(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월13일
(11) 등록번호 10-2239576
(24) 등록일자 2021년04월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 1/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 1/1812 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7015713(분할)
(22) 출원일자(국제) 2013년12월18일
심사청구일자 2020년06월01일
(85) 번역문제출일자 2020년06월01일
(65) 공개번호 10-2020-0066384
(43) 공개일자 2020년06월09일
(62) 원출원 특허 10-2015-7014681
원출원일자(국제) 2013년12월18일
심사청구일자 2018년12월18일
(86) 국제출원번호 PCT/KR2013/011830
(87) 국제공개번호 WO 2014/098483
국제공개일자 2014년06월26일
(30) 우선권주장
61/738,394 2012년12월18일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
WO2012109195 A2*
3GPP R1-124313
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
서동연
서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터
안준기
서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
인비전 특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 송원규

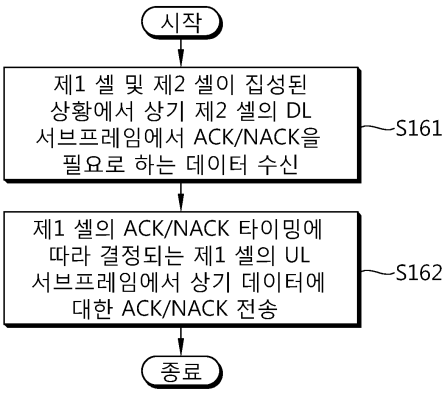
(54) 발명의 명칭 **무선 통신 시스템에서 HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 방법 및 장치**

(57) 요 약

복수의 서빙 셀들이 설정된 반송파 집성 시스템에서 HARQ(hybrid automatic repeat request) 프로세스 개수를 결정하는 방법 및 이러한 방법을 이용하는 장치를 제공한다. 상기 방법은 제2 서빙 셀의 하향링크 서브프레임에서 데이터를 수신하고, 및 상기 데이터에 대한 ACK/NACK 신호를 제1 서빙 셀의 상향링크 서브프레임에서 전송하

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도14



되, 상기 제1 서빙 셀에서는 제1 타입의 프레임이 사용되고, 상기 제2 서빙 셀에서는 제2 타입의 프레임이 사용되며, 상기 제2 서빙 셀의 HARQ 프로세스 개수는 상기 제2 타입의 프레임에 포함된 각 서브프레임을 기준으로 특정 개수의 서브프레임들로 구성된 구간들 각각에 포함된 하향링크 서브프레임들의 개수들에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 한다.

(72) 발명자

황대성

서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

양석철

서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

이윤정

서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

(30) 우선권주장

61/882,004 2013년09월25일 미국(US)

61/896,015 2013년10월25일 미국(US)

명 세 서

청구범위

청구항 1

프라이머리 셀 및 세컨더리 셀을 포함하는 복수의 서빙 셀들이 설정된 반송파 집성 시스템에서 단말에 의해 수행되는 HARQ(hybrid automatic repeat request) 프로세스 개수 결정 방법에 있어서,

상기 세컨더리 셀의 하향링크 서브프레임에서 데이터를 수신하고, 및

상기 데이터에 대한 ACK/NACK 신호를 상기 프라이머리 셀의 상향링크 서브프레임에서 전송하되,

상기 프라이머리 셀에서는 FDD(frequency division duplex) 프레임이 사용되고, 상기 세컨더리 셀에서는 TDD(time division duplex) 프레임이 사용되며,

상기 세컨더리 셀은 상기 TDD 프레임에 대한 상향링크-하향링크 설정(uplink-downlink configuration) 0 내지 6 중 하나로 설정되고,

상기 상향링크-하향링크 설정 0은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, S, U, U, U로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 1은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, D, D, S, U, U, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 2는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, D, D, D, S, U, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 3은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 4는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, D, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 5는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, D, D, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 6은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, S, U, U, D로 구성하는 설정이고,

상기 D, S, U 각각은 하향링크 서브프레임, 특별 서브프레임, 상향링크 서브프레임을 의미하고,

상기 세컨더리 셀의 최대 HARQ 프로세스 개수는 상기 프라이머리 셀의 최대 HARQ 프로세스 개수로 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프라이머리 셀의 최대 HARQ 프로세스 개수는 사전에 정의되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 프라이머리 셀의 최대 HARQ 프로세스 개수는 8개인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 프라이머리 셀은 상기 단말이 기지국과의 최초 연결 확립 과정(initial connection establishment

procedure) 또는 연결 재확립 과정을 수행하는 셀이고,

상기 세컨더리 셀은 상기 단말에게 상기 프라이머리 셀 이외에 추가로 할당되는 셀인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

프라이머리 셀 및 세컨더리 셀을 포함하는 복수의 서빙 셀들이 설정된 단말은,

무선 신호를 송신 및 수신하는 송수신기; 및

상기 송수신기와 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는,

상기 세컨더리 셀의 하향링크 서브프레임에서 데이터를 수신하고, 및

상기 데이터에 대한 ACK/NACK 신호를 상기 프라이머리 셀의 상향링크 서브프레임에서 전송하되,

상기 프라이머리 셀에서는 FDD(frequency division duplex) 프레임이 사용되고, 상기 세컨더리 셀에서는 TDD(time division duplex) 프레임이 사용되며,

상기 세컨더리 셀은 상기 TDD 프레임에 대한 상향링크-하향링크 설정(uplink-downlink configuration) 0 내지 6 중 하나로 설정되고,

상기 상향링크-하향링크 설정 0은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, S, U, U, U로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 1은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, D, D, S, U, U, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 2는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, D, D, D, S, U, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 3은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 4는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, D, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 5는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, D, D, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 6은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, S, U, U, D로 구성하는 설정이고,

상기 D, S, U 각각은 하향링크 서브프레임, 특별 서브프레임, 상향링크 서브프레임을 의미하고,

상기 세컨더리 셀의 최대 HARQ(hybrid automatic repeat request) 프로세스 개수는 상기 프라이머리 셀의 최대 HARQ 프로세스 개수로 결정되는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 프라이머리 셀의 최대 HARQ 프로세스 개수는 사전에 정의되는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 프라이머리 셀의 최대 HARQ 프로세스 개수는 8개인 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 프라이머리 셀은 상기 단말이 기지국과의 최초 연결 확립 과정(initial connection establishment

procedure) 또는 연결 재확립 과정을 수행하는 셀이고,

상기 세컨더리 셀은 상기 단말에게 상기 프라이머리 셀 이외에 추가로 할당되는 셀인 것을 특징으로 하는 단말.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 서로 다른 타입의 무선 프레임을 사용하는 서빙 셀들이 집성된 무선 통신 시스템에서 HARQ(hybrid automatic repeat request) 프로세스의 개수를 결정하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TS(Technical Specification) 릴리이즈(Release) 8을 기반으로 하는 LTE(long term evolution)는 이동통신 표준들 중 하나이다. 한편, 3GPP LTE의 진화인 3GPP LTE-A(advanced)가 진행되고 있다. 3GPP LTE-A에 도입되는 기술로는 반송파 집성(carrier aggregation)이 있다.

[0003] 반송파 집성은 다수의 요소 반송파(component carrier)를 사용한다. 요소 반송파는 중심 주파수와 대역폭으로 정의된다. 하나의 하향링크 요소 반송파 또는 상향링크 요소 반송파와 하향링크 요소 반송파의 쌍(pair)이 하나의 셀에 대응된다. 복수의 하향링크 요소 반송파를 이용하여 서비스를 제공받는 단말은 복수의 서빙 셀로부터 서비스를 제공받는다고 할 수 있다.

[0004] 한편, 무선 통신의 신뢰성을 확보하기 위한 에러 보상 기법으로는 FEC(forward error correction) 방식(scheme)과 ARQ(automatic repeat request) 방식이 있다. FEC 방식에서는 정보 비트들에 여분의 에러 정정 코드를 추가시킴으로써, 수신단에서의 에러를 정정한다. FEC 방식은 시간 지연이 적고 송수신단 사이에 별도로 주고 받는 정보가 필요 없다는 장점이 있지만, 양호한 채널 환경에서 시스템 효율이 떨어지는 단점이 있다. ARQ 방식은 전송 신뢰성을 높일 수 있지만, 시간 지연이 생기게 되고 열악한 채널 환경에서 시스템 효율이 떨어지는 단점이 있다.

[0005] HARQ(hybrid automatic repeat request) 방식은 FEC와 ARQ를 결합한 것으로, 물리계층이 수신한 데이터가 복호할 수 없는 오류를 포함하는지 여부를 확인하고, 오류가 발생하면 재전송을 요구함으로써 성능을 높인다.

[0006] HARQ에서, 수신기는 수신한 데이터에서 에러가 검출되지 않으면 수신 확인(reception acknowledgement)으로 ACK(acknowledgement) 신호를 송신하여 수신 성공을 송신기로 알린다. 수신기는 수신한 데이터에서 에러가 검출되면 수신 확인으로 NACK(not-acknowledgement) 신호를 송신하여 에러 검출을 송신기로 알린다. 송신기는 NACK 신호가 수신되면 데이터를 재전송할 수 있다.

[0007] 한편, 차세대 무선 통신 시스템에는 반송파 집성에서 TDD를 사용하는 서빙 셀과 FDD를 사용하는 서빙 셀이 집성될 수 있다. 즉, 단말에게 서로 다른 타입의 무선 프레임을 사용하는 복수의 서빙 셀들이 할당될 수 있다. 종래에는 반송파 집성에서 동일한 타입의 무선 프레임을 사용하는 서빙 셀들만을 집성하는 것으로 규정하였다. 따라서, 서로 다른 타입의 무선 프레임을 사용하는 서빙 셀들의 집성에서 HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 방법은 고려되지 않았다.

[0008] 서로 다른 타입의 무선 프레임을 사용하는 서빙 셀들이 집성된 경우, 동시에 수행가능한 HARQ 프로세스의 개수를 어떠한 방식으로 결정할 것인지가 문제된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 서로 다른 타입의 무선 프레임을 사용하는 복수의 서빙 셀들이 집성된 무선 통신 시스템에서 HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 일 측면에서, 복수의 서빙 셀들이 설정된 반송파 집성 시스템에서 HARQ(hybrid automatic repeat request) 프로세스 개수를 결정하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 제2 서빙 셀의 하향링크 서브프레임에서 데이터를 수신

하고, 및 상기 데이터에 대한 ACK/NACK 신호를 제1 서빙 셀의 상향링크 서브프레임에서 전송하되, 상기 제1 서빙 셀에서는 제1 타입의 프레임이 사용되고, 상기 제2 서빙 셀에서는 제2 타입의 프레임이 사용되며, 상기 제2 서빙 셀의 HARQ 프로세스 개수는 상기 제2 타입의 프레임에 포함된 각 서브프레임을 기준으로 특정 개수의 서브프레임들로 구성된 구간들 각각에 포함된 하향링크 서브프레임들의 개수들에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 한다.

[0011] 다른 측면에서 제공되는 장치는 무선 신호를 송신 및 수신하는 RF(radio frequency)부; 및 상기 RF부와 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 제2 서빙 셀의 하향링크 서브프레임에서 데이터를 수신하고, 및 상기 데이터에 대한 ACK/NACK 신호를 제1 서빙 셀의 상향링크 서브프레임에서 전송하되, 상기 제1 서빙 셀에서는 제1 타입의 프레임이 사용되고, 상기 제2 서빙 셀에서는 제2 타입의 프레임이 사용되며, 상기 제2 서빙 셀의 HARQ 프로세스 개수는 상기 제2 타입의 프레임에 포함된 각 서브프레임을 기준으로 특정 개수의 서브프레임들로 구성된 구간들 각각에 포함된 하향링크 서브프레임들의 개수들에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0012] 서로 다른 타입의 무선 프레임을 사용하는 복수의 서빙 셀들이 집성된 무선통신 시스템에서 세컨더리 셀의 HARQ 프로세스의 개수를 효율적으로 결정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 FDD 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

도 2는 TDD 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

도 3는 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일 예를 나타낸다.

도 4는 하향링크 서브프레임(DL 서브프레임) 구조를 나타낸다.

도 5는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

도 6은 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 1b의 채널 구조를 나타낸다.

도 7은 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 2/2a/2b의 채널 구조를 나타낸다.

도 8은 PUCCH 포맷 3의 채널 구조를 예시한다.

도 9는 단일 반송파 시스템과 반송파 집성 시스템의 비교 예이다.

도 10은 무선 통신 시스템에서 복수의 서빙 셀이 서로 다른 타입의 무선 프레임을 사용하는 일 예를 나타낸다.

도 11은 프라이머리 셀을 통해 수신한 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK 전송 방법을 나타낸다.

도 12는 세컨더리 셀을 통해 수신한 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK 전송 방법을 나타낸다.

도 13은 프라이머리 셀이 FDD 셀이고, 세컨더리 셀이 TDD 셀인 경우, ACK/NACK 전송 타이밍을 나타내는 일 예이다.

도 14는 방법 1에 따른 ACK/NACK 전송 방법을 나타낸다.

도 15는 프라이머리 셀이 FDD 셀이고, 세컨더리 셀이 TDD 셀인 경우, ACK/NACK 전송 타이밍을 나타내는 다른 예이다.

도 16은 방법 2에 따른 ACK/NACK 전송 방법을 나타낸다.

도 17은 3GPP LTE에서 하나의 셀에서 수행되는 하향링크 HARQ를 예시한다.

도 18은 하나의 FDD 셀에서 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 예를 나타낸다.

도 19는 하나의 TDD 셀에서 UL-DL 설정 0 ~ 2 각각에 대하여 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 예를 나타낸다.

도 20은 하나의 TDD 셀에서 UL-DL 설정 3 ~ 5 각각에 대하여 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 예를 나타낸다.

도 21은 하나의 TDD 셀에서 UL-DL 설정 6에 대하여 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 예를 나타낸다.

도 22는 세컨더리 셀의 DL HARQ 프로세스 개수 결정 방법의 일 예를 나타낸다.

도 23은 본 발명의 실시예가 구현되는 무선 기기를 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 단말(User Equipment, UE)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, MS(mobile station), MT(mobile terminal), UT(user terminal), SS(subscriber station), 무선기기(wireless device), PDA(personal digital assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

[0015] 기지국은 일반적으로 단말과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

[0016] 기지국에서 단말로의 통신을 하향링크(downlink : DL), 단말에서 기지국으로의 통신을 상향링크(uplink : UL)라 칭한다. 기지국 및 단말을 포함하는 무선 통신 시스템은 TDD(time division duplex) 시스템 또는 FDD(frequency division duplex) 시스템일 수 있다. TDD 시스템은 동일 주파수 대역에서 서로 다른 시간을 사용하여 상향링크 및 하향링크 송수신을 수행하는 무선 통신 시스템이다. FDD 시스템은 서로 다른 주파수 대역을 사용하여 동시에 상향링크 및 하향링크 송수신이 가능한 무선 통신 시스템이다. 무선 통신 시스템은 무선 프레임을 사용하여 통신을 수행할 수 있다.

[0017] 도 1은 FDD 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

[0018] FDD 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)을 포함하며, 하나의 서브프레임은 2개의 연속적인 슬롯(slot)을 포함한다. 무선 프레임 내에 포함되는 슬롯들은 0~19의 인덱스가 매겨질 수 있다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 하며 TTI는 최소 스케줄링 단위(minimum scheduling unit)일 수 있다. 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다. FDD 무선 프레임을 이하 FDD 프레임이라 약칭할 수 있다.

[0019] 도 2는 TDD 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

[0020] 도 2를 참조하면, TDD에서 사용하는 TDD 무선 프레임(이하 TDD 프레임이라 약칭할 수 있다)에는 DL(downlink) 서브프레임과 UL(Uplink) 서브프레임이 공존한다. 표 1은 TDD 프레임의 UL-DL 설정(UL-DL configuration)의 일 예를 나타낸다.

표 1

[0021]

UL-DL 설정 (Uplink-downlink configuration)	하향링크에서 상향링크로의 스위칭 주기 (Downlink-to-Uplink Switch-point periodicity)	서브프레임 번호 (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

[0022] 표 1에서 'D'는 DL 서브프레임, 'U'는 UL 서브프레임, 'S'는 특수 서브프레임(special subframe)을 나타낸다. 기지국으로부터 UL-DL 설정을 수신하면, 단말은 TDD 프레임에서 각 서브프레임이 DL 서브프레임 또는 UL 서브프레임인지를 알 수 있다. 이하에서 UL-DL 설정 N(N은 0 내지 6 중 어느 하나)은 상기 표 1을 참조할 수 있다.

[0023] TDD 프레임에서, 인덱스 #1과 인덱스 #6을 갖는 서브프레임은 특수 서브프레임일 수 있으며, 특수 서브프레임은 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot: DwPTS), GP(Guard Period) 및 UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)을 포함한다. DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 단말

의 상향 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. GP은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

[0024] 도 3는 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일 예를 나타낸다.

[0025] 도 3을 참조하면, 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌을 포함하고, 주파수 영역에서 N_{RB}개의 자원블록(RB; Resource Block)을 포함할 수 있다. 자원블록은 자원 할당 단위로 시간 영역에서 하나의 슬롯, 주파수 영역에서 복수의 연속하는 부반송파(subcarrier)를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록의 수 N_{RB}은 셀에서 설정되는 하향링크 전송 대역폭(bandwidth) N^{DL}에 종속한다. 예를 들어, LTE 시스템에서 N_{RB}은 6 내지 110 중 어느 하나일 수 있다. 상향링크 슬롯의 구조도 상기 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

[0026] 자원 그리드 상의 각 요소(element)를 자원 요소(resource element, RE)라 한다. 자원 그리드 상의 자원 요소는 슬롯 내 인덱스 쌍(pair) (k,l)에 의해 식별될 수 있다. 여기서, k(k=0,...,$N_{RB}\times12$-1)는 주파수 영역 내 부반송파 인덱스이고, l(l=0,...,6)은 시간 영역 내 OFDM 심벌 인덱스이다.

[0027] 도 3에서는 하나의 자원블록이 시간 영역에서 7 OFDM 심벌, 주파수 영역에서 12 부반송파로 구성되어 7×12 자원요소를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 자원블록 내 OFDM 심벌의 수와 부반송파의 수는 이에 제한되는 것은 아니다. OFDM 심벌의 수와 부반송파의 수는 CP의 길이, 주파수 간격(frequency spacing) 등에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 하나의 OFDM 심벌에서 부반송파의 수는 128, 256, 512, 1024, 1536 및 2048 중 하나를 선정하여 사용할 수 있다.

[0028] 도 4는 하향링크 서브프레임(DL 서브프레임) 구조를 나타낸다.

[0029] 도 4를 참조하면, DL 서브프레임은 시간 영역에서 제어영역(control region)과 데이터영역(data region)으로 나누어진다. 제어영역은 서브프레임내의 첫번째 슬롯의 앞선 최대 3개(경우에 따라 최대 4개)의 OFDM 심벌을 포함하나, 제어영역에 포함되는 OFDM 심벌의 개수는 바뀔 수 있다. 제어영역에는 PDCCH(physical downlink control channel) 및 다른 제어채널이 할당되고, 데이터영역에는 PDSCH(physical downlink shared channel)가 할당된다.

[0030] 3GPP TS 36.211 V8.7.0에 개시된 바와 같이, 3GPP LTE에서 물리채널은 데이터 채널인 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)와 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 및 제어채널인 PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 및 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)로 나눌 수 있다.

[0031] 서브프레임의 첫번째 OFDM 심벌에서 전송되는 PCFICH는 서브프레임내에서 제어채널들의 전송에 사용되는 OFDM 심벌의 수(즉, 제어영역의 크기)에 관한 CFI(control format indicator)를 나른다. 단말은 먼저 PCFICH 상으로 CFI를 수신한 후, PDCCH를 모니터링한다. PDCCH와 달리, PCFICH는 블라인드 디코딩(blind decoding)을 사용하지 않고, 서브프레임의 고정된 PCFICH 자원을 통해 전송된다.

[0032] PHICH는 상향링크 HARQ(hybrid automatic repeat request)를 위한 ACK(acknowledgement)/NACK(not-acknowledgement) 신호를 나른다. 즉, 단말에 의해 전송되는 PUSCH상의 UL(uplink) 데이터에 대한 ACK/NACK 신호는 PHICH 상으로 기지국에 의하여 전송된다.

[0033] PBCH(Physical Broadcast Channel)은 무선 프레임의 첫번째 서브프레임의 두번째 슬롯의 앞선 4개의 OFDM 심벌에서 전송된다. PBCH는 단말이 기지국과 통신하는데 필수적인 시스템 정보를 나르며, PBCH를 통해 전송되는 시스템 정보를 MIB(master information block)라 한다. 이와 비교하여, PDCCH에 의해 지시되는 PDSCH 상으로 전송되는 시스템 정보를 SIB(system information block)라 한다.

[0034] PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(downlink control information, DCI)라고 한다. DCI는 PDSCH의 자원 할당(이를 DL 그랜트(downlink grant)라고도 한다), PUSCH의 자원 할당(이를 UL 그랜트(uplink grant)라고도 한다), 임의의 UE 그룹내 개별 UE들에 대한 전송 파워 제어 명령의 집합 및/또는 VoIP(Voice over Internet Protocol)의 활성화를 포함할 수 있다.

[0035] 도 5는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

[0036] 도 5를 참조하면, 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH(Physical

Uplink Control Channel)가 할당되는 제어영역(control region)과 사용자 데이터를 나르는 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)가 할당되는 데이터영역(data region)으로 나눌 수 있다.

[0037] PUCCH는 서브프레임에서 RB 쌍(pair)으로 할당된다. RB 쌍에 속하는 RB들은 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각에서 서로 다른 부반송파를 차지한다. RB 쌍은 동일한 자원 블록 인덱스 m을 가진다.

[0038] 3GPP TS 36.211 V8.7.0에 의하면, PUCCH는 다중 포맷을 지원한다. PUCCH 포맷에 종속된 변조 방식(modulation scheme)에 따라 서브프레임당 전송되는 비트의 수는 달라질 수 있다.

[0039] 다음 표 2은 PUCCH 포맷에 따른 변조 방식(Modulation Scheme) 및 서브프레임당 비트 수의 예를 나타낸다.

