(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0105643
(43) 공개일자 2017년09월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 56/00 (2009.01) *H04B 7/26* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04W 56/0045 (2013.01)
H04B 7/2621 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7025328(분할)
(22) 출원일자(국제) 2014년09월05일
심사청구일자 2017년09월08일
(62) 원출원 특허 10-2016-7005808
원출원일자(국제) 2014년09월05일
심사청구일자 2016년03월03일
(85) 번역문제출일자 2017년09월08일
(86) 국제출원번호 PCT/KR2014/008362
(87) 국제공개번호 WO 2015/037880
국제공개일자 2015년03월19일
(30) 우선권주장
61/875,695 2013년09월10일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
서동연
서울특별시 서초구 양재대로11길 19, 엘지전자 서초R&D캠퍼스 (양재동)
안준기
서울특별시 서초구 양재대로11길 19, 엘지전자 서초R&D캠퍼스 (양재동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
인비전 특허법인

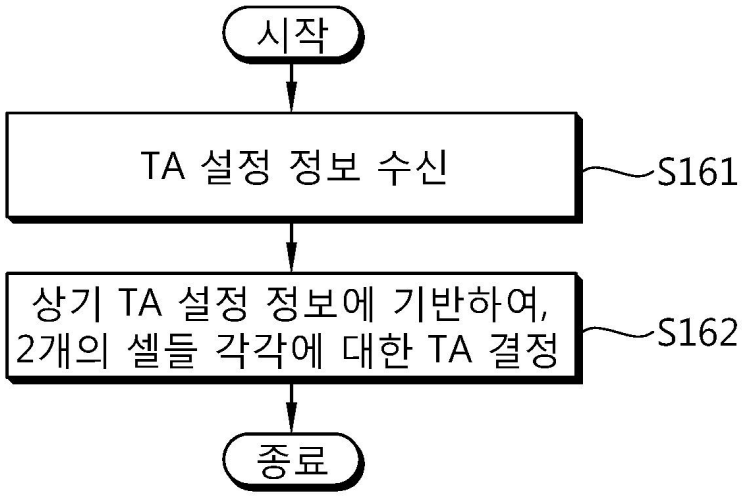
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **무선 통신 시스템에서 복수의 셀들이 설정된 단말의 상향링크 전송 타이밍 결정 방법 및 이러한 방법을 이용하는 장치**

(57) 요 약

무선통신 시스템에서 복수의 셀들이 설정된 단말의 상향링크 전송 타이밍 결정 방법 및 상기 방법을 이용하는 단말을 제공한다. 상기 방법은 TA(timing advance) 설정 정보를 수신하고, 상기 TA 설정 정보에 기반하여 상기 복수의 셀들 각각에 대한 상향링크 전송 타이밍을 결정하되, 상기 복수의 셀들에 FDD(frequency division duplex) 프레임 구조를 사용하는 제1 셀과 TDD(time division duplex) 프레임 구조를 사용하는 제2 셀을 포함하는 경우, 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀의 프레임 구조에 관계 없이 동일한 오프셋 값을 적용하여 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀의 상향링크 전송 타이밍을 결정하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도18



(52) CPC특허분류
H04B 7/2643 (2013.01)
H04W 56/0005 (2013.01)
(72) 발명자
이윤정
서울특별시 서초구 양재대로11길 19, 엘지전자 서초R&D캠퍼스 (양재동)
김봉희
서울특별시 서초구 양재대로11길 19, 엘지전자 서초R&D캠퍼스 (양재동)
황대성
서울특별시 서초구 양재대로11길 19, 엘지전자 서초R&D캠퍼스 (양재동)

(30) 우선권주장
61/906,856 2013년11월20일 미국(US)
61/930,471 2014년01월22일 미국(US)

명 세 서

청구범위

청구항 1

무선통신 시스템에서 복수의 셀들이 설정된 단말의 상향링크 전송 타이밍 결정 방법에 있어서,

TA(timing advance) 설정 정보를 수신하고, 및

상기 TA 설정 정보에 기반하여 상기 복수의 셀들 각각에 대한 상향링크 전송 타이밍을 결정하되,

상기 복수의 셀들에 FDD(frequency division duplex) 프레임 구조를 사용하는 제1 셀과 TDD(time division duplex) 프레임 구조를 사용하는 제2 셀을 포함하는 경우, 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀의 프레임 구조에 관계없이 동일한 오프셋 값을 적용하여 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀의 상향링크 전송 타이밍을 결정하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 상향링크 전송 타이밍은 상기 TA 설정 정보 및 프레임 구조에 따라 정해지는 오프셋 값에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀은 모두 세컨더리 셀인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 동일한 오프셋 값은 TDD 프레임 구조를 사용하는 셀에 적용되는 오프셋 값인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제1 셀이 프라이머리 셀이고, 상기 제2 셀이 세컨더리 셀인 경우,

상기 제1 셀의 상향링크 전송 타이밍은 상기 TA설정 정보에 기반하여 결정되고, 상기 제2 셀의 상향링크 전송 타이밍은 상기 제1 셀의 전송 타이밍과 동일하게 설정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 프라이머리 셀은 물리적 상향링크 제어 채널(physical uplink control channel: PUCCH)이 전송되는 서빙 셀인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

무선통신 시스템에서 복수의 셀들이 설정된 단말은,

무선 신호를 송신 및 수신하는 RF(radio frequency)부; 및

상기 RF부와 연결되는 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는

TA(timing advance) 설정 정보를 수신하고, 및

상기 TA 설정 정보에 기반하여 상기 복수의 셀들 각각에 대한 상향링크 전송 타이밍을 결정하되,

상기 복수의 셀들에 FDD(frequency division duplex) 프레임 구조를 사용하는 제1 셀과 TDD(time division duplex) 프레임 구조를 사용하는 제2 셀을 포함하는 경우, 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀의 프레임 구조에 관계없이 동일한 오프셋 값을 적용하여 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀의 상향링크 전송 타이밍을 결정하는 것을 특징

으로 하는 단말.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 상향링크 전송 타이밍은 상기 TA 설정 정보 및 프레임 구조에 따라 정해지는 오프셋 값에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀이 모두 세컨더리 셀인 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 동일한 오프셋 값은 TDD 프레임 구조를 사용하는 셀에 적용되는 오프셋 값인 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 제1 셀이 프라이머리 셀이고, 상기 제2 셀이 세컨더리 셀인 경우,

상기 제1 셀의 상향링크 전송 타이밍은 상기 TA설정 정보에 기반하여 결정되고, 상기 제2 셀의 상향링크 전송 타이밍은 상기 제1 셀의 전송 타이밍과 동일하게 설정되는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 프라이머리 셀은 물리적 상향링크 제어 채널(physical uplink control channel: PUCCH)이 전송되는 서빙 셀인 것을 특징으로 하는 단말.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 복수의 셀들이 설정된 단말이 어떻게 상향링크 전송 타이밍을 결정할 것인지에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TS(Technical Specification) 릴리이즈(Release) 8을 기반으로 하는 LTE(long term evolution)는 유력한 차세대 이동통신 표준이다.

