 sf[after]에 영향을 미치지 않는다.
- [0281] sf[before]와 sf[after]의 종류 별로 파생되는 경우는 아래의 <표 7>과 같이 모두 9가지이다.

표 7

sf[before]	sf[after]	sf[before]	sf[after]
D	D	U	S
D	U	S	D
D	S	S	U
U	D	S	S
U	U		

[0283] sf[before]와 sf[after]가 모두 S인 경우는 현존하는 UL/DL 설정에서 존재하지 않으므로 고려할 필요가 없다. sf[before]가 U일 때 그 다음 서브 프레임, sf[n]은 U이거나 D이다. sf[n]이 D라면 sf[before]와 sf[n] 사이에

TA 만큼의 스위칭 갭이 존재하고, sf[n]이 U라면 sf[before]와 sf[n] 사이에 갭이 존재하지 않는다. 따라서 sf[before]가 U인 경우에 대해서는 sf[n]이 D인 경우와 sf[n]이 U인 경우를 분리해서 고려해야 한다. 결과적으로 아래 <표 8>과 같이 11 가지 경우가 존재할 수 있다.

표 8

[0284]

sf[before]	sf[n]	sf[after]	SET TYPE	도 30 인덱스
D		D	medium set	3030
D		S	medium set	3035
D		U	short set	3050
U	U	D	long set	3010
U	D	D	medium set	3040
U	U	S	long set	3015
U	D	S	medium set	3045
U	U	U	medium set	3025
U	D	U	short set	3055
S		D	long set	3005
S		U	medium set	3020

[0285]

도 30에서 보는 것과 같이, sf[n]이 U인 셋(3005, 3010, 3015, 3020, 3025)은 셋의 시작 시점이 기준 하향 링크 수신 시점에 TA만큼 선행한다.

[0286]

UL/DL 설정이 서로 다른 서빙 셀들이 활성화 상태일 때, 서빙 셀의 sf[n]에서 MG을 시작할 경우 크게 아래와 같은 두 가지 문제점이 발생할 수 있다. 이하 설명의 편의를 위해서 MG 시작 시점의 기준을 제공하는 서빙 셀을 CELLSTART로 명명하고 다른 서빙 셀을 CELLOTHER로 명명한다.

[0287]

1. CELLOTHER의 sf[n-1]이 MG과 겹치는 문제. CELLSTART가 3025, CELLOTHER가 3030인 경우를 예로 들 수 있다. CELLOTHER의 sf[n-1]은 항상 D 서브프레임이며 단말은 상기 D 서브 프레임에서 데이터를 온전히 수신하지 못한다. 따라서 기지국은 상기 상황이 발생한다면 단말에게 sf[n-1]에서 PDSCH나 EPDCCH (Enhanced Physical Downlink Control Channel)을 전송하지 않아야 하고, 단말은 sf[n-1]에서 PHICH는 수신하되 PDSCH, EPDCCH, PMCH (Physical Multicast Channel)은 수신하지 않는다. PDSCH 영역을 통해서 단말에게 PDCCH를 전송할 수 있으며 이 경우를 EPDCCH라고한다. EPDCCH는 PDCCH 영역에 강한 간섭이 예상될 경우 사용될 수 있으며, 기지국은 단말에게 어떤 서브 프레임에서 EPDCCH가 사용되는지 미리 알려준다. PMCH는 MBMS 신호가 전송되는 채널이다. PDSCH, PMCH, EPDCCH는 서브 프레임의 전 시구간에 걸쳐서 전송되는 특징이 있으며, PHICH는 서브 프레임의 앞부분에서만 전송되는 특징이 있다.

[0288]

2. CELLOTHER의 sf[n+6]가 MG과 겹치는 문제. CELLSTART가 3045, CELLOTHER가 3055인 경우를 예로 들 수 있다. 이 때 sf[n+6]는 항상 U 서브프레임이며, 단말이 상기 sf[n+6]에서 역방향 전송을 수행하면 MG에 대해서 6 ms가 보장되지 않는 문제가 발생한다.

[0289]

본 발명의 또 다른 실시예에 따른 단말의 동작은 다음과 같다. 단말은 MG이 시작되는 서빙 셀에서 short set이라면 sf[after]에서 역방향 신호를 전송하지 않는다. 단말은 또한 MG이 시작되는 서빙 셀이 아닌 다른 서빙 셀에서는 sf[before]에서 순방향 신호를 수신하지 않고 sf[after]에서 역방향 신호를 전송하지 않는다. 즉 단말 동작은 아래와 같다.

[0290]

- 단말은 정해진 규칙에 따라서 소정의 기준 서빙 셀을 판단하고 상기 서빙 셀에서 MG을 시작한다.

[0291]

- CELLSTART가 아래 조건을 만족하면 sf[after]에서 역방향 신호를 전송하지 않는다.

[0292]

sf[before]가 D이거나 (3050에 해당하거나)

[0293]

sf[before]가 U이고 sf[n]이 D (3055에 해당)

[0294]

- CELLOTHER의 sf[before]가 D 서브 프레임이라면 PDSCH/EPDCCH/PMCH를 수신하지 않는다.

- [0295] - CELLOTHER의 sf[after]가 U 서브 프레임이라면 역방향 신호를 전송하지 않는다.
- [0296] 도 31은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 값 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 흐름도이다. 3100 단계, 3105 단계, 3110 단계, 3115 단계, 3120 단계, 3125 단계는 2900 단계, 2905 단계, 2910 단계, 2915 단계, 2920 단계, 2925 단계와 동일하므로 설명을 생략한다.
- [0297] 도 31을 참조하면, 3130 단계에서 단말은 상기 기준 셀의 sf[after]에서 수행할 동작을 결정한다. 단말은 기준 셀의 sf[before]가 D 서브 프레임이고 기준 셀의 sf[after]가 U 서브 프레임이라면, 기준 셀의 sf[after]에서 역방향 전송을 수행하지 않는다.
- [0298] 단말은 기준 셀의 sf[before]가 U 서브 프레임이고 MG이 시작되는 서브 프레임, 즉 sf[n]이 D 서브 프레임이며 sf[after]가 U 서브 프레임이라면, 기준 셀의 sf[after]에서 역방향 전송을 수행하지 않는다.
- [0299] 상기 조건이 부합되지 않는다면, 단말은 sf[after]의 종류를 참조해서 기준 셀의 sf[after]에서 수행할 동작을 결정한다.
- [0300] 3135 단계에서 단말은 기준 셀이 아닌 다른 서빙 셀의 sf[after]에서 취할 동작을 결정한다.
- [0301] 단말은 기준 셀이 아닌 다른 서빙 셀의 sf[after]가 U 서브 프레임이라면 해당 서빙 셀의 sf[after]에서 역방향 전송을 수행하지 않는다. 단말은 기준 셀이 아닌 다른 서빙 셀의 sf[after]가 D 서브 프레임 혹은 S 서브 프레임이라면 단말이 D 서브 프레임 혹은 S 서브 프레임에서 수행해야 할 동작을 수행한다.
- [0302] 3140 단계에서 단말은 기준 셀이 아닌 다른 서빙 셀의 sf[before]에서 수행할 동작을 결정한다. 기준 셀이 아닌 서빙 셀의 sf[before]가 D 서브 프레임이라면 단말은 해당 서빙 셀의 sf[before]에서 PHICH는 수신하되, PDSCH, PMCH, EPDCCH는 수신하지 않는다. 상기 sf[before]가 S 서브 프레임이거나 U 서브 프레임이라면 단말은 해당 서빙 셀의 sf[before]에서 정상적인 동작을 수행한다. 참고로 기준 셀의 경우 sf[before]가 D 서브 프레임이라 하더라도 정상적인 동작을 수행한다.
- [0303] 단말은 상기 결정한 대로 서빙 셀들의 sf[before] 및 sf[after]에서 적절한 동작을 수행한다.
- [0304] 전술한 첫번째 문제점, 즉 기준 셀이 아닌 서빙 셀의 sf[before]가 MG과 겹치는 문제점은, MG을 서브 프레임 시작 시점이 가장 늦은 서빙 셀에서 시작하면 발생하지 않는다. 예컨대, 3030, 3035, 3040, 3045, 3050 혹은 3055에 해당하는 서빙 셀에서 MG을 시작하면, 다른 서빙 셀의 sf[n-1]이 MG과 겹치지 않는다.
- [0305] 도 32는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 값 설정과 관련된 단말의 동작을 도시한 흐름도이다. 3200 단계, 3205 단계, 3210 단계, 3215 단계, 3220 단계는 2900 단계, 2905 단계, 2910 단계, 2915 단계, 2920 단계와 동일하므로 설명을 생략한다.
- [0306] 도 32를 참조하면, 3225 단계에서 단말은 여러 서빙 셀의 sf[n] 들 중 MG을 시작할 sf[n]을 결정한다. 상기 결정은 제 1 기준과 제 2 기준을 적용해서 수행된다. 제 1 기준은 sf[n]의 서브 프레임 타입을 기준으로 후행 여부이며, 제 2 기준은 하향 링크 신호 수신 시점을 기준으로 선행 여부이다.
- [0307] 어떤 서빙 셀 x의 sf[n]의 시작 시점과 서빙 셀 y의 sf[n]의 시작 시점의 선/후행은 해당 서브 프레임의 타입이 서로 유사하지 않을 경우 서브 프레임의 타입에 의해서 결정되고 유사할 경우 하향 링크 신호 수신 시점에 의해서 결정된다. 좀 더 자세히 설명하면 D 혹은 S와 U가 혼재할 경우 U의 시작 시점이 D나 S의 시작 시점에 선행하고, U만 존재하거나 D혹은 S만 존재한다면, U사이의 선/후행과 D/S 사이의 선후행은 하향 링크 신호 수신 시점의 차이, 즉 전파 지연의 차이에 의해서 결정된다. 서브 프레임의 타입이 서로 다른 두 서브 프레임의 시작 시점은 TA만큼 차이가 있으며, 상기 TA는 전파 지연보다 훨씬 크다. 따라서 두 서빙 셀의 서브 프레임의 선/후행은 서브 프레임 타입에 따라서 먼저 결정되고, 서브 프레임 종류가 유사할 경우에는 전파 지연 차이에 의해서 결정된다.
- [0308] 단말은 여러 서빙 셀의 sf[n] 들 중 MG을 시작할 sf[n]을 결정함에 있어서 먼저 sf[n]들의 서브 프레임 타입을 참조해서, 어떤 sf[n]에서 MG을 시작할지 결정한다. 서브 프레임 타입이 U인 서브 프레임과 서브 프레임 타입이 D 혹은 S인 서브 프레임이 혼재할 경우, 단말은 서브 프레임 타입이 D 혹은 S인 서브 프레임을 MG을 시작할 서브 프레임으로 결정한다. 만약 상기 기준을 충족하는 sf[n]이 여러 개라면, 단말은 제 2 기준 즉 하향 링크 수

신 시점을 기준으로 그 중 하나의 sf[n]을 최종 선택한다. 상기 제 2 기준은 가장 늦은 하향 링크 신호 수신 시점이거나 가장 빠른 하향 링크 신호 수신 시점일 수 있다. 제 2 기준을 가장 늦은 하향 링크 신호 수신 시점으로 할 경우, 제 1 기준과 일관성이 유지되어서 서브 프레임 시작 시점이 가장 느린 서빙 셀의 sf[n]이 선택되는 결과로 이어진다. 이 경우, 상기 sf[n]의 서브 프레임 타입이 서로 다를 경우에는 문제가 없으나, 서브 프레임 타입이 유사할 경우에는 기준 셀이 아닌 서빙 셀의 sf[n+6]의 앞부분이 전파 지연 차이 만큼 MG과 겹쳐서 단말이 수신하지 못하거나 전송하지 못하는 문제가 발생할 수 있다. 반면 제 2 기준을 가장 이른 하향 링크 신호 수신 시점으로 할 경우, 서브 프레임 타입이 유사할 경우 sf[n-1]의 뒷부분이 전파 지연 차이 만큼 MG과 겹쳐서 단말이 수신하지 못하거나 전송하지 못할 수 있다. 수신을 기준으로 봤을 때 한 서브 프레임의 뒷 부분을 수신하지 못하는 것이 앞 부분을 수신하지 못하는 것보다는 유리하기 때문에 제 2 기준으로 가장 이른 하향 링크 신호 수신을 사용하는 것이 좀 더 바람직할 수 있다.