표 2

[0040]

PUCCH 포맷	변조방식	서브프레임당 비트 수
1	N/A	N/A
1a	BPSK	1
1b	QPSK	2
2	QPSK	20
2a	QPSK+BPSK	21
2b	QPSK+QPSK	22

[0041] PUCCH 포맷 1은 SR(Scheduling Request)의 전송에 사용되고, PUCCH 포맷 1a/1b는 HARQ를 위한 ACK/NACK 신호의 전송에 사용되고, PUCCH 포맷 2는 CQI의 전송에 사용되고, PUCCH 포맷 2a/2b는 CQI 및 ACK/NACK 신호의 동시(simultaneous) 전송에 사용된다. 서브프레임에서 ACK/NACK 신호만을 전송할 때 PUCCH 포맷 1a/1b이 사용되고, SR이 단독으로 전송될 때 PUCCH 포맷 1이 사용된다. SR과 ACK/NACK을 동시에 전송할 때에는 PUCCH 포맷 1이 사용되며 이때는 SR에 할당된 자원에 ACK/NACK 신호를 변조하여 전송한다.

[0042] 모든 PUCCH 포맷은 각 OFDM 심벌에서 시퀀스의 순환 쉬프트(cyclic shift, CS)를 사용한다. 순환 쉬프트된 시퀀스는 기본 시퀀스(base sequence)를 특정 CS 양(cyclic shift amount) 만큼 순환 쉬프트시켜 생성된다. 특정 CS 양은 순환 쉬프트 인덱스(CS index)에 의해 지시된다.

[0043] 기본 시퀀스 $r_u(n)$를 정의한 일 예는 다음 식과 같다.

[0044] [식 1]

[0045]
$$r_u(n)=e^{jb(n)\pi/4}$$

[0046] 여기서, u는 원시 인덱스(root index), n은 요소 인덱스로 $0\le n\le N-1$, N은 기본 시퀀스의 길이이다. b(n)은 3GPP TS 36.211 V8.7.0의 5.5절에서 정의되고 있다.

[0047] 시퀀스의 길이는 시퀀스에 포함되는 요소(element)의 수와 같다. u는 셀 ID(identifier), 무선 프레임 내 슬롯 번호 등에 의해 정해질 수 있다.

[0048] 기본시퀀스가 주파수 영역에서 하나의 자원 블록에 맵핑(mapping)된다고 할 때, 하나의 자원 블록이 12 부반송파를 포함하므로 기본 시퀀스의 길이 N은 12가 된다. 다른 원시 인덱스에 따라 다른 기본 시퀀스가 정의된다.

[0049] 기본 시퀀스 r(n)을 다음 식 2와 같이 순환 쉬프트시켜 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$을 생성할 수 있다.

[0050] [식 2]

[0051]
$$r(n, I_{cs}) = r(n) \cdot \exp\left(\frac{j2\pi I_{cs} n}{N}\right), \quad 0 \le I_{cs} \le N-1$$

[0052] 여기서, I_{cs}는 CS 양을 나타내는 순환 쉬프트 인덱스이다($0 \le I_{CS} \le N-1$).

[0053] 기본 시퀀스의 가용(available) 순환 쉬프트 인덱스는 CS 간격(CS interval)에 따라 기본 시퀀스로부터 얻을 수(derive) 있는 순환 쉬프트 인덱스를 말한다. 예를 들어, 기본 시퀀스의 길이가 12이고, CS 간격이 1이라면, 기본 시퀀스의 가용 순환 쉬프트 인덱스의 총 개수는 12가 된다. 또는, 기본 시퀀스의 길이가 12이고, CS 간격이 2이라면, 기본 시퀀스의 가용 순환 쉬프트 인덱스의 총 수는 6이 된다.

[0054] 도 6은 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 1b의 채널 구조를 나타낸다.

[0055] 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심벌을 포함하고, 3개의 OFDM 심벌은 기준신호를 위한 RS(Reference Signal) OFDM 심벌이 되고, 4개의 OFDM 심벌은 ACK/NACK 신호를 위한 데이터 OFDM 심벌이 된다.

[0056] PUCCH 포맷 1b에서는 인코딩된 2비트 ACK/NACK 신호를 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 변조하여 변조 심벌 d(0)가 생성된다.

[0057] 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs}는 무선 프레임 내 슬롯 번호(n_s) 및/또는 슬롯 내 심벌 인덱스(l)에 따라 달라질 수 있다.

[0058] 노멀 CP에서 하나의 슬롯에 ACK/NACK 신호의 전송을 위해 4개의 데이터 OFDM 심벌이 있으므로, 각 데이터 OFDM 심벌에서 대응하는 순환 쉬프트 인덱스를 I_{cs0}, I_{cs1}, I_{cs2}, I_{cs3}라 하자.

[0059] 변조 심벌 d(0)은 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n,I_{cs})$로 확산된다. 슬롯에서 (i+1)번째 OFDM 심벌에 대응하는 일차원 확산된 시퀀스를 m(i)라 할 때,

[0060] $\{m(0), m(1), m(2), m(3)\} = \{d(0)r(n,I_{cs0}), d(0)r(n,I_{cs1}), d(0)r(n,I_{cs2}), d(0)r(n,I_{cs3})\}$로 나타낼 수 있다.

[0061] 단말 용량을 증가시키기 위해, 일차원 확산된 시퀀스는 직교 시퀀스를 이용하여 확산될 수 있다. 확산 계수(spreading factor) K=4인 직교 시퀀스 $w_i(k)$ (i는 시퀀스 인덱스, $0 \le k \le K-1$)로 다음과 같은 시퀀스를 사용한다.

표 3

[0062]

Index (i)	[$w_i(0)$, $w_i(1)$, $w_i(2)$, $w_i(3)$]
0	[+1, +1, +1, +1]
1	[+1, -1, +1, -1]
2	[+1, -1, -1, +1]

[0063] 확산 계수 K=3인 직교 시퀀스 $w_i(k)$ (i는 시퀀스 인덱스, $0 \le k \le K-1$)로 다음과 같은 시퀀스를 사용한다.

표 4

[0064]

Index (i)	[$w_i(0)$, $w_i(1)$, $w_i(2)$]
0	[+1, +1, +1]
1	[+1, $e^{j2\pi/3}$, $e^{j4\pi/3}$]
2	[+1, $e^{j4\pi/3}$, $e^{j2\pi/3}$]

[0065] 슬롯마다 다른 확산 계수를 사용할 수 있다.

[0066] 따라서, 임의의 직교 시퀀스 인덱스 i가 주어질 때, 2차원 확산된 시퀀스 {s(0), s(1), s(2), s(3)}는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[0067] $\{s(0), s(1), s(2), s(3)\} = \{w_i(0)m(0), w_i(1)m(1), w_i(2)m(2), w_i(3)m(3)\}$

[0068] 2차원 확산된 시퀀스들 {s(0), s(1), s(2), s(3)}는 IFFT(inverse fast Fourier transform)가 수행된 후, 대응

하는 OFDM 심벌에서 전송된다. 이로써, ACK/NACK 신호가 PUCCH 상으로 전송되는 것이다.

[0069] PUCCH 포맷 1b의 기준신호도 기본 시퀀스 r(n)을 순환 쉬프트시킨 후 직교 시퀀스로 확산시켜 전송된다. 3개의 RS OFDM 심벌에 대응하는 순환 쉬프트 인덱스를 I_{cs4}, I_{cs5}, I_{cs6} 이라 할 때, 3개의 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n,I_{cs4})$, $r(n,I_{cs5})$, $r(n,I_{cs6})$를 얻을 수 있다. 이 3개의 순환 쉬프트된 시퀀스는 K=3인 직교 시퀀스 $w^{RS}{}_i(k)$로 확산된다.

[0070] 직교 시퀀스 인덱스 i, 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 및 자원 블록 인덱스 m은 PUCCH를 구성하기 위해 필요한 파라미터이자, PUCCH(또는 단말)을 구분하는 데 사용되는 자원이다. 가용 순환 쉬프트의 개수가 12이고, 가용한 직교 시퀀스 인덱스의 개수가 3이라면, 총 36개의 단말에 대한 PUCCH가 하나의 자원블록에 다중화될 수 있다.

[0071] 3GPP LTE에서는 단말이 PUCCH를 구성하기 위한 상기 3개의 파라미터를 획득하기 위해, 자원 인덱스 $n^{(1)}_{PUCCH}$가 정의된다. 자원 인덱스 $n^{(1)}_{PUCCH} = n_{CCE}+N^{(1)}_{PUCCH}$로 정의되는 데, n_{CCE}는 대응하는 PDCCH(즉, ACK/NACK 신호에 대응하는 하향링크 데이터를 스케줄링하는 하향링크 자원 할당(DCI)을 포함하는 PDCCH)의 전송에 사용되는 첫번째 CCE의 번호이고, $N^{(1)}_{PUCCH}$는 기지국이 단말에게 상위계층 메시지로 알려주는 파라미터이다.

[0072] ACK/NACK 신호의 전송에 사용되는 시간, 주파수, 코드 자원을 ACK/NACK 자원 또는 PUCCH 자원이라 한다. 전술한 바와 같이, ACK/NACK 신호를 PUCCH 상으로 전송하기 위해 필요한 ACK/NACK 자원의 인덱스(ACK/NACK 자원 인덱스 또는 PUCCH 인덱스라 함)는 직교 시퀀스 인덱스 i, 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs}, 자원 블록 인덱스 m 및 상기 3개의 인덱스를 구하기 위한 인덱스 중 적어도 어느 하나로 표현될 수 있다. ACK/NACK 자원은 직교 시퀀스, 순환 쉬프트, 자원 블록 및 이들의 조합 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0073] 도 7은 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 2/2a/2b의 채널 구조를 나타낸다.

[0074] 도 7을 참조하면, 노멀 CP에서 OFDM 심벌 1, 5(즉, 두번째, 여섯번째 OFDM 심벌)는 참조신호(RS)를 위해 사용되고 나머지 OFDM 심벌들은 CQI 전송을 위해 사용된다. 확장 CP의 경우에는 OFDM 심벌 3(네번째 심벌)이 RS를 위해 사용된다.

[0075] 10개의 CQI 정보 비트가 예를 들어, 1/2 코드 레이트(code rate)로 채널 코딩되어 20개의 코딩된 비트가 된다. 채널 코딩에는 리드 뮬러(Reed-Muller) 코드가 사용될 수 있다. 그리고 스크램블링(scrambling)된 후 QPSK 성상 맵핑(constellation mapping)되어 QPSK 변조 심벌이 생성된다(슬롯 0에서 d(0) 내지 d(4)). 각 QPSK 변조 심벌은 길이 12인 기본 RS 시퀀스(r(n))의 순환 쉬프트로 변조된 후 IFFT되어, 서브프레임 내 10개의 SC-FDMA 심벌 각각에서 전송된다. 균일하게 이격된 12개의 순환 쉬프트는 12개의 서로 다른 단말들이 동일한 PUCCH 자원블록에서 직교하게 다중화될 수 있도록 한다. OFDM 심벌 1, 5에 적용되는 RS 시퀀스는 길이 12인 기본 RS 시퀀스(r(n))가 사용될 수 있다.

[0076] 도 8은 PUCCH 포맷 3의 채널 구조를 예시한다.

[0077] 도 8을 참조하면, PUCCH 포맷 3은 블록 스프레딩(block spreading) 기법을 사용하는 PUCCH 포맷이다. 블록 스프레딩 기법은 블록 스프레딩 코드를 이용하여 멀티 비트 ACK/NACK을 변조한 심벌 시퀀스를 시간 영역에서 확산하는 방법을 의미한다.

[0078] PUCCH 포맷 3에서는 심벌 시퀀스(예컨대, ACK/NACK 심벌 시퀀스)가 블록 스프레딩 코드에 의해 시간 영역에서 확산되어 전송된다. 블록 스프레딩 코드로는 직교 커버 코드(orthogonal cover code: OCC)가 사용될 수 있다. 블록 스프레딩 코드에 의해 여러 단말의 제어 신호들이 다중화될 수 있다. PUCCH 포맷 2에서는 각 데이터 심벌에서 전송되는 심벌(예컨대, 도 7의 d(0), d(1), d(2), d(3), d(4) 등)이 다르고, CAZAC(constant amplitude zero auto-correlation) 시퀀스의 순환 쉬프트를 이용하여 단말 다중화를 수행하는 반면, PUCCH 포맷 3에서는 하나 이상의 심벌로 구성되는 심벌 시퀀스가 각 데이터 심벌의 주파수 영역에 걸쳐 전송되며, 블록 스프레딩 코드에 의해 시간 영역에서 확산되어 단말 다중화를 수행하는 차이가 있다. 도 8에서는 하나의 슬롯에서 2개의 RS 심벌을 사용하는 경우를 예시하였으나 이에 제한되지 않고 3개의 RS 심벌을 사용하고 스프레딩 팩터(spreading factor) 값으로 4를 가지는 직교 커버 코드를 사용할 수도 있다. RS 심벌은 특정 순환 쉬프트를 가지는 CAZAC 시퀀스로부터 생성될 수 있으며 시간 영역의 복수의 RS 심벌에 특정 직교 커버 코드가 곱해진 형태로 전송될 수 있다.

[0079] 이제 반송파 집성(carrier aggregation) 시스템에 대해 설명한다. 반송파 집성 시스템은 다중 반송파(multiple carrier) 시스템이라고도 한다.

[0080] 3GPP LTE 시스템은 하향링크 대역폭과 상향링크 대역폭이 다르게 설정되는 경우를 지원하나, 이는 하나의 요소 반송파(component carrier, CC)를 전제한다. 3GPP LTE 시스템은 최대 20MHz을 지원하고, 상향링크 대역폭과 하향링크 대역폭을 다를 수 있지만, 상향링크와 하향링크 각각에 하나의 CC만을 지원한다.

[0081] 반송파 집성(carrier aggregation)(또는, 대역폭 집성(bandwidth aggregation), 스펙트럼 집성(spectrum aggregation)이라고도 함)은 복수의 CC를 지원하는 것이다. 예를 들어, 20MHz 대역폭을 갖는 반송파 단위의 그래뉼래리티(granularity)로서 5개의 CC가 할당된다면, 최대 100Mhz의 대역폭을 지원할 수 있는 것이다.

[0082] 도 9는 단일 반송파 시스템과 반송파 집성 시스템의 비교 예이다.

[0083] 반송파 집성 시스템(도 9 (b))은 DL CC와 UL CC가 각각 3개씩 있으나, DL CC와 UL CC의 개수에 제한이 있는 것은 아니다. 각 DL CC에서 PDCCH와 PDSCH가 독립적으로 전송되고, 각 UL CC에서 PUCCH와 PUSCH가 독립적으로 전송될 수 있다. 또는 PUCCH는 특정 UL CC를 통해서만 전송될 수도 있다.

[0084] DL CC-UL CC 쌍이 3개가 정의되므로, 단말은 3개의 서빙 셀로부터 서비스를 제공받는다고 할 수 있다.

[0085] 단말은 복수의 DL CC에서 PDCCH를 모니터링하고, 복수의 DL CC를 통해 동시에 DL 전송 블록을 수신할 수 있다. 단말은 복수의 UL CC를 통해 동시에 복수의 UL 전송 블록을 전송할 수 있다.

[0086] DL CC #A(DL 요소 반송파 A)과 UL CC #A(UL 요소 반송파 A)의 쌍이 제1 서빙 셀이 되고, DL CC #B과 UL CC #B의 쌍이 제2 서빙 셀이 되고, DL CC #C와 UL CC#C가 제3 서빙 셀이 될 수 있다. 각 서빙 셀은 셀 인덱스(Cell index, CI)를 통해 식별될 수 있다. CI는 셀 내에서 고유할 수 있고, 또는 단말-특정적일 수 있다.

[0087] 서빙 셀은 프라이머리 셀(primary cell)과 세컨더리 셀(secondary cell)로 구분될 수 있다. 프라이머리 셀은 단말이 초기 연결 확립 과정을 수행하거나, 연결 재확립 과정을 개시하거나, 핸드오버 과정에서 프라이머리 셀로 지정된 셀이다. 프라이머리 셀은 기준 셀(reference cell)이라고도 한다. 세컨더리 셀은 RRC 연결이 확립된 후에 설정될 수 있으며, 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다. 항상 적어도 하나의 프라이머리 셀이 설정되고, 세컨더리 셀은 상위 계층 시그널링(예, RRC 메시지)에 의해 추가/수정/해제될 수 있다. 프라이머리 셀의 CI는 고정될 수 있다. 예를 들어, 가장 낮은 CI가 프라이머리 셀의 CI로 지정될 수 있다.

[0088] 프라이머리 셀은 요소 반송파 측면에서, DL PCC(downlink primary compoenent carrier), UL PCC(uplink primary component carrier)로 구성된다. 세컨더리 셀은 요소 반송파 측면에서, DL SCC(downlink secondary component carrier)만으로 구성되거나, DL SCC 및 UL SCC(uplink secondary component carrier)의 쌍으로 구성될 수 있다.

[0089] 상술한 바와 같이 반송파 집성 시스템에서는 단일 반송파 시스템과 달리 복수의 요소 반송파(component carrier, CC), 즉, 복수의 서빙 셀을 지원할 수 있다.

[0090] 이러한 반송파 집성 시스템은 교차 반송파 스케줄링(cross-carrier scheduling: CCS)을 지원할 수 있다. 교차 반송파 스케줄링은 특정 요소 반송파를 통해 전송되는 PDCCH를 통해 다른 요소 반송파를 통해 전송되는 PDSCH의 자원 할당 및/또는 상기 특정 요소 반송파와 기본적으로 링크되어 있는 요소 반송파 이외의 다른 요소 반송파를 통해 전송되는 PUSCH의 자원 할당을 할 수 있는 스케줄링 방법이다. 즉, PDCCH와 PDSCH가 서로 다른 DL CC를 통해 전송될 수 있고, UL 그랜트를 포함하는 PDCCH가 전송된 DL CC와 링크된 UL CC가 아닌 다른 UL CC를 통해 PUSCH가 전송될 수 있다. 이처럼 교차 반송파 스케줄링을 지원하는 시스템에서는 PDCCH가 제어정보를 제공하는 PDSCH/PUSCH가 어떤 DL CC/UL CC를 통하여 전송되는지를 알려주는 반송파 지시자가 필요하다. 이러한 반송파 지시자를 포함하는 필드를 이하에서 반송파 지시 필드(carrier indication field, CIF)라 칭한다.

[0091] 교차 반송파 스케줄링을 지원하는 반송파 집성 시스템은 종래의 DCI(downlink control information) 포맷에 반송파 지시 필드(CIF)를 포함할 수 있다. 교차 반송파 스케줄링을 지원하는 시스템 예를 들어 LTE-A 시스템에서는 기존의 DCI 포맷(즉, LTE에서 사용하는 DCI 포맷)에 CIF가 추가되므로 3 비트가 확장될 수 있고, PDCCH 구조는 기존의 코딩 방법, 자원 할당 방법(즉, CCE 기반의 자원 맵핑)등을 재사용할 수 있다.

[0092] 기지국은 PDCCH 모니터링 DL CC(모니터링 CC) 집합을 설정할 수 있다. PDCCH 모니터링 DL CC 집합은 집성된 전체 DL CC들 중 일부 DL CC로 구성되며, 교차 반송파 스케줄링이 설정되면 단말은 PDCCH 모니터링 DL CC 집합에 포함된 DL CC에 대해서만 PDCCH 모니터링/디코딩을 수행한다. 다시 말해, 기지국은 PDCCH 모니터링 DL CC 집합

에 포함된 DL CC를 통해서만 스케줄링하려는 PDSCH/PUSCH에 대한 PDCCH를 전송한다. PDCCH 모니터링 DL CC 집합은 단말 특정적, 단말 그룹 특정적, 또는 셀 특정적으로 설정될 수 있다.

[0093] 비교차 반송파 스케줄링(non-cross carrier scheduling: NCCS)은 특정 요소 반송파를 통해 전송되는 PDCCH를 통해 상기 특정 요소 반송파를 통해 전송되는 PDSCH의 자원 할당 및/또는 상기 특정 요소 반송파와 기본적으로 링크되어 있는 요소 반송파를 통해 전송되는 PUSCH의 자원 할당을 할 수 있는 스케줄링 방법이다.

[0094] 이제 3GPP LTE TDD(Time Division Duplex)에서의 HARQ를 위한 ACK/NACK 전송에 대해 기술한다.

[0095] TDD는 FDD(Frequency Division Duplex)와 달리 하나의 무선 프레임에 DL 서브프레임과 UL 서브프레임이 공존한다. TDD 프레임에서는 UL-DL 설정에 따라 UL 서브프레임의 개수가 DL 서브프레임의 개수보다 적거나 같을 수 있다. 따라서, ACK/NACK 신호를 전송하기 위한 UL 서브프레임이 부족한 경우를 대비하여, 복수의 DL 서브프레임에서 수신한 DL 전송 블록들 또는 PDSCH에 대한 복수의 ACK/NACK 신호를 하나의 UL 서브프레임에서 전송하는 것을 지원하고 있다.

[0096] 3GPP TS 36.213 V8.7.0 (2009-05)의 10.1절에 의하면, ACK/NACK 번들링(ACK/NACK bundling)과 ACK/NACK 다중화(ACK/NACK multiplexing)의 2가지 ACK/NACK 모드가 개시된다.

[0097] ACK/NACK 번들링은 단말이 수신한 PDSCH(하향링크 전송블록들)들의 디코딩에 모두 성공하면 ACK을 전송하고, 이외의 경우는 NACK을 전송하는 것이다. 이를 위해, 각 PDSCH에 대한 ACK 또는 NACK들을 논리적 AND 연산(logical AND operation)을 통해 압축한다.

[0098] ACK/NACK 다중화는 ACK/NACK 채널 선택(또는 단순히 채널 선택)이라고도 한다. ACK/NACK 다중화에 의할 때, 단말은 복수의 PUCCH 자원들 중 하나의 PUCCH 자원을 선택하여 ACK/NACK을 전송한다.

[0099] 아래 표는 3GPP LTE에서 UL-DL 설정에 따른 UL 서브프레임 n과 연결된(associated) DL 서브프레임 n-k, 여기서, k∈K, M은 집합 K의 요소들의 개수를 나타낸다.

표 5

[0100]

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	-

[0101] UL 서브프레임 n에 M개의 DL 서브프레임들이 연결되어 있다고 하고, 예를 들어, M=3을 고려하자. 그러면, 단말은 3개의 DL 서브프레임들로부터 3개의 PDCCH를 수신할 수 있으므로, 단말은 3개의 PUCCH 자원($n^{(1)}_{PUCCH,0}$, $n^{(1)}_{PUCCH,1}$, $n^{(1)}_{PUCCH,2}$)을 획득할 수 있다. 이러한 경우, ACK/NACK 채널 선택의 예는 다음 표와 같다.