[0003] 3GPP TS 36.211 V8.7.0 (2009-05) "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)"에 개시된 바와 같이, LTE에서 물리채널은 하향링크 채널인 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)와 PDCCH(Physical Downlink Control Channel), 상향링크 채널인 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)와 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)로 나눌 수 있다.

[0004] PUCCH는 HARQ(hybrid automatic repeat request) ACK/NACK(acknowledgement/not-acknowledgement) 신호, CQI(Channel Quality Indicator), SR(scheduling request)와 같은 상향링크 제어 정보의 전송에 사용되는 상향링크 제어 채널이다. 현재, 3GPP LTE의 진화인 3GPP LTE-A(advanced)가 진행되고 있다.

[0005] 한편, 기존 무선통신 시스템은 TDD(time division duplex), FDD(frequency division duplex) 방식 중 하나를 사용한다. TDD는 동일 주파수 대역을 시간 영역에서 분할하여 상향링크, 하향링크에 사용하는 방식이다. FDD는 서로 다른 주파수 대역을 사용하여 상향링크,하향링크에 사용하는 방식이다. FDD는 2개의 다른 주파수 대역을 사용하므로 하향링크와 상향링크 동시 전송이 가능하나 TDD는 하향링크와 상향링크 동시 전송이 불가한 특징이 있다.

[0006] FDD 방식을 사용할 경우, 하향링크의 주파수 대역과 상향링크의 주파수 대역이 동일하다면 하향링크와 상향링크에 할당되는 자원은 1:1로 고정된다. 그런데, 하향링크, 상향링크에서 전송되는 데이터 량이 어느 한쪽으로 치우치게 되면 자원의 효율적 사용이 어려울 수 있다.

[0007] FDD 방식에서 새로운 통신 방법이 요구되며, 이러한 통신 방법을 이용하는 개선된 단말과 기존 단말이 공존하는 경우 기존 FDD 방식을 전제로 한 통신 규격은 변경되어야 한다.

[0008] 한편, 단말에게는 2개의 셀이 설정될 수 있다. 예를 들어, FDD 방식을 사용하는 FDD 셀과 TDD 방식을 사용하는 TDD 셀이 설정될 수 있다. 종래 상향링크 무선 프레임을 하향링크 무선 프레임 기준으로 얼마나 먼저 전송하는지를 나타내는 TA(timing advance) 값은 셀에서 사용하는 듀플렉스 방식에 따라 정해졌는데 이는 하나의 단말에게 동일한 듀플렉스 방식의 셀들이 집성됨을 전제로 한 것이다.

[0009] 따라서, 서로 다른 듀플렉스 방식의 셀들이 집성될 수 있는 무선 통신 시스템에서는 종래의 TA 결정 방법을 수정해야 할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 복수의 셀들이 설정된 단말의 상향링크 전송 타이밍 결정 방법 및 이러한 방법을 이용하는 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 일 측면에서, 무선통신 시스템에서 복수의 셀들이 설정된 단말의 상향링크 전송 타이밍 결정 방법을 제공한다. 상기 방법은 TA(timing advance) 설정 정보를 수신하고, 상기 TA 설정 정보에 기반하여 상기 복수의 셀들 각각에 대한 상향링크 전송 타이밍을 결정하되, 상기 복수의 셀들에 FDD(frequency division duplex) 프레임 구조를 사용하는 제1 셀과 TDD(time division duplex) 프레임 구조를 사용하는 제2 셀을 포함하는 경우, 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀의 프레임 구조에 관계 없이 동일한 오프셋 값을 적용하여 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀의 상향링크 전송 타이밍을 결정하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 상기 상향링크 전송 타이밍은 상기 TA 설정 정보 및 프레임 구조에 따라 정해지는 오프셋 값에 기반하여 결정될 수 있다.

[0013] 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀은 모두 세컨더리 셀일 수 있다.

[0014] 상기 동일한 오프셋 값은 TDD 프레임 구조를 사용하는 셀에 적용되는 오프셋 값일 수 있다.

[0015] 상기 제1 셀이 프라이머리 셀이고, 상기 제2 셀이 세컨더리 셀인 경우, 상기 제1 셀의 상향링크 전송 타이밍은 상기 TA설정 정보에 기반하여 결정되고, 상기 제2 셀의 상향링크 전송 타이밍은 상기 제1 셀의 전송 타이밍과 동일하게 설정될 수 있다.

[0016] 상기 프라이머리 셀은 물리적 상향링크 제어 채널(physical uplink control channel: PUCCH)이 전송되는 서빙 셀일 수 있다.

[0017] 다른 측면에서 제공되는, 무선통신 시스템에서 복수의 셀들이 설정된 단말은, 무선 신호를 송신 및 수신하는 RF(radio frequency)부, 및 상기 RF부와 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 TA(timing advance) 설정 정보를 수신하고, 상기 TA 설정 정보에 기반하여 상기 복수의 셀들 각각에 대한 상향링크 전송 타이밍을 결정하되, 상기 복수의 셀들에 FDD(frequency division duplex) 프레임 구조를 사용하는 제1 셀과 TDD(time division duplex) 프레임 구조를 사용하는 제2 셀을 포함하는 경우, 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀의 프레임 구조에 관계 없이 동일한 오프셋 값을 적용하여 상기 제1 셀 및 상기 제2 셀의 상향링크 전송 타이밍을 결정하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0018] 무선통신 시스템에서 각 단말에게 서로 다른 듀플렉스 방식의 셀들이 설정되더라도 상향링크 동기를 효율적으로 맞출 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 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 PDCCH의 모니터링을 나타낸 예시도이다.