- [0309] 제 1 기준과 제 2 기준을 적용해서 MG을 시작할 sf[n]과 기준 셀을 결정한 단말은 3230 단계로 진행해서 sf[after]에서 수행할 동작을 결정한다.
- [0310] 3230 단계에서 단말은 기준 셀의 sf[n]이, 혹은 MG이 시작되는 첫번째 서브 프레임이 D혹은 S인지 검사한다. 다시 말해서 MG과 시작 시점이 일치하는 서브 프레임이 D 혹은 S인지 검사한다. 혹은 기준 셀의 sf[n]이 U가 아닌지 검사한다. 혹은 기준 셀의 sf[n-1]이 D 혹은 U인지 검사한다. 상기 조건이 충족되지 않는다면, 즉 sf[n]이 U라면, MG의 시작 시점이 sf[n]이 D/S인 경우에 비해서 TA만큼 선행한다는 것이며, sf[n+6]이 U라 하더라도 MG과 겹치지 않는다는 것을 의미하며, 단말은 3235 단계로 진행해서 서브 프레임 타입이 U인 sf[n+6]에서 정상적으로 역방향 신호 전송을 수행한다. 기준 셀의 sf[n]이 D혹은 S라면, MG의 시작 시점이 D/S의 시작 시점과 일치하기 때문에, sf[n+6]가 U이면 MG과 겹치므로, 단말은 3240 단계로 진행해서 서브 프레임 타입이 U인 sf[n+6]에서 역방향 신호 전송을 수행하지 않는다.
- [0311] 이상에서는 MG의 시작 시점이 sf[n]일 때 MG이 sf[n]의 시작 경계에서 시작하는 경우의 실시예들을 설명하였다. 하기에서는 MG의 시작 시점이 sf[n]일 때, MG가 sf[n]의 시작 경계가 아닌 sf[n-1]의 종료 경계에서 시작하는 경우의 실시예를 설명한다.
- [0312] 도 35는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 측정 갭 설정을 설명하기 위한 것이다.
- [0313] 도 35를 참조하면, sf[n-1](3505)은 U 서브프레임이고 sf[n](3515)은 D 서브프레임이다. 이러한 경우, MG을 sf[n]의 시작 경계에서 시작하는 것보다는 sf[n-1]의 종료 경계에서 시작하는 것이 더욱 바람직하다. U 서브프레임과 D 서브프레임의 사이에는 TA 길이의 갭(3515)이 존재하며, 상기 갭(3515)은 상향링크에서 하향링크로의 스위칭을 위한 시구간이다. MG은 단말의 송수신기를 현재 주파수에서 측정할 주파수로 스위칭하는 시간을 포함하여야 하므로, 상향링크에서 서빙 주파수의 하향링크로 스위칭한 후 다시 측정할 주파수의 하향링크로 스위칭하는 것보다는, 상향링크에서 측정할 주파수의 하향링크로 바로 스위칭하는 것이 보다 효율적이다. 도시된 예에서 MG가 sf[n]의 시작 경계에서 시작할 경우(3520) MG의 길이가 x ms라면, MG가 sf[n-1]의 종료 경계에서 시작할 경우(3525) MG의 길이는 TA를 위한 갭(3515) 구간만큼 연장된다. 이상과 같이 MG(3525)가 갭(3515) 구간을 포함하도록 설정되는 경우, 단말 입장에서는 MG로서 실질적으로 허용되는 시구간이 길어지는 효과를 얻을 수 있다.
- [0314] TDD 통신 시스템에서 sf[n+6]가 U 서브프레임이면 도 30에서 보는 것처럼 sf[n] ~ sf[n+5]에 의해서 보장되는 시구간의 길이는 대부분 6 ms에 미달된다. 따라서 sf[n+6]이 U 서브프레임인 경우 역방향 전송을 수행하지 않는 것이 단말의 복잡도를 줄이는 측면에서 바람직하다. 기지국은 sf[n+6]에서 SRS나 PUCCH와 같은 역방향 신호의 전송이 예정되어 있다 하더라도, 상기 역방향 신호를 무시함으로써, 단말이 전송을 수행하지 않음으로써 발생하는 부작용을 방지할 수 있다.
- [0315] 도 36은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 단말의 동작을 도시한 흐름도이다.
- [0316] 도 36을 참조하면, 3600 단계에서 단말은 서빙 셀의 시스템 정보를 획득해서 RRC 연결 설정 절차 수행에 필요한 각종 정보를 인지하고 서빙 셀과 RRC 연결 설정 절차를 개시한다. RRC 연결 설정 절차가 완료되면 상기 서빙 셀은 단말의 PCell이 된다.
- [0317] 3605 단계에서 단말은 기지국에게 성능 정보 메시지를 통해 성능을 보고한다. CA를 지원하는 단말은 상기 성능 정보 메시지에 자신이 지원하는 밴드 조합 정보를 포함시키고, 기지국은 상기 지원하는 밴드 조합 정보를 이용해서 어떤 주파수 밴드의 어떤 셀을 단말의 SCell로 설정할지 판단한다.
- [0318] 3610 단계에서 단말에게 SCell이 설정된다. SCell 설정은 기지국이 단말에게 SCell 설정 정보를 포함한 RRC 제

어 메시지를 전송하고, 단말이 상기 설정 정보에 따라 SCell의 주파수 대역을 지원하기 위한 신호 경로를 설정함으로써, 혹은 SCell을 통해 데이터를 송수신할 수 있도록 송수신 장치를 설정함으로써 이뤄진다. 상기 SCell 설정 정보는 예를 들어 SCell의 중심 주파수 정보, SCell에서 단말이 사용할 무선 자원 관련 정보 등이 있다.

- [0319] 3615 단계에서 기지국은 단말에게 MG를 설정한다. MG는 단말에게 gapOffset을 할당함으로써 설정된다. 일 예로서 gapOffset은 0에서 39 사이의 값을 가지는 제 1 gapOffset과 0에서 79 사이의 값을 가지는 제 2 gapOffset으로 구분되며, 이 중 하나의 값이 사용된다. 제 1 gapOffset이 시그널링되면 Gap repetition period가 40 ms 이고 제 2 gapOffset이 시그널링되면 gap repetition period가 80 ms 이다.
- [0320] SCell 설정과 MG 설정은 하나의 RRC 제어 메시지를 통해 동시에 이뤄지거나 별도의 제어 메시지들을 통해 순차적으로 이뤄질 수 있다. 순차적으로 이뤄지는 경우 둘 사이의 선후는 바뀔 수도 있다.
- [0321] 3620 단계에서 단말은 MG의 시작 시점을 특정하는 시스템 프레임 번호 (SFN)와 서브프레임 번호를 산출한다. 일 예로 MG가 시작되는 라디오 프레임의 SFN은 <수학식 1>에 의해 산출될 수 있다. 일 예로 MG가 시작되는 서브프레임 번호는 <수학식 2>에 의해 산출될 수 있다.
- [0322] 3625 단계에서 단말은 MG가 시작되는 시점을 특정하는 SFN과 서브프레임 번호를 참조해서 MG의 시작 시점을 결정한다. 예컨대 <수학식 1>과 <수학식 2>를 통해서 서브프레임 [n]이 산출되었다면 단말은 현재 활성화 상태인 서빙 셀들 중 sf[n-1]이 가장 늦게 종료되는 서빙 셀을 특정하고, 상기 서빙 셀의 서브프레임 [n-1]이 종료되는 시점에 MG를 시작할 것으로 결정한다. 다시 말하면 단말은 현재 활성화 상태인 서빙 셀들의 sf[n-1]들의 활동(activity)이 모두 완료된 시점을 기준으로 MG를 시작한다. sf[n-1]에서의 활동이란 sf[n-1]에서 예정되어 있는 상향링크 신호 전송, 하향링크 신호 수신 및 sf[n-1]에서 실행하도록 지시 받은 상향링크 신호 전송 및 하향링크 신호 수신을 포함한다.
- [0323] MG가 종료된 직후의 서브프레임 sf[after]가 시작되기 직전, 단말은 현재 동작 모드가 FDD 모드인지 TDD 모드인지 검사한다. FDD 모드라면 3635 단계로 진행하고 TDD 모드라면 3640 단계로 진행한다.
- [0324] 3635 단계에서 단말은 sf[after]에서 예정되어 있는 상향링크 신호 전송을 생략한다. 3640 단계에서 단말은 sf[after]가 D 혹은 S 서브프레임인지 검사한다. 만약 D 혹은 S 서브프레임이라면 3645 단계로 진행해서 sf[after]의 타입에 따라 적절한 동작을 수행한다. 즉 D 서브프레임이라면 PHICH/PDCCH/PDSCH 등의 하향링크 신호를 수신하고 S 서브프레임이라면 PHICH/PDCCH 등의 하향링크 신호를 수신한 후 상향링크 전송 모드로 전환한다.
- [0325] sf[after]가 D 혹은 S 서브프레임이 아니라면 단말은 3650 단계로 진행해서 sf[after]에서 예정되어 있는 동작을 생략한다.
- [0326] 본 발명의 또 다른 실시 예로, RI(Rank Indicator) 보고하는 방법을 제시한다.
- [0327] 단말은 MIMO 동작이 설정된 서빙 셀의 채널 상황을 기준으로 공간 다중화를 위한 레이어(layer)들의 수신 가능한 개수를 나타내는 정보를 기지국으로 보고하며, 이를 RI라고 칭한다.
- [0328] RI는 서빙 셀 별로 설정될 수 있으며, 해당 서빙 셀에서 이론적으로 송수신 가능한 레이어의 최대 개수에 따라서 RI의 크기가 설정되는 것이 바람직하다. 예를 들어 최대 4개의 레이어까지 송수신이 가능하다면 RI의 크기는 2 비트가 되는 것이 바람직하고, 최대 8개의 레이어까지 송수신이 가능하다면 RI의 크기는 3 비트가 되는 것이 바람직하다.
- [0329] 어떤 서빙 셀에서 송수신 가능한 레이어의 최대 개수는, 단말이 수신할 수 있는 레이어의 최대 개수(즉 단말의 MIMO 성능)와 기지국이 전송할 수 있는 레이어의 최대 개수(즉 기지국에 설정된 안테나 포트의 개수) 중 작은 값에 의해서 결정된다.
- [0330] 본 발명의 실시예에서는 서빙 셀 별로 RI의 비트 수를 설정함에 있어서, 비트 수를 직접 지정하는 대신 상기 두 정보의 최소 값을 사용하는 방법을 제시한다.
- [0331] 단말의 MIMO 성능은 아래 3 가지가 있다.
- [0332] 1. 제 1 UE 카테고리과 연결된 MIMO 성능; 이하 제 1 MIMO 성능
- [0333] 2. 제 2 UE 카테고리과 연결된 MIMO 성능; 이하 제 2 MIMO 성능

[0334] 3. 밴드 별로 보고되는 MIMO 성능; 이하 제 3 MIMO 성능

[0335] UE 카테고리는 단말의 성능과 관련된 몇 가지 중요한 정보를 종합해서 나타내는 인덱스로, 아래의 <표 9>와 같은 1 ~ 8까지 8개의 카테고리가 정의되어 있다.

표 9

UE Category	Maximum number of DL-SCH transport block bits received within a TTI (Note)	Maximum number of bits of a DL-SCH transport block received within a TTI	Total number of soft channel bits	Maximum number of supported layers for spatial multiplexing in DL
Category 1	10296	10296	250368	1
Category 2	51024	51024	1237248	2
Category 3	102048	75376	1237248	2
Category 4	150752	75376	1827072	2
Category 5	299552	149776	3667200	4
Category 6	301504	149776 (4 layers) 75376 (2 layers)	3654144	2 or 4
Category 7	301504	149776 (4 layers) 75376 (2 layers)	3654144	2 or 4
Category 8	2998560	299856	35982720	8

[0337] 상기 <표 9>에서 'Maximum number of supported layers for spatial multiplexing in DL'가 MIMO 성능과 관련된 정보이다.

[0338] 카테고리 1 ~ 5는 LTE 릴리즈 8 및 9에 대해서 정의되었고, 카테고리 6, 7, 8은 릴리즈 10에서 정의되었다. 릴리즈 8혹은 9 기지국은 카테고리 6, 7, 8을 이해하지 못하며, 단말은 기지국의 릴리즈를 알지 못한다. 따라서 카테고리 6 ~ 8의 단말은 기지국에게 카테고리를 보고함에 있어서 6 ~ 8 사이의 카테고리 하나와 1 ~ 5 사이의 카테고리 하나, 도합 두 개의 카테고리를 보고한다. 이하 설명의 편의를 위해서 1 ~ 5 사이의 카테고리와 관련된 MIMO 성능을 제 1 MIMO 성능, 6 ~ 8 사이의 카테고리와 관련된 MIMO 성능을 제 2 MIMO 성능으로 명명한다.

[0339] 상기 카테고리에 매핑된 MIMO 성능은 모든 주파수 밴드에 대해서 오로지 하나의 값만 보고될 수 있다. 그러나 단말이 수신할 수 있는 레이어의 수는 주파수 밴드에 따라서 달라질 수 있다. 요컨대 높은 주파수의 주파수 밴드에서 단말은 단말의 안테나의 개수만큼의 레이어를 수신할 수 있지만, 낮은 주파수의 주파수 밴드에서는, 안테나 사이의 거리가 주파수 파장의 반보다 작아지기 때문에 보다 작은 수의 레이어만 수신할 수 있다. 단말은 밴드 별로, 그리고 밴드 조합 별로 MIMO 성능을 개별적으로 보고함으로써 상기 편차로 인해 발생하는 문제를 방지한다. 상기 밴드 별로 보고되는 MIMO 성능을 supportedBandCombination라는 IE(Information Element)의 supportedMIMO-Capability라는 IE를 통해 보고된다. supportedBandCombination은 릴리즈 10에 도입되었다. 이하 밴드조합 별로 보고되는 MIMO 성능을 제 3 MIMO 성능이라 칭하기로 한다.

[0340] 단말은 기지국에게 자신의 MIMO 성능을 보고함에 있어서, 1 종류, 2 종류 혹은 3 종류의 MIMO 성능을 보고한다. 카테고리 6 ~ 8 사이의 단말은 제 1 MIMO 성능, 제 2 MIMO 성능 및 제 3 MIMO 성능을 보고하고, 카테고리 1 ~ 5 사이의 릴리즈 10 이상의 단말은 제 1 MIMO 성능과 제 3 MIMO 성능을 보고하고, 릴리즈 8 혹은 릴리즈 9 단말은 제 1 MIMO 성능을 보고한다.

[0341] 본 발명에서는 단말이 보고한 MIMO 성능 및 기지국이 단말에게 지시한 소정의 설정 정보를 이용해서 RI 보고에 사용할 비트 수를 결정한다.

[0342] 도 33은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 RI의 비트 수의 결정과 관련된 전체 동작을 도시한 것이다.

[0343] 도 33을 참조하면, 단말(3305)은 기지국(3310)에게 소정의 시점에 MIMO 성능에 대한 정보를 보고한다 (3313). 상기 MIMO 성능에 대한 정보는 단말의 카테고리와 릴리즈에 따라서 제 1 MIMO 성능, 제 2 MIMO 성능 그리고 3

MIMO 성능 중 일부 혹은 전체를 나타낼 수 있다.