표 6

HARQ-ACK(0),HARQ-ACK(1),HARQ-ACK(2)	$n^{(1)}_{PUCCH}$	b(0),b(1)
ACK, ACK, ACK	$n^{(1)}_{PUCCH,2}$	1,1
ACK, ACK, NACK/DTX	$n^{(1)}_{PUCCH,1}$	1,1
ACK, NACK/DTX, ACK	$n^{(1)}_{PUCCH,0}$	1,1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n^{(1)}_{PUCCH,0}$	0,1
NACK/DTX, ACK, ACK	$n^{(1)}_{PUCCH,2}$	1,0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n^{(1)}_{PUCCH,1}$	0,0
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n^{(1)}_{PUCCH,2}$	0,0
DTX, DTX, NACK	$n^{(1)}_{PUCCH,2}$	0,1
DTX, NACK, NACK/DTX	$n^{(1)}_{PUCCH,1}$	1,0
NACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n^{(1)}_{PUCCH,0}$	1,0
DTX, DTX, DTX	N/A	N/A

[0102]

[0103] 상기 표에서 HARQ-ACK(i)는 M개의 하향링크 서브프레임들 중 i번째 하향링크 서브프레임에 대한 ACK/NACK을 나타낸다. DTX(DTX(Discontinuous Transmission)는 해당되는 DL 서브프레임에서 PDSCH 상으로 DL 전송 블록을 수신하지 못함 또는 대응하는 PDCCH를 검출하지 못함을 의미한다. 상기 표 6에 의하면, 3개의 PUCCH 자원($n^{(1)}_{PUCCH,0}$, $n^{(1)}_{PUCCH,1}$, $n^{(1)}_{PUCCH,2}$)이 있고, b(0), b(1)은 선택된 PUCCH을 이용하여 전송되는 2개의 비트이다.

[0104] 예를 들어, 단말이 3개의 DL 서브프레임에서 3개의 DL 전송블록들을 모두 성공적으로 수신하면, 단말은 $n^{(1)}_{PUCCH,2}$을 이용하여 비트 (1,1)을 QPSK 변조하여, PUCCH 상으로 전송한다. 단말이 첫번째(i=0) DL 서브프레임에서 DL 전송 블록의 디코딩에 실패하고, 나머지는 디코딩에 성공하면, 단말은 $n^{(1)}_{PUCCH,2}$을 이용하여 비트 (1,0)을 PUCCH 상으로 전송한다. 즉, 기존 PUCCH 포맷 1b는 2비트의 ACK/NACK 만을 전송할 수 있다. 하지만, 채널 선택은 할당된 PUCCH 자원들과 실제 ACK/NACK 신호를 링크하여, 보다 많은 ACK/NACK 상태를 나타내는 것이다. 이러한 채널 선택을 PUCCH 포맷 1b를 이용하는 채널 선택이라 칭하기도 한다.

[0105] 채널 선택에서, 적어도 하나의 ACK이 있으면, NACK과 DTX는 짝지워진다(couple). 이는 예약된(reserved) PUCCH 자원과 QPSK 심벌의 조합으로는 모든 ACK/NACK 상태를 나타낼 수 없기 때문이다. 하지만, ACK이 없으면, DTX는 NACK과 분리된다(decouple).

[0106] 상술한 ACK/NACK 번들링과 ACK/NACK 다중화(채널 선택)는 TDD에서 단말에게 하나의 서빙 셀이 설정된 경우에 적용될 수 있다.

[0107] 일 예로, TDD에서 단말에게 하나의 서빙 셀이 설정(즉, 프라이머리 셀만 설정)되고, ACK/NACK 번들링 또는 ACK/NACK 다중화가 사용되고, M=1인 경우를 가정하자. 즉, 하나의 UL 서브프레임에 하나의 DL 서브프레임이 연결된 경우를 가정하자.

[0108] 1) 단말이 프라이머리 셀의 서브프레임 n-k 에서 대응하는 PDCCH에 의해 지시되는 PDSCH, 또는 SPS(semi-persistent scheduling) 해제(release) PDCCH를 검출한 경우 서브프레임 n에서 ACK/NACK을 전송한다. LTE에서는 기지국이 RRC(radio resource control)와 같은 상위 계층 신호를 통해 단말에게 어느 서브프레임들에서 반정적(semi-persistent)인 전송/수신을 수행하는지를 알려줄 수 있다. 상위 계층 신호로 주어지는 파라미터는 예를 들면, 서브프레임의 주기와 오프셋 값일 수 있다. 단말은 RRC 시그널링을 통해 반정적 전송을 인지한 후, PDCCH를 통해 SPS 전송의 활성화(activation), 해제(release) 신호를 수신하면 SPS PDSCH 수신 또는 SPS PUSCH 전송을 수행 또는 해제한다. 즉, 단말은 RRC 시그널링을 통해 SPS 스케줄링을 할당 받더라도 바로 SPS 송수신을 수행하는 것이 아니라 활성화 또는 해제 신호를 PDCCH를 통해 수신하는 경우 그 PDCCH에서 지정한 자원 블록 할당에 따른 주파수 자원(자원 블록), MCS 정보에 따른 변조, 코딩율을 적용하여 RRC 시그널링을 통해 할당받은 서브프레임 주기, 오프셋 값에 해당하는 서브프레임에서 SPS 송수신을 수행한다. 이 때, SPS를 해제하는 PDCCH를 SPS 해제 PDCCH라 하며, 하향링크 SPS 전송을 해제하는 하향링크(DL) SPS 해제 PDCCH는 ACK/NACK 신호 전송을 필요로 한다.

[0109] 이 때, 서브프레임 n에서 단말은 PUCCH 자원 $n^{(1,p)}_{PUCCH}$에 의한 PUCCH 포맷 1a/1b를 사용하여 ACK/NACK을 전송한다. $n^{(1,p)}_{PUCCH}$에서 p는 안테나 포트 p에 대한 것임을 나타낸다. 상기 k는 상기 표 5에 의해 정해진다.

[0110] PUCCH 자원 $n^{(1,p)}_{PUCCH}$은 다음 식과 같이 할당될 수 있다. p는 p0 또는 p1일 수 있다.

[0111] [식 3]

[0112] $n^{(1,\ p=p0)}_{PUCCH} = (M-m-1)\cdot N_c+m\cdot N_{C+1}+n_{CCE}+N^{(1)}_{PUCCH}$ for antenna port p=p0,

[0113] $n^{(1,\ p=p1)}_{PUCCH} = (M-m-1)\cdot N_c+m\cdot N_{C+1}+(n_{CCE}+1)+N^{(1)}_{PUCCH}$ for antenna port p=p1

[0114] 식 3에서, c는 {0, 1, 2, 3} 중에서 $N_c\leq n_{CCE}<N_{c+1}$ (안테나 포트 p0), $N_c\leq(n_{CCE}+1)<N_{c+1}$ (안테나 포트 p1)를 만족하도록 선택된다. $N^{(1)}_{PUCCH}$ 는 상위 계층 신호에 의해 설정되는 값이다. $N_C=\max\{0,\ \mathrm{floor}[N^{DL}_{RB}\cdot(N^{RB}_{sc}\cdot c-4)/36]\}$일 수 있다. N^{DL}_{RB}는 하향링크 대역폭, N^{RB}_{sc}는 부반송파 개수로 표시되는 자원 블록의 주파수 영역에서의 크기이다. n_{CCE}는 서브프레임 n-k_m에서 해당 PDCCH의 전송에 사용된 첫번째 CCE 넘버이다. m은 k_m이 상기 표 5의 집합 K에서 가장 작은 값이 되게 하는 값이다.

[0115] 2) 만약, 단말이 프라이머리 셀의 하향링크 서브프레임 n-k에서 SPS PDSCH 즉, 대응하는 PDCCH가 존재하지 않는 PDSCH를 검출한 경우에는 다음과 같이 PUCCH 자원 $n^{(1,p)}_{PUCCH}$ 을 이용하여 서브프레임 n에서 ACK/NACK을 전송할 수 있다.

[0116] SPS PDSCH는 스케줄링하는 PDCCH가 없으므로 단말은 상위 계층 신호에 의해 설정되는 $n^{(1,p)}_{PUCCH}$ 에 의한 PUCCH 포맷 1a/1b를 통해 ACK/NACK을 전송한다. 예를 들어, RRC 신호를 통해 4개의 자원(제1 PUCCH 자원, 제2 PUCCH 자원, 제3 PUCCH 자원, 제4 PUCCH 자원)을 예약하고, SPS 스케줄링을 활성화하는 PDCCH의 TPC(transmission power control) 필드를 통해 하나의 자원을 지시할 수 있다.

[0117] 다음 표는 상기 TPC 필드 값에 따라 채널 선택을 위한 자원을 지시하는 일 예이다.

표 7

[0118]

TPC 필드 값	채널 선택을 위한 자원
'00'	제1 PUCCH 자원
'01'	제2 PUCCH 자원
'10'	제3 PUCCH 자원
'11'	제4 PUCCH 자원

[0119] 다른 예로, TDD에서 단말에게 하나의 서빙 셀이 설정(즉, 프라이머리 셀만 설정)되고, ACK/NACK 다중화가 사용되고, M>1인 경우를 가정하자. 즉, 하나의 UL 서브프레임에 복수의 DL 서브프레임이 연결된 경우를 가정하자.

[0120] 1) 단말이 서브프레임 n-k_i ($0\leq i\leq M-1$)에서 PDSCH를 수신하거나, DL SPS 해제 PDCCH를 검출한 경우 ACK/NACK을 전송하기 위한 PUCCH 자원 $n^{(1)}_{PUCCH,i}$은 다음 식과 같이 할당될 수 있다. 여기서, $k_i\in K$이며 집합 K는 상기 표 5를 참조하여 설명하였다.

[0121] [식 4]

[0122] $n^{(1)}_{PUCCH,i}=(M-i-1)\cdot N_c+i\cdot N_{c+1}+n_{CCE,i}+N^{(1)}_{PUCCH}$

[0123] 여기서, c는 {0, 1, 2, 3} 중에서 $N_c\leq n_{CCE,i}<N_{c+1}$ 를 만족하도록 선택된다. $N^{(1)}_{PUCCH}$는 상위 계층 신호에 의해 설

정되는 값이다. $N_C = \max\{0, \text{floor}[N^{DL}_{RB} \cdot (N^{RB}_{sc} \cdot c-4)/36]\}$일 수 있다.

[0124] N^{DL}_{RB} 은 하향링크 대역폭, N^{RB}_{sc} 은 부반송파 개수로 표시되는 자원 블록의 주파수 영역에서의 크기이다. $n_{CCE,i}$ 은 서브프레임 $n-k_i$에서 해당 PDCCH의 전송에 사용된 첫번째 CCE 넘버이다.

[0125] 2) 만약, 단말이 대응되는 PDCCH가 없는 PDSCH(즉, SPS PDSCH)를 서브프레임 $n-k_i$에서 수신한 경우, $n^{(1)}_{PUCCH,i}$은 상위 계층 신호로 주어지는 설정 및 표 7에 따라 결정된다.

[0126] 만약, TDD에서 단말에게 2 이상의 서빙 셀이 설정된 경우라면, 단말은 PUCCH 포맷 1b를 사용하는 채널 선택 또는 PUCCH 포맷 3을 이용하여 ACK/NACK을 전송한다. TDD에서 단말에게 2 이상의 서빙 셀이 설정된 경우 사용되는 PUCCH 포맷 1b를 사용하는 채널 선택은 다음과 같이 수행될 수 있다.

[0127] PUCCH 포맷 1b를 사용하는 채널 선택을 사용하는 복수의 서빙 셀이 설정된 경우, ACK/NACK 비트가 4비트보다 크다면 단말은 하나의 하향링크 서브프레임 내의 복수의 코드워드에 대한 공간 ACK/NACK 번들링(spatial ACK/NACK bundling)을 수행하고, 각 서빙 셀에 대한 공간 번들링된 ACK/NACK 비트를 PUCCH 포맷 1b를 사용하는 채널 선택을 통해 전송한다. 공간 ACK/NACK 번들링은 동일 하향링크 서브프레임 내에서 코드워드 별 ACK/NACK을 논리적 AND 연산을 통해 압축하는 것을 의미한다.

[0128] 만약, ACK/NACK 비트가 4비트 이하라면, 공간 ACK/NACK 번들링은 사용되지 않고 PUCCH 포맷 1b을 사용하는 채널 선택을 통해 전송된다.

[0129] 단말에게 PUCCH 포맷 3을 사용하는 2개 이상의 서빙 셀이 설정된 경우, ACK/NACK 비트가 20 비트보다 크다면 공간 ACK/NACK 번들링이 각 서빙 셀에서 수행되고 공간 ACK/NACK 번들링된 ACK/NACK 비트를 PUCCH 포맷 3을 통해 전송할 수 있다. 만약, ACK/NACK 비트가 20비트 이하라면 공간 ACK/NACK 번들링은 사용되지 않고, PUCCH 포맷 3을 통해 ACK/NACK 비트가 전송된다.

[0130] <FDD에 사용되는 PUCCH 포맷 1b를 사용하는 채널 선택>

[0131] 단말에게 FDD를 사용하는 2개의 서빙 셀이 설정된 경우에는, PUCCH 포맷 1b를 사용하는 채널 선택을 통해 ACK/NACK을 전송할 수 있다. 단말은 복수의 PUCCH 자원 중에서 선택된 하나의 PUCCH 자원에서 2비트 (b(0)b(1))정보를 전송함으로써 하나의 서빙 셀에서 수신한 최대 2개까지의 전송 블록(transport block)에 대한 ACK/NACK을 기지국으로 피드백할 수 있다. 하나의 전송 블록에서 하나의 코드워드가 전송될 수 있다. A개의 PUCCH 자원은 $n^{(1)}_{PUCCH,i}$라는 자원 인덱스로 표시될 수 있다. 여기서, A는 {2, 3, 4} 중 어느 하나이고, i는 $0 \le i \le (A-1)$이다. 2비트 정보는 b(0)b(1)이라 표시한다.

[0132] HARQ-ACK(j)는 서빙 셀에서 전송되는 전송 블록 또는 DL SPS 해제 PDCCH와 관련된 HARQ ACK/NACK 응답을 나타낸다. HARQ-ACK(j)와 서빙 셀 및 전송 블록은 다음과 같은 맵핑 관계를 가질 수 있다.

표 8

A	HARQ-ACK(j)			
	HARQ-ACK(0)	HARQ-ACK(1)	HARQ-ACK(2)	HARQ-ACK(3)
2	프라이머리 셀의 전송블록 1	세컨더리 셀의 전송블록 2	NA	NA
3	서빙셀 1의 전송블록1	서빙셀 1의 전송블록 2	서빙셀 2의 전송블록3	NA
4	프라이머리 셀의 전송블록 1	프라이머리 셀의 전송블록 2	세컨더리 셀의 전송블록 3	세컨더리 셀의 전송블록 4

[0133]

[0134] 상기 표 8에서 예를 들어, A=4인 경우를 보면, HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1)이 프라이머리 셀에서 전송되는 2개의 전송 블록에 대한 ACK/NACK을 나타내고, HARQ-ACK(2), HARQ-ACK(3)은 세컨더리 셀에서 전송되는 2개의 전송 블록에 대한 ACK/NACK을 나타낸다.

[0135] 단말은 프라이머리 셀의 서브프레임 (n-4)에서 PDCCH를 검출하여 PDSCH를 수신하거나 DL SPS 해제 PDCCH를 검출하면, PUCCH 자원 $n^{(1)}_{PUCCH,i}$을 이용하여 ACK/NACK을 전송한다. 이 때, $n^{(1)}_{PUCCH,i}$은 $n_{CCE,i} + N^{(1)}_{PUCCH}$로 결정된다. 여기서, $n_{CCE,i}$ 는 기지국이 상기 PDCCH 전송에 사용하는 첫번째 CCE의 인덱스를 의미하며, $N^{(1)}_{PUCCH}$는 상위 계층 신호를 통해 설정되는 값이다. 프라이머리 셀의 전송 모드가 2개까지의 전송 블록을 지원하는 경우에는 PUCCH 자원 $n^{(1)}_{PUCCH,i+1}$이 주어지는데, $n^{(1)}_{PUCCH,i+1}$은 $n_{CCE,i} + 1 + N^{(1)}_{PUCCH}$로 결정될 수 있다. 즉, 프라이머리 셀이 최대 2개까지의 전송 블록이 전송될 수 있는 전송 모드로 설정되는 경우, 2개의 PUCCH 자원이 결정될 수 있다.

[0136] 프라이머리 셀의 서브프레임 (n-4)에서 검출한 PDCCH가 존재하지 않는 경우 PDSCH에 대한 ACK/NACK을 전송하는 PUCCH 자원 $n^{(1)}_{PUCCH,i}$은 상위 계층 설정에 의해 결정된다. 2개까지의 전송 블록을 지원하는 경우 PUCCH 자원 $n^{(1)}_{PUCCH,i+1}$은 $n^{(1)}_{PUCCH,i+1} = n^{(1)}_{PUCCH,i} + 1$로 주어질 수 있다.

[0137] 서브프레임 (n-4)에서 PDCCH를 검출하여 세컨더리 셀에서 PDSCH를 수신한 경우, 2개까지의 전송 블록을 지원하는 전송 모드에 대한 PUCCH 자원 $n^{(1)}_{PUCCH,i}$, $n^{(1)}_{PUCCH,i+1}$은 상위 계층 설정에 따라 결정될 수 있다.

[0138] 단말에게 설정되는 복수의 서빙 셀은 종래 기술에서는 모두 동일한 타입의 무선 프레임을 사용하는 것을 전제로 하였다. 예를 들어, 단말에게 설정되는 복수의 서빙 셀은 모두 FDD 프레임을 사용하거나, 또는 모두 TDD 프레임을 사용하는 것을 전제로 하였다. 그러나, 차세대 무선 통신 시스템에서는 각 서빙 셀이 서로 다른 타입의 무선 프레임을 사용할 수도 있다.

[0139] 도 10은 무선 통신 시스템에서 복수의 서빙 셀이 서로 다른 타입의 무선 프레임을 사용하는 일 예를 나타낸다.

[0140] 도 10을 참조하면, 단말에게 프라이머리 셀(PCell), 복수의 세컨더리 셀(SCell #1, ... , SCell #N)이 설정될 수 있다. 이러한 경우, 프라이머리 셀은 FDD로 동작하여 FDD 프레임을 사용하고, 세컨더리 셀들은 TDD로 동작하여 TDD 프레임을 사용할 수 있다. 복수의 세컨더리 셀들에는 동일한 UL-DL 설정이 사용될 수 있다. 프라이머리 셀은 하향링크 서브프레임(D로 표시)과 상향링크 서브프레임(U로 표시)이 1 : 1로 존재하나, 세컨더리 셀들은 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임이 1:1이 아닌 비율로 존재할 수 있다.

[0141] 다음 표 9는 종래 하나의 서빙 셀이 TDD로 동작하는 경우, UL-DL 설정에 따라 어떤 서브프레임에서 ACK/NACK을

전송하는지를 나타낸 것이다. 표 9는 표 5와 등가이다.

표 9

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

[0142]

[0143] 표 9에서 단말이 서브프레임 n에서 PDSCH 또는 ACK/NACK응답이 필요한 PDCCH(예를 들어, DL SPS 해제 PDCCH)를 수신한 경우 서브프레임 n + k(n)에서 ACK/NACK을 전송하는데, 상기 표 9의 각 값들은 상기 k(n) 값을 나타내고 있다. 예를 들어, UL-DL 설정이 0인 경우, 서브프레임 0에서 PDSCH를 수신하면, 4 서브프레임 이후인 서브프레임 4에서 ACK/NACK을 전송함을 나타내고 있다. 단말은 PDSCH 또는 DL SPS 해제 PDCCH를 수신한 후 ACK/NACK을 전송하기 위해 특정 시간이 필요하다. 이러한 특정 시간의 최소값을 이하에서 k_{min}이라 표시하며 그 값은 4 서브프레임일 수 있다. 상기 표 9에서 ACK/NACK을 전송하는 시점을 살펴보면, 대부분 k_{min}이 경과한 최초의 상향링크 서브프레임에서 ACK/NACK을 전송함을 알 수 있다. 다만, 표 9에서 밑줄 친 숫자는 k_{min}이 경과한 최초의 상향링크 서브프레임을 지시하지 않고 그 다음에 위치한 상향링크 서브프레임을 지시하고 있다. 이처럼 하는 이유는 하나의 상향링크 서브프레임에서 너무 많은 하향링크 서브프레임들에 대한 ACK/NACK을 전송하는 것을 방지하기 위해서이다.

[0144] 한편, FDD의 경우 UL 서브프레임:DL 서브프레임의 비가 항상 1:1이므로 다음 표와 같이 ACK/NACK 타이밍이 정해진다.

[0145] [표 9-1]

Frame Structure	Subframe *n*									
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
FDD	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

[0146]

[0147] 즉, 상기 표에서 나타낸 바와 같이 모든 서브프레임에 대하여 $k(n)= k_{min} =4$이다.

[0148] 한편, 종래에는 모든 서빙 셀들이 동일한 타입의 무선 프레임을 사용하였고 이를 전제로 한 ACK/NACK 전송 타이밍 즉, HARQ 타이밍이 정해졌다. 그러나, 복수의 서빙 셀들이 서로 다른 타입의 무선 프레임을 사용하는 경우 어떠한 방법을 이용하여 ACK/NACK을 전송할 것인지 규정할 필요가 있다.

[0149] 이하에서 무선 통신 시스템은 프라이머리 셀 및 적어도 하나의 세컨더리 셀이 단말에게 설정된 경우를 가정한다. 그리고, 프라이머리 셀은 FDD 프레임을 사용하고, 세컨더리 셀은 TDD 프레임을 사용하는 것으로 가정한다. TDD 프레임에서는 상기 표 1의 UL-DL 설정 중 어느 하나를 사용할 수 있다. 이하에서 설명의 편의를 위해서 프라이머리 셀과 하나의 세컨더리 셀 간의 관계만을 예시하나, 이러한 관계는 복수의 세컨더리 셀이 단말에 설정된 경우에는 프라이머리 셀과 각 세컨더리 셀과의 관계에 각각 적용될 수 있다.