도 6은 FDD에서 사용되는 DCI 포맷의 구조를 나타낸다.

도 7은 TDD에서 사용되는 DCI 포맷의 구조를 나타낸다.

도 8은 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

도 9는 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 1b의 채널 구조를 나타낸다.

도 10은 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 2/2a/2b의 채널 구조를 나타낸다.

도 11은 PUCCH 포맷 3의 채널 구조를 예시한다.

도 12는 단일 반송파 시스템과 반송파 집성 시스템의 비교 예이다.

도 13은 상향링크 자원의 일부를 하향링크 자원으로 전환하여 활용하는 제1 실시예를 나타낸다.

도 14는 상향링크 자원의 일부를 하향링크 자원으로 전환하여 활용하는 제2 실시예를 나타낸다.

도 15는 개선된 단말에게 할당될 수 있는 서브프레임의 구성 예를 나타낸다.

도 16은 TA 값을 지정하는 예를 나타낸다.

도 17은 기존 단말에 대한 FDD 방식에서의 TA와 개선된 단말에 대한 TA 설정 예를 나타낸다.

도 18은 2개의 셀들이 설정된 단말의 TA 결정 방법의 일 예를 나타낸다.

도 19는 본 발명의 실시예가 구현되는 무선 기기를 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 도 1은 FDD 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

[0024] 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.

[0025] 도 2는 TDD 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

[0026] 도 2를 참조하면, TDD에서 사용하는 TDD 무선 프레임에는 DL(downlink) 서브프레임과 UL(Uplink) 서브프레임이 공존한다. 표 1은 무선 프레임의 TDD UL-DL 설정(TDD UL-DL configuration)의 일 예를 나타낸다.

[0027] [표 1]

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

[0028]

[0029] 표 1에서 'D'는 DL 서브프레임, 'U'는 UL 서브프레임, 'S'는 특수 서브프레임(special subframe)을 나타낸다. 기지국으로부터 UL-DL 설정을 수신하면, 단말은 무선 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.

[0030] 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 단말의 상향 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. GP은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다. 이하 TDD 무선 프레임을 TDD 프레임이라 약칭할 수 있다.

[0031] 도 3는 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일 예를 나타낸다.

[0032] 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.

[0033] 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}×12-1)는 주파수 영역 내 부반송파 인덱스이고, l(l=0,...,6)은 시간 영역 내 OFDM 심벌 인덱스이다.

[0034] 도 3에서는 하나의 자원블록이 시간 영역에서 7 OFDM 심벌, 주파수 영역에서 12 부반송파로 구성되어 7×12 자원 요소를 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.

[0035] 도 4는 하향링크 서브프레임(DL 서브프레임) 구조를 나타낸다.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 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. DCI는 여러 포맷(format)을 가지는데 이에 대해서는 후술한다.

[0042] 서브프레임내의 제어영역은 복수의 CCE(control channel element)를 포함한다. CCE는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위로, 복수의 REG(resource element group)에 대응된다. REG는 복수의 자원요소(resource element)를 포함한다. CCE의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트수가 결정된다.

[0043] 하나의 REG는 4개의 RE를 포함하고, 하나의 CCE는 9개의 REG를 포함한다. 하나의 PDCCH를 구성하기 위해 {1, 2, 4, 8}개의 CCE를 사용할 수 있으며, {1, 2, 4, 8} 각각의 요소를 CCE 집합 레벨(aggregation level)이라 한다.

[0044] PDDCH의 전송에 사용되는 CCE의 개수는 기지국이 채널 상태에 따라 결정한다.

[0045] 도 5는 PDCCH의 모니터링을 나타낸 예시도이다.

[0046] 3GPP LTE에서는 PDCCH의 검출을 위해 블라인드 디코딩(blind decoding)을 사용한다. 블라인드 디코딩은 수신되는 PDCCH(이를 PDCCH 후보(candidate)라 함)의 CRC(cyclic redundancy check)에 원하는 식별자를 디마스킹(de-masking)하여, CRC 오류를 체크하여 해당 PDCCH가 자신의 제어채널인지 아닌지를 확인하는 방식이다. 단말은 자신의 PDCCH가 제어영역내에서 어느 위치에서 어떤 CCE 집합 레벨이나 DCI 포맷을 사용하여 전송되는지 알지 못한다.

[0047] 하나의 서브프레임내에서 복수의 PDCCH가 전송될 수 있다. 단말은 매 서브프레임마다 복수의 PDCCH들을 모니터링한다. 여기서, 모니터링이란 단말이 모니터링되는 PDCCH 포맷에 따라 PDCCH의 디코딩을 시도하는 것을 말한다.

[0048] 3GPP LTE에서는 블라인드 디코딩으로 인한 부담을 줄이기 위해, 검색 공간(search space)을 사용한다. 검색 공간은 PDCCH를 위한 CCE의 모니터링 집합(monitoring set)이라 할 수 있다. 단말은 해당되는 검색 공간내에서 PDCCH를 모니터링한다.

[0049] 검색 공간은 공용 검색 공간(common search space: CSS)과 단말 특정 검색 공간(UE-specific search space: USS)로 나뉜다. 공용 검색 공간은 공용 제어정보를 갖는 PDCCH를 검색하는 공간으로 CCE 인덱스 0~15까지 16개 CCE로 구성되고, {4, 8}의 CCE 집합 레벨을 갖는 PDCCH을 지원한다. 하지만 공용 검색 공간에도 단말 특정 정보를 나르는 PDCCH (DCI 포맷 0, 1A)가 전송될 수도 있다. 단말 특정 검색 공간은 {1, 2, 4, 8}의 CCE 집합 레벨을 갖는 PDCCH을 지원한다.