- [0344] 기지국은 단말의 MIMO 성능과 자신의 성능에 따라서 단말에게 MIMO를 설정할지 여부, 그리고 상기 단말과의 MIMO 동작을 위해서 몇 개의 안테나를 설정할지 결정한다 (3315).
- [0345] 단말은 상기 MIMO 설정 정보, 예를 들어 몇 개의 안테나 포트를 이용할지를 나타내는 정보 및 RI 보고를 사용할지 여부를 나타내는 정보를 수납한 소정의 제어 메시지를 단말에게 전송한다 (3320). 단말과 기지국은 소정의 정보와 소정의 규칙을 이용해서 RI의 비트 수를 판단한다(3325). 상기 소정의 정보 및 소정의 규칙에 대해서는 후술한다. 3330 단계에서 단말은 상기 비트 수를 적용해서 RI를 보고하고, 기지국은 상기 비트 수를 적용해서 RI를 수신하고 해석해서 단말에게 전송할 레이어의 수를 판단한다.
- [0346] 도 34는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 RI의 비트 수를 결정하는 단말의 동작을 도시한 흐름도이다.
- [0347] 도 34를 참조하면, 3400 단계에서 단말은 서빙 셀의 시스템 정보를 획득해서 RRC 연결 설정 절차 수행에 필요한 각종 정보를 인지하고 서빙 셀과 RRC 연결 설정 절차를 개시한다. RRC 연결 설정 절차가 완료되면 상기 서빙 셀은 단말의 PCell이 된다.
- [0348] 3405 단계에서 단말은 기지국에게 성능 정보 메시지를 통해 성능을 보고한다. CA를 지원하는 단말은 상기 성능 정보 메시지에 자신이 지원하는 밴드 조합 정보를 포함시키고, 기지국은 상기 지원하는 밴드 조합 정보를 이용해서 어떤 주파수 밴드의 어떤 셀을 단말의 SCell로 설정할지 판단한다. 상기 성능 정보 메시지에는 MIMO와 관련된 정보로 아래와 같은 정보가 수납된다.
- [0349] - 릴리즈 8이나 릴리즈 9의 단말이라면 제 1 MIMO 성능 정보
- [0350] - 릴리즈 10 이상의 단말이면서 카테고리 1 ~ 5 사이의 단말이라면 제 1 MIMO 성능 정보 및 제 3 MIMO 성능 정보
- [0351] - 릴리즈 10 이상의 단말이면서 카테고리 6 ~ 8 사이의 단말이라면 제 1 MIMO 성능 정보, 제 2 MIMO 성능 정보 및 제 3 MIMO 성능 정보
- [0352] 3410 단계에서 단말의 서빙 셀에 MIMO가 설정된다. 그리고 단말에게 상기 서빙 셀에 대해서 RI를 보고할 것이 지시된다.
- [0353] 3415 단계에서 단말은 소정의 정보와 소정의 규칙을 적용해서 상기 서빙 셀에 대해서 몇 비트의 RI를 보고할지 결정한다. 이 때 아래 열거한 방법들 중 하나를 사용할 수 있다.
- [0354] [방법 1]
- [0355] - 해당 서빙 셀에 설정된 전송 모드 (TM, transmission mode)를 참고해서 단말 기준 성능을 결정함. 즉 전송 모드가 TM4 혹은 TM8이라면, MIMO 성능 1을 기준 성능으로 결정하며, 전송 모드가 TM9 혹은 TM10이라면 상기 서빙 셀에 대한 MIMO 성능 3을 기준 성능으로 결정함.
- [0356] - 기지국의 안테나 설정을 참고해서 기지국 기준 성능을 결정함. 즉, 기지국의 안테나 설정은 기지국 안테나 포트의 개수이며, 시스템 정보 혹은 전용 RRC 메시지 (dedicate RRC message)에 의해서 단말에게 통보된다.
- [0357] - 단말 기준 성능과 기지국 기준 성능 중 낮은 값에 대응되도록 RI 크기 결정. 즉 상기 값이 4이면 RI는 2비트, 8이면 RI는 3비트이다.
- [0358] TM 4혹은 TM 8이 설정되었다는 것은 기지국이 릴리즈 8 혹은 릴리즈 9 기지국일 가능성이 높고, TM 9혹은 TM 10이 설정되었다는 것은 기지국이 릴리즈 10 혹은 그 이후 릴리즈의 기지국이라는 의미이다. 즉 MIMO 성능 3을 이해할 수 있는 기지국이다.
- [0359] 어떤 서빙 셀에 대한 MIMO 성능 3이란, 해당 시점의 CA 설정과 대응되는 supportedBandCombination에서 보고된 MIMO 성능을 의미한다. 예를 들어 상기 단말에게 밴드 X에서 하나의 서빙 셀과 밴드 Y에서 하나의 서빙 셀이 설정되어 있다면, 밴드 X에 설정된 서빙 셀에 대한 MIMO 성능 3은 밴드 X와 밴드 Y에 대한 supportedBandCombination에서 밴드 X에 대해 보고된 MIMO 성능을 의미한다.
- [0360] [방법 2]
- [0361] - 해당 시점에 적어도 두 개의 서빙 셀이 설정되어 있으면, 해당 셀의 MIMO 성능 3을 단말 기준 성능으로 결정

- [0362] - 해당 시점에 하나의 서빙 셀만 설정되어 있으며 TM 9이나 TM 10이 설정되어 있으면, 해당 셀의 MIMO 성능 3을 단말 기준 성능으로 결정
- [0363] - 해당 시점에 하나의 서빙 셀만 설정되어 있으며 TM 4 혹은 TM 8이 설정되어 있으면 MIMO 성능 1을 단말 기준 성능으로 결정
- [0364] - 기지국의 안테나 설정을 참고해서 기지국 기준 성능 결정
- [0365] - 단말 기준 성능과 기지국 기준 성능 중 낮은 값에 대응되도록 RI 크기 결정.

- [0366] [방법 3]
- [0367] - 해당 서빙 셀에 설정된 전송 모드 (TM, transmission mode)를 참고해서 단말 기준 성능을 결정함. 즉, 전송 모드가 TM4 혹은 TM8이라면, MIMO 성능 1을 기준 성능으로 결정하며, 전송 모드가 TM9 혹은 TM10이며 단말이 카테고리 1 ~ 5 사이의 단말이라면 MIMO 성능 1을 기준 성능으로 결정하며, 전송 모드가 TM9 혹은 TM10이며 단말이 카테고리 6 ~ 8 사이의 단말이라면 MIMO 성능 2를 기준 성능으로 결정함.
- [0368] - 기지국의 안테나 설정을 참고해서 기지국 기준 성능을 결정
- [0369] - 단말 기준 성능과 기지국 기준 성능 중 낮은 값에 대응되도록 RI 크기 결정.
- [0370] 카테고리 6과 카테고리 7의 경우 MIMO 성능 2로 2와 4라는 2 가지 값이 정의된다. 이는 단말에 CA가 설정된 경우와 CA가 설정되지 않은 경우에 MIMO 성능이 달라질 수 있다는 점을 고려한 것이다. 카테고리 6 혹은 7 단말은, MIMO 성능 2를 단말 기준 성능으로 사용할 경우, 아래 규칙을 적용해서 MIMO 성능 2를 결정한다.
- [0371] 해당 시점에 하나의 서빙 셀만 설정되어 있을 경우 MIMO 성능 2는 둘 중 높은 값 즉 4이다.
- [0372] 해당 시점에 적어도 두 개의 서빙 셀이 설정되어 있을 경우 MIMO 성능 2는 둘 중 낮은 값 즉 2이다.

- [0373] [방법 4]
- [0374] - 소정의 제어 메시지에 소정의 지시자가 전송된 경우 해당 셀의 MIMO 성능 3을 단말 기준 성능으로 결정
- [0375] - 소정의 제어 메시지에 소정의 지시자가 전송되지 않을 경우 MIMO 성능 1을 단말의 기준 성능으로 결정
- [0376] - 기지국의 안테나 설정을 참고해서 기지국 기준 성능을 결정
- [0377] - 단말 기준 성능과 기지국 기준 성능 중 낮은 값에 대응되도록 RI 크기 결정.

- [0378] 릴리즈 8이나 릴리즈 9 단말은 상기 소정의 지시자를 전송하지 않으며, MIMO 성능 3을 이해할 수 있는 기지국만 상기 소정의 지시자를 전송한다. 따라서 단말은 상기 지시자의 존재 유무에 따라서 어떤 MIMO 성능을 단말 기준 성능으로 사용할지 판단한다.
- [0379] 상기 소정의 지시자는 소정의 제어 메시지를 통해서만 전송될 수 있다. 상기 소정의 제어 메시지는 예를 들어 RI 보고를 지시하는 정보를 포함한 RRC제어 메시지일 수 있다. 혹은 MIMO 설정 정보를 포함한 RRC 제어 메시지일 수 있다.
- [0380] 3420 단계에서 단말은 상기 결정한 RI 비트수를 이용해서 RI를 코딩해서 소정의 전송 자원을 이용해서 소정의 시구간에 기지국에게 전송한다.

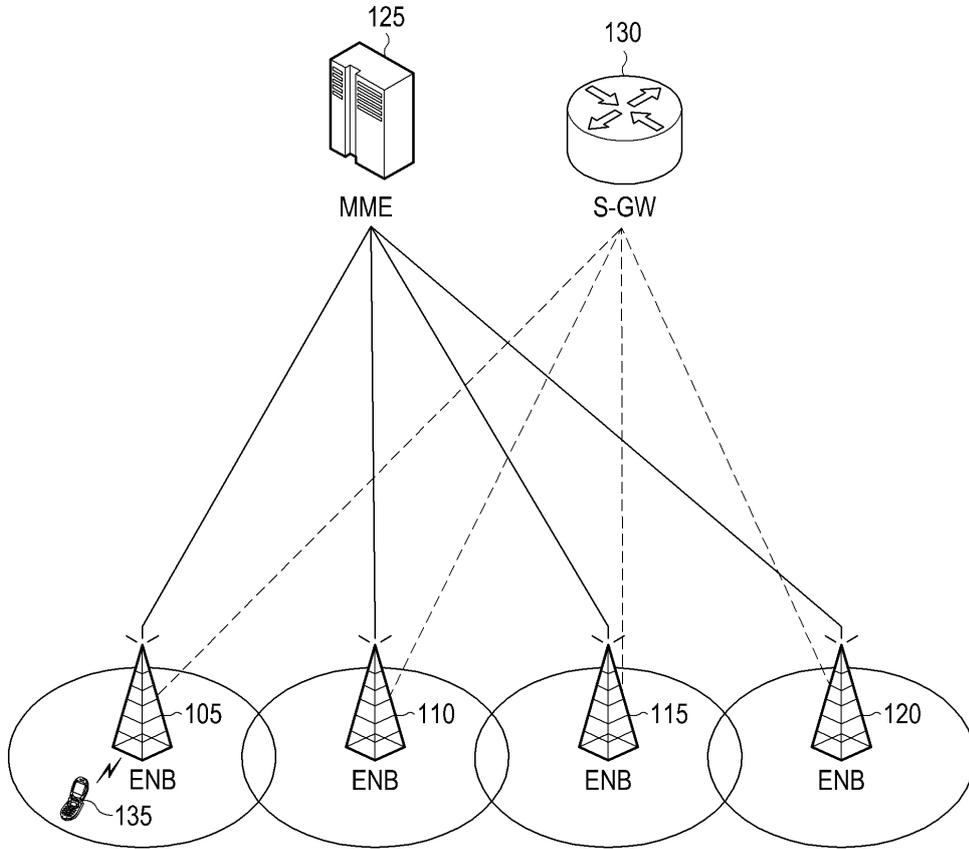
- [0381] 도 30 내지 도 34에 따라 동작하는 단말 및 그에 대응하는 기지국의 구성은 도 11 및 도 12에 도시한 블록도를 참조한다.

- [0382] 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능하다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아

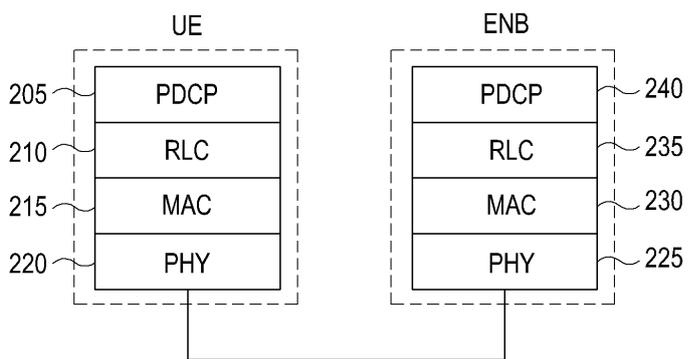
니되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