[0150] 이러한 가정 하에, 먼저 프라이머리 셀을 통해 수신한 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK 전송 방법에 대해 설명

한다. 이하에서, 하향링크 데이터는 ACK/NACK 응답을 요구하는 PDSCH, PDSCH에 포함된 코드워드, DL SPS 해제를 지시하는 DL SPS 해제 PDCCH 등을 통칭한다.

[0151] 도 11은 프라이머리 셀을 통해 수신한 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK 전송 방법을 나타낸다.

[0152] 도 11을 참조하면, 기지국은 프라이머리 셀의 서브프레임 n에서 하향링크 데이터를 전송한다(S110). 단말 입장에서 보면, 프라이머리 셀의 DL PCC의 서브프레임 n에서 하향링크 데이터를 수신한다.

[0153] 단말은 하향링크 데이터를 디코딩하고, 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK을 생성한다(S120).

[0154] 단말은 프라이머리 셀의 서브프레임 $n + k_{PCC}(n)$에서 ACK/NACK을 전송한다(S130).

[0155] 상기 프라이머리 셀의 서브프레임 $n + k_{PCC}(n)$은 하향링크 데이터를 수신한 시점을 기준으로 ACK/NACK 응답을 위해 필요한 최소 지연 시간(이를 k_{min}이라 한다)이 경과된 후의 서브프레임이다. 이 때, 상기 최소 지연 시간(k_{min})은 4 서브프레임일 수 있다. 따라서, 단말은 프라이머리 셀의 UL PCC의 서브프레임 n + 4에서 ACK/NACK을 전송할 수 있다.

[0156] 즉, 프라이머리 셀에서는 종래의 FDD에서 HARQ 수행하는 것과 마찬가지로 데이터를 수신한 서브프레임에서 4 서브프레임 후의 서브프레임에서 ACK/NACK을 전송한다.

[0157] 이제, 단말이 세컨더리 셀에서 하향링크 데이터를 수신한 경우 ACK/NACK 전송 방법에 대해 설명한다.

[0158] 도 12는 세컨더리 셀을 통해 수신한 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK 전송 방법을 나타낸다.

[0159] 도 12를 참조하면, 기지국은 세컨더리 셀의 UL-DL 설정 정보를 전송한다(S210). 세컨더리 셀은 TDD로 동작하므로, UL-DL 설정 정보가 필요할 수 있다. UL-DL 설정 정보는 RRC 메시지와 같은 상위 계층 신호를 통해 전송될 수 있다.

[0160] 기지국은 세컨더리 셀의 서브프레임 n에서 하향링크 데이터를 전송한다(S220).

[0161] 단말은 하향링크 데이터를 디코딩하고, 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK을 생성한다(S230).

[0162] 단말은 프라이머리 셀의 서브프레임 $n + k_{SCC}(n)$을 통해 기지국으로 ACK/NACK을 전송한다(S240). 서브프레임 $n + k_{SCC}(n)$은 다음과 같은 방법에 의해 결정될 수 있다.

[0163] <서로 다른 프레임 구조를 사용하는 CC들이 집성되는 시스템에서 HARQ ACK/NACK 전송 타이밍>

[0164] <방법 1>.

[0165] 서브프레임 $n + k_{SCC}(n)$은 프라이머리 셀에서의 ACK/NACK 전송 타이밍을 따르는 방법이다. 즉, $n+k_{min}$과 동일한 프라이머리 셀의 상향링크 서브프레임을 서브프레임 $n + k_{SCC}(n)$으로 설정하는 방법이다. 다시 말해, 세컨더리 셀의 서브프레임 n에서 데이터를 수신한 경우, 상기 데이터에 대한 ACK/NACK을 프라이머리 셀의 서브프레임 $n + k_{min}$에서 전송하는 것이다. 이 때, k_{min}은 일 예로, 4 서브프레임일 수 있다.

[0166] 도 13은 프라이머리 셀이 FDD 셀이고, 세컨더리 셀이 TDD 셀인 경우, ACK/NACK 전송 타이밍을 나타내는 일 예이다.

[0167] 도 13을 참조하면, PCC의 DL 서브프레임 n에서 수신되는 DL 데이터 채널 또는 DL 제어 채널에 대한 ACK/NACK이 전송되는 PCC의 UL 서브프레임을 서브프레임 $n + k_{PCC}(n)$이라 하자. FDD의 경우, ACK/NACK의 전송 지연을 방지하기 위해 기존과 마찬가지로 $k_{PCC}(n)= k_{min} =4$ 으로 설정할 수 있다.

[0168] SCC의 서브프레임 n에서 수신되는 DL 데이터 채널 또는 DL 제어 채널에 대한 ACK/NACK이 전송되는 PCC의 UL 서브프레임을 서브프레임 $n + k_{SCC}(n)$이라 하자. 그러면, $k_{SCC}(n)$는 PCC에 설정된 FDD의 ACK/NACK 타이밍을 따를 수 있다. 즉, $k_{SCC}(n)= k_{min} =4$일 수 있다. 예컨대, SCC의 서브프레임 n(131)에서 수신한 DL 데이터 채널 또는 DL 제어 채널에 대한 ACK/NACK은 PCC의 서브프레임 n+4(132)에서 전송된다.

[0169] 도 14는 방법 1에 따른 ACK/NACK 전송 방법을 나타낸다.

[0170] 도 14를 참조하면, 제1 셀 및 제2 셀이 집성된 상황에서 상기 제2 셀의 DL 서브프레임에서 ACK/NACK을 필요로

하는 데이터를 수신한다(S161). 여기서, ACK/NACK을 필요로 하는 데이터는 PDSCH, 전송 블록, DL SPS 해제 PDCCH와 같이 ACK/NACK 응답이 요구되는 것들을 통칭한다. 제1 셀은 FDD 프레임을 이용하는 FDD 셀로 프라이머리 셀일 수 있고, 제2 셀은 TDD 프레임을 이용하는 TDD 셀로 세컨더리 셀일 수 있다.

[0171] 단말은 제1 셀의 ACK/NACK 타이밍에 따라 결정되는 제1 셀의 UL 서브프레임에서 상기 데이터에 대한 ACK/NACK을 전송한다(S162).

[0172] 방법 1에 의하면, 세컨더리 셀에서 수신한 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK이 하향링크 데이터 수신 시점을 기준으로 항상 k_{min} 개의 서브프레임 후에 전송되므로, ACK/NACK 지연이 최소화되는 장점이 있다.

[0173] 또한, 종래 TDD에서는 하나의 상향링크 서브프레임에 대응되는 하향링크 서브프레임의 개수가 많을 경우, 상기 하나의 상향링크 서브프레임에서 전송해야 하는 ACK/NACK이 많아지는 문제가 있었다. 그런데, 상기 방법 1에 의하면, ACK/NACK 전송이 분산되는 장점이 있다.

[0174] ACK/NACK을 전송하는 프라이머리 셀의 상향링크 서브프레임을 서브프레임 n이라 하면, 서브프레임 n에서 확보해야 하는 ACK/NACK 자원의 개수는 서브프레임 $n - k_{min}$에 대한 프라이머리 셀의 전송 모드, 세컨더리 셀의 하향링크 서브프레임에서의 전송 모드에 따라 결정될 수 있다.

[0175] 방법 1에 의할 때, 단말에게 적용되는 ACK/NACK 타이밍은 상기 표 5에서 다음 표 10으로 변경될 수 있다.

표 10

[0176]

UL-DL Configuration	Subframe *n*									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4	-	-	-	4	4	-	-	-	4
1	4	-	-	4	4	4	-	-	4	4
2	4	-	4	4	4	4	-	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4	-	-	-	4
4	4	4	4	4	4	4	-	-	4	4
5	4	4	4	4	4	4	-	4	4	4
6	4	-		4	4	4	-			4

[0177] 즉, 세컨더리 셀의 UL-DL 설정이 상기 표 10 중 어느 하나와 같고, 프라이머리 셀이 FDD 프레임을 사용하는 경우, 서브프레임 n은 ACK/NACK을 전송하는 서브프레임이며, 서브프레임 n에 표시된 숫자는 k_{min}을 나타낸다. 이때, 서브프레임 $n - k_{min}$은 상기 ACK/NACK의 대상이 되는 하향링크 데이터를 수신하는 서브프레임을 나타낸다. 예를 들어, 표 10에서 UL-DL 설정 0이고, 서브프레임 9에는 4가 기재되어 있다. 이 경우, 세컨더리 셀의 서브프레임 5(=9-4)에서 수신한 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK이 상기 서브프레임 9에서 전송됨을 나타낸다.

[0178] 방법 1에 의할 때, 단말에게 적용되는 ACK/NACK 타이밍은 상기 표 9에서 다음 표 11으로 변경될 수 있다.

표 11

[0179]

UL-DL Configuration	Subframe *n*									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4	**4**		-		4	**4**		-	
1	**4**	**4**			4	**4**	**4**			4
2	**4**	**4**		4	**4**	**4**	**4**		4	**4**
3	4	**4**				**4**	**4**	**4**	**4**	**4**
4	**4**	**4**			**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	4
5	**4**	**4**		**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	4	**4**
6	**4**	**4**				**4**	**4**			**4**

[0180] 표 11에서 서브프레임 n은 하향링크 데이터를 수신하는 서브프레임을 나타내며, 서브프레임 $n + k_{SCC}(n)$은 상기

하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK을 전송하는 서브프레임이다. 상기 표 11의 각 값들은 서브프레임 n에 대한 상기 $k_{SCC}(n)$ 값을 나타내고 있다. 예를 들어, UL-DL 설정이 0인 경우, 세컨더리 셀의 서브프레임 1에서 하향링크 데이터를 수신하면, 4 서브프레임 이후인 서브프레임 5(프라이머리 셀의)에서 ACK/NACK을 전송함을 나타내고 있다.

[0181] 상기 표 10, 표 11 및 도 13은 프라이머리 셀의 세컨더리 셀의 무선 프레임 경계가 일치함을 전제로 한 것이다. 즉, 프라이머리 셀의 무선 프레임과 세컨더리 셀의 무선 프레임이 동기화됨을 전제로 한 것이다. 만약, 프라이머리 셀과 세컨더리 셀의 무선 프레임이 동기화되지 않는다면, 이를 보상해주기 위한 추가적인 서브프레임 지연(이를 k_{add}라 표시)을 고려할 수 있다. 즉, 방법 1에서 $k_{SCC}(n)$은 k_{min} + k_{add}로 변경될 수도 있다.

[0182] 또는, 세컨더리 셀의 서브프레임 n에서 하향링크 데이터를 수신하고, 상기 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK을 전송하는 서브프레임을 n + $k_{SCC}(n)$이라 할 때, 상기 $k_{SCC}(n)$이 k_{min} + k_{add} 보다 작은 경우, 상기 세컨더리 셀의 서브프레임 n에서 하향링크 데이터를 전송하지 않도록 스케줄링을 제한할 수도 있다.

[0183] < 방법 2>

[0184] 방법 2는 ACK/NACK을 전송하는 서브프레임 n + $k_{SCC}(n)$을 세컨더리 셀에서의 TDD ACK/NACK 전송 타이밍에 따라 결정하는 방법이다. 즉, $k_{SCC}(n)$을 상기 표 9와 같이 결정하되, 실제 ACK/NACK은 프라이머리 셀의 UL PCC를 통해 전송하는 방법이다. 다시 말해, SCC에서 수신한 DL 데이터 채널 또는 DL 제어 채널에 대한 ACK/NACK은 SCC에 설정된 ACK/NACK 타이밍에 따라 PCC의 UL 서브프레임에서 전송될 수 있다.

[0185] 도 15는 프라이머리 셀이 FDD 셀이고, 세컨더리 셀이 TDD 셀인 경우, ACK/NACK 전송 타이밍을 나타내는 다른 예이다.

[0186] 도 15를 참조하면, PCC의 DL 서브프레임 n에서 수신되는 DL 데이터 채널 또는 DL 제어 채널에 대한 ACK/NACK이 전송되는 PCC의 UL 서브프레임을 서브프레임 n + $k_{PCC}(n)$이라 하자. FDD의 경우, ACK/NACK의 전송 지연을 방지하기 위해 기존과 마찬가지로 $k_{PCC}(n)= k_{min} =4$ 으로 설정할 수 있다.

[0187] 이 경우, SCC의 DL 서브프레임 n(141)에서 수신한 DL 데이터 채널 또는 DL 제어 채널에 대한 ACK/NACK은, SCC에 설정된 ACK/NACK 타이밍에 의할 때 SCC의 UL 서브프레임 n+k(n)(142)일 수 있다. 이 경우 상기 ACK/NACK은 UL 서브프레임 n+k(n)(142)과 동일한 시점의 PCC의 UL 서브프레임(143)에서 전송되는 것이다.

[0188] 도 16은 방법 2에 따른 ACK/NACK 전송 방법을 나타낸다.

[0189] 도 16을 참조하면, 제1 셀 및 제2 셀이 집성된 상황에서, 상기 제2 셀의 DL 서브프레임에서 ACK/NACK을 필요로 하는 데이터를 수신한다(S151). 여기서, ACK/NACK을 필요로 하는 데이터는 PDSCH, 전송 블록, DL SPS 해제 PDCCH와 같이 ACK/NACK 응답이 요구되는 것을 의미한다. 제1 셀은 FDD 프레임을 이용하는 FDD 셀로 프라이머리 셀일 수 있고, 제2 셀은 TDD 프레임을 이용하는 TDD 셀로 세컨더리 셀일 수 있다.

[0190] 단말은 제2 셀만 설정된 경우 적용하는 ACK/NACK 타이밍에 따라 결정되는 제1 셀의 UL 서브프레임에서 상기 데이터에 대한 ACK/NACK을 전송한다(S152).

[0191] 이러한 방식은 TDD CC에 대한 ACK/NACK 타이밍을 상기 TDD CC가 프라이머리 셀로 사용되는지 아니면 세컨더리 셀로 사용되는지와 무관하게 동일하게 적용할 수 있는 장점이 있다.

[0192] PCC의 UL 서브프레임에서 확보해야 하는 ACK/NACK 전송을 위한 자원의 개수는 서브프레임 n 시점에 PCC/SCC에 DL 서브프레임이 존재하는지 여부, 존재하는 DL 서브프레임에서의 전송 모드에 따라 결정된다.

[0193] 만약, 프라이머리 셀과 세컨더리 셀의 무선 프레임이 동기화되지 않는다면, 이를 보상해주기 위한 추가적인 서브프레임 지연(이를 k_{add}라 표시)을 고려할 수 있다. 상기 k_{add}는 고정된 값을 사용할 수도 있고, RRC 메시지를 통해 설정하는 값을 사용할 수도 있다. 방법 2에서 $k'_{SCC}(n)= k_{SCC}(n) + k_{add}$로 나타낼 때, 세컨더리 셀의 서브프레임 n에서 수신한 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK은 프라이머리 셀의 상향링크 서브프레임 n + $k'_{SCC}(n)$에서 전송되는 것으로 표현할 수 있다.

[0194] 또는, 세컨더리 셀의 서브프레임 n에서 하향링크 데이터를 수신하고, 상기 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK을 전송하는 서브프레임을 n + $k_{SCC}(n)$이라 할 때, 상기 $k_{SCC}(n)$이 k_{min} + k_{add} 보다 작은 경우, 상기 세컨더리 셀의

서브프레임 n에서 하향링크 데이터를 전송하지 않도록 스케줄링을 제한할 수도 있다.

[0195] 상술한 프라이머리 셀에서의 ACK/NACK 전송 방법과 세컨더리 셀에 대한 ACK/NACK 전송 방법으로 방법 1이 사용되는 경우, 프라이머리 셀과 세컨더리 셀에 대한 ACK/NACK은 FDD에서 사용되는 ACK/NACK 전송 기법을 따를 수 있다. 예를 들어, 단말에게 복수의 서빙 셀이 설정된 경우의 FDD에 사용되는 PUCCH 포맷 1b를 사용하는 채널 선택을 사용할 수 있다. 즉, 세컨더리 셀에 대한 ACK/NACK은 ACK/NACK 번들링과 같은 압축 기법을 사용하지 않고 프라이머리 셀을 통해 PUCCH 포맷 1b를 사용하는 채널 선택을 사용하여 ACK/NACK을 전송한다. 프라이머리 셀의 하나의 상향링크 서브프레임에 연결되는 하향링크 서브프레임이 하나만으로 결정되기 때문에 ACK/NACK 번들링과 같은 압축 기법을 사용하지 않을 수 있다.

[0196] 반면, 프라이머리 셀에서의 ACK/NACK 전송 방법과 세컨더리 셀에 대한 ACK/NACK 전송 방법으로 방법 2가 사용되는 경우, 프라이머리 셀과 세컨더리 셀에 대한 ACK/NACK은 TDD에서 사용되는 ACK/NACK 전송 기법을 따를 수 있다. 예를 들어, TDD에서 복수의 서빙 셀이 설정된 경우 사용되는 PUCCH 포맷 1b를 사용하는 채널 선택을 통해 ACK/NACK을 전송할 수 있다.

[0197] 전술한 방법 1 및 방법 2는 교차 반송파 스케줄링인지 비교차 반송파 스케줄링인지 여부에 따라 적용 여부가 결정될 수 있다. 예를 들어, 교차 반송파 스케줄링에서는 방법 1를 사용하고 비교차 반송파 스케줄링인 경우에는 방법 2를 사용할 수 있다.

[0198] 집성되는 CC들에서 서로 상이한 프레임 구조를 사용하면(FDD CC와 TDD CC의 집성), 동일 시구간(서브프레임)에서 하나의 CC는 UL 전송, 다른 CC에서는 DL 수신을 하는 것과 같은 동작이 발생할 수 있다. 이 경우, UL 전송은 DL 수신에 간섭을 미칠 수 있다. 따라서, 서로 인접한 주파수 대역에서 동시에 UL 전송과 DL 수신을 하는 것은 바람직하지 않다.

[0199] 이를 해결하기 위해 서로 간섭을 주지 않을 만큼 떨어진 주파수 대역별로 그룹을 짓고 하나의 그룹 내에서는 동일한 UL-DL 설정을 사용하고 다른 그룹끼리는 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하도록 하는 것이 바람직하다.

[0200] 예를 들어, 할당된 주파수 대역의 오름 차순으로 CC #1 내지 #5가 집성되는 경우, CC#1,2를 제1 그룹, CC#3~5를 제2 그룹으로 그룹 짓고, 제1 그룹 내의 모든 CC들은 UL-DL 설정 0를 사용하고 제2 그룹 내의 모든 CC들은 UL-DL 설정 3을 사용하는 것이다. 이 때, CC #2와 CC#3은 서로 간섭을 주지 않을 만큼 주파수 대역이 이격된 CC일 수 있다. 상기 예에서, 단말은 각 그룹 별로 독립적인 RF 모듈을 가질 수 있고 별도의 전력 증폭기를 사용할 수 있다. 단말은 각 그룹 별로 하나의 PUCCH를 전송할 수 있으며 이 경우 상향링크에 복수의 PUCCH들이 전송되더라고 PAPR(peak to average ratio)가 증가하는 문제는 발생하지 않는다.

[0201] PUCCH가 PCC로만 전송되는 경우 방법 1를 적용하고, PCC가 속하지 않은 (인접하지 않은 주파수 대역의)그룹의 특정 UL CC에서 PUCCH가 전송될 경우 해당 PUCCH로 전송되는 ACK/NACK 타이밍은 PUCCH가 전송되는 상기 특정 UL CC의 DL 서브프레임에 대응되는 ACK/NACK 타이밍을 따르도록 할 수 있다.

[0202] <서로 다른 프레임 구조를 사용하는 서빙 셀들의 집성에서 하향링크 HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 방법>

[0203] 도 17은 3GPP LTE에서 하나의 셀에서 수행되는 하향링크 HARQ를 예시한다.

[0204] 도 17을 참조하면, 기지국은 단말에게 서브프레임 n에서 PDCCH(411) 상의 하향링크 자원 할당에 의해 지시되는 PDSCH(412) 상으로 하향링크 전송 블록을 전송한다.

[0205] 단말은 서브프레임 n+4에서 PUCCH(420) 상으로 ACK/NACK 신호를 보낸다. 일 예로, ACK/NACK 신호의 전송에 사용되는 PUCCH(420)의 자원은 PDCCH(411)의 자원(예를 들어, PDCCH(411)의 전송에 사용되는 첫번째 CCE의 인덱스)를 기반으로 결정될 수 있다.

[0206] 기지국은 단말로부터 NACK 신호를 수신하더라도, 상향링크 HARQ와 달리 반드시 서브프레임 n+8에서 재전송하는 것은 아니다. 여기서는, n+9번째 서브프레임에서 PDCCH(431) 상의 하향링크 자원 할당에 의해 지시되는 PDSCH(432) 상으로 재전송 블록을 전송하는 예를 나타내고 있다.

[0207] 단말은 n+13번째 서브프레임에서 PUCCH(440) 상으로 ACK/NACK 신호를 보낸다.

[0208] 다음 표는 각 UL-DL 설정에 따른 TDD 프레임에서, 각 UL 서브프레임에서 4 서브프레임 이후의 최단 DL 서브프레임의 위치를 나타낸다. 단말이 UL 서브프레임에서 ACK/NACK을 전송하면 기지국이 이를 바탕으로 스케줄링을 수행하는데는 일정한 시간이 필요한데, 이 시간의 최소값이 4 서브프레임이다.

표 12

UL-DL 설정 (UL-DL Configuration)	Subframe *n*									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0			4	7	6			4	7	6
1			4	6				4	6	
2			4					4		
3			4	4	4					
4			4	4						
5			4							
6			4	6	5			4	7	
FDD	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

[0209]

[0210] 예를 들어, UL-DL 설정0에 따르면, 서브프레임 2, 3, 4, 7, 8, 9는 UL 서브프레임들이고, 그 이외의 서브프레임들은 DL 서브프레임(또는 특수 서브프레임)들이다. 상기 표의 UL-DL 설정 0에서 서브프레임 4에는 6이 표시되어 있는데, 이 6은 서브프레임 4를 기준으로 4개의 서브프레임 이후에 위치한 최단 DL 서브프레임이 서브프레임 4 다음의 6번째 서브프레임(즉, 다음 프레임의 서브프레임 0)임을 나타낸다. 마찬가지로 UL-DL 설정 6에서 서브프레임 8에는 7이 표시되어 있는데, 이는 서브프레임 8을 기준으로 4개의 서브프레임 이후에 위치한 최단 DL 서브프레임이 서브프레임 8 다음의 7번째 서브프레임(다음 프레임의 서브프레임 5)임을 나타낸다.