[0050] 검색 공간의 시작점은 공용 검색 공간과 단말 특정 검색 공간이 다르게 정의된다. 공용 검색 공간의 시작점은 서브프레임에 상관없이 고정되어 있지만, 단말 특정 검색 공간의 시작점은 단말 식별자(예를 들어, C-RNTI), CCE 집합 레벨 및/또는 무선프레임내의 슬롯 번호에 따라 서브프레임마다 달라질 수 있다. 단말 특정 검색 공간의 시작점이 공용 검색 공간 내에 있을 경우, 단말 특정 검색 공간과 공용 검색 공간은 중복될(overlap) 수 있다.

[0051] 이제, PDCCH 상으로 전송되는 기존의 DCI 포맷들에 대해 설명한다.

[0052] 도 6은 FDD에서 사용되는 DCI 포맷의 구조를 나타내고, 도 7은 TDD에서 사용되는 DCI 포맷의 구조를 나타낸다.

도 6 및 7에서는 DCI 포맷 #A을 단순히 #A와 같이 표시하였다.

[0053] 도 6 및 7을 참조하면, DCI 포맷은 다음 설명할 필드들을 포함하며 각 필드는 정보 비트 a_0 내지a_{A-1}에 맵핑될 수 있다. 각 필드는 각 DCI 포맷에서 설명하는 순서대로 맵핑될 수 있고, 각 필드는 '0' 패딩 비트들을 포함할 수 있다. 첫번째 필드가 가장 낮은 차수의 정보 비트 a_0에 맵핑될 수 있고, 연속하는 다른 필드들이 높은 차수의 정보 비트들에 맵핑될 수 있다. 각 필드에서 가장 중요한 비트(most significant bit, MSB)는 해당 필드의 가장 낮은 차수의 정보 비트에 맵핑될 수 있다. 예를 들어, 첫번째 필드의 가장 중요한 비트는 a_0에 맵핑될 수 있다. 이하, 기존의 각 DCI 포맷이 포함하는 필드들의 집합을 정보 필드라 칭한다.

[0054] 1. DCI 포맷 0

[0055] DCI 포맷 0는 하나의 상향링크 셀에서의 PUSCH 스케줄링을 위해 사용된다. DCI 포맷 0을 통해 전송되는 정보(필드)는 다음과 같다.

[0056] 1) 반송파 지시자 필드(carrier indicator field: CIF, 이하 동일). 반송파 지시자 필드는 0 또는 3비트로 구성될 수 있다. 2) DCI 포맷 0과 DCI 포맷 1A를 구분하기 위한 플래그(0이면 DCI 포맷 0을 지시하고 1이면 DCI 포맷 1A를 지시한다), 3) 주파수 홉핑 플래그(1 비트), 4) 자원블록 지정 및 홉핑 자원 할당, 5) 변조 및 코딩 스킴 및 리던던시 버전(modulation and coding scheme and redundancy version)(5비트), 6) 새로운 데이터 지시자(new data indicator)(1 비트), 7) 스케줄링된 PUSCH에 대한 TPC 명령(2비트), 8) DM-RS를 위한 순환 쉬프트 및 OCC(orthogonal cover code) 인덱스(3비트), 9) UL 인덱스(2비트), 10) 하향링크 지정 인덱스(downlink assignment index: DAI)(TDD에만), 11)CSI 요청, 12) SRS(sounding reference signal) 요청(이 필드는 단말 특정 검색 공간에 맵핑된, PUSCH를 스케줄링하는 DCI 포맷들에만 존재), 13) 자원 할당 타입(resource allocation type)(이 필드는 하향링크에 할당된 자원 블록의 개수가 상향링크에 할당된 자원 블록의 개수 이상인 경우에만 존재) 등이다. 만약, DCI 포맷 0에서 정보 비트의 개수가 DCI 포맷 1A의 페이로드 사이즈보다 작은 경우에는 DCI 포맷 1A와 페이로드 사이즈와 같도록 '0' 이 패딩된다.

[0057] 2. DCI 포맷 1

[0058] DCI 포맷 1은 하나의 셀에서 하나의 PDSCH 코드워드 스케줄링에 사용된다. DCI 포맷 1에는 다음 정보들이 전송된다.

[0059] 1) 반송파 지시자 필드(0 또는 3비트), 2) 자원 할당 헤더(자원 할당 타입 0/ 타입 1을 지시)-하향링크 대역폭이 10 PRB보다 작은 경우에는 자원 할당 헤더는 포함되지 않으며 자원 할당 타입 0으로 가정된다. 3) 자원블록 지정, 4) 변조 및 코딩 스킴(5비트), 5) HARQ 프로세스 넘버(FDD에서 3비트, TDD에서 4비트), 6) 새로운 데이터 지시자(1비트), 7) 리던던시 버전(2비트), 8) PUCCH를 위한 TPC 명령(2비트), 9) 하향링크 지정 인덱스(DAI)(2비트, TDD에만), 10)HARQ-ACK 자원 오프셋(2비트) 등이다. DCI 포맷 1의 정보 비트의 개수가 DCI 포맷 0/1A와 동일한 경우에는 '0' 값을 가지는 하나의 비트가 DCI 포맷 1에 추가된다. DCI 포맷 1에서 정보 비트의 개수가 {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56} 중 어느 하나와 같다면 하나 이상의 '0' 값을 가지는 비트를 DCI 포맷 1에 추가하여 상기 {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56} 및 DCI 포맷 0/1A의 페이로드 사이즈와 다른 페이로드 사이즈를 가지도록 한다.

[0060] 3. DCI 포맷 1A

[0061] DCI 포맷 1A는 하나의 셀에서 하나의 PDSCH 코드워드의 간단한(compact) 스케줄링 또는 PDCCH 명령에 의하여 유발된 랜덤 액세스 과정에 사용된다. PDCCH 명령에 대응되는 DCI는 PDCCH 또는 EPDCCH(enhanced PDCCH)를 통해 전달될 수 있다.