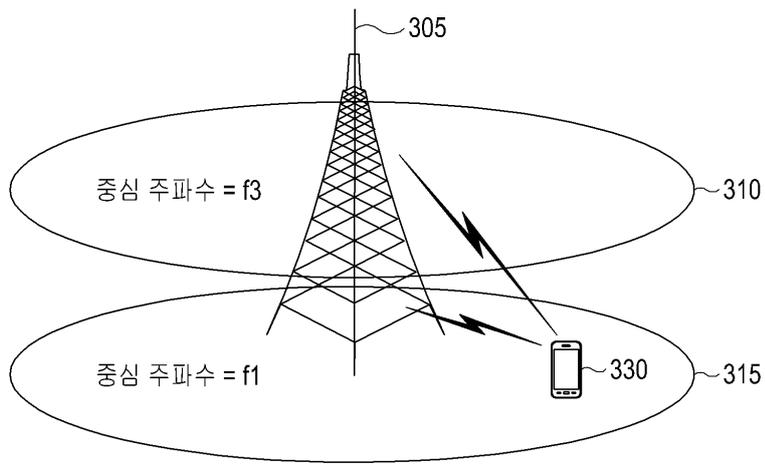
도면1



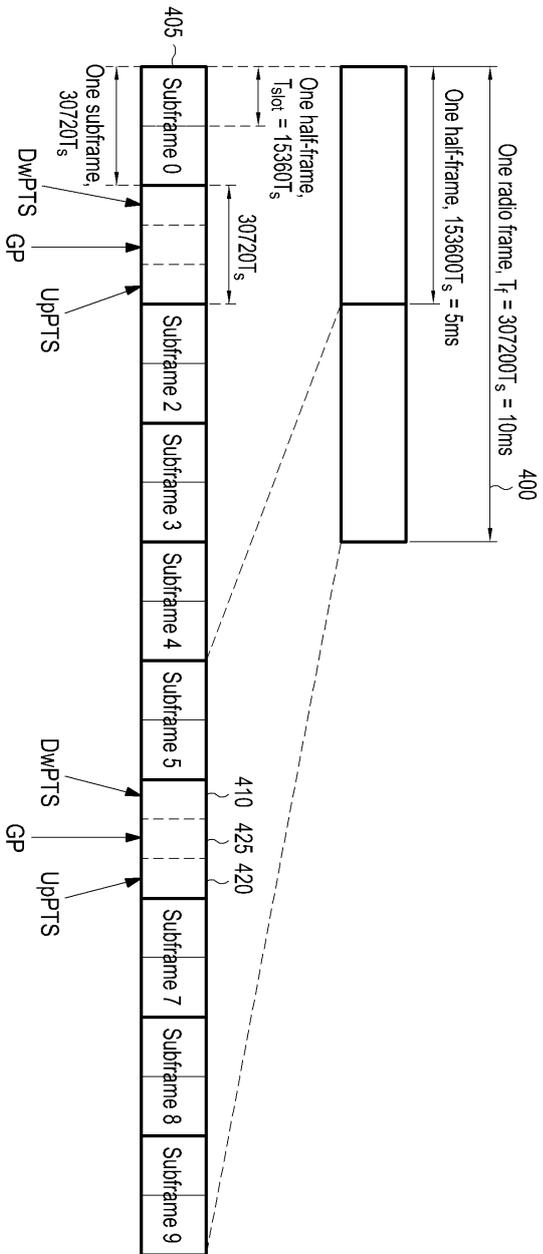
도면2



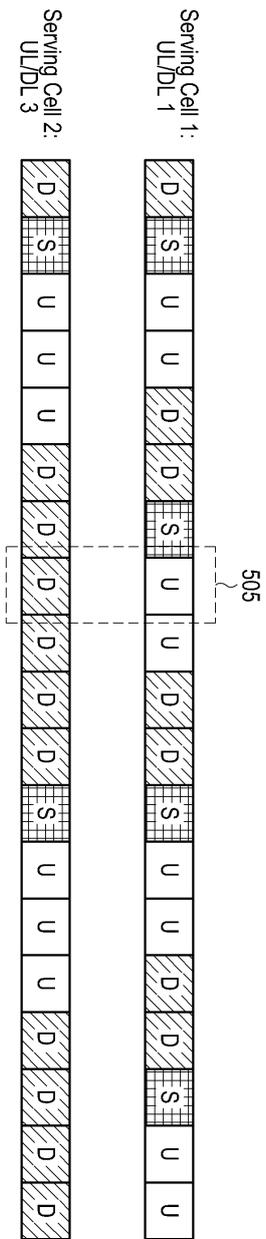
도면3



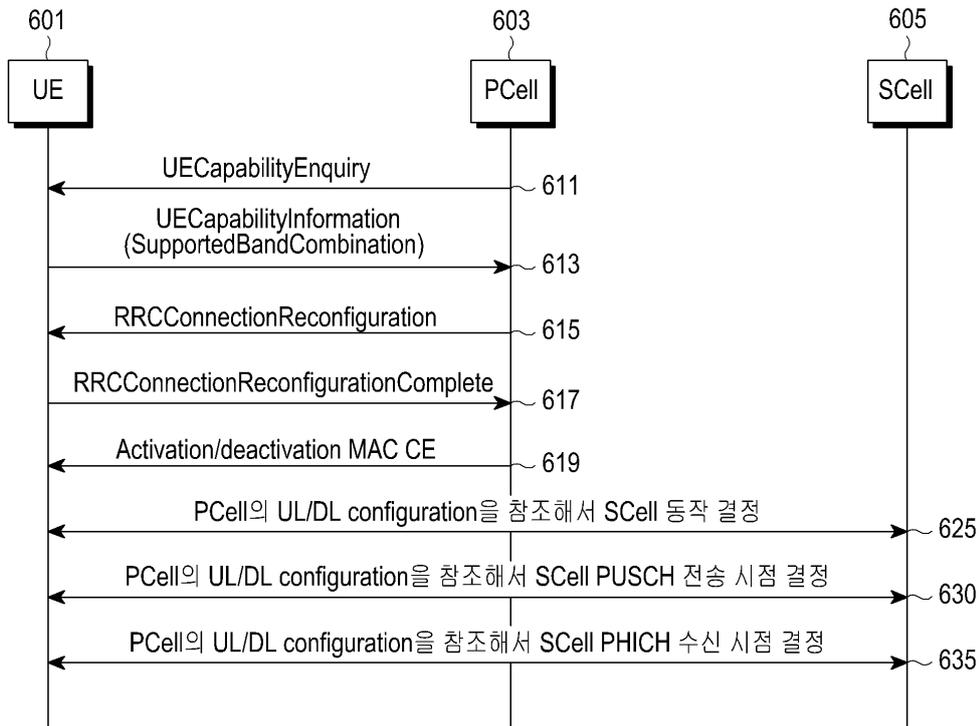
도면4



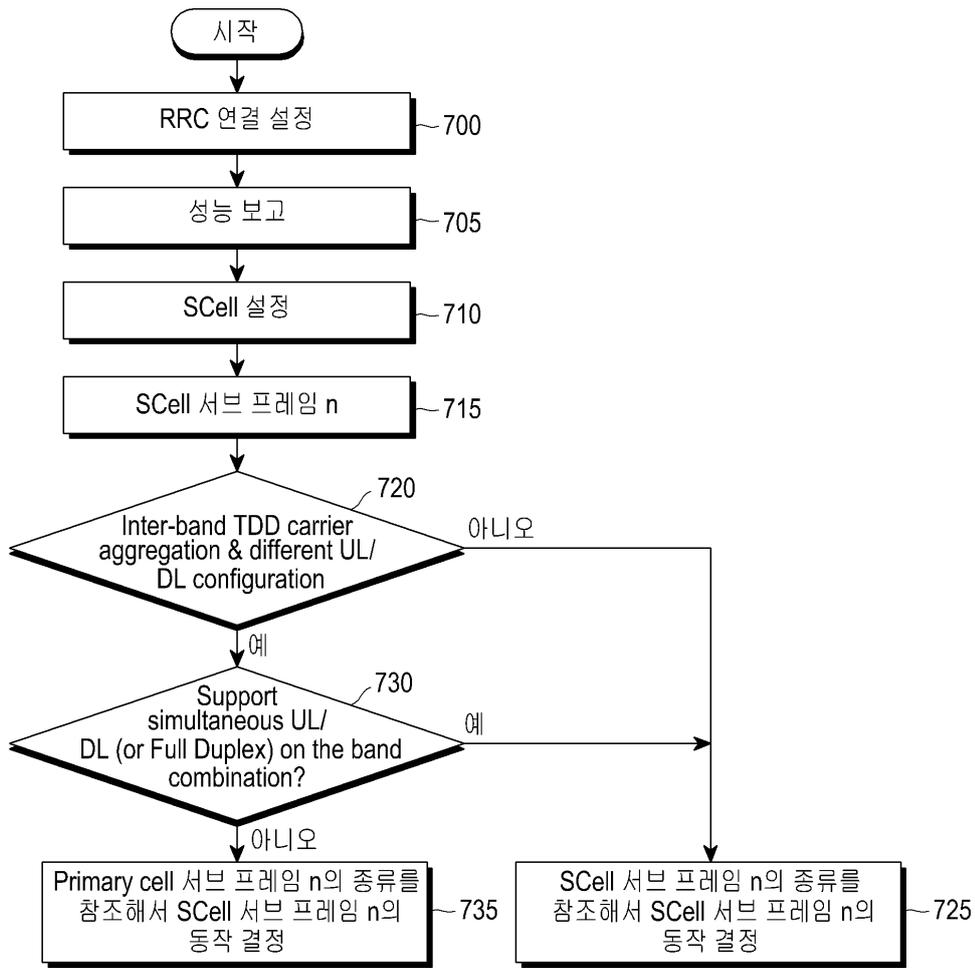
도면5



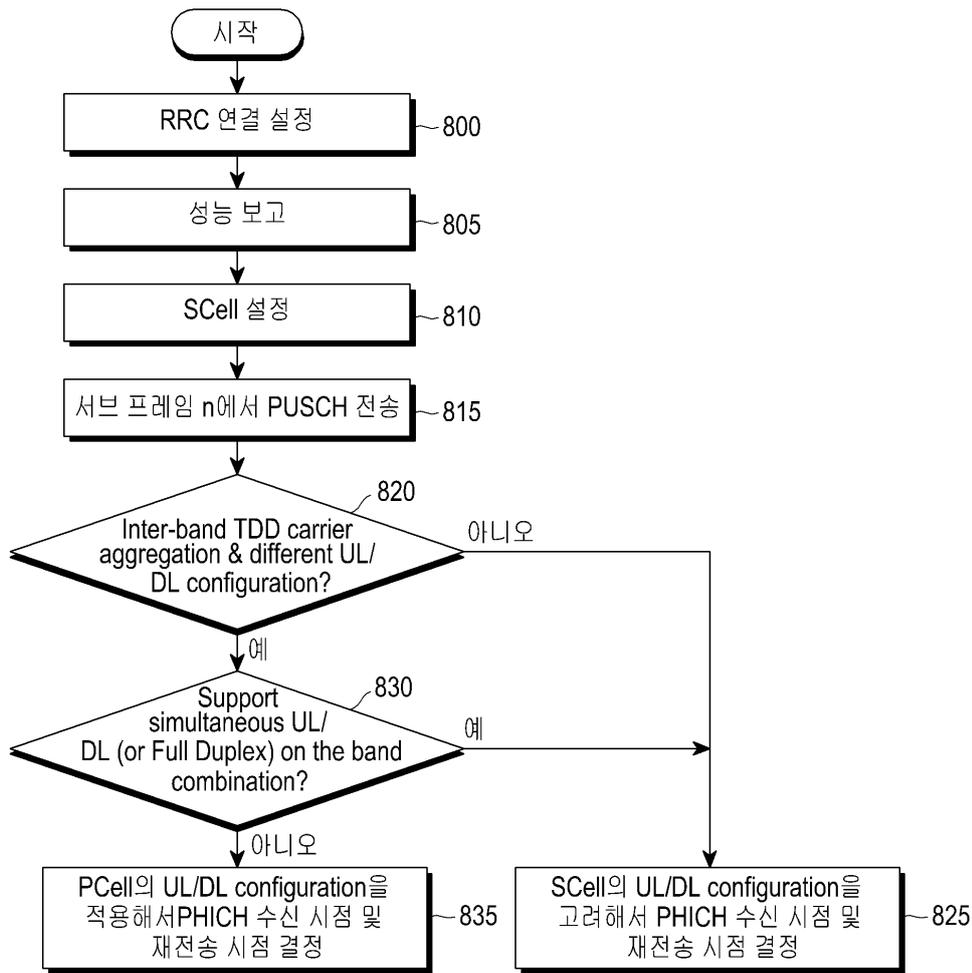
도면6



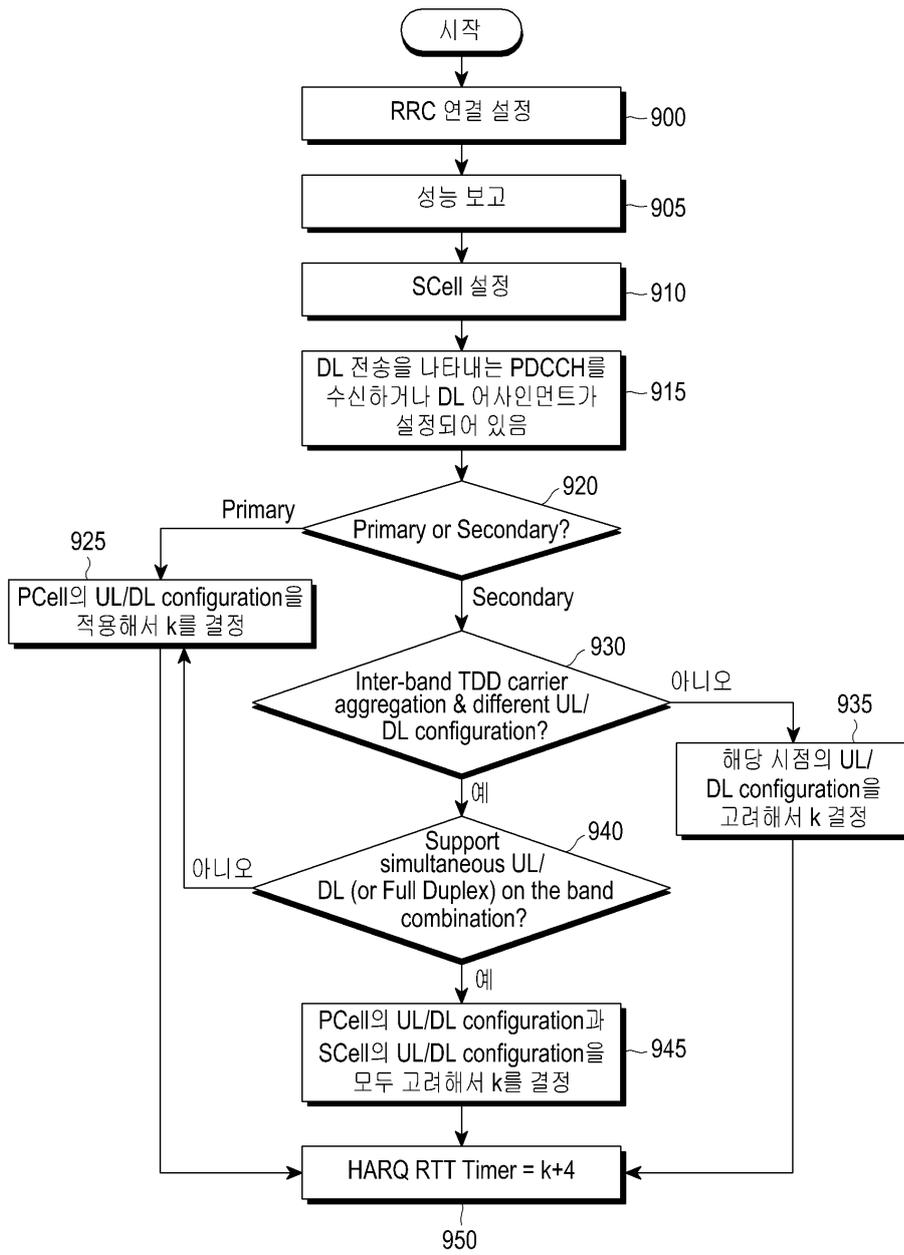
도면7