[0211] 즉, 상기 표 12는 DL HARQ에서 단말이 ACK/NACK을 전송한 후, 기지국이 상기 ACK/NACK 응답에 따른 전송(즉, 새로운 데이터를 전송하거나 기존 데이터의 재전송)을 하기까지의 최단 시간을 서브프레임 단위로 나타낸 것이다.

[0212] 이하 설명의 편의상, 하나의 DL HARQ 프로세스에 걸리는 시간을 다음과 같이 정의한다. 먼저, 기지국이 데이터를 전송하는 것을 초기 전송이라고 하자. 상기 데이터는 ACK/NACK 응답을 필요로 하는 모든 것을 통칭한다. 예컨대, 전송 블록, 코드워드, PDSCH 등과 같은 데이터에 국한되지 않고 DL SPS 해제 PDCCH와 같이 ACK/NACK 응답을 필요로 하는 제어 채널도 포함한다.

[0213] 단말은 상기 데이터에 대한 ACK/NACK을 전송한다. 기지국은 단말이 전송한 ACK/NACK을 수신한 후 ACK/NACK에 따라 새로운 데이터를 전송하거나 또는 데이터를 재전송할 수 있다. 기지국이 새로운 데이터를 전송할 수도 있지만 편의상 ACK/NACK 응답에 대응하여 데이터를 전송하는 것을 재전송이라 칭하자.

[0214] 그러면, 동일한 DL HARQ 프로세스에 걸리는 시간은 초기 전송과 재전송 시점의 차이에 의하여 규정될 수 있다. DL HARQ 프로세스에 걸리는 시간은 ACK/NACK이 전송되는 UL 서브프레임을 기준으로 상기 ACK/NACK의 대상이 된 초기 전송까지의 시간(이를 k라 표시하자. 단 k는 서브프레임 단위)과 상기 ACK/NACK 이후 재전송까지의 시간(이를 j라 표시하자. j는 서브프레임 단위)의 합이라고도 할 수 있다.

[0215] FDD에서는 DL 서브프레임과 UL 서브프레임의 비가 1:1이고, FDD 프레임 내에 DL 서브프레임 및 UL 서브프레임들이 서로 다른 주파수 대역에 연속적으로 존재하므로, DL HARQ 프로세스에 걸리는 시간이 8 서브프레임으로 일정할 수 있다.

[0216] 반면, TDD에서는 상기 k와 j가 각 UL 서브프레임 별로 다를 수 있기 때문에 DL HARQ 프로세스에 걸리는 시간이 일정하지 않다.

[0217] 다음 표는 UL-DL 설정에 따른 TDD 프레임 내의 각 UL 서브프레임들에서 k + j 값들을 나타낸 것이다. 서브프레임 n에 대한 k값을 k(n), 서브프레임 n에 대한 j값을 j(n)이라 할 때, 하기 표 13에서는 서브프레임 n에 대하여 {k(n)}+j(n)의 형식으로 나타내였다. k(n)은 복수개의 값들 중 어느 하나일 수 있다.

표 13

UL-DL Configuration	Subframe *n*										Max
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	-	-	**{6}+4**	-	**{4}+6**	-	-	**{6}+4**	-	**{4}+6**	10
1	-	-	{**7**,6}**+4**	{4}+6	-	-	-	{**7**,6}**+4**	{4}+6	-	11
2	-	-	{**8**,7,4,6}**+4**	-	-	-	-	{**8**,7,4,6} **+4**	-	-	12
3	-	-	{7,6,**11**}**+4**	{6,5}+4	{5,4}+4	-	-	-	-	-	15
4	-	-	{**12**,8,7,11}**+4**	{6,5,4,7} +4	-	-	-	-	-	-	16
5	-	-	{**13**,12,9, 8,7,5,4, 11,6} **+4**	-	-	-	-	-	-	-	17
6	-	-	{7}+4	{7} +6	{5}+5	-	-	{7}+4	**{7}+7**	-	14
FDD	{4} +4	{4} +4	{4}+4	{4} +4	{4}+4	{4} +4	{4} +4	{4}+4	{4}+4	{4}+4	8

[0218]

[0219] 상기 표 13에서 'Max'는 각 UL 서브프레임에서 구한 {k(n)}+j(n) 값의 최대 값을 UL-DL 설정 별로 나타낸 것이다. 예를 들어, UL-DL 설정 4에서 {k(n)}+j(n) 값들의 최대값은 16이라는 의미이다.

[0220] 한편, 하향링크에서 운용할 수 있는 DL HARQ 프로세스의 개수는 상기 k(n)+j(n)값의 최대값과 연관되어 있다. 즉, 하나의 셀에서 DL HARQ 프로세스의 개수는 k(n)+j(n) 값의 최대값에 해당하는 구간 내에 포함되는 DL 서브프레임들의 개수로 결정될 수 있다.

[0221] 도 18은 하나의 FDD 셀에서 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 예를 나타낸다.

[0222] 도 18을 참조하면, k=4이고, j=4이다. 그리고, k+j 개로 구성된 서브프레임 구간 내에 포함된 DL 서브프레임들의 개수가 8개이다. 상기 8개의 DL 서브프레임들은 각각 다른 DL HARQ 프로세스에 사용될 수 있으므로 최대 DL HARQ 프로세스의 개수(이를 M_{HARQ}라 하자)는 8개일 수 있다.

[0223] 도 19는 하나의 TDD 셀에서 UL-DL 설정 0 ~ 2 각각에 대하여 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 예를 나타낸다.

[0224] 예를 들어, UL-DL 설정 0을 살펴보면, UL 서브프레임(191)을 기준으로 k는 6, j는 4가 된다. 그리고, k+j 개의 서브프레임 구간에 포함된 DL 서브프레임들의 개수는 4개이다. 따라서, M_{HARQ}=4가 된다.

[0225] 도 20은 하나의 TDD 셀에서 UL-DL 설정 3 ~ 5 각각에 대하여 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 예를 나타낸다.

[0226] 예를 들어, UL-DL 설정 3을 살펴보면, UL 서브프레임(201)을 기준으로 k는 11, j는 4가 된다. 그리고, k+j 개의 서브프레임 구간에 포함된 DL 서브프레임들의 개수는 9개이다. 따라서, M_{HARQ}=9가 된다.

[0227] 도 21은 하나의 TDD 셀에서 UL-DL 설정 6에 대하여 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 예를 나타낸다.

[0228] UL-DL 설정 6을 살펴보면, UL 서브프레임(211)을 기준으로 k는 7, j는 7이 된다. 그리고, k+j개의 서브프레임 구간에 포함된 DL 서브프레임들의 개수는 6개이다. 따라서, M_{HARQ}=6이 된다.

[0229] 즉, 도 18 내지 21은 하나의 셀에 대하여 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 예를 나타내었다.

[0230] 한편, 전술한 방법 1 또는 방법 2를 적용할 경우, 세컨더리 셀의 ACK/NACK 타이밍이 달라질 수 있다. 예컨대, 프라이머리 셀이 FDD 셀이고 세컨더리 셀이 TDD 셀인 경우 방법 1을 적용하면, 세컨더리 셀의 DL 서브프레임에서 수신한 데이터에 대한 ACK/NACK이 프라이머리 셀의 UL 서브프레임에서 전송되며 이 때 상기 UL 서브프레임은 프라이머리 셀인 FDD 셀의 ACK/NACK 타이밍에 따른다. 따라서, TDD 셀이 단독으로 설정된 경우에 있어서의 ACK/NACK 타이밍과 서로 다른 프레임 구조를 사용하는 셀들이 집성된 경우에 있어서의 ACK/NACK 타이밍은 서로 달라질 수 있다. 이 경우 DL HARQ 프로세스의 개수를 어떻게 정할 것인지가 문제된다.

[0231] 먼저, 설명의 편의를 위해 몇 가지 용어를 정의한다. 이하에서 k_{S-P}는 데이터를 수신하는 세컨더리 셀의 DL 서브

프레임과 상기 데이터에 대한 ACK/NACK을 전송하는 프라이머리 셀의 UL 서브프레임 간의 시간 차이를 나타낸다. 그리고, j_{P-S}는 상기 ACK/NACK을 전송하는 프라이머리 셀의 UL 서브프레임과 동일한 DL HARQ 프로세스에 의하여 전송이 가능한 세컨더리 셀의 최단 DL 서브프레임 간의 시간 차이를 나타낸다.

[0232] 프라이머리 셀이 FDD 셀이고 세컨더리 셀이 TDD 셀이고 방법1을 사용하는 경우면, 세컨더리 셀의 각 서브프레임에 대하여 j_{P-S}는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

표 14

[0233]

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

[0234] 상기 표에서 각 서브프레임에 대하여 A/B의 형태로 나타내었는데, A는 DL HARQ 프로세스의 충돌을 허용하지 않는 경우에 대한 값이고, B는 DL HARQ 프로세스의 충돌을 허용하는 경우에 대한 값이다.

[0235] 다음 표는 세컨더리 셀의 각 서브프레임에 대하여 DL HARQ 프로세스의 충돌을 허용하지 않는 경우에 있어서의 $k_{S-P}+j_{P-S}$ 를 나타낸 것이다. 즉, 서브프레임 n에 대한 k_{S-P}를 $k_{S-P}(n)$, 서브프레임 n에 대한 j_{P-S}를 $j_{P-S}(n)$라 하면, 다음 표는 서브프레임 n에 대한 $k_{S-P}(n)+j_{P-S}(n)$ 를 나타낸 것이다.

표 15

[0236]

UL-DL Configuration	Subframe n											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Max DL	Min DL
0	4+6	-	-	-	4+6	4+6	-	-	-	4+6	4	4
1	4+6	-	-	4+6	4+6	4+6	-	-	4+6	4+6	6	6
2	4+5	-	4+5	4+5	4+5	4+5	-	4+5	4+5	4+5	8	7
3	4+6	4+6	4+6	4+6	4+6	4+6	-	-	-	4+6	7	7
4	4+6	4+6	4+6	4+6	4+6	4+6	-	-	4+6	4+6	8	8
5	4+5	4+5	4+5	4+5	4+5	4+5	-	4+5	4+5	4+5	9	8
6	4+6	-		4+6	4+6	4+6	-			4+6	5	5

[0237] 상기 표에서 'Max DL'은 해당 UL-DL 설정에서 각 서브프레임 별로 정해지는 $k_{S-P}(n)+j_{P-S}(n)$구간 내에 포함되는 DL 서브프레임들의 개수의 최대값을 나타내고 'Min DL'은 해당 UL-DL 설정에서 각 서브프레임 별로 정해지는 $k_{S-P}(n)+j_{P-S}(n)$구간 내에 포함되는 DL 서브프레임들의 개수의 최소값을 나타낸다.

[0238] 이러한 경우, 세컨더리 셀에 적용되는 최대 DL HARQ 프로세스의 개수는 다음과 같은 방법들 중 하나를 적용할 수 있다.

[0239] i) 각 $k_{S-P}+j_{P-S}$ 에 해당하는 구간에서의 유효한 DL 서브프레임들의 개수의 최대값 또는 각 $k_{S-P}+j_{P-S}$ 에 해당하는 구간에서 포함된 모든 DL 서브프레임들의 개수의 최대값으로 세컨더리 셀에 적용되는 최대 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정할 수 있다. 유효 DL 서브프레임은 실제로 기지국에 의하여 데이터 전송이 가능한 DL 서브프레임을 의미한다. 즉, UL-DL 설정에서 DL 서브프레임으로 설정되더라도 기지국이 데이터를 전송할 수 없다면 유효

DL 서브프레임이 아니다. 특정 DL 서브프레임이 유효 DL 서브프레임이 되기 위해서는 상기 특정 DL 서브프레임에서 데이터 채널 전송이 가능하고 상기 데이터 채널을 스케줄링하는 제어 채널이 전송되도록 정의된 DL 서브프레임에서도 상기 제어 채널의 전송이 가능하여야 한다.

[0240] ii) 또는, 각 $k_{S-P}+j_{P-S}$ 에 해당하는 구간에서의 유효한 DL 서브프레임들의 개수의 최소값 또는 각 $k_{S-P}+j_{P-S}$ 에 해당하는 구간에서 포함된 모든 DL 서브프레임들의 개수의 최소값으로 세컨더리 셀에 적용되는 최대 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정할 수 있다.

[0241] 예를 들어, 프라이머리 셀이 FDD 셀이고, 세컨더리 셀이 TDD 셀이며 UL-DL 설정 2인 경우를 가정하자. 이 경우 상기 표 15에 의하면 세컨더리 셀의 각 서브프레임에 대하여 $k_{S-P}+j_{P-S}$ 값이 9가 되며 각 $k_{S-P}+j_{P-S}$ 에 해당하는 구간에서 포함된 모든 DL 서브프레임들의 개수의 최대값은 8, 최소값은 7이 된다. 이 때 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수는 8 또는 7로 설정하는 것이다.

[0242] 이러한 방법들에 의하면, 세컨더리 셀의 DL 서브프레임들 중 일부에는 DL HARQ 프로세스를 할당할 수 없는 단점이 있기는 하나, 데이터의 재전송 시간을 단축시킬 수 있는 장점이 있다.

[0243] 또는, 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수는 다음과 같이 결정될 수 있다. 프라이머리 셀(제1 서빙 셀)은 FDD 셀, 세컨더리 셀(제2 서빙 셀)은 TDD 셀임을 전제로 한다.

[0244] 도 22는 세컨더리 셀의 DL HARQ 프로세스 개수 결정 방법의 일 예를 나타낸다.

[0245] 단말은 세컨더리 셀(제2 서빙 셀)의 하향링크 서브프레임에서 데이터를 수신하고, 그 데이터에 대한 ACK/NACK 신호를 프라이머리 셀(제1 서빙 셀)의 상향링크 서브프레임에서 전송한다. 이 때, 프라이머리 셀에서는 제1 타입의 프레임(FDD 프레임)이 사용되고, 세컨더리 셀에서는 제2 타입의 프레임(TDD 프레임)이 사용된다.

[0246] 이러한 경우, 세컨더리 셀의 DL HARQ 프로세스 개수는 세컨더리 셀의 TDD 프레임에 포함된 각 서브프레임을 기준으로 특정 개수의 서브프레임들로 구성된 구간들 각각에 포함된 하향링크 서브프레임들의 개수들을 계산하고(S171), 상기 DL 서브프레임들의 개수에 기반하여 세컨더리 셀의 DL HARQ 프로세스 개수를 결정할 수 있다. 구체적으로 다음 1) 내지 4) 중 어느 하나의 방법을 이용할 수 있다.

[0247] 1) FDD 셀에서 DL HARQ에 의한 초기 전송과 재전송 간의 최소 시간은 8 서브프레임이다. 이를 고려하여 세컨더리 셀에서도 8 서브프레임 구간 내에 포함된 DL 서브프레임의 개수의 최대값으로 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정할 수 있다.

[0248] 2) 또는 세컨더리 셀에서 8 서브프레임 구간 내에 포함된 DL 서브프레임의 개수의 최소값으로 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정할 수 있다.

[0249] 다음 표는 세컨더리 셀이 TDD 셀일 때 UL-DL 설정에 따라 8 서브프레임 구간 내에 포함되는 DL 서브프레임들의 개수를 각 서브프레임 별로 나타낸 것이다.

표 16

[0250]

UL-DL Configuration	Subframe *n*										# of DL subframes within 8 subframes										Max	Min
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0 ~	1 ~	2 ~	3 ~	4 ~	5 ~	6 ~	7 ~	8 ~	9 ~		
0	D	D	U	U	U	D	D	U	U	U	4	3	2	3	4	4	3	2	3	4	**4**	**2**
1	D	D	U	U	D	D	D	U	U	D	5	4	4	5	6	5	4	4	5	6	**6**	**4**
2	D	D	U	D	D	D	D	U	D	D	6	6	6	7	7	6	6	6	7	7	**7**	**6**
3	D	D	U	U	U	D	D	D	D	D	5	5	5	6	7	7	6	5	5	5	**7**	**5**
4	D	D	U	U	D	D	D	D	D	D	6	6	6	7	8	7	6	6	6	6	**8**	**6**
5	D	D	U	D	D	D	D	D	D	D	7	7	7	8	8	7	7	7	7	7	**8**	**7**
6	D	D	U	U	U	D	D	U	U	D	4	3	3	4	5	5	4	3	4	5	**5**	**3**

[0251] 상기 표 16에서 '# of DL subframes within 8 subframes'는 8 서브프레임 구간이 서브프레임 0 ~ 9 중 어느 서브프레임에서 시작하는지에 따라 해당 8 서브프레임 구간 내에 포함되는 DL 서브프레임들의 개수를 나타낸 것이다.

[0252] 예를 들어, 표 16에서 UL-DL 설정 0일 때 8 서브프레임 구간이 서브프레임 0부터 시작되면, 해당 8 서브프레임 구간에 포함되는 DL 서브프레임들의 개수는 4개이고, 8 서브프레임 구간이 서브프레임 1부터 시작되면, 해당 8

서브프레임 구간에 포함되는 DL 서브프레임들의 개수는 3개임을 나타낸다. 그리고 'Max'는 해당 UL-DL 설정에 대하여 각 8 서브프레임 구간 내에 포함되는 DL 서브프레임들의 개수들 중 최대값을 나타내고, 'Min'은 해당 UL-DL 설정에 대하여 각 8 서브프레임 구간 내에 포함되는 DL 서브프레임들의 개수들 중 최소값을 나타낸다.

[0253] 3) 또는 세컨더리 셀에서 각 8 서브프레임 구간 내에 포함된 DL 서브프레임의 개수들의 평균값을 기반으로 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수를 결정할 수 있다. 예를 들어, 상기 표 16에서 세컨더리 셀에 UL-DL 설정 0이 사용되면 각 8 서브프레임 구간들에 포함된 DL 서브프레임들의 개수들은 {4,3,2,3,4,4,3,2,3,4}임을 알 수 있다. 이 값들의 평균값을 구하여 그 평균값에 가장 가까운 정수를 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수로 결정할 수 있다.

[0254] 4) 또는 세컨더리 셀에서 각 8 서브프레임 구간 내에 포함된 DL 서브프레임의 개수들의 최대값과 최소값 사이의 특정 값을 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수로 결정할 수 있다. 상기 특정 값은 미리 약속된 고정된 값일 수도 있고, 시그널링된 값일 수도 있다.

[0255] DL HARQ 프로세스의 개수가 많을수록 세컨더리 셀에 포함된 DL 서브프레임들을 최대한 활용할 수 있으나 데이터를 저장하는 소프트 버퍼(soft buffer)는 보다 많은 수로 분할되어야 한다. 따라서, 크기가 큰 소프트 버퍼가 필요한 단점이 있다. 이러한 트레이드 오프 관계를 고려하여 전술한 1) 내지 4) 중에서 어떤 방법을 사용할 것인지 선택할 수 있다.

[0256] 또는 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수는 10개의 서브프레임 구간 내에 포함된 DL 서브프레임의 개수로 결정될 수도 있다. 하향링크에서는 비동기 HARQ를 운용하기 때문에 동기 HARQ와 달리 HARQ 타이밍을 기지국이 자유롭게 설정할 수 있다. 구현의 편의성을 고려하여 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수는 10개의 서브프레임 구간 내에 포함된 DL 서브프레임들의 개수로 결정할 수 있다.

[0257] 다음 표는 세컨더리 셀에 적용되는 UL-DL 설정 별로 10개의 서브프레임 구간 내에 포함되는 DL 서브프레임들의 개수를 나타낸다.

표 17

[0258]

UL-DL Configuration	Subframe *n*										# of DL subframes within 10 subframes
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	D	D	U	U	U	D	D	U	U	U	**4**
1	D	D	U	U	D	D	D	U	U	D	**6**
2	D	D	U	D	D	D	D	U	D	D	**8**
3	D	D	U	U	U	D	D	D	D	D	**7**
4	D	D	U	U	D	D	D	D	D	D	**8**
5	D	D	U	D	D	D	D	D	D	D	**9**
6	D	D	U	U	U	D	D	U	U	D	**5**

[0259] 또는 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수는 FDD 셀과 동일하게 8개로 고정할 수도 있다. 특히 TDD 셀인 세컨더리 셀의 DL 서브프레임에서 수신한 데이터에 대한 ACK/NACK을 FDD 셀이 프라이머리 셀의 UL 서브프레임에서 전송할 때 상기 FDD 셀에 적용되는 ACK/NACK 타이밍을 따르는 경우 이 방법을 적용할 수 있다. 이 방법은 구현이 단순한 장점이 있다.

[0260] 또는 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수는 TDD 셀인 세컨더리 셀이 단독으로 사용될 때 적용되는 최대 DL HARQ 프로세스 개수와 동일한 값으로 결정될 수도 있다. 또는 상기 표 16에서 모든 UL-DL 설정들을 통틀어 DL 서브프레임들의 개수의 최대값 또는 최소값을 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수로 결정할 수도 있다.

[0261] 또는 소프트 버퍼를 분할하는 최대값을 M_{limit}이라 할 때, 상기 M_{limit}값을 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수로 결정할 수도 있다. 세컨더리 셀의 DL HARQ 프로세스의 개수를 소프트 버퍼의 최대 분할 개수보다 크게 하면 용량 초과로 실제 운용될 수 없을 수 있기 때문이다.

[0262] 또는 TDD 셀인 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수는 8 이하로 제한될 수 있다. 종래 FDD 셀을 스케줄링하는 DCI 포맷에는 3비트 HARQ 프로세스 넘버 필드가 존재할 수 있고 TDD 셀을 스케줄링하는 DCI 포맷에는 4비트 HARQ 프로세스 넘버 필드가 존재할 수 있다. 만약, 세컨더리 셀의 최대 DL HARQ 프로세스의 개수를 8 이하로 제한한다면 TDD 셀을 스케줄링하는 DCI 포맷에 3비트 HARQ 프로세스 넘버 필드를 포함하여 FDD 셀을 스케줄

링하는 DCI 포맷과 크기를 동일하게 할 수 있다.

[0263] 상술한 방법들에서, 특수 서브프레임은 DL 서브프레임으로 활용된다는 전제로 설명하였다. 그러나 이는 제한이 아니며, 특정 서브프레임 구간 내에 포함되는 DL 서브프레임의 개수의 계산할 때 특수 서브프레임은 제외할 수도 있다. 예를 들어, 특수 서브프레임에 포함된 DwPTS가 특정 값 이하로 짧은 특수 서브프레임은 제외할 수 있다.