[0062] DCI 포맷 1A에는 다음 정보들이 전송된다. 1) 반송파 지시자 필드(0 또는 3비트), 2) DCI 포맷 0과 DCI 포맷 1A를 구분하기 위한 플래그(1비트), 3) 지역화/분산화 VRB(localized/distributed virtual resource block) 지정 플래그(1비트), 4) 자원블록 지정, 5) 프리앰블 인덱스(6비트), 6) PRACH 마스크(physical random access channel mask) 인덱스(4비트), 7) 변조 및 코딩 스킴(5비트), 8) HARQ 프로세스 넘버(3비트), 9) 새로운 데이터 지시자(1비트), 10) 리던던시 버전(2비트), 11) PUCCH를 위한 TPC 명령(2비트), 12) 하향링크 지정 인덱스(DAI, 2비트)(TDD에만) , 13) SRS 요청(0 또는 1비트), 14) HARQ-ACK 자원 오프셋(2비트) 등이다. DCI 포맷 1A의 정보 비트 개수가 DCI 포맷 0의 정보 비트 개수보다 적은 경우 '0' 값을 가지는 비트들을 추가하여 DCI 포맷 0의 페이로드 사이즈와 동일하게 만든다. DCI 포맷 1A에서 정보 비트의 개수가 {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56} 중 어느 하나와 같다면 하나의 '0' 값을 가지는 비트를 DCI 포맷 1A에 추가한다.

[0063] 4. DCI 포맷 1B

[0064] DCI 포맷 1B는 프리코딩 정보를 포함하여 하나의 셀의 하나의 PDSCH 코드워드에 대한 간단한 스케줄링에 사용된다. DCI 포맷 1B에는 다음 정보들이 전송된다.

[0065] 1) 반송파 지시자 필드(0 또는 3비트), 2) 지역화/분산화 VRB 지정 플래그(1비트), 3) 자원블록 지정, 4) 변조 및 코딩 스킴(5비트), 5) HARQ 프로세스 넘버(3비트), 6) 새로운 데이터 지시자(1비트), 7) 리던던시 버전(2비트), 8) PUCCH를 위한 TPC명령(2비트), 9) 하향링크 지정 인덱스(DAI, 2비트, TDD에만), 10) 프리코딩을 위한 TPMI(transmitted precoding matrix indicator) 정보, 11) 프리코딩을 위한 PMI 확인(1비트) 등이다. 만약, DCI 포맷 1B의 정보 비트들의 개수가 {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56} 중 어느 하나와 같다면 하나의 '0' 값을 가지는 비트를 DCI 포맷 1B에 추가된다.

[0066] 5. DCI 포맷 1C

[0067] DCI 포맷 1C는 하나의 PDSCH 코드워드에 대한 매우 간단한 스케줄링(very compact scheduling) 및 MCCH(Multicast Control Channel) 변경 알림에 사용된다. 전자의 경우, DCI 포맷 1C에는 다음 정보들이 전송된다. 1) 갭(gap) 값을 나타내는 지시자(1비트), 2) 자원블록 지정, 3) 변조 및 코딩 스킴. 후자의 경우 DCI 포맷 1C에는 다음 정보들이 전송된다. 1) MCCH 변경 알림을 위한 정보(8비트), 2) 예약된 정보 비트들 등이다.

[0068] 6. DCI 포맷 1D

[0069] DCI 포맷 1D는 프리코딩 및 전력 오프셋 정보를 포함하고 하나의 셀의 하나의 PDSCH 코드워드에 대한 간단한 스케줄링에 사용된다.

[0070] DCI 포맷 1D에는 다음과 같은 정보들이 전송된다.

[0071] 1) 반송파 지시자 필드(0 또는 3비트), 2) 지역화/분산화 VRB 지정 플래그(1비트), 3) 자원블록 지정, 4) 변조 및 코딩 스킴(5비트), 5) HARQ 프로세스 넘버(FDD에서 3비트, TDD에서 4비트), 6) 새로운 데이터 지시자(1비트), 7) 리던던시 버전(2비트), 8) PUCCH를 위한 TPC 명령(2비트), 9) 하향링크 지정 인덱스(DAI, 2비트, TDD에만), 10) 프리코딩을 위한 TPMI 정보, 11) 하향링크 전력 오프셋(1비트), 12) HARQ-ACK 자원 오프셋(2비트) 등이다. 만약 DCI 포맷 1D의 정보 비트들의 개수가 {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56} 중 어느 하나와 같다면 하나의 '0' 값을 가지는 비트를 DCI 포맷 1D에 추가한다.

[0072] 7. DCI 포맷 2

[0073] DCI 포맷 2는 폐루프 MIMO 동작을 위한 PDSCH 지정을 위해 사용된다. DCI 포맷 2에는 다음과 같은 정보들이 전송된다.

[0074] 1) 반송파 지시자 필드(0 또는 3비트), 2) 자원 할당 헤더(1비트), 3) 자원블록 지정, 4) PUCCH를 위한 TPC 명령(2비트), 5) 하향링크 지정 인덱스(DAI, 2비트, TDD 에만), 6) HARQ 프로세스 넘버(FDD에서 3비트, TDD에서 4비트), 7) 전송 블록과 코드워드 스왑 플래그(transport block to codeword swap flag)(1비트), 8) 변조 및 코딩 스킴(5비트), 9) 새로운 데이터 지시자(1비트), 10) 리던던시 버전(2비트), 11) 프리코딩 정보, 12) HARQ-ACK 자원 오프셋 등이다. 상기 8) 내지 10)은 각 전송 블록에 대해 주어질 수 있다.

[0075] 8. DCI 포맷 2A

[0076] DCI 포맷 2A는 개방 루프 MIMO 동작을 위한 PDSCH 지정을 위해 사용된다. DCI 포맷 2A에는 다음과 같은 정보들이 전송된다.

[0077] 1) 반송파 지시자 필드(0 또는 3비트), 2) 자원 할당 헤더(1비트), 3) 자원 블록 할당, 4) PUCCH를 위한 TPC 명령(2비트), 5) 하향링크 지정 플래그(DAI, 2비트, TDD 에만), 6) HARQ 프로세스 넘버(FDD에서 3비트, TDD에서 4비트), 7) 전송블록과 코드워드 스왑 플래그(1비트), 8) 변조 및 코딩 스킴(5비트), 9) 새로운 데이터 지시자(1비트), 10) 리던던시 버전(2비트), 11) 프리코딩 정보, 12)HARQ-ACK 자원 오프셋 등이다.