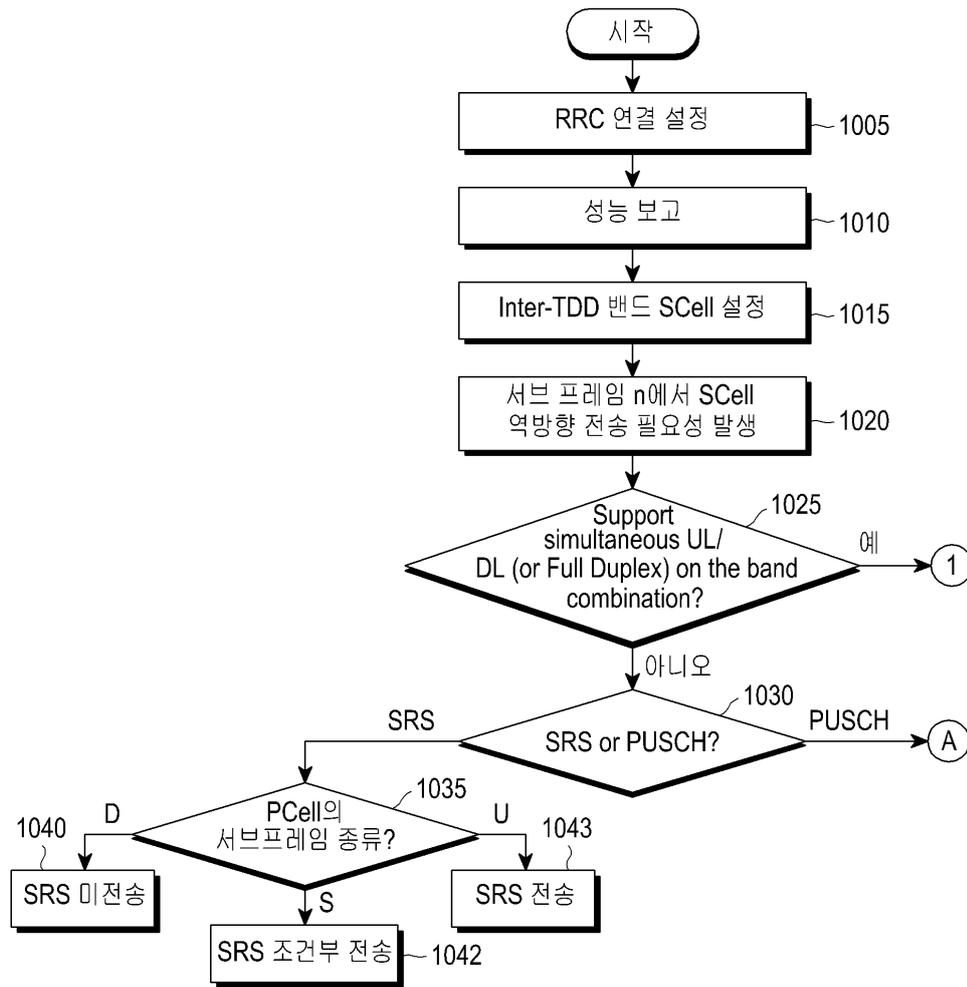
도면8



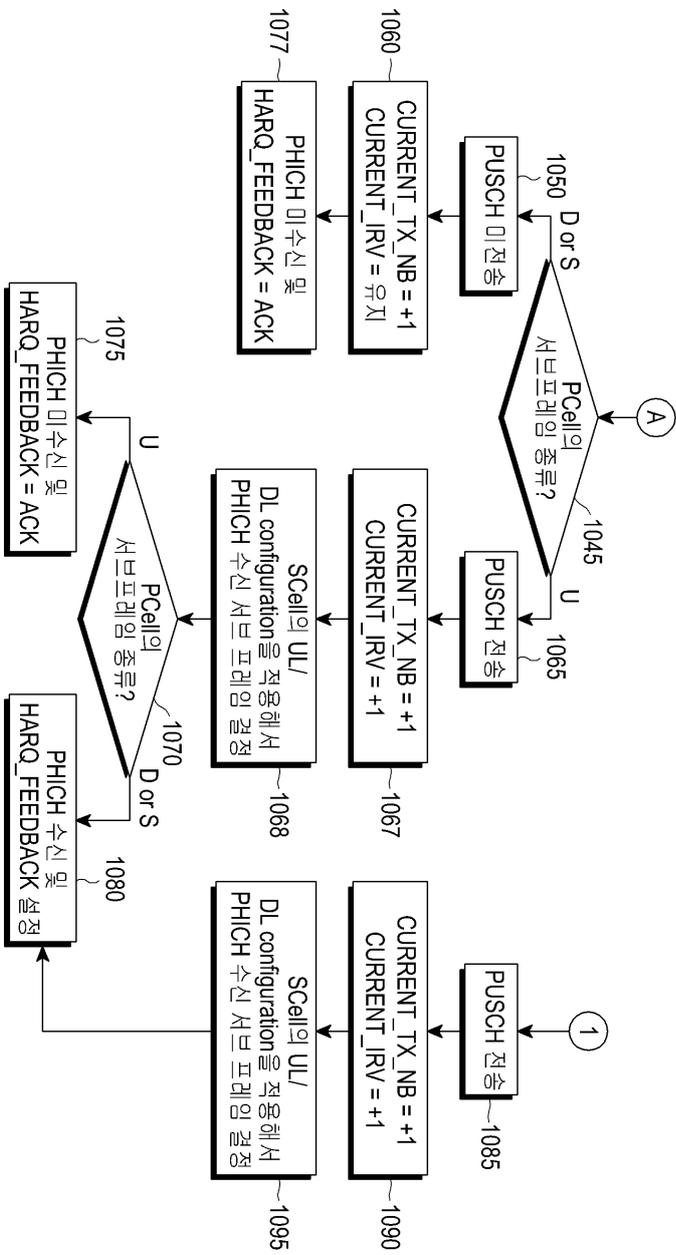
도면9



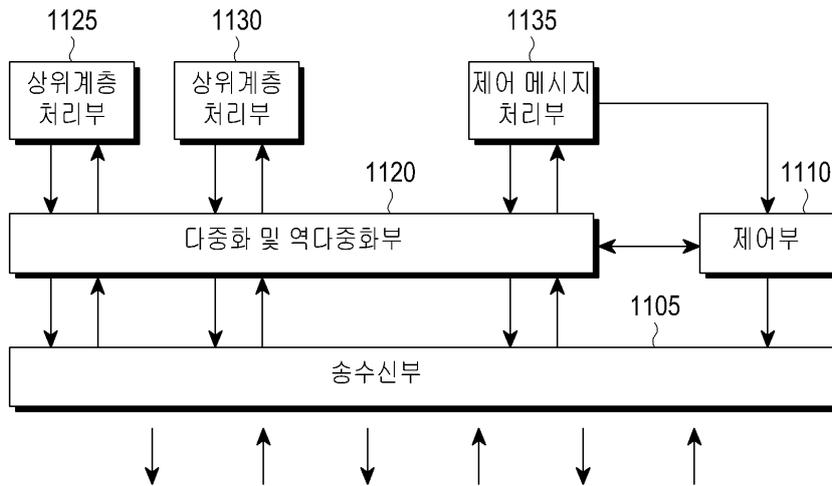
도면10a



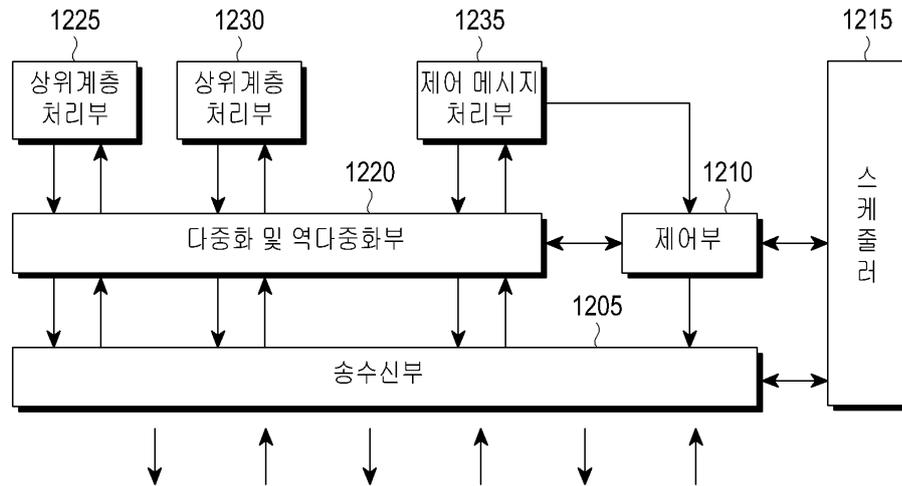
도면 10b



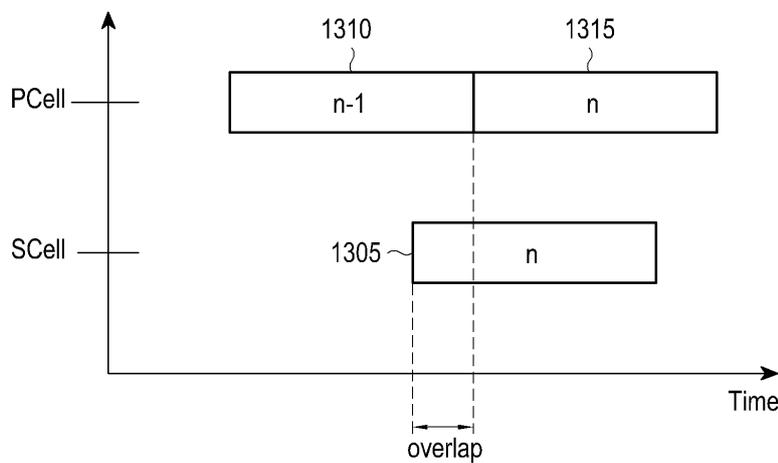
도면11



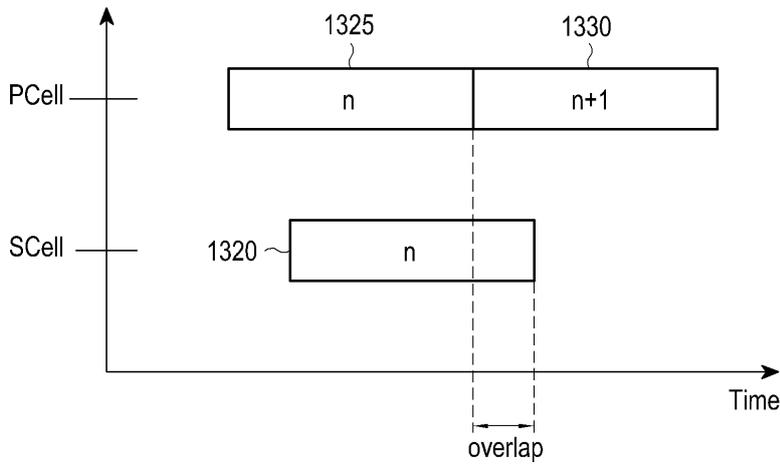
도면12



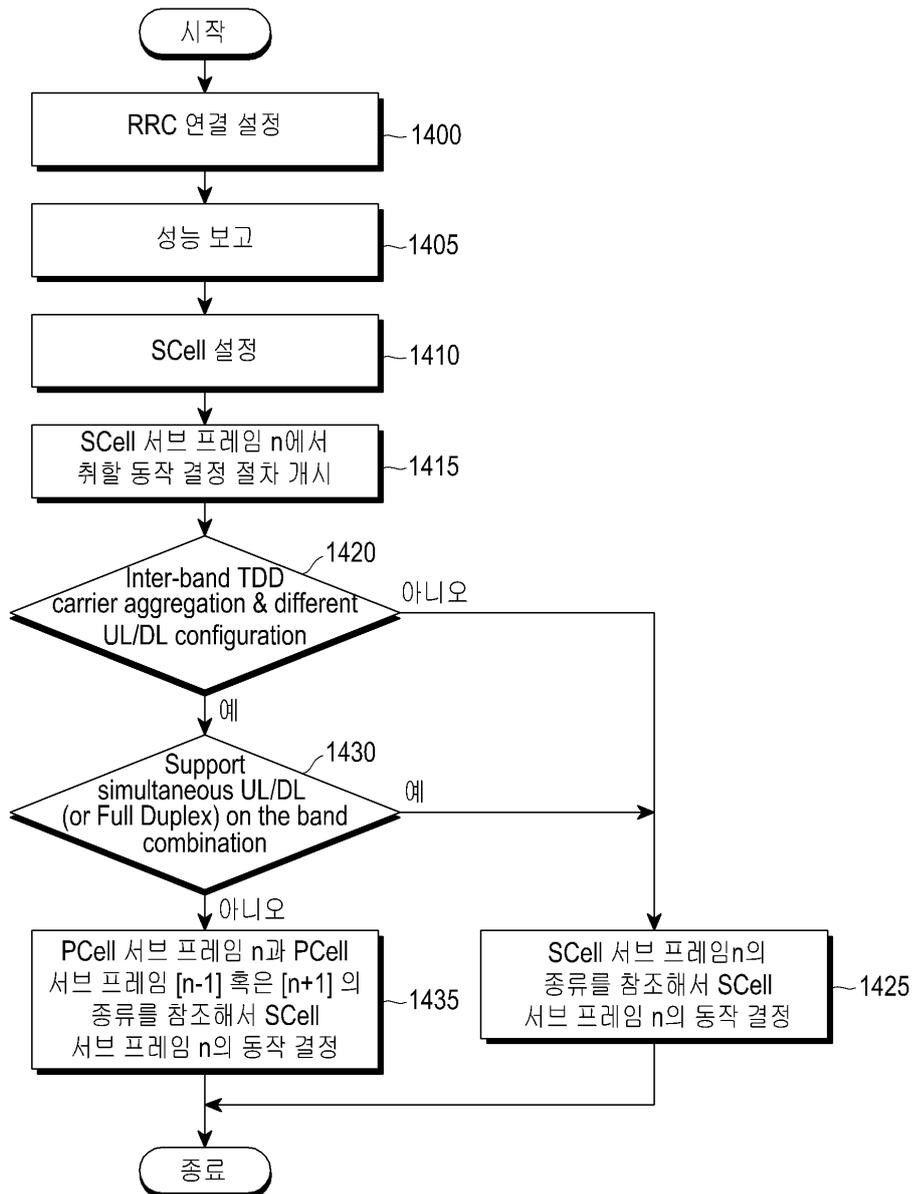
도면13a