[0264] 또한, 전술한 방법들은 UL-DL 설정 별로 다른 방법들이 조합되어 사용될 수도 있다. 또한, ACK/NACK 타이밍이 방법 1에 의하는가 아니면 방법 2에 의하는가에 따라 다른 방법들을 적용할 수도 있다.

[0265] 도 23은 본 발명의 실시예가 구현되는 무선 기기를 나타낸 블록도이다.

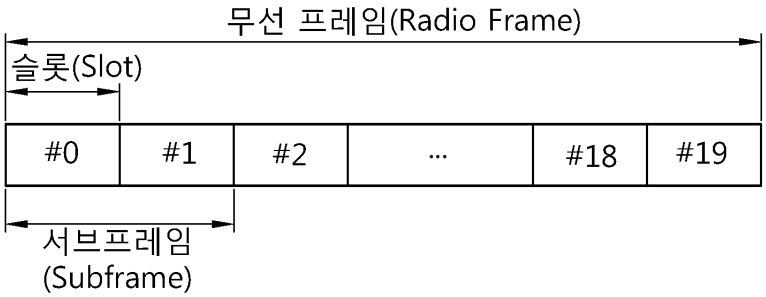
[0266] 기지국(100)은 프로세서(processor, 110), 메모리(memory, 120) 및 RF부(RF(radio frequency) unit, 130)를 포함한다. 프로세서(110)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 예를 들어, 프로세서(110)는 단말에게 서로 다른 프레임 구조를 사용하는 복수의 서빙 셀들을 설정하고, 각 서빙 셀들을 통해 ACK/NACK 응답을 필요로 데이터를 전송한다. 또한, 세컨더리 셀에 대한 DL HARQ 프로세스 개수를 결정한다. 메모리(120)는 프로세서(110)와 연결되어, 프로세서(110)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(130)는 프로세서(110)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신한다.

[0267] 단말(200)은 프로세서(210), 메모리(220) 및 RF부(230)를 포함한다. 프로세서(210)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 예를 들어, 프로세서(210)는 서로 다른 프레임 구조를 사용하는 제1 서빙 셀 및 제2 서빙 셀을 설정 받고, 제2 서빙 셀의 하향링크 서브프레임에서 데이터를 수신하고 상기 데이터에 대한 ACK/NACK 신호를 제1 서빙 셀의 상향링크 서브프레임에서 전송할 수 있다. 세컨더리 셀의 DL HARQ 프로세스 개수는 미리 시그널링된 값 또는 세컨더리 셀에서 특정 개수의 서브프레임 구간에 포함된 DL 서브프레임의 개수를 기반으로 결정된다. 메모리(220)는 프로세서(210)와 연결되어, 프로세서(210)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(230)는 프로세서(210)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신한다.

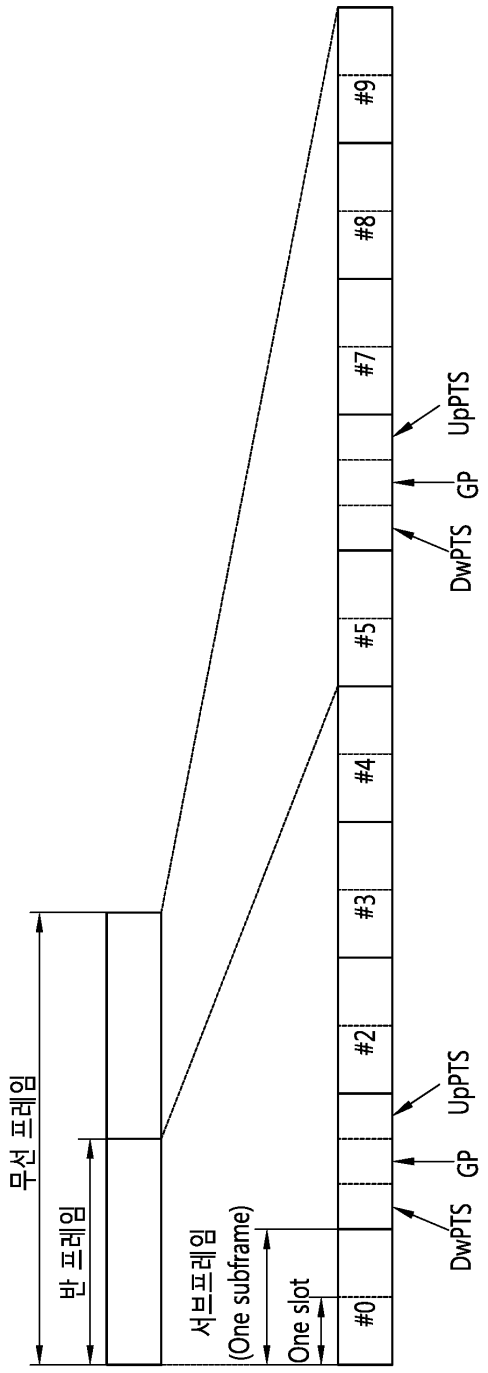
[0268] 프로세서(110,210)는 ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로, 데이터 처리 장치 및/또는 베이스밴드 신호 및 무선 신호를 상호 변환하는 변환기를 포함할 수 있다. 메모리(120,220)는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부(130,230)는 무선 신호를 전송 및/또는 수신하는 하나 이상의 안테나를 포함할 수 있다. 실시예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리(120,220)에 저장되고, 프로세서(110,210)에 의해 실행될 수 있다. 메모리(120,220)는 프로세서(110,210) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(110,210)와 연결될 수 있다.

도면

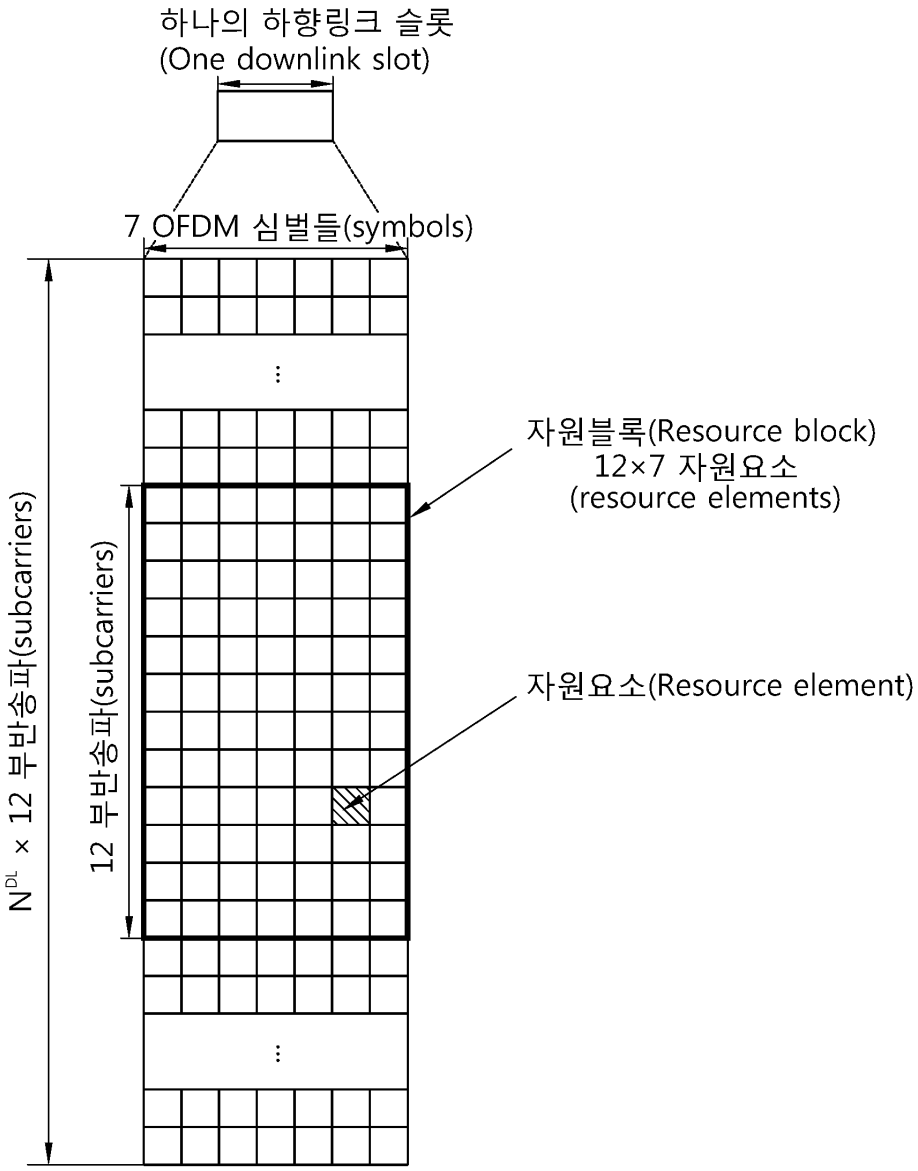
도면1



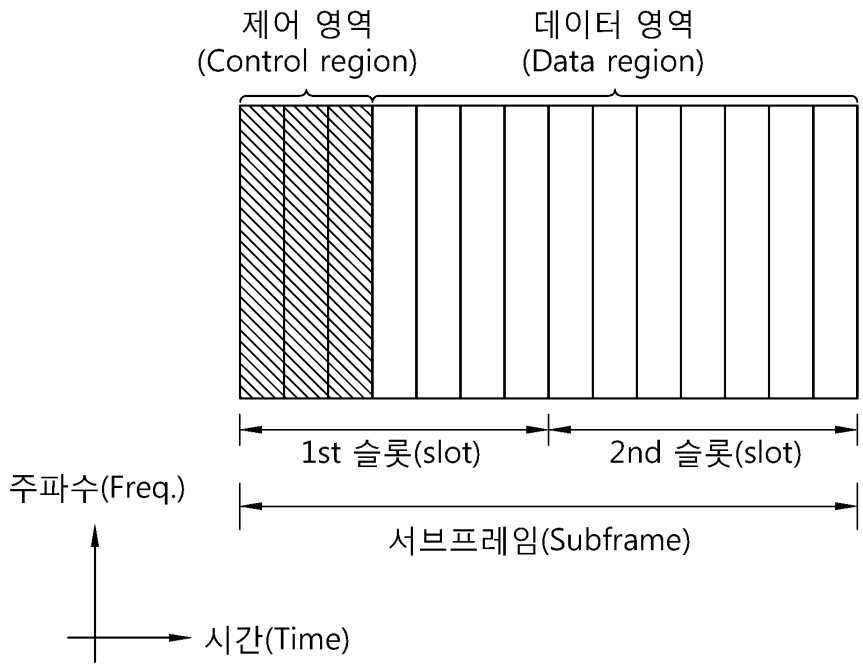
도면2


무선 프레임
반 프레임
서브프레임
(One subframe)
One slot
#0
#2
#3
#4
#5
#7
#8
#9
DwPTS
GP
UpPTS
DwPTS
GP
UpPTS

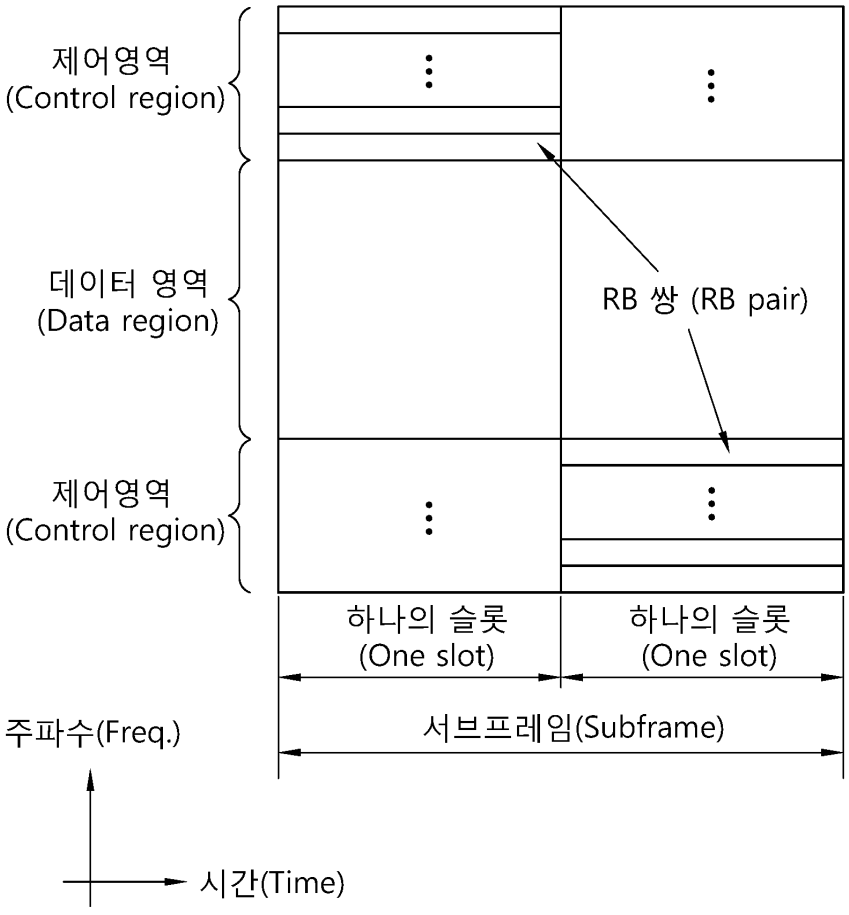
도면3


하나의 하향링크 슬롯
(One downlink slot)
7 OFDM 심벌들(symbols)
자원블록(Resource block)
12×7 자원요소
(resource elements)
자원요소(Resource element)
12 부반송파(subcarriers)
N^{DL} × 12 부반송파(subcarriers)

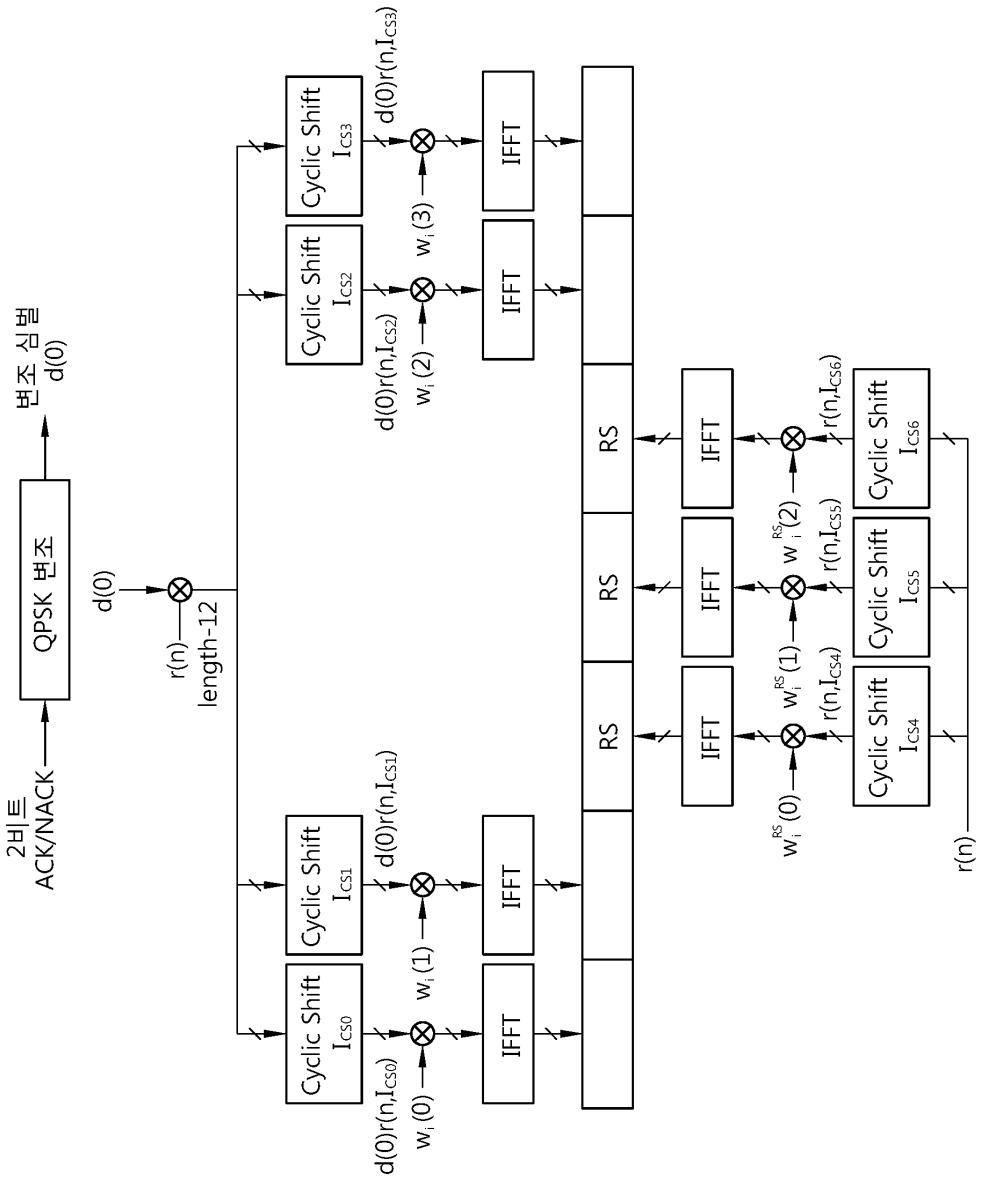
도면4


제어 영역
(Control region)
데이터 영역
(Data region)
1st 슬롯(slot)
2nd 슬롯(slot)
주파수(Freq.)
서브프레임(Subframe)
시간(Time)

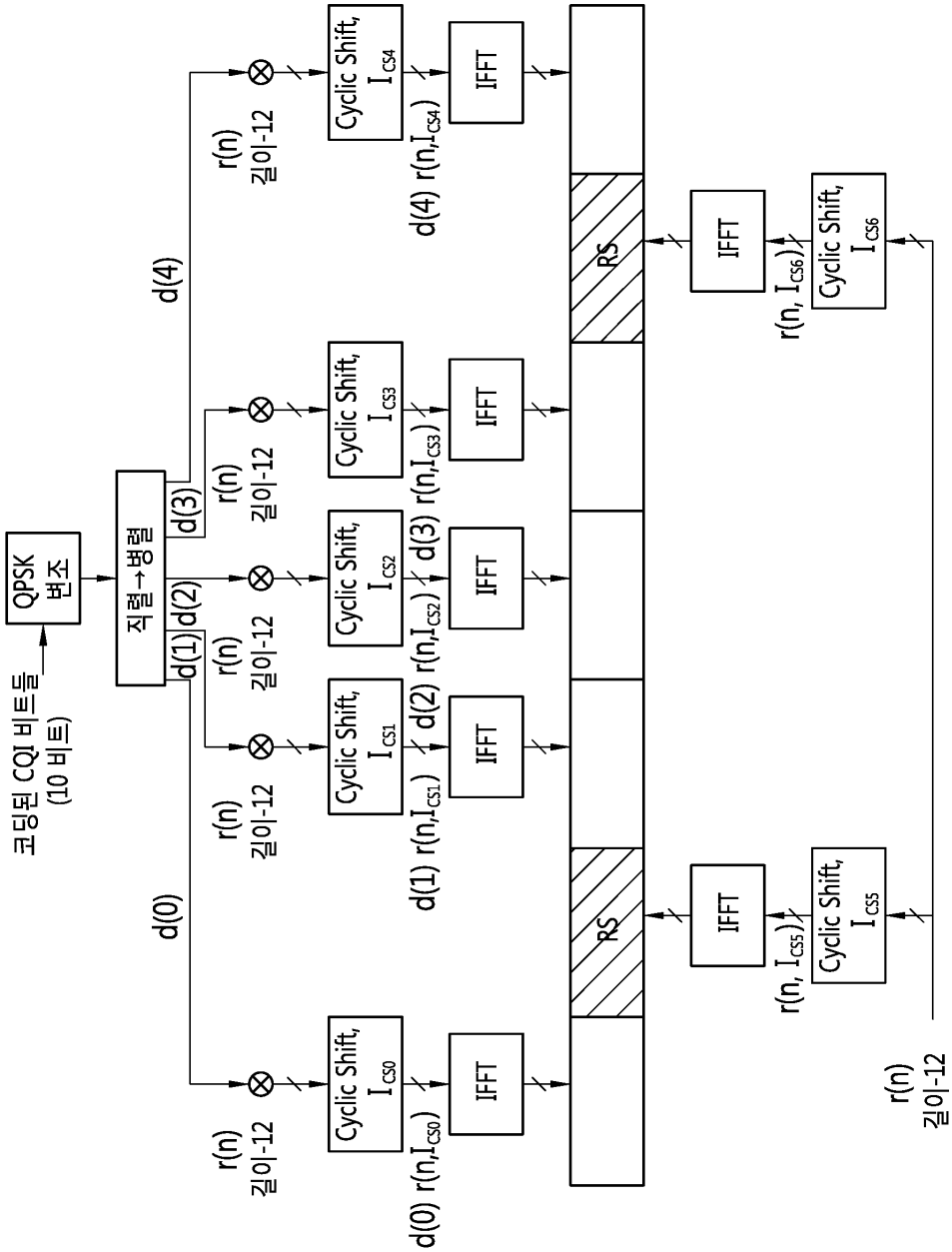
도면5


제어영역
(Control region)
데이터 영역
(Data region)
제어영역
(Control region)
RB 쌍 (RB pair)
하나의 슬롯
(One slot)
하나의 슬롯
(One slot)
서브프레임(Subframe)
주파수(Freq.)
시간(Time)