[0078] 9. DCI 포맷 2B

[0079] DCI 포맷 2B에는 다음과 같은 정보들이 전송된다.

[0080] 1) 반송파 지시자 필드(0 또는 3비트), 2) 자원 할당 헤더(1비트), 3) 자원 블록 할당, 4) PUCCH를 위한 TPC 명령(2비트), 5) 하향링크 지정 플래그(DAI, 2비트, TDD 에만), 6) HARQ 프로세스 넘버(FDD에서 3비트, TDD에서

4비트), 7) 스크램블링 ID(identity)(1비트), 8) SRS 요청(0 또는 1비트), 9) 변조 및 코딩 스킴(5비트), 10) 새로운 데이터 지시자(1비트), 11) 리던던시 버전(2비트), 12)HARQ-ACK 자원 오프셋 등이다.

[0081] 10. DCI 포맷 2C

[0082] DCI 포맷 2C에는 다음과 같은 정보들이 전송된다.

[0083] 1) 반송파 지시자 필드(0 또는 3비트), 2) 자원 할당 헤더(1비트), 3) 자원 블록 할당, 4) PUCCH를 위한 TPC 명령(2비트), 5) 하향링크 지정 플래그(DAI, 2비트, TDD 에만), 6) HARQ 프로세스 넘버(FDD에서 3비트, TDD에서 4비트), 7) 안테나 포트, 스크램블링 ID 및 레이어의 개수(3비트), 8) SRS 요청(0 또는 1비트), 9) 변조 및 코딩 스킴(5비트), 10) 새로운 데이터 지시자(1비트), 11) 리던던시 버전(2비트), 12)HARQ-ACK 자원 오프셋 등이다.

[0084] 11. DCI 포맷 2D

[0085] DCI 포맷 2D에는 다음과 같은 정보들이 전송된다.

[0086] 1) 반송파 지시자 필드(0 또는 3비트), 2) 자원 할당 헤더(1비트), 3) 자원 블록 할당, 4) PUCCH를 위한 TPC 명령(2비트), 5) 하향링크 지정 플래그(DAI, 2비트, TDD 에만), 6) HARQ 프로세스 넘버(FDD에서 3비트, TDD에서 4비트), 7) 안테나 포트, 스크램블링 ID 및 레이어의 개수(3비트), 8) SRS 요청(0 또는 1비트), 9) 변조 및 코딩 스킴(5비트), 10) 새로운 데이터 지시자(1비트), 11) 리던던시 버전(2비트), 12) PDSCH 자원요소 맵핑 및 준-공동-위치 지시자(quasi-co-location indicator), 13)HARQ-ACK 자원 오프셋 등이다.

[0087] 12. DCI 포맷 3

[0088] DCI 포맷 3은 2비트의 전력 조정을 통해 PUCCH 및 PUSCH에 대한 TPC 명령을 전송하기 위해 사용된다. DCI 포맷 3에는 N개의 TPC(transmit power control) 명령들이 전송될 수 있다.

[0089] 13. DCI 포맷 3A

[0090] DCI 포맷 3A는 1 비트의 전력 조정을 통해 PUCCH 및 PUSCH에 대한 TPC 명령을 전송하기 위해 사용된다. DCI 포맷 3A에는 M개의 TPC 명령들이 전송될 수 있다.

[0091] 14. DCI 포맷 4

[0092] DCI 포맷 4는 다중 안테나 포트 전송 모드를 가지는 하나의 UL 셀에서 PUSCH의 스케줄링을 위해 사용된다.

[0093] 1) 반송파 지시자 필드(0 또는 3비트), 2) 자원 블록 할당, 3) PUSCH를 위한 TPC 명령(2비트), 4) DM RS를 위한 순환 쉬프트 및 OCC 인덱스(3비트), 5) UL 인덱스(2비트), 6) 하향링크 지정 플래그(DAI, 2비트, TDD 에만), 7) CSI 요청(1 또는 2비트), 8) SRS 요청(2비트), 9) 자원 할당 타입(1비트), 10) 변조 및 코딩 스킴 및 리던던시 버전(5비트), 11) 새로운 데이터 지시자(1비트), 12) 프리코딩 정보 및 레이어의 개수 등이다.

[0094] 도 8은 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

[0095] 도 8을 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.

[0096] 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.

[0097] 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.

[0098] 다음 표 2은 PUCCH 포맷에 따른 변조 방식(Modulation Scheme) 및 서브프레임당 비트 수의 예를 나타낸다.

[0099] [표 2]

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

[0100]

[0101] 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.

[0102] 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.

[0103] 기본 시퀀스 $r_u(n)$를 정의한 일 예는 다음 식과 같다.

[0104] [식 1]

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

[0105]

[0106] 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.

[0107] 시퀀스의 길이는 시퀀스에 포함되는 요소(element)의 수와 같다. u는 셀 ID(identifier), 무선 프레임 내 슬롯 번호 등에 의해 정해질 수 있다.

[0108] 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.

[0109] 기본 시퀀스 r(n)을 다음 식 2와 같이 순환 쉬프트시켜 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$을 생성할 수 있다.

[0110] [식 2]

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

[0111]

[0112] 여기서, I_{cs}는 CS 양을 나타내는 순환 쉬프트 인덱스이다($0 \le I_{cs} \le N-1$).

[0113] 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.

[0114] 도 9는 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 1b의 채널 구조를 나타낸다.

[0115] 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.

[0116] PUCCH 포맷 1b에서는 인코딩된 2비트 ACK/NACK 신호를 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 변조하여 변조 심벌 d(0)가 생성된다.

[0117] 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.

[0118] 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.

[0119] 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,

[0120] $\{m(0), m(1), m(2), m(3)\} = \{d(0)r(n,I_{cs0}), d(0)r(n,I_{cs1}), d(0)r(n,I_{cs2}), d(0)r(n,I_{cs3})\}$로 나타낼 수 있다.

[0121] 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.

[0122] [표 3]

[0123]

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]

[0124] 확산 계수 K=3인 직교 시퀀스 $w_i(k)$ (i는 시퀀스 인덱스, $0 \le k \le K-1$)로 다음과 같은 시퀀스를 사용한다.