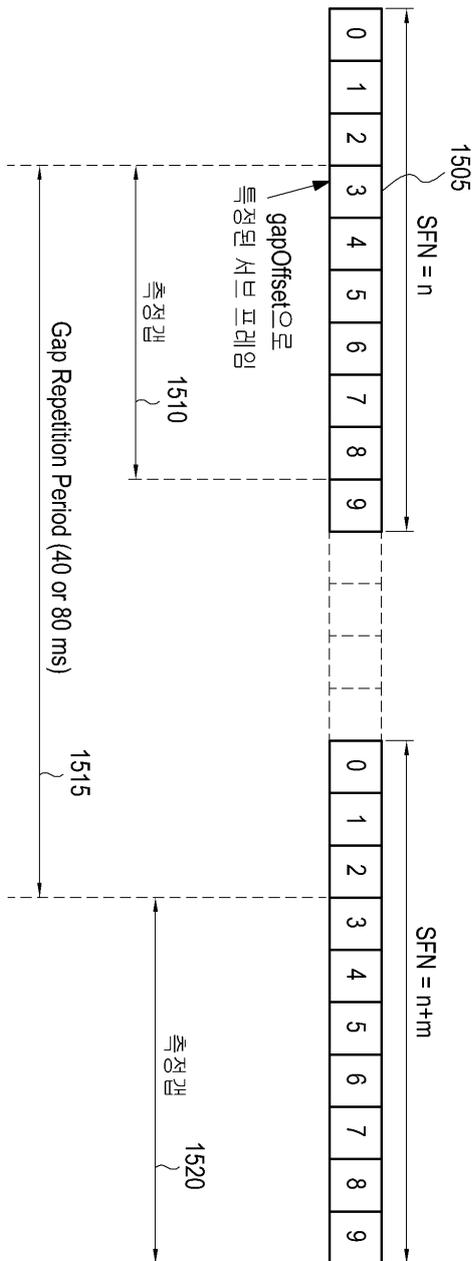
도면13b



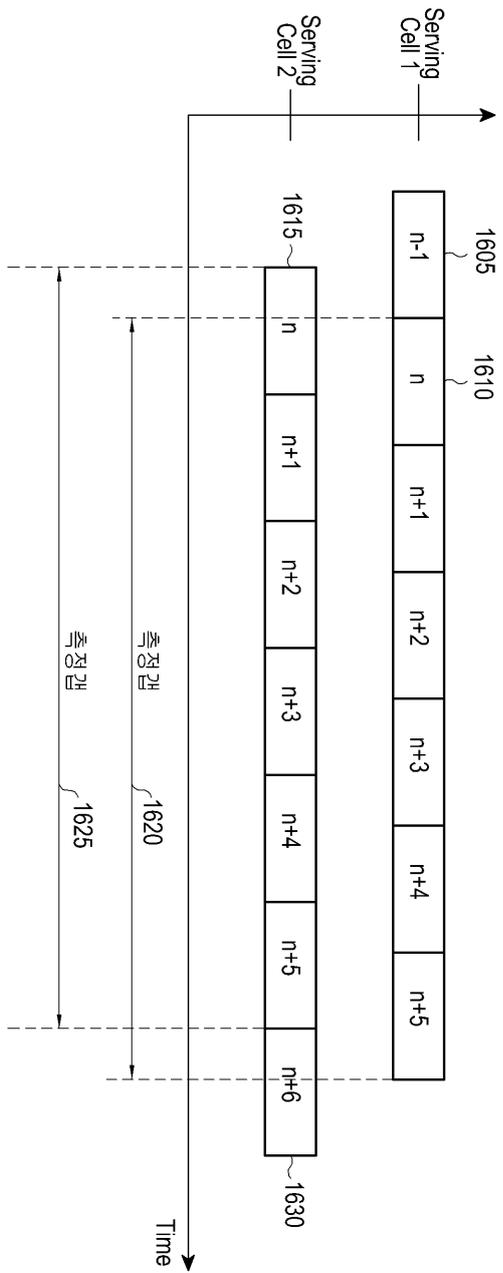
도면14



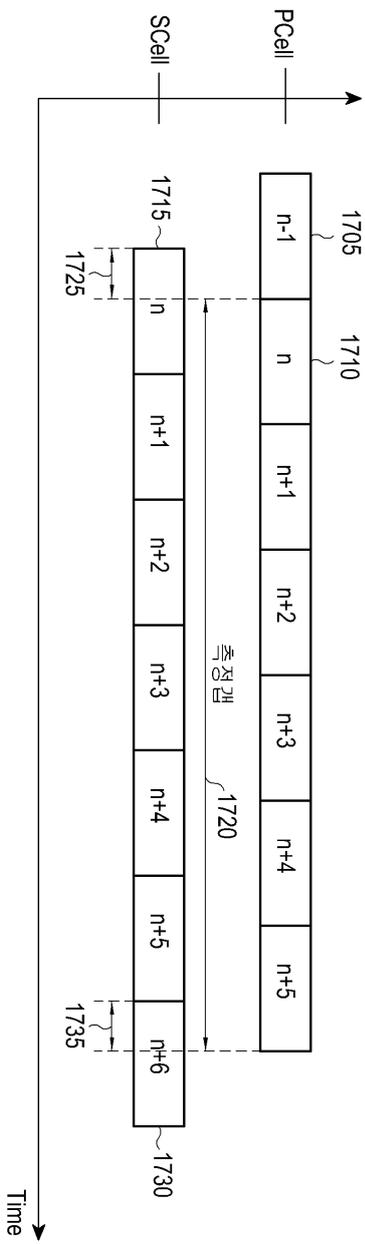
도면15



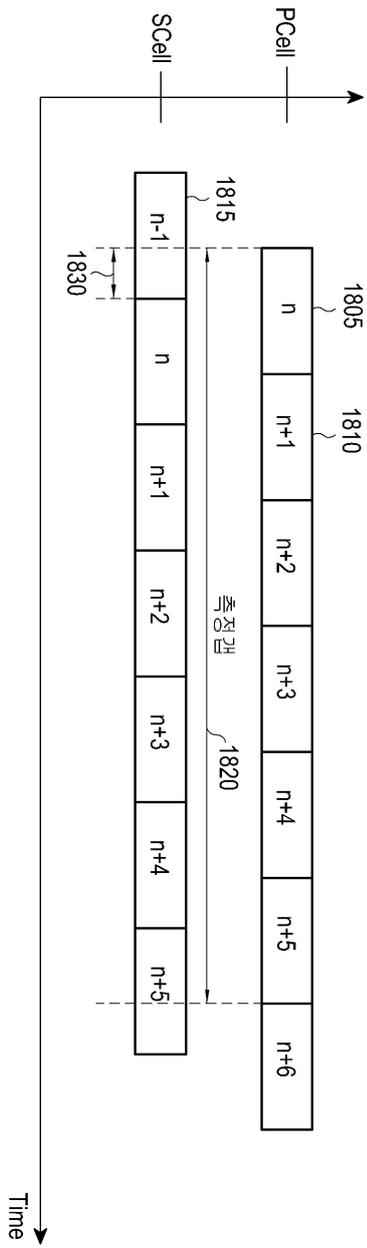
도면16



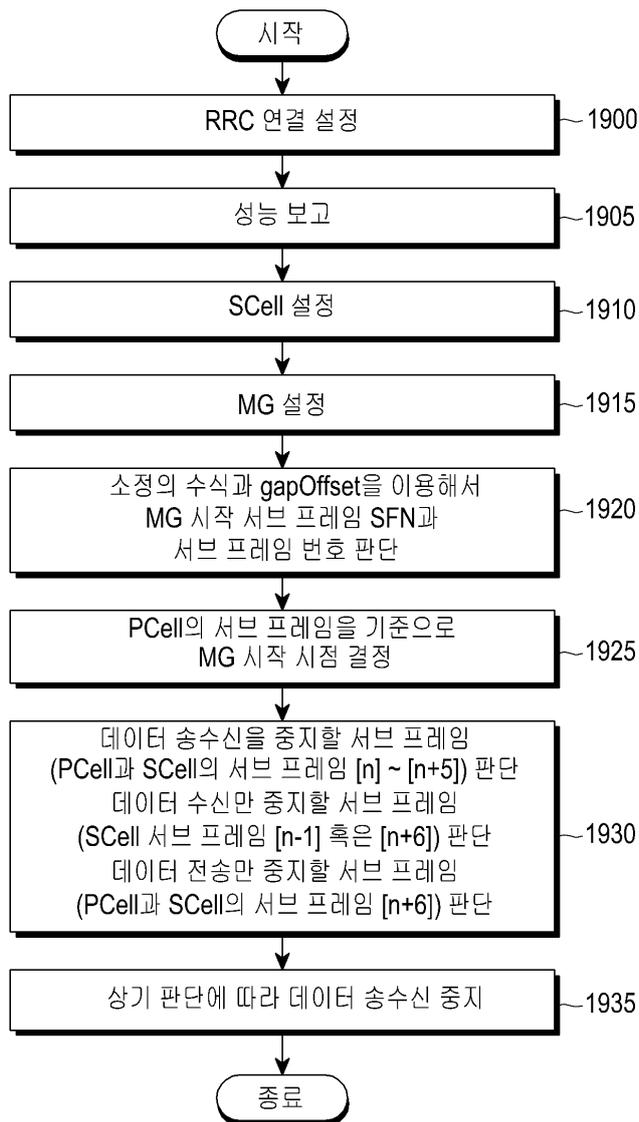
도면17



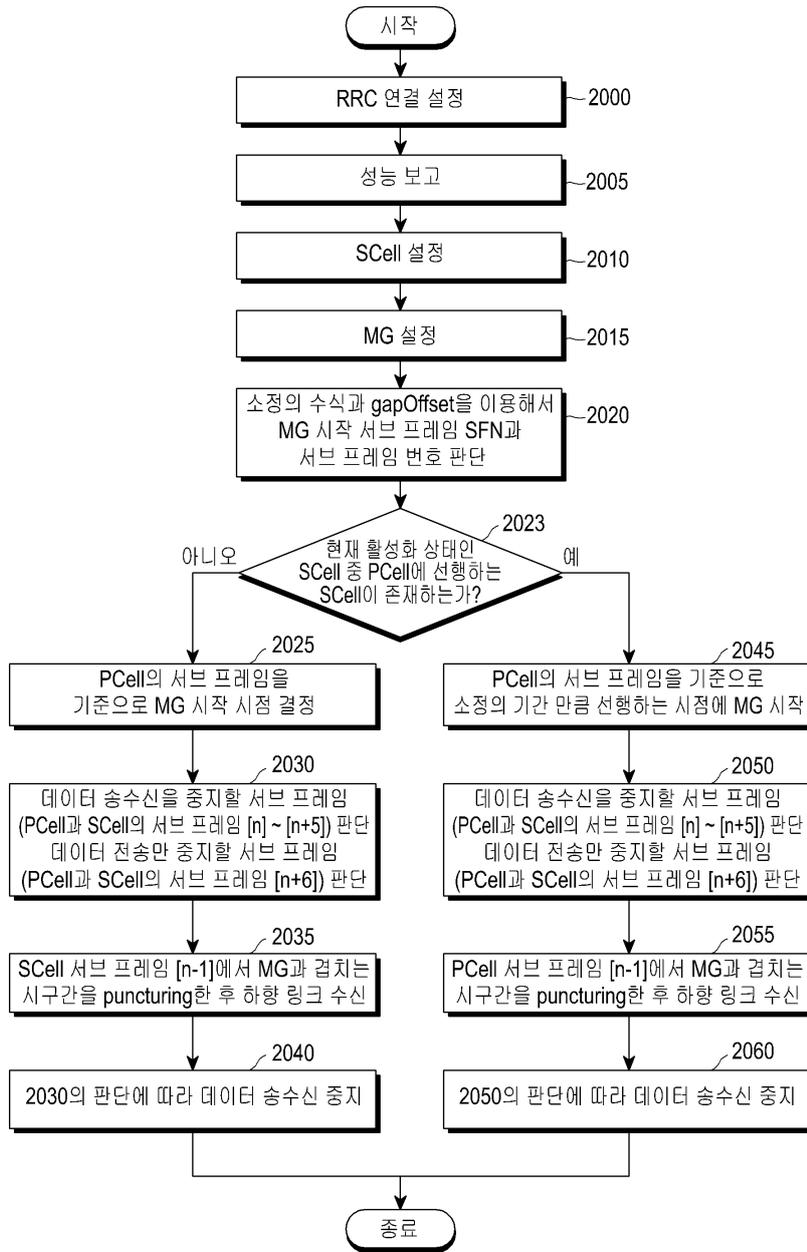
도면18



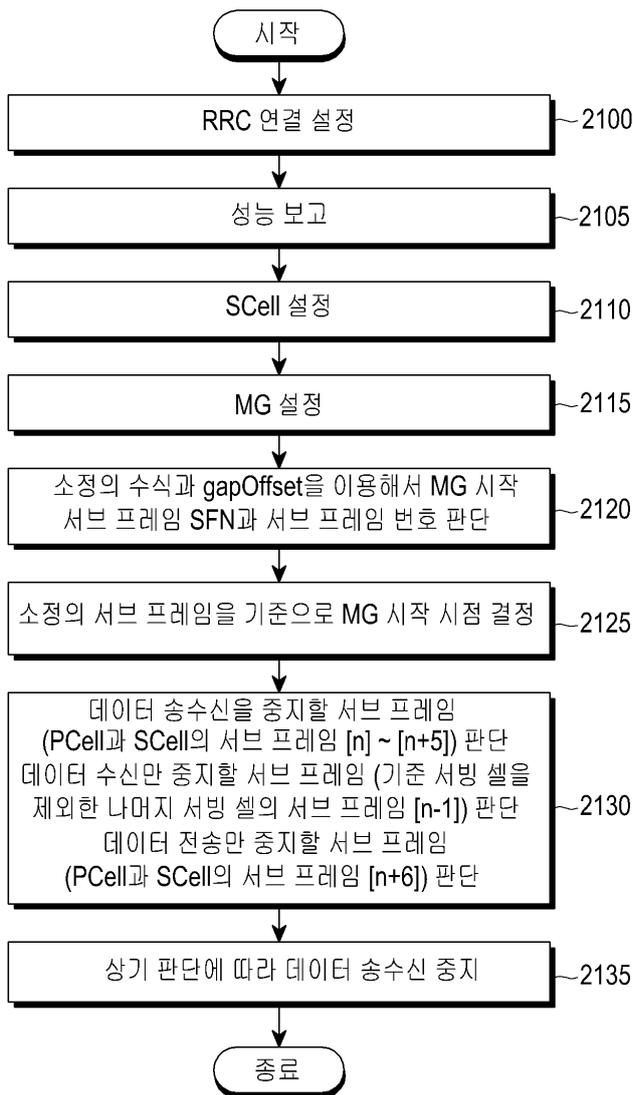
도면19