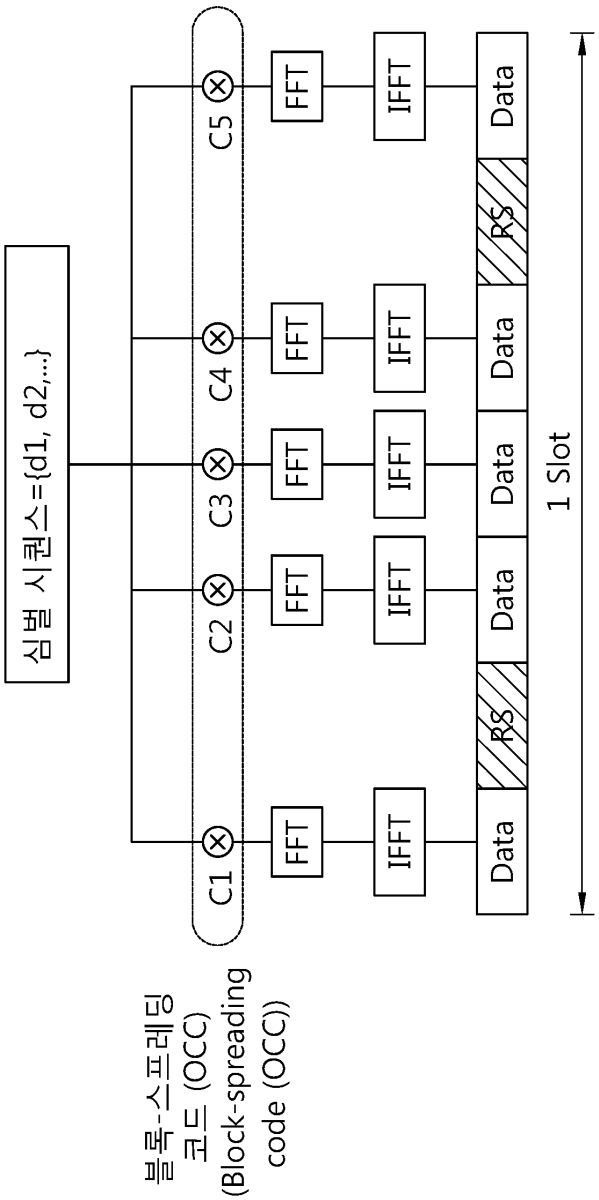
도면6


2비트
ACK/NACK
QPSK 변조
변조 심벌
d(0)
d(0)
r(n)
length-12
Cyclic Shift
I_{CS0}
Cyclic Shift
I_{CS1}
Cyclic Shift
I_{CS2}
Cyclic Shift
I_{CS3}
Cyclic Shift
I_{CS4}
Cyclic Shift
I_{CS5}
Cyclic Shift
I_{CS6}
d(0)r(n,I_{CS0})
d(0)r(n,I_{CS1})
d(0)r(n,I_{CS2})
d(0)r(n,I_{CS3})
r(n,I_{CS4})
r(n,I_{CS5})
r(n,I_{CS6})
$w_i(0)$
$w_i(1)$
$w_i(2)$
$w_i(3)$
$w_i^{RS}(0)$
$w_i^{RS}(1)$
$w_i^{RS}(2)$
IFFT
RS
r(n)

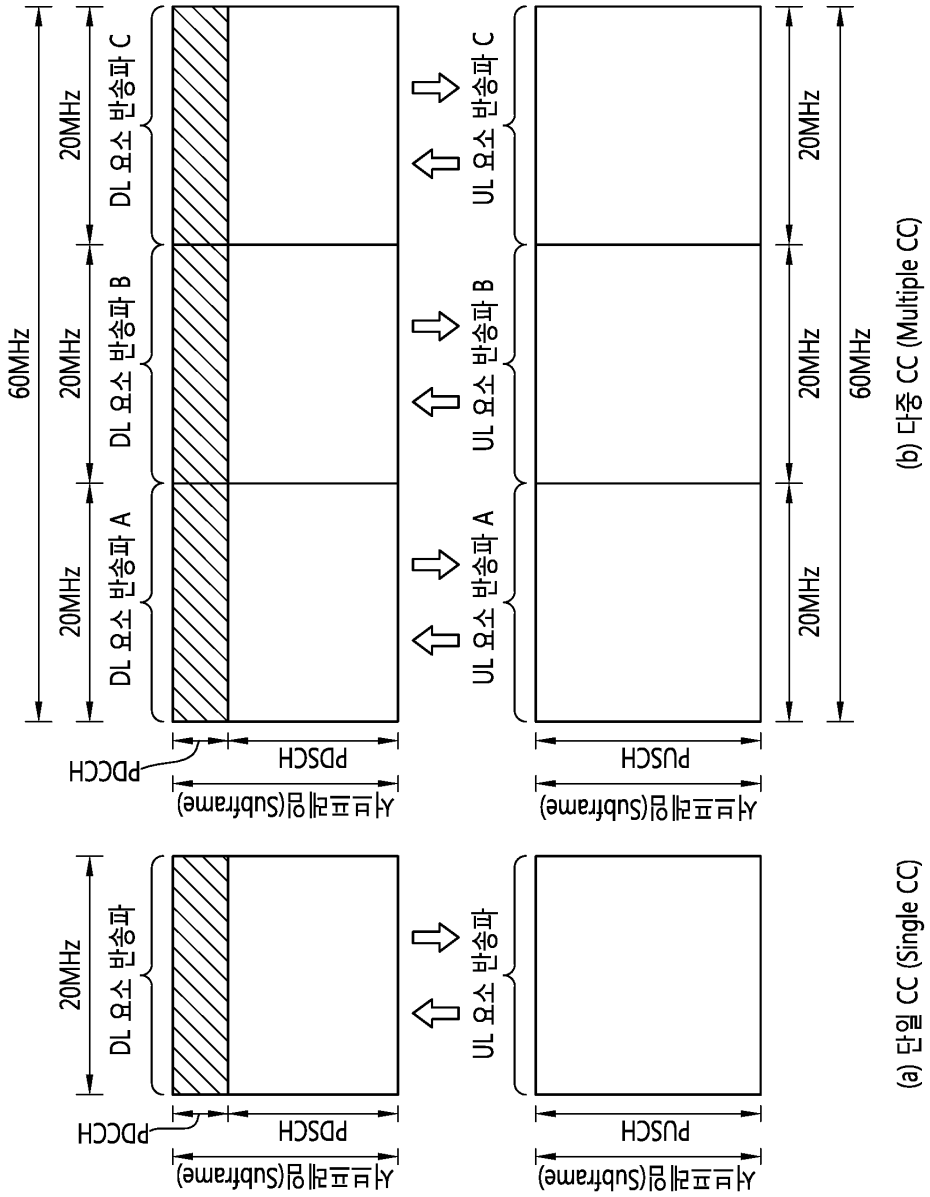
도면7


코딩된 CQI 비트들
(10 비트)
QPSK 변조
직렬→병렬
d(0)
d(1)
d(2)
d(3)
d(4)
r(n)
길이-12
Cyclic Shift, I_{CS0}
Cyclic Shift, I_{CS1}
Cyclic Shift, I_{CS2}
Cyclic Shift, I_{CS3}
Cyclic Shift, I_{CS4}
Cyclic Shift, I_{CS5}
Cyclic Shift, I_{CS6}
d(0) r(n,I_{CS0})
d(1) r(n,I_{CS1})
d(2) r(n,I_{CS2})
d(3) r(n,I_{CS3})
d(4) r(n,I_{CS4})
r(n, I_{CS5})
r(n, I_{CS6})
IFFT
RS

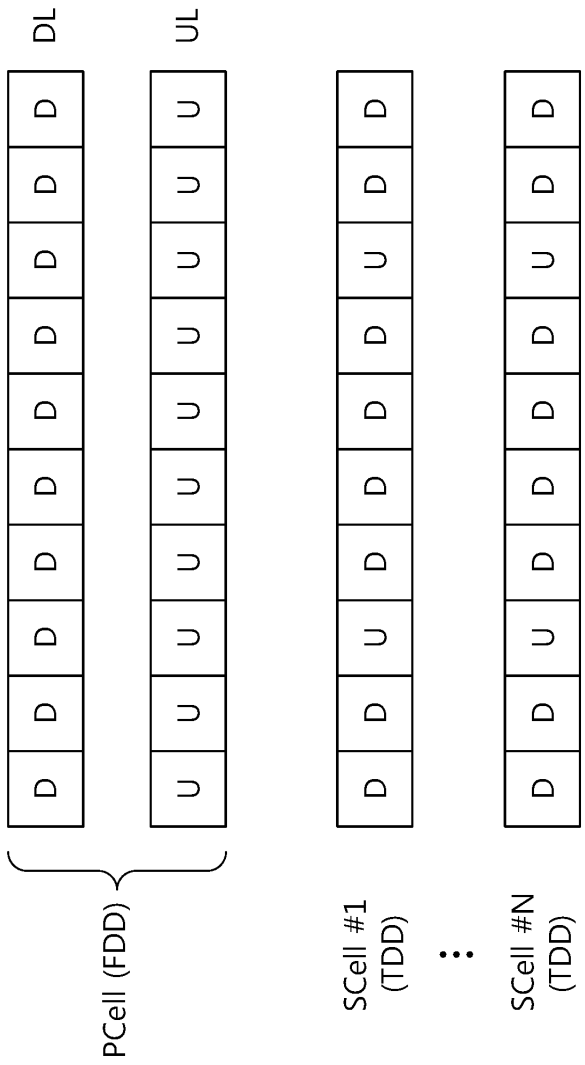
도면8


심벌 시퀀스={d1, d2,...}
C1
C2
C3
C4
C5
FFT
IFFT
Data
RS
1 Slot
블록-스프레딩 코드 (OCC)
(Block-spreading code (OCC))

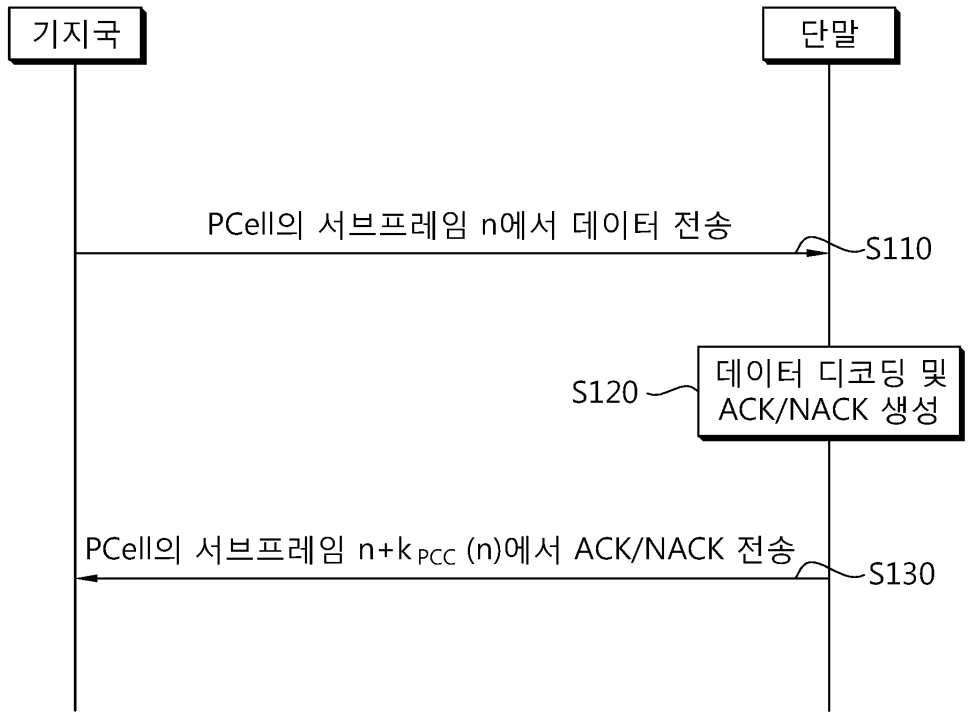
도면9


60MHz
20MHz
20MHz
20MHz
DL 요소 반송파 A
DL 요소 반송파 B
DL 요소 반송파 C
UL 요소 반송파 A
UL 요소 반송파 B
UL 요소 반송파 C
PDCCH
PDSCH
PUSCH
서브프레임(Subframe)
(b) 다중 CC (Multiple CC)
20MHz
DL 요소 반송파
UL 요소 반송파
(a) 단일 CC (Single CC)

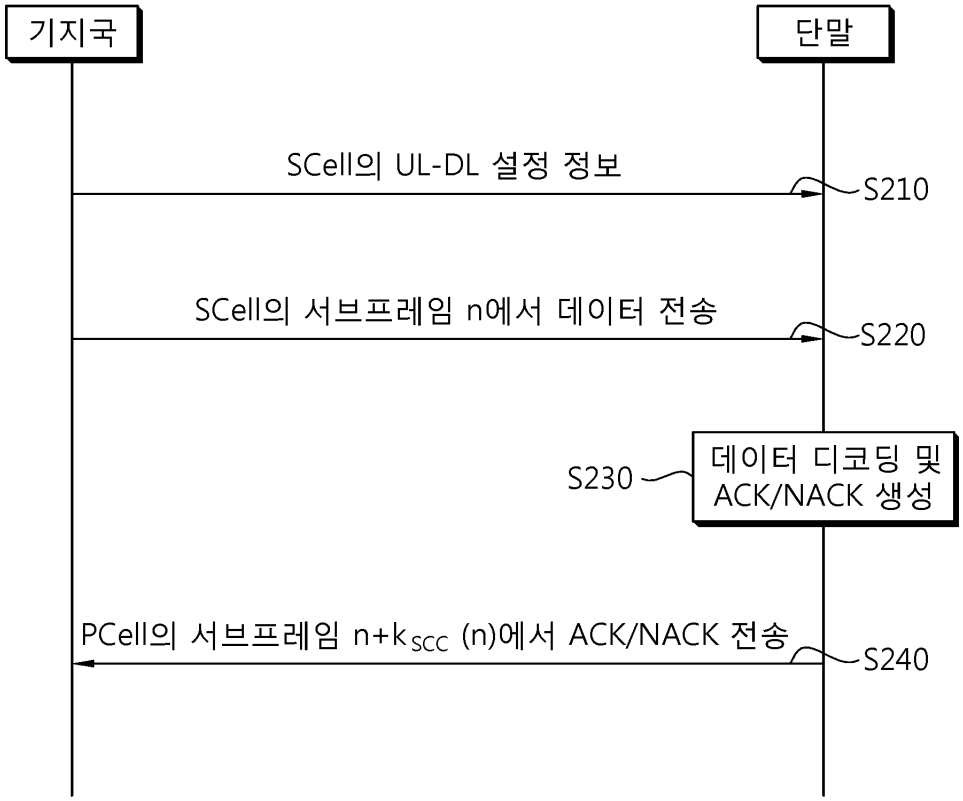
도면10


DL
UL
D
D
D
D
D
D
D
D
D
D
U
U
U
U
U
U
U
U
U
U
PCell (FDD)
SCell #1
(TDD)
SCell #N
(TDD)

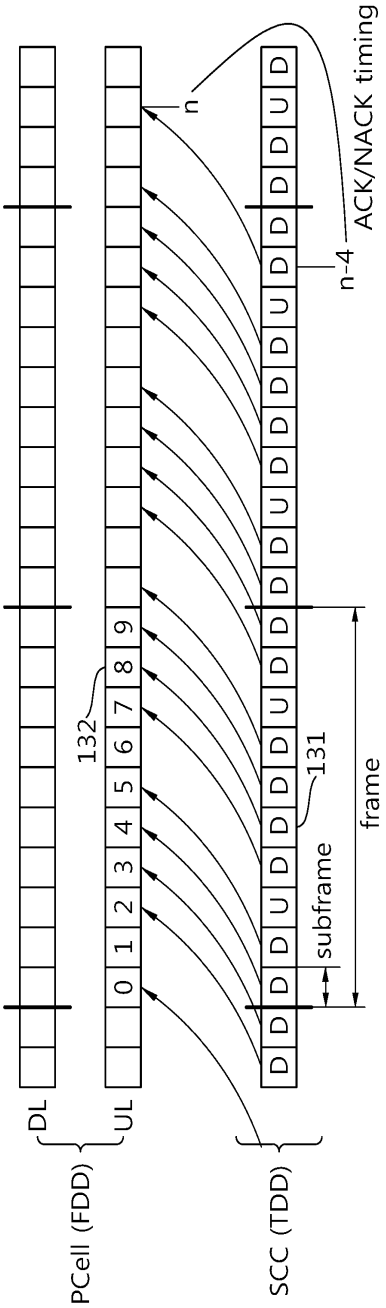
도면11


기지국
단말
PCell의 서브프레임 n에서 데이터 전송
S110
S120
데이터 디코딩 및
ACK/NACK 생성
PCell의 서브프레임 n+k PCC (n)에서 ACK/NACK 전송
S130

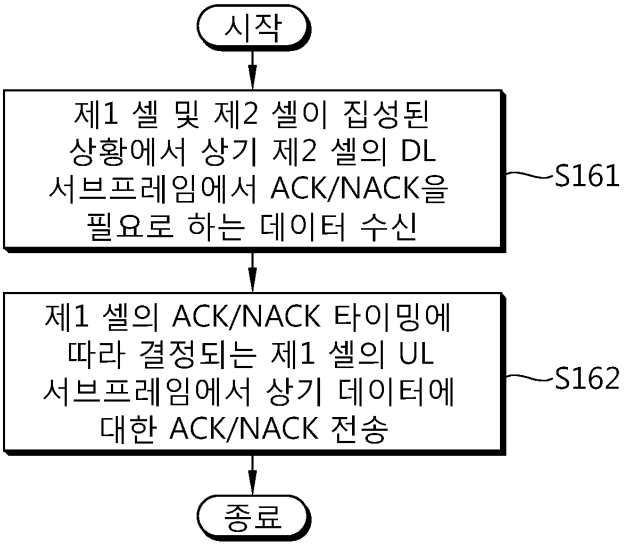
도면12


기지국
단말
SCell의 UL-DL 설정 정보
S210
SCell의 서브프레임 n에서 데이터 전송
S220
S230
데이터 디코딩 및
ACK/NACK 생성
PCell의 서브프레임 n+k SCC (n)에서 ACK/NACK 전송
S240

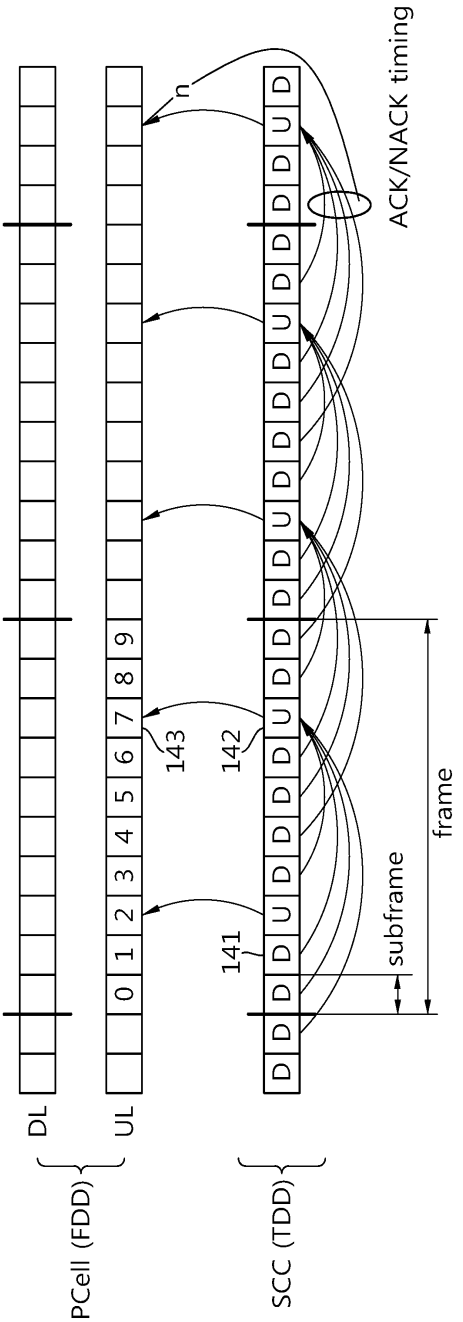
도면13


DL
UL
PCell (FDD)
SCC (TDD)
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
132
131
n
n-4
ACK/NACK timing
subframe
frame
D D D U D D D D D D
D D D U D D D D U D
D D D U D D D D D D
D D D U D D D D U D

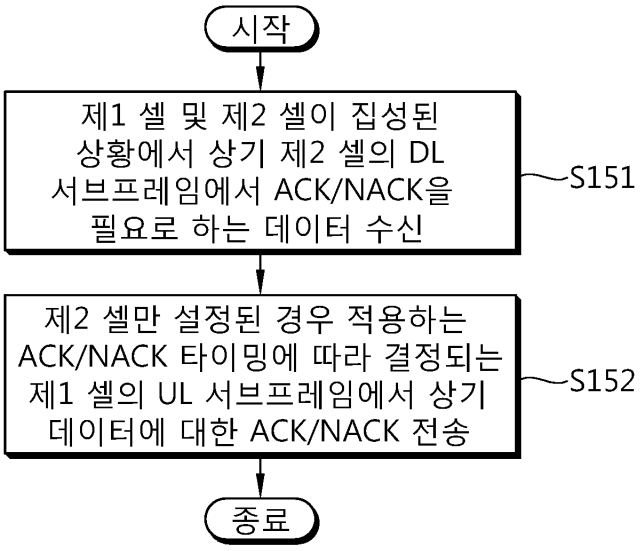
도면14


시작
제1 셀 및 제2 셀이 집성된 상황에서 상기 제2 셀의 DL 서브프레임에서 ACK/NACK을 필요로 하는 데이터 수신
S161
제1 셀의 ACK/NACK 타이밍에 따라 결정되는 제1 셀의 UL 서브프레임에서 상기 데이터에 대한 ACK/NACK 전송
S162
종료