[0125] [표 4]

[0126]

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	$[\ +1, e^{j4\pi/3}, e^{j2\pi/3}\ ]$

[0127] 슬롯마다 다른 확산 계수를 사용할 수 있다.

[0128] 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.

[0129] $\{s(0), s(1), s(2), s(3)\}=\{w_i(0)m(0), w_i(1)m(1), w_i(2)m(2), w_i(3)m(3)\}$

[0130] 2차원 확산된 시퀀스들 {s(0), s(1), s(2), s(3)}는 IFFT(inverse fast Fourier transform)가 수행된 후, 대응하는 OFDM 심벌에서 전송된다. 이로써, ACK/NACK 신호가 PUCCH 상으로 전송되는 것이다.

[0131] 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.

[0132] 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.

[0133] 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.

[0134] 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.

[0135] 도 10은 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 2/2a/2b의 채널 구조를 나타낸다.

[0136] 도 10을 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.

[0137] 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.

[0138] 도 11은 PUCCH 포맷 3의 채널 구조를 예시한다.

[0139] 도 11을 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.

[0140] 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 11에서는 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.

[0141] 이제 반송파 집성(carrier aggregation) 시스템에 대해 설명한다. 반송파 집성 시스템은 다중 반송파(multiple carrier) 시스템이라고도 한다.

[0142] 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.

[0144] 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.

[0145] 도 12는 단일 반송파 시스템과 반송파 집성 시스템의 비교 예이다.

[0147] *반송파 집성 시스템(도 12 (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.

[0148] DL CC-UL CC 쌍이 3개가 정의되므로, 단말은 3개의 서빙 셀로부터 서비스를 제공받는다고 할 수 있다.

[0149] 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.

[0150] 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.

[0151] 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.

[0152] 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.

[0153] 상술한 바와 같이 반송파 집성 시스템에서는 단일 반송파 시스템과 달리 복수의 요소 반송파(component carrier, CC), 즉, 복수의 서빙 셀을 지원할 수 있다.

[0154] 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.

[0155] 교차 반송파 스케줄링을 지원하는 반송파 집성 시스템은 반송파 지시자 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.

[0156] 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 집합에 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.

[0157] 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.

[0158] 이제 3GPP LTE TDD(Time Division Duplex)에서의 HARQ를 위한 ACK/NACK 전송에 대해 기술한다.

[0159] 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.

[0160] 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.

[0161] 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.

[0162] 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.

[0163] 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.

[0164] [표 5]

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	-

[0165]

[0166] 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.

[0167] [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

[0168]

[0169] 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.

[0170] 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 할당

된 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.

[0171] 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).

[0172] 상술한 ACK/NACK 번들링과 ACK/NACK 다중화(채널 선택)는 TDD에서 단말에게 하나의 서빙 셀이 설정된 경우에 적용될 수 있다.

[0173] 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.

[0174] 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.

[0175] 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.

[0176] PUCCH 자원 $n^{(1,p)}_{PUCCH}$은 다음 식과 같이 할당될 수 있다. p는 p0 또는 p1일 수 있다.

[0177] [식 3]

[0178] $$n^{(1,\ p=p0)}_{PUCCH} = (M - m - 1) \cdot N_c + m \cdot N_{c+1} + n_{CCE} + N^{(1)}_{PUCCH} \text{ for antenna port } p=p0,$$

[0179] $$n^{(1,\ p=p1)}_{PUCCH} = (M - m - 1) \cdot N_c + m \cdot N_{c+1} + (n_{CCE} + 1) + N^{(1)}_{PUCCH} \text{ for antenna port } p=p1,$$

[0180] 식 3에서, c는 {0,1,2,3} 중에서 $N_c \le n_{CCE} < N_{c+1}$(안테나 포트 p0) , $N_c \le (n_{CCE} + 1) < N_{c+1}$(안테나 포트 p1)를 만족하도록 선택된다. $N^{(1)}_{PUCCH}$ 는 상위 계층 신호에 의해 설정되는 값이다. $N_C = \max\{0, \text{floor}\ [N^{DL}_{RB} \cdot (N^{RB}_{sc} \cdot c - 4)/36]\ \}$일 수 있다. N^{DL}_{RB} 은 하향링크 대역폭, N^{RB}_{sc} 은 부반송파 개수로 표시되는 자원 블록의 주파수 영역에서의 크기이다. n_{CCE}은 서브프레임 $n-k_m$에서 해당 PDCCH의 전송에 사용된 첫번째 CCE 넘버이다. m은 k_m이 상기 표 5의 집합 K에서 가장 작은 값이 되게 하는 값이다.

[0181] 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.

[0182] 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.

[0183] 다음 표는 상기 TPC 필드 값에 따라 채널 선택을 위한 자원을 지시하는 일 예이다.

[0184] [표 7]

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

[0185]

[0186] 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.

[0187] 1) 단말이 서브프레임 $n-k_i$ ($0 \le i \le M-1$)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.

[0188] [식 4]

[0189] $$n^{(1)}_{PUCCH,i} = (M - i - 1) \cdot N_c + i \cdot N_{c+1} + n_{CCE,i} + N^{(1)}_{PUCCH}$$

[0190] 여기서, c는 {0,1,2,3} 중에서 $N_c \le n_{CCE,i} < N_{c+1}$ 를 만족하도록 선택된다. $N^{(1)}_{PUCCH}$ 는 상위 계층 신호에 의해 설정되는 값이다. $N_C = \max\{0, \text{floor}[N^{DL}_{RB} \cdot (N^{RB}_{sc} \cdot c - 4)/36]\}$일 수 있다. 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.

[0191] 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.

[0192] 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.

[0193] 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.

[0194] 만약, ACK/NACK 비트가 4비트 이하라면, 공간 ACK/NACK 번들링은 사용되지 않고 PUCCH 포맷 1b을 사용하는 채널 선택을 통해 전송된다.

[0195] 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.

[0196] <FDD에 사용되는 PUCCH 포맷 1b를 사용하는 채널 선택>

[0197] 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 $0 \leq i \leq (A-1)$이다. 2비트 정보는 b(0)b(1)이라 표시한다.

[0198] 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.