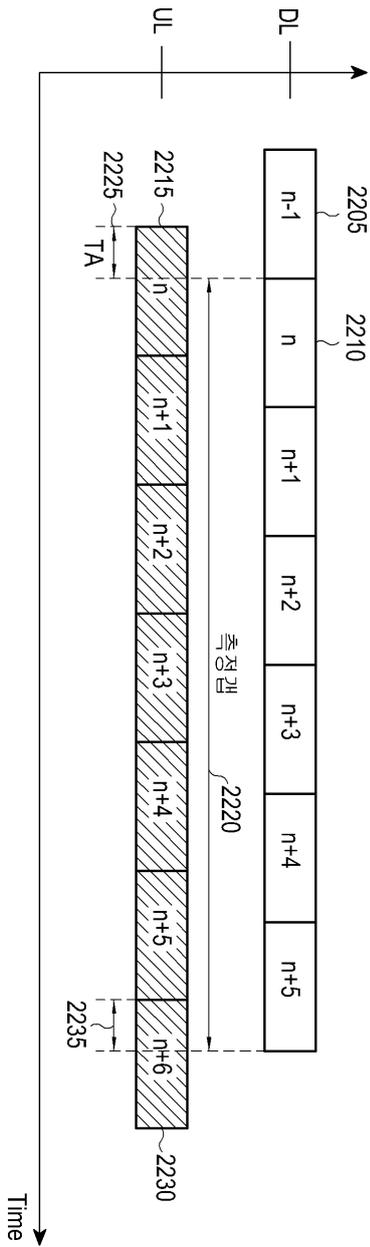
도면20



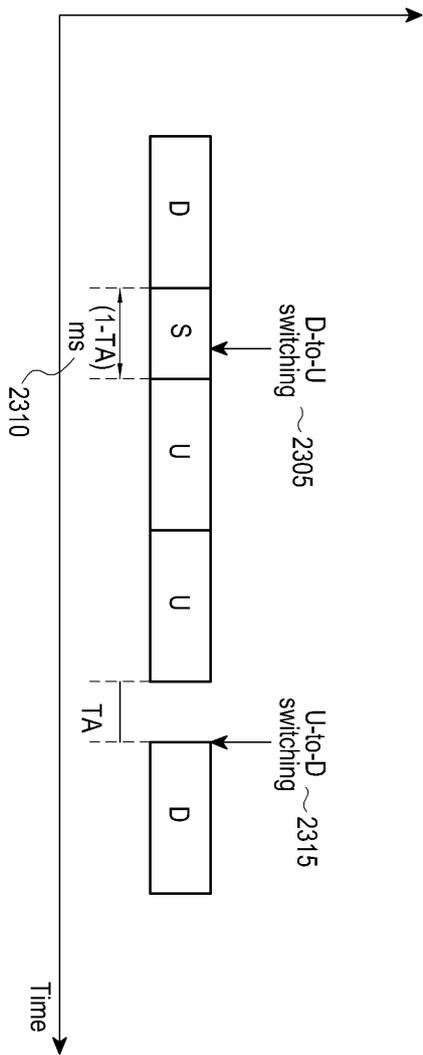
도면21



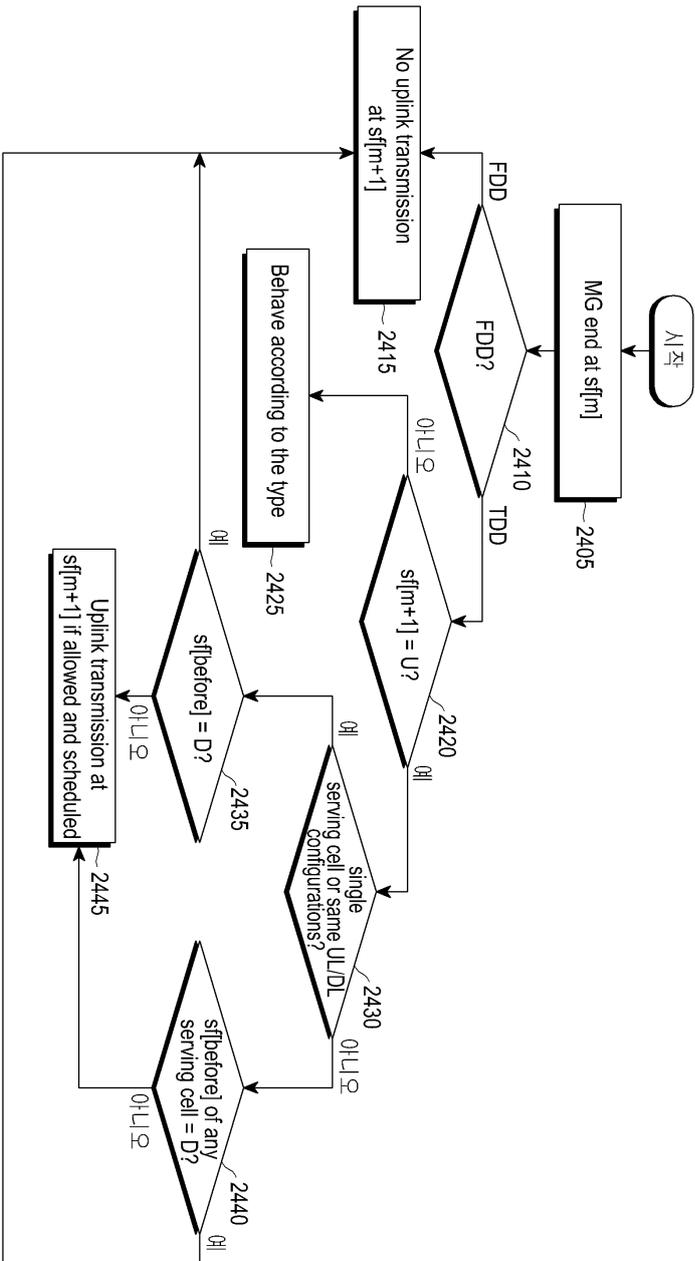
도면 22



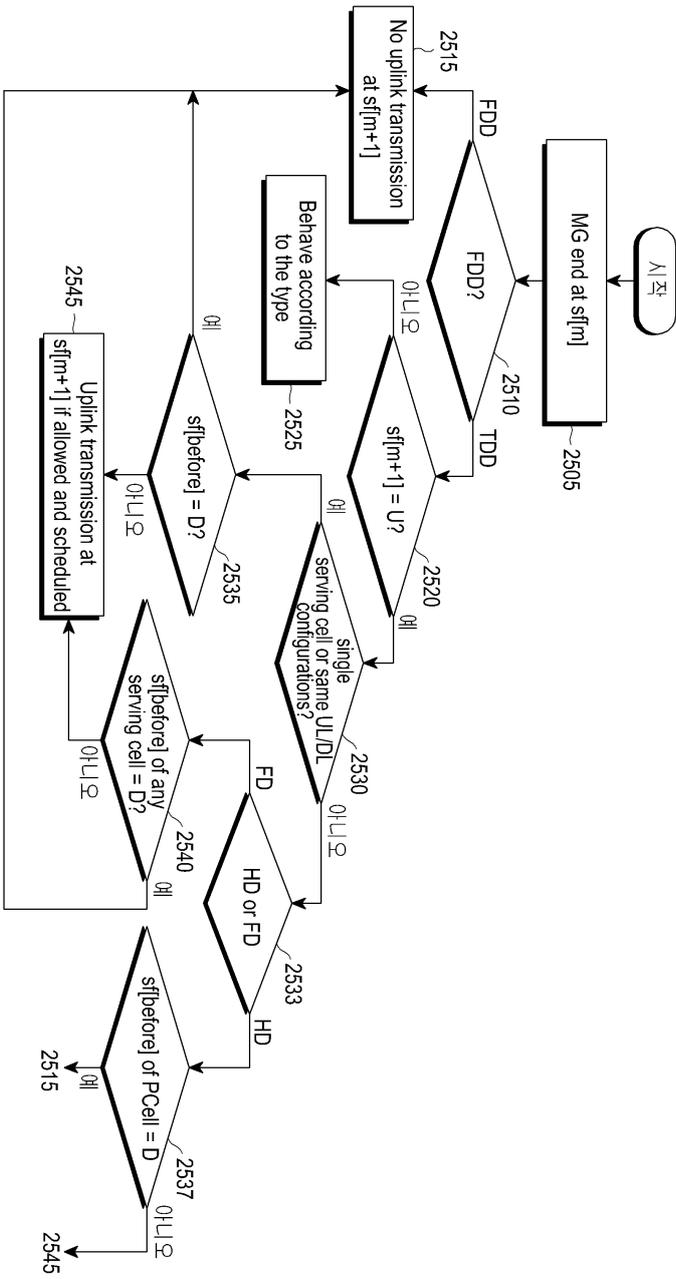
도면23



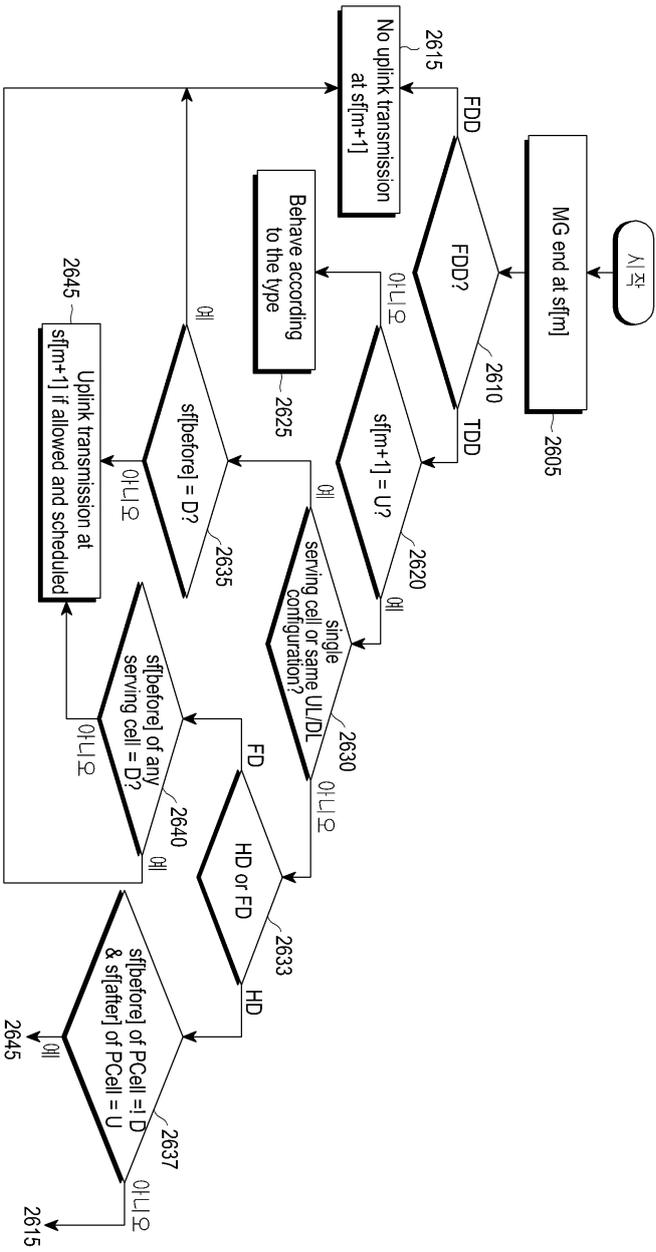
도면24



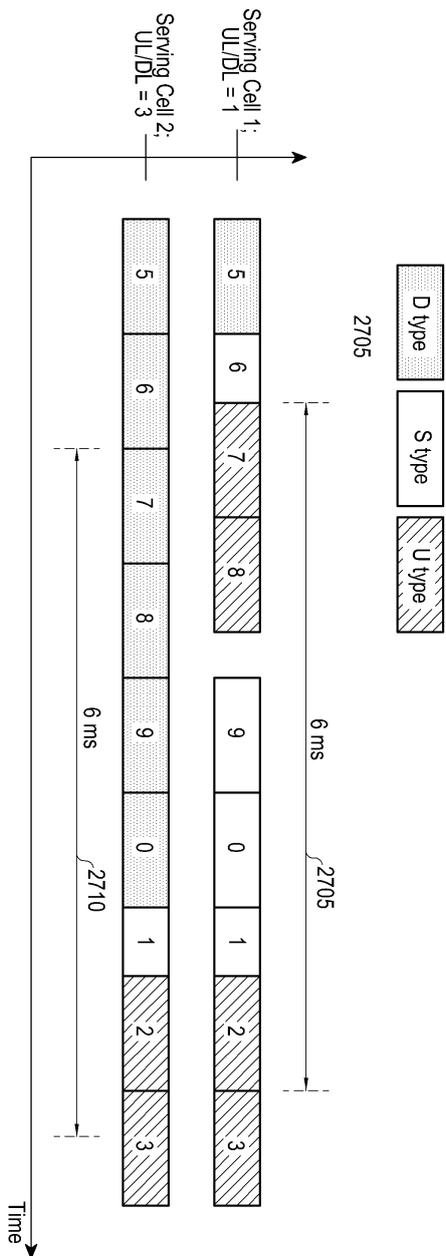
도면25



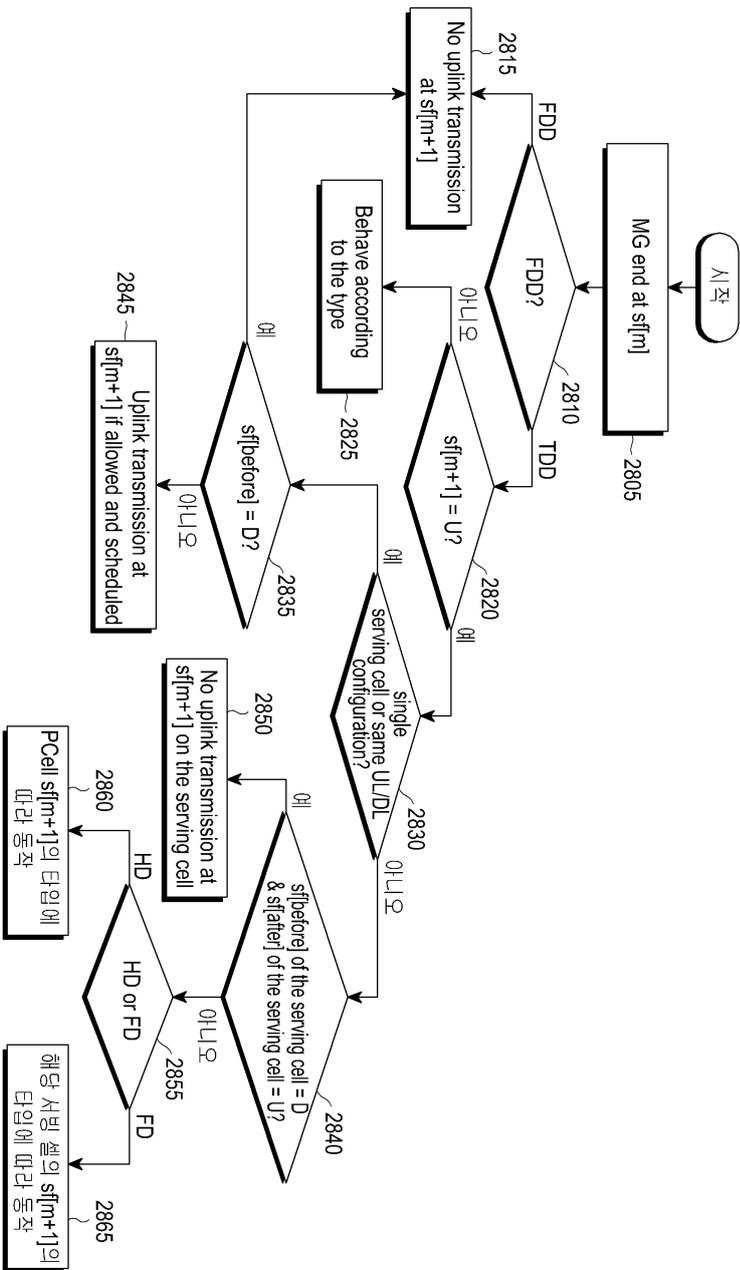
도면26