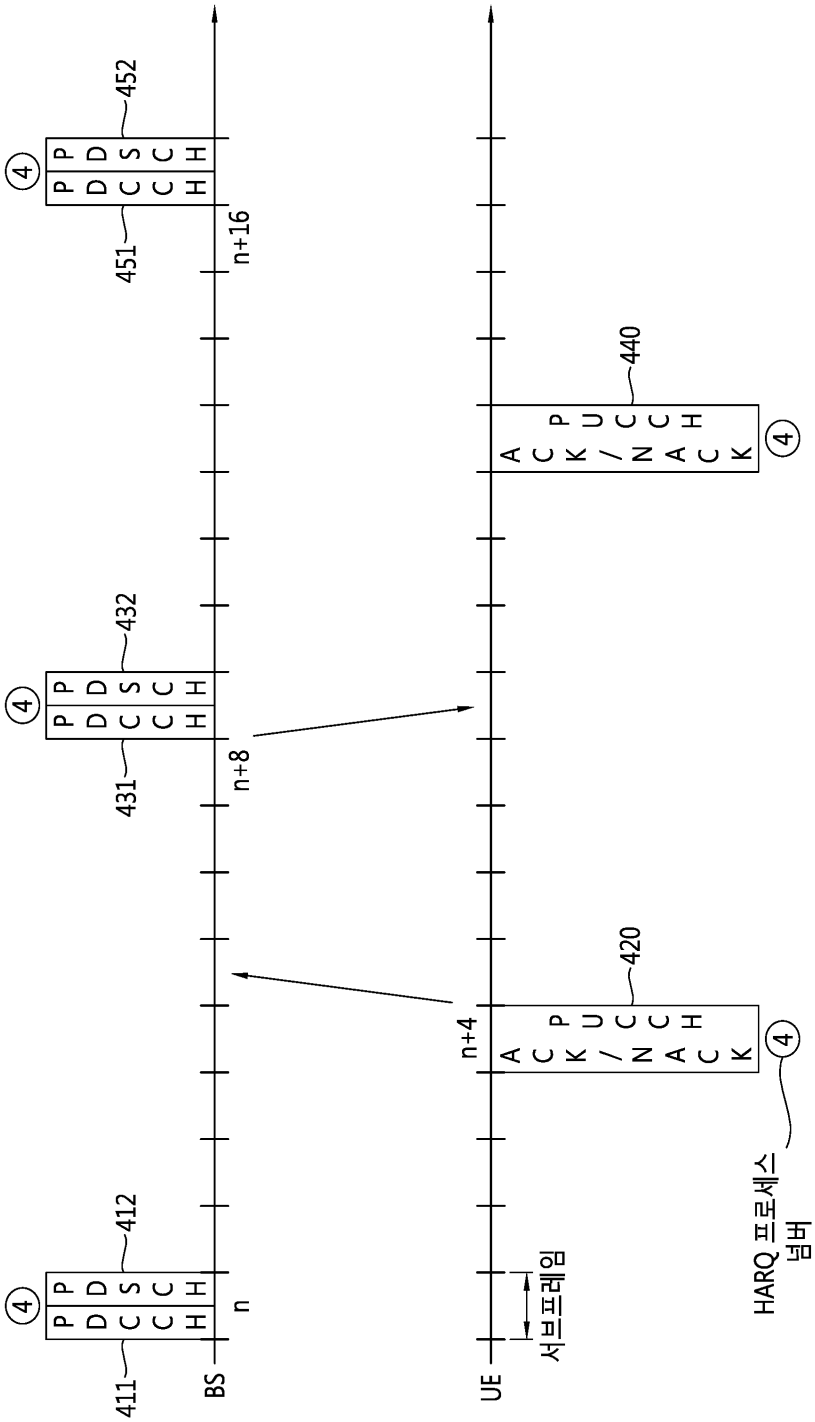
도면15


ACK/NACK timing
n
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
143
142
141
subframe
frame
DL
UL
PCell (FDD)
SCC (TDD)

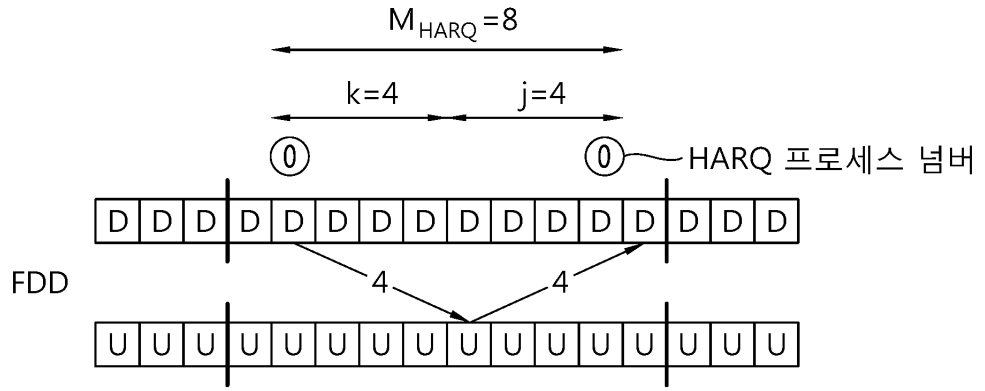
도면16


시작
제1 셀 및 제2 셀이 집성된 상황에서 상기 제2 셀의 DL 서브프레임에서 ACK/NACK을 필요로 하는 데이터 수신
S151
제2 셀만 설정된 경우 적용하는 ACK/NACK 타이밍에 따라 결정되는 제1 셀의 UL 서브프레임에서 상기 데이터에 대한 ACK/NACK 전송
S152
종료

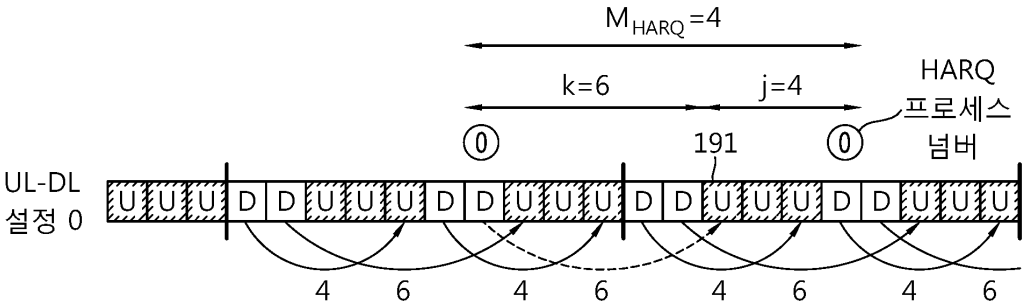
도면17

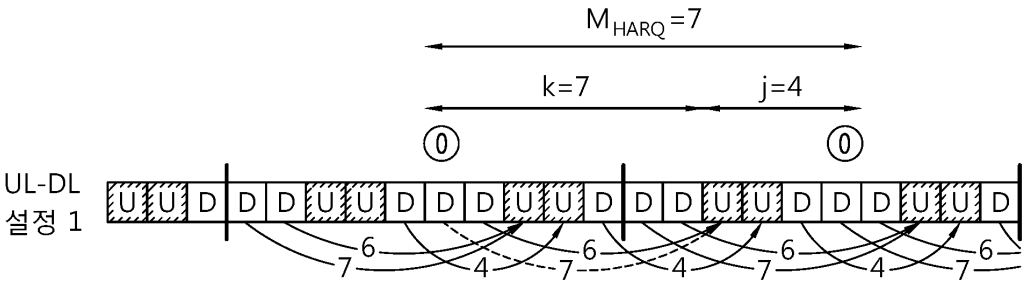

BS
UE
n
n+4
n+8
n+16
411
412
431
432
440
451
452
420
서브프레임
HARQ 프로세스 넘버
4
PDCCH
PDSCH
ACK/NACK
PUCCH

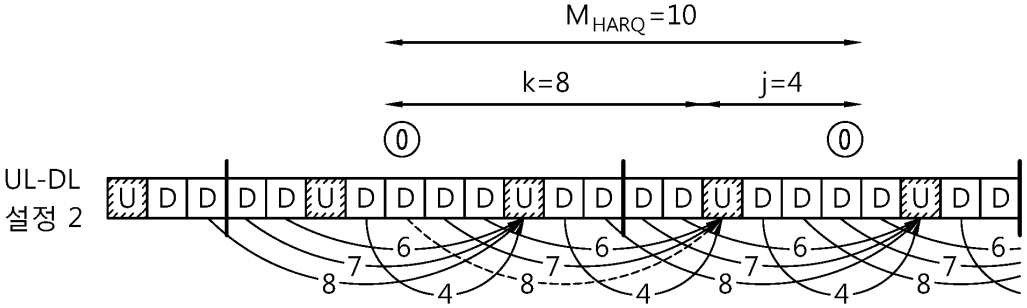
도면18


M HARQ =8
k=4
j=4
0
0
HARQ 프로세스 넘버
FDD
D D D D D D D D D D D D D D D D
4
4
U U U U U U U U U U U U U U U U

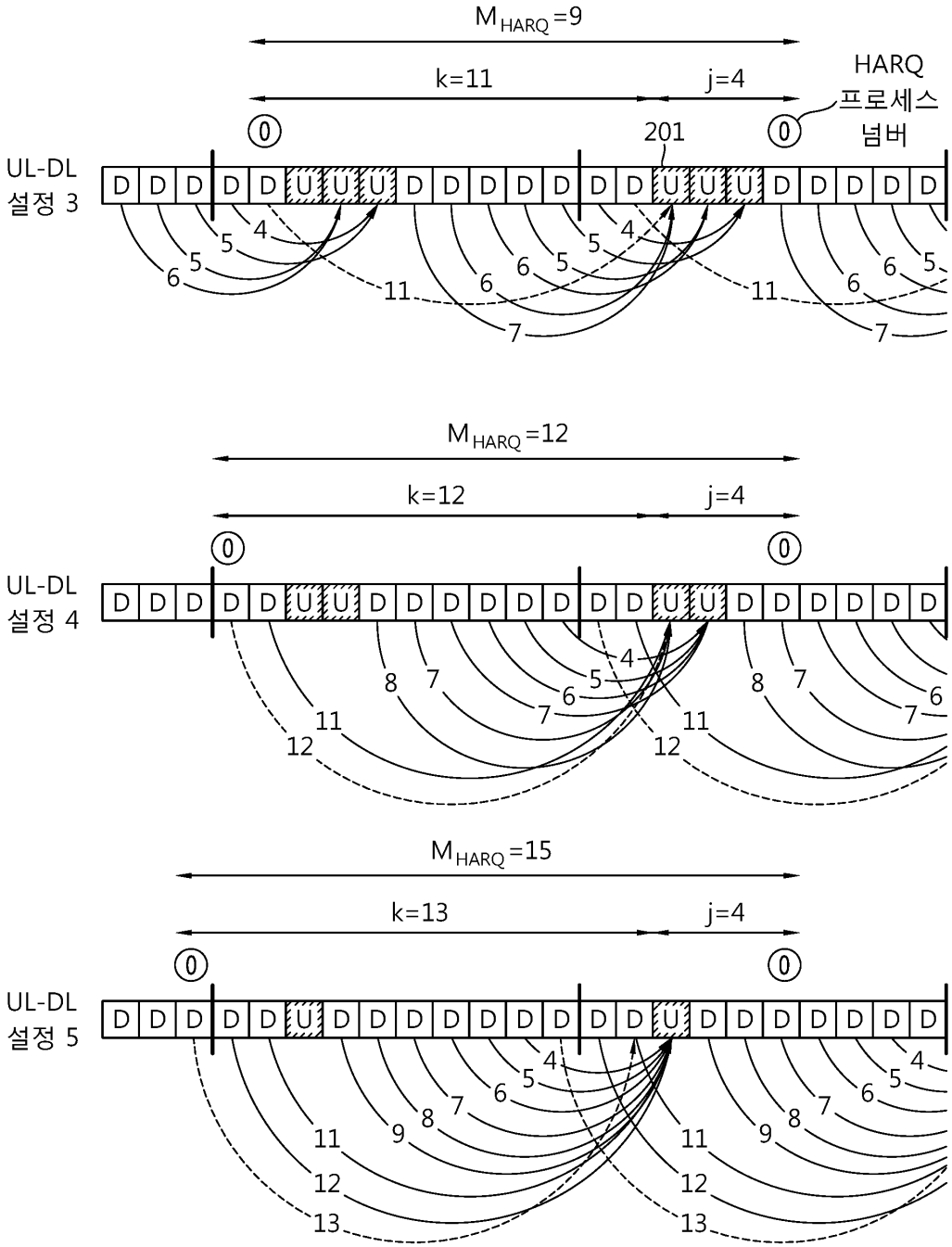
도면19


M HARQ =4
k=6
j=4
HARQ
프로세스
넘버
0
191
0
UL-DL
설정 0
4 6 4 6 4 6 4 6

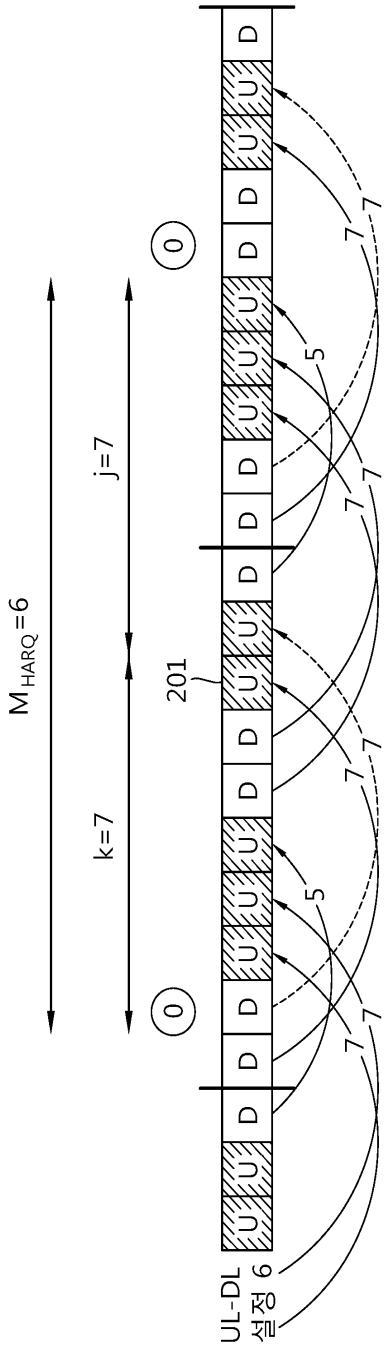

M HARQ =7
k=7
j=4
0
0
UL-DL
설정 1
6 7 4 6 7 4 6 7 4 6 7 4


M HARQ =10
k=8
j=4
0
0
UL-DL
설정 2
6 7 8 4 6 7 8 4 6 7 8 4 6 7 8 4

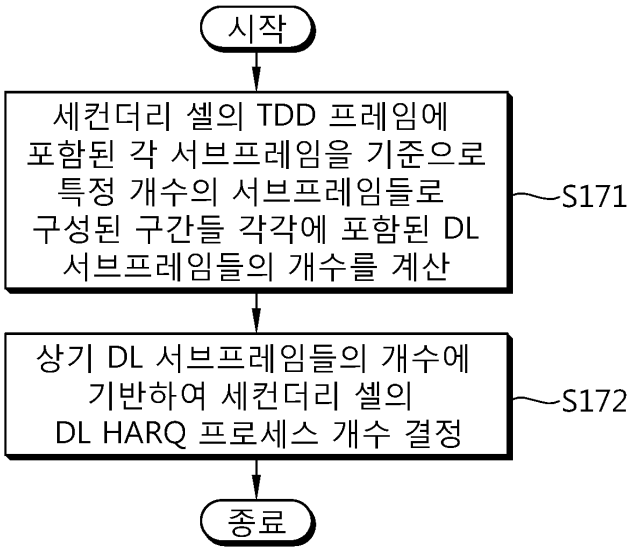
도면20


M HARQ =9
k=11
j=4
HARQ
프로세스
넘버
0
201
0
UL-DL
설정 3
D D D D D U U U D D D D D D D U U U D D D D D
4 5 6 5 11 6 7 4 5 6 5 11 6 7 6 5
M HARQ =12
k=12
j=4
0
0
UL-DL
설정 4
D D D D D U U D D D D D D D D U U D D D D D D
4 5 6 7 8 7 11 12 4 5 6 7 8 7 11 12 6
M HARQ =15
k=13
j=4
0
0
UL-DL
설정 5
D D D D D U D D D D D D D D D U D D D D D D D
4 5 6 7 8 9 11 12 13 4 5 6 7 8 9 11 12 13 4

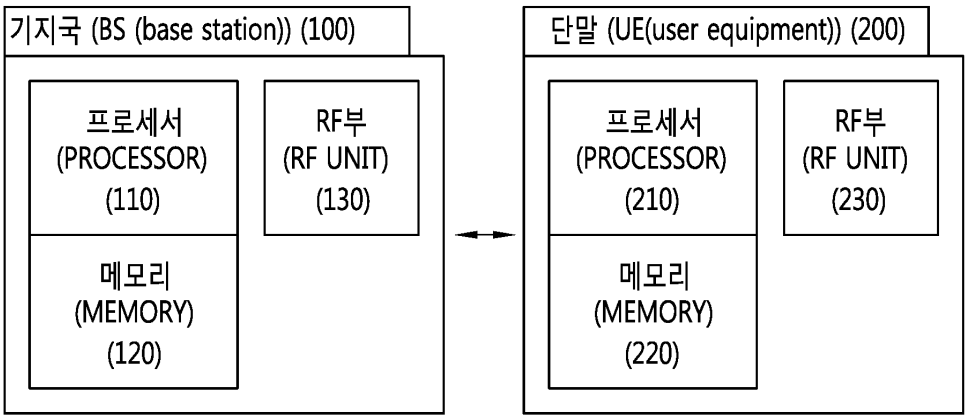
도면21



도면22



도면23



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

프라이머리 셀 및 세컨더리 셀을 포함하는 복수의 서빙 셀들이 설정된 반송파 집성 시스템에서 단말에 의해 수행되는 HARQ(hybrid automatic repeat request) 프로세스 개수 결정 방법에 있어서,

상기 세컨더리 셀의 하향링크 서브프레임에서 데이터를 수신하고, 및

상기 데이터에 대한 ACK/NACK 신호를 상기 프라이머리 셀의 상향링크 서브프레임에서 전송하되,

상기 프라이머리 셀에서는 FDD(frequency division duplex) 프레임이 사용되고, 상기 세컨더리 셀에서는 TDD(time division duplex) 프레임이 사용되며,

상기 세컨더리 셀은 상기 TDD 프레임에 대한 상향링크-하향링크 설정(uplink-downlink configuration) 0 내지 6 중 하나로 설정되고,

상기 상향링크-하향링크 설정 0은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, S, U, U, U로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 1은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, D,

D, S, U, U, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 2는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, D, D, D, S, U, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 3은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 4는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, D, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 5는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, D, D, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 6은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, S, U, U, D로 구성하는 설정이고,

상기 D, S, U 각각은 하향링크 서브프레임, 상향링크 서브프레임, 특별 서브프레임을 의미하고,

상기 세컨더리 셀의 최대 HARQ 프로세스 개수는 상기 프라이머리 셀의 최대 HARQ 프로세스 개수로 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

【변경후】

프라이머리 셀 및 세컨더리 셀을 포함하는 복수의 서빙 셀들이 설정된 반송파 집성 시스템에서 단말에 의해 수행되는 HARQ(hybrid automatic repeat request) 프로세스 개수 결정 방법에 있어서,

상기 세컨더리 셀의 하향링크 서브프레임에서 데이터를 수신하고, 및

상기 데이터에 대한 ACK/NACK 신호를 상기 프라이머리 셀의 상향링크 서브프레임에서 전송하되,

상기 프라이머리 셀에서는 FDD(frequency division duplex) 프레임이 사용되고, 상기 세컨더리 셀에서는 TDD(time division duplex) 프레임이 사용되며,

상기 세컨더리 셀은 상기 TDD 프레임에 대한 상향링크-하향링크 설정(uplink-downlink configuration) 0 내지 6 중 하나로 설정되고,

상기 상향링크-하향링크 설정 0은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, S, U, U, U로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 1은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, D, D, S, U, U, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 2는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, D, D, D, S, U, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 3은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 4는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, D, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 5는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, D, D, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 6은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, S, U, U, D로 구성하는 설정이고,

상기 D, S, U 각각은 하향링크 서브프레임, 특별 서브프레임, 상향링크 서브프레임을 의미하고,

상기 세컨더리 셀의 최대 HARQ 프로세스 개수는 상기 프라이머리 셀의 최대 HARQ 프로세스 개수로 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 5

【변경전】

프라이머리 셀 및 세컨더리 셀을 포함하는 복수의 서빙 셀들이 설정된 단말은,

무선 신호를 송신 및 수신하는 송수신기; 및

상기 송수신기와 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는,

상기 세컨더리 셀의 하향링크 서브프레임에서 데이터를 수신하고, 및

상기 데이터에 대한 ACK/NACK 신호를 상기 프라이머리 셀의 상향링크 서브프레임에서 전송하되,

상기 프라이머리 셀에서는 FDD(frequency division duplex) 프레임이 사용되고, 상기 세컨더리 셀에서는 TDD(time division duplex) 프레임이 사용되며,

상기 세컨더리 셀은 상기 TDD 프레임에 대한 상향링크-하향링크 설정(uplink-downlink configuration) 0 내지 6 중 하나로 설정되고,

상기 상향링크-하향링크 설정 0은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, S, U, U, U로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 1은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, D, D, S, U, U, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 2는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, D, D, D, S, U, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 3은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 4는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, D, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 5는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, D, D, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 6은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, S, U, U, D로 구성하는 설정이고,

상기 D, S, U 각각은 하향링크 서브프레임, 상향링크 서브프레임, 특별 서브프레임을 의미하고,

상기 세컨더리 셀의 최대 HARQ(hybrid automatic repeat request) 프로세스 개수는 상기 프라이머리 셀의 최대 HARQ 프로세스 개수로 결정되는 것을 특징으로 하는 단말.

【변경후】

프라이머리 셀 및 세컨더리 셀을 포함하는 복수의 서빙 셀들이 설정된 단말은,

무선 신호를 송신 및 수신하는 송수신기; 및

상기 송수신기와 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는,

상기 세컨더리 셀의 하향링크 서브프레임에서 데이터를 수신하고, 및

상기 데이터에 대한 ACK/NACK 신호를 상기 프라이머리 셀의 상향링크 서브프레임에서 전송하되,

상기 프라이머리 셀에서는 FDD(frequency division duplex) 프레임이 사용되고, 상기 세컨더리 셀에서는 TDD(time division duplex) 프레임이 사용되며,

상기 세컨더리 셀은 상기 TDD 프레임에 대한 상향링크-하향링크 설정(uplink-downlink configuration) 0 내지 6 중 하나로 설정되고,

상기 상향링크-하향링크 설정 0은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, S, U, U, U로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 1은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, D, D, S, U, U, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 2는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, D, D, D, S, U, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 3은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 4는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, D, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 5는 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, D, D, D, D, D, D, D로 구성하는 설정이고,

상기 상향링크-하향링크 설정 6은 시간 순으로 상기 TDD 프레임 내 10개의 서브프레임들 각각을 D, S, U, U, U, D, S, U, U, D로 구성하는 설정이고,

상기 D, S, U 각각은 하향링크 서브프레임, 특별 서브프레임, 상향링크 서브프레임을 의미하고,

상기 세컨더리 셀의 최대 HARQ(hybrid automatic repeat request) 프로세스 개수는 상기 프라이머리 셀의 최대 HARQ 프로세스 개수로 결정되는 것을 특징으로 하는 단말.