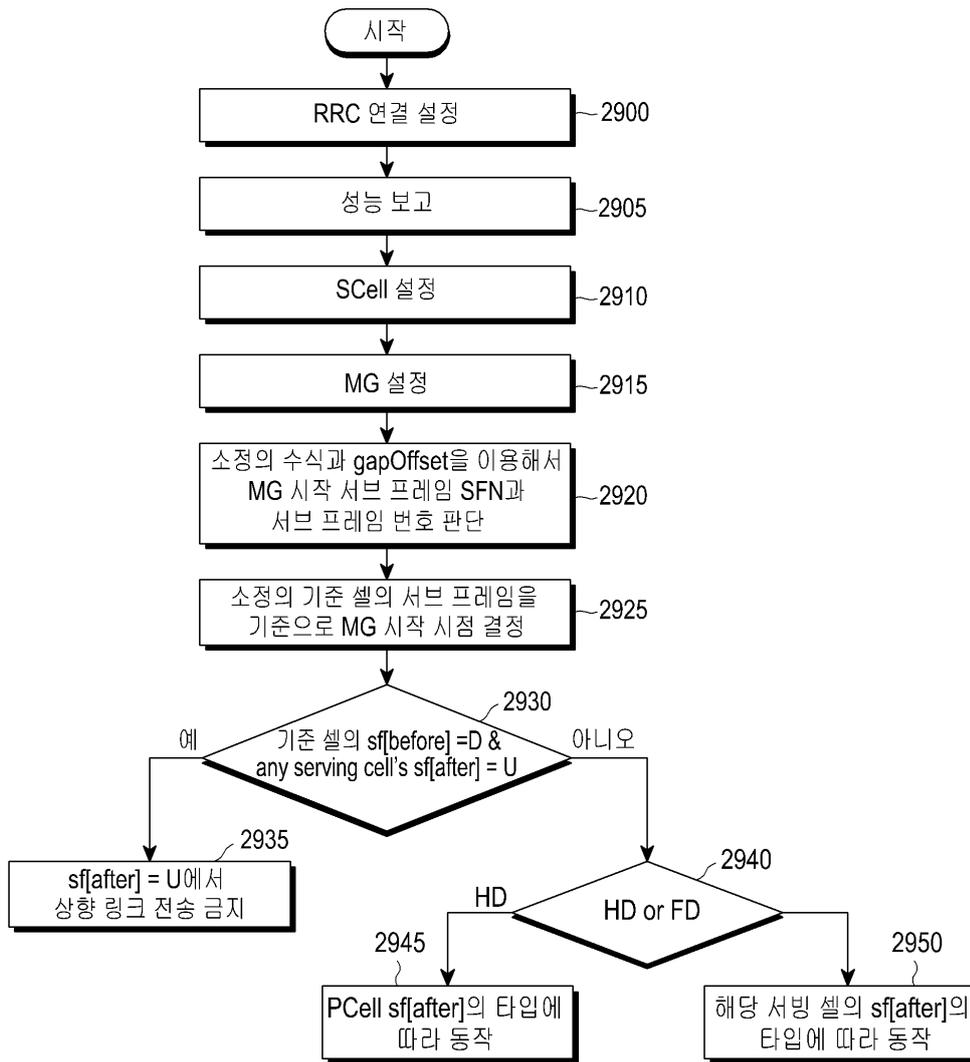
도면27

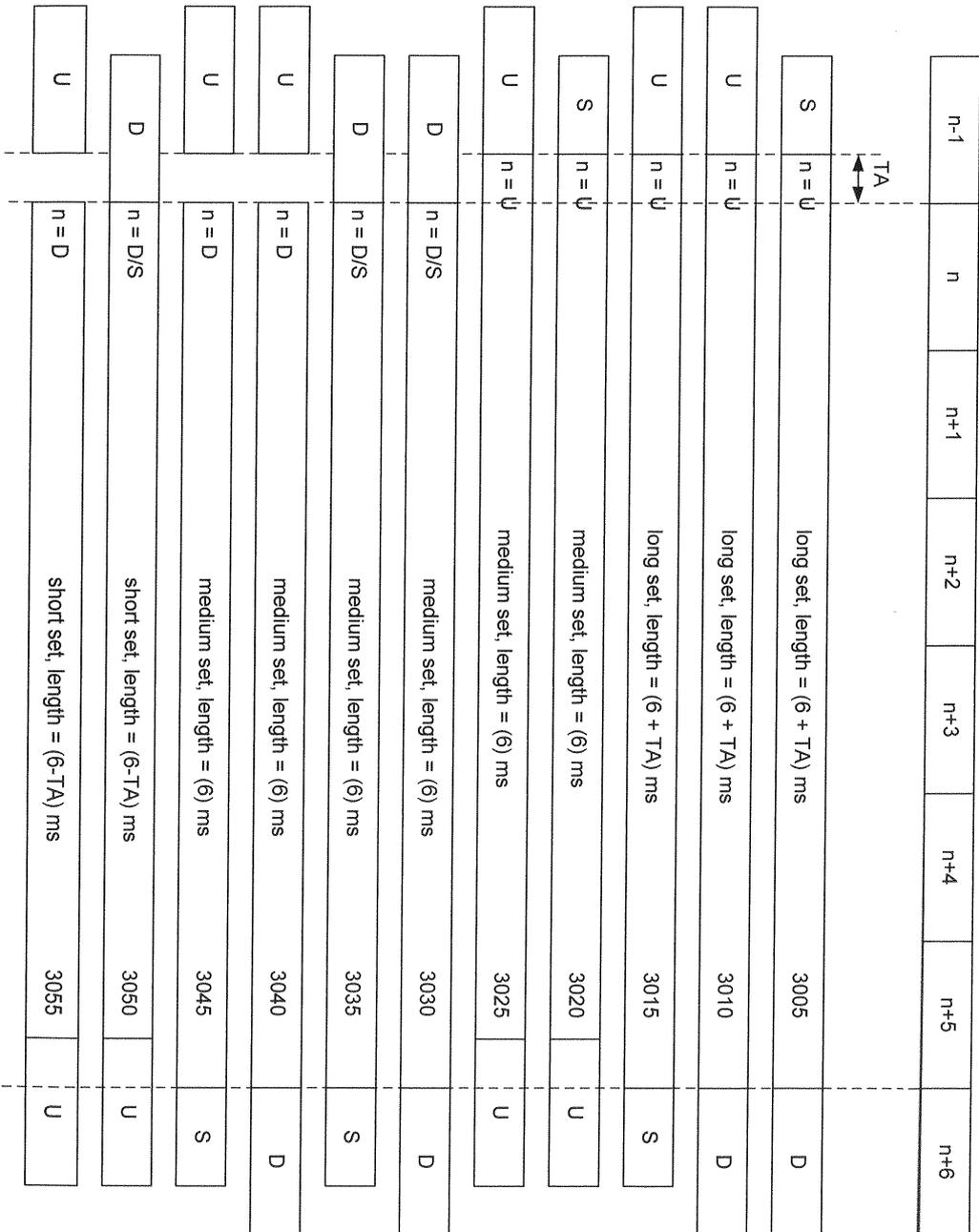


도면28



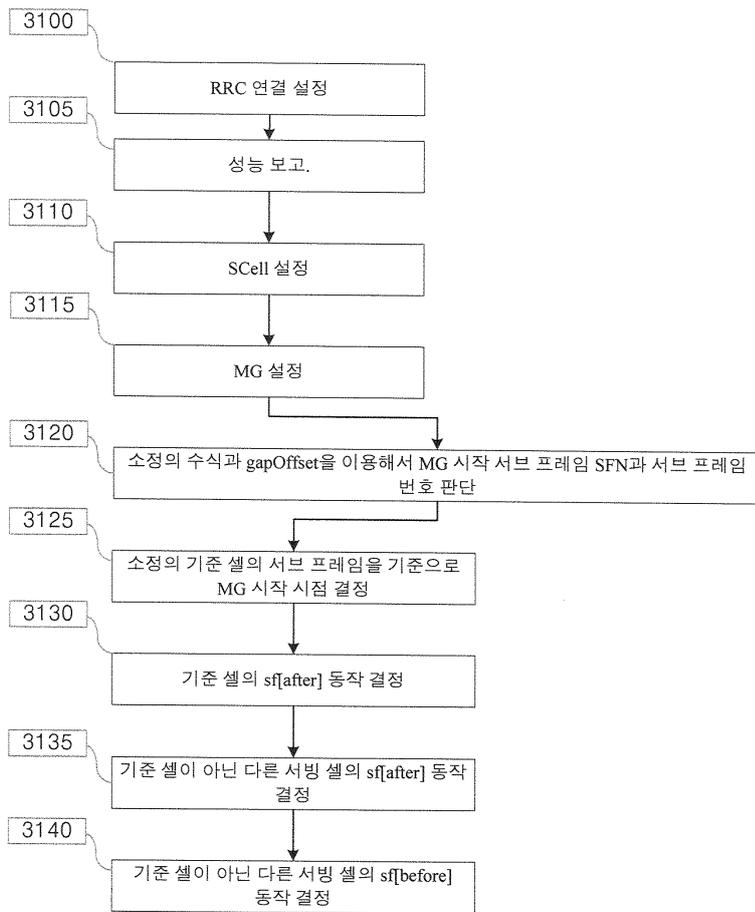
도면29



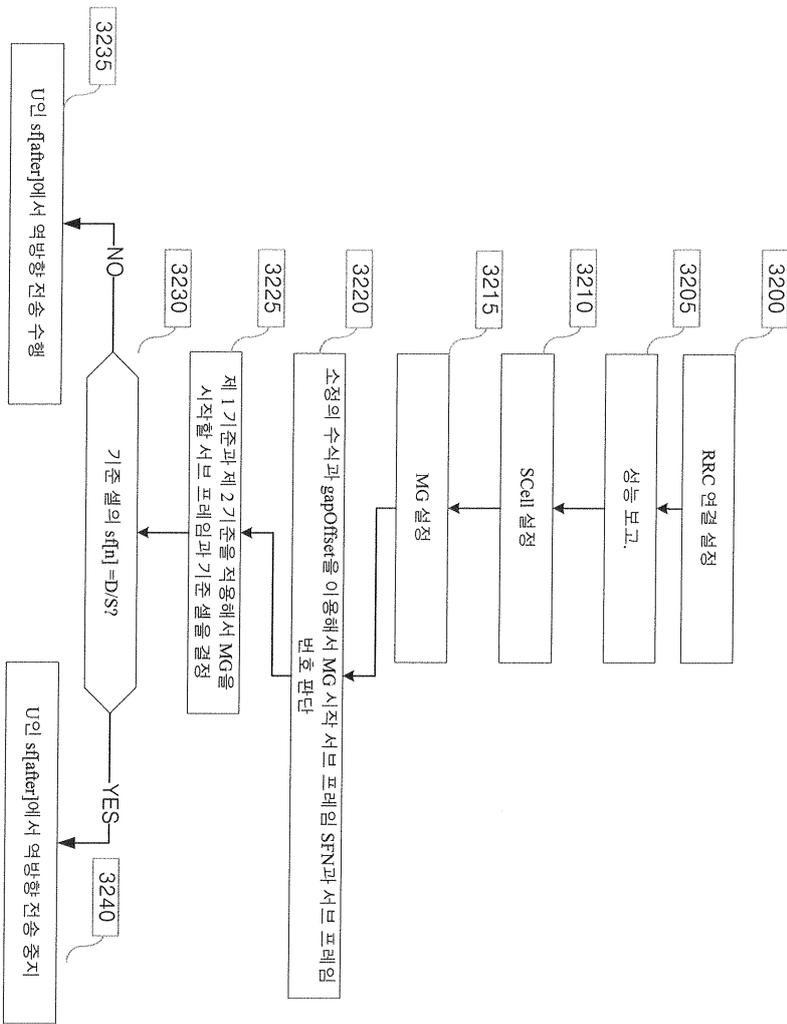


도면30

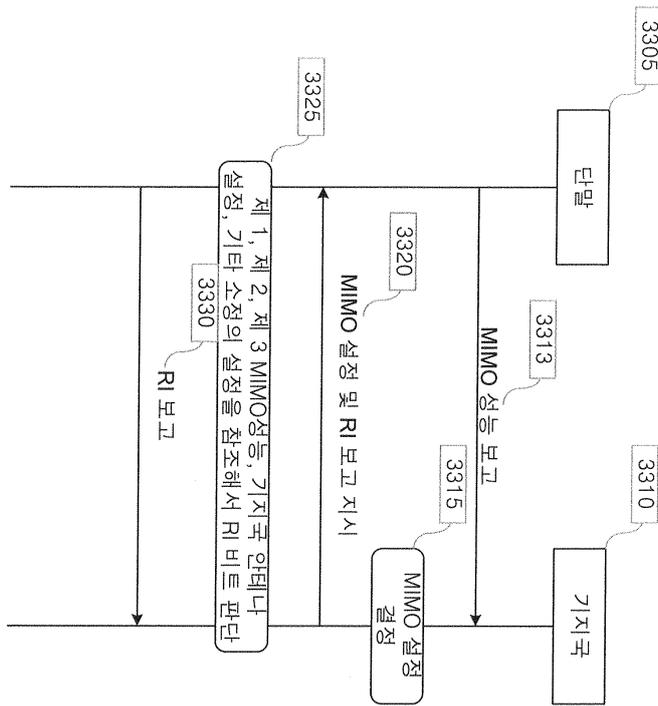
도면31



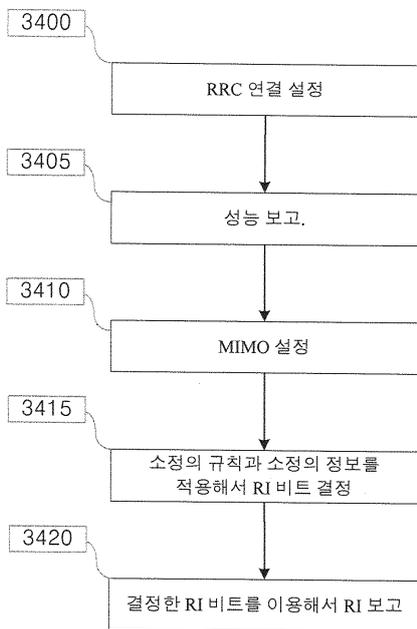
도면32



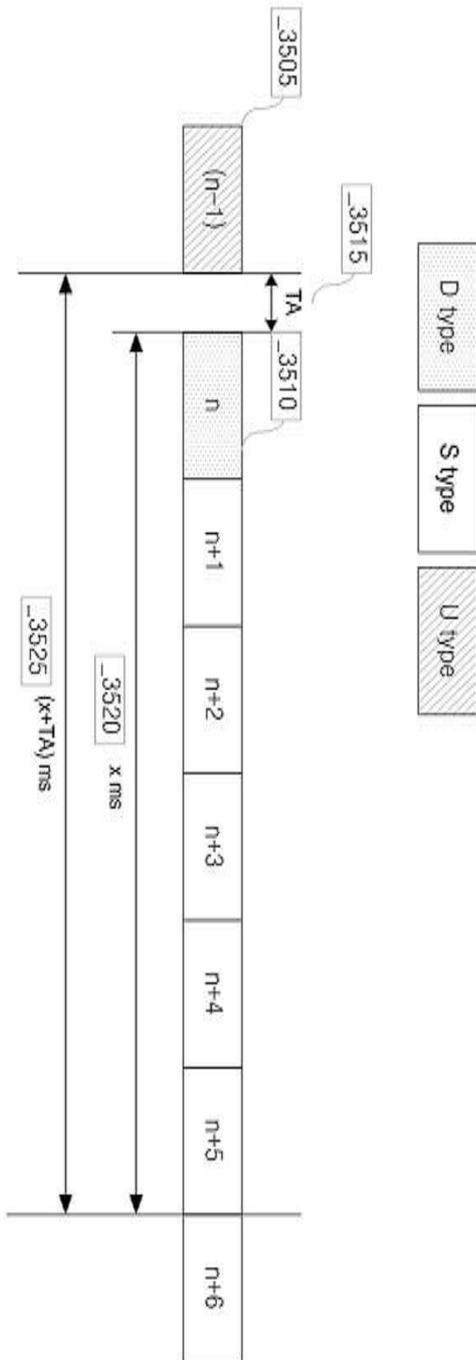
도면33



도면34



도면35



도면36