[0199] [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 1 의 전송블록 1	서빙셀 1 의 전송블록 2	서빙셀 2 의 전송블록 3	NA
4	프라이머리 셀의 전송블록 1	프라이머리 셀의 전송블록 2	세컨더리 셀의 전송블록 3	세컨더리 셀의 전송블록 4

[0200]

[0201] 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.

[0202] 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.

[0203] 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.

[0204] 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.

[0205] 이제 본 발명에 대하여 설명한다.

[0206] 전술한 바와 같이, LTE 시스템에서는 FDD 방식과 TDD 방식의 프레임 구조 타입이 존재한다. FDD 방식에서는 매 서브프레임에서 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임이 서로 다른 주파수에 존재한다. 예컨대, 하향링크 서브프레임은 제1 주파수 대역(f1, 이하 동일), 상향링크 서브프레임은 제2 주파수 대역(f2, 이하 동일)에 존재할 수 있다. 이 때, 하향링크 서브프레임은 연속적으로 존재하며 이는 상향링크 서브프레임도 마찬가지다.

[0207] 하향링크와 상향링크의 주파수 대역의 크기가 같은 경우(즉, f1 = f2), 하향링크와 상향링크 자원이 1:1로 고정된다. 이로 인해, 하향링크/상향링크의 트래픽 수요가 변경되거나 한쪽으로 치우치면 자원의 효율적 사용이 어려울 수 있다.

[0208] 따라서, FDD 방식에서 상향링크 자원의 일부를 하향링크 자원으로 전환하여 활용하는 방법이 고려되고 있다.

[0210] 도 13은 상향링크 자원의 일부를 하향링크 자원으로 전환하여 활용하는 제1 실시예를 나타낸다.

[0211] 도 13을 참조하면, 기존 FDD 단말은 하향링크에 f1 주파수 대역을 사용하고 상향링크에 f2 주파수 대역을 사용할 수 있다.

[0212] 반면, 개선된 단말(advanced UE)은, 상기 f1 주파수 대역을 기존 FDD 단말과 마찬가지로 하향링크에 사용한다. 그러나, 상기 f2 주파수 대역을 기존 FDD 단말과 달리 상향링크에만 사용하는 것이 아니라 일부 자원(예컨대, 131처럼 D로 표시된 서브프레임)을 하향링크에도 사용할 수 있다. 도 13에서는 이러한 방식으로 사용하는 개선된 단말의 f2 주파수 대역을 xL로 표시(이하 동일)하고 있다.

[0213] 이처럼, 기존 FDD 단말이 상향링크 전용으로 사용하던 주파수 대역(f2)을 개선된 단말은 상향링크 및 하향링크에 필요에 따라 나누어 사용하는 것을 지원할 수 있다. 예를 들어, 하향링크에 트래픽이 몰리고 상향링크에는 트래픽이 별로 없는 경우 기지국은 상향링크 주파수 대역(f2)에도 하향링크 서브프레임을 할당하여 하향링크 데이터를 전송할 수 있다. 이 경우, 기지국은 상기 제1 실시예에 따른 설정을 단말에게 알려줄 수 있다. 개선된 단말은 이러한 설정을 지원하기 때문에 전술한 제1 실시예와 같은 동작이 가능하다.

[0214] 도 14는 상향링크 자원의 일부를 하향링크 자원으로 전환하여 활용하는 제2 실시예를 나타낸다.

[0215] 도 14를 참조하면, 기존 FDD 단말은 도 13과 마찬가지로 하향링크에 f1 주파수 대역을 사용하고 상향링크에 f2 주파수 대역을 사용할 수 있다.

[0216] 반면, 개선된 단말(advanced UE)은, 상기 f1 주파수 대역은 사용하지 않을 수 있다. 그리고, 상기 f2 주파수 대역을 상향링크에만 사용하는 것이 아니라 일부 자원(예컨대, 141처럼 D로 표시된 서브프레임)을 하향링크에도 사용할 수 있다.

[0217] 기지국은 상기 제2 실시예에 따른 설정을 단말에게 알려줄 수 있다.

[0218] 기존 단말이 상향링크 전용으로 사용하는 f2 주파수 대역에서, 일부 서브프레임을 하향링크 서브프레임으로 사용하는지 여부를 개선된 단말에게 알려주는 정보를 하향링크 서브프레임 설정 정보라 하자. 구체적으로 기지국은 상기 f2 주파수 대역의 하향링크 서브프레임(141)을 통해 하향링크 서브프레임 설정 정보를 개선된 단말에게 전송할 수 있다.

[0219] 또는 기지국은 f1 주파수 대역의 하향링크 서브프레임을 통해 하향링크 서브프레임 설정 정보를 개선된 단말에게 전송할 수 있다. 이러한 방법은 개선된 단말이 반송파 집성을 지원한다는 전제로 가능하다. 반송파 집성을 지원하지 않는 단말에 대해서는 상기 하향링크 서브프레임 설정 정보를 수신하는 시점에 대해서는 f1 주파수 대역도 사용하도록 하거나, 또는 f2 주파수 대역을 일정 구간에 대해서는 TDD 방식으로 전환하여 사용하게 할 수 있다.

[0220] 하향링크 서브프레임 설정 정보는 f1 주파수 대역의 하향링크 서브프레임을 통해 전송되는 RRC 메시지를 통해 시그널링될 수 있다. 또는 CSS(common search space)와 같이 복수 단말이 공유할 수 있는 검색 공간을 통해 시그널링될 수 있다. 상기 하향링크 서브프레임 설정 정보는 서브프레임 별로 하향링크 서브프레임으로의 전용 여부를 알려줄 수 있다. 또는 복수의 서브프레임들에 대하여 설정 가능한 패턴을 정해놓고, 어떤 패턴을 사용하는지를 알려줄 수 있다. 예를 들어, 프레임 내의 10개의 서브프레임들에 대하여 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임이 할당되는 복수의 패턴을 미리 정해놓고, 상기 하향링크 서브프레임 설정 정보를 통해 어떤 패턴이 사용되는지를 시그널링할 수 있다.

[0221] <f2 주파수 대역에서 Default 상향링크 서브프레임 영역의 설정>

[0222] 기존 단말이 상향링크 전용으로 사용하는 f2 주파수 대역을 하향링크 및 상향링크에 사용하는 개선된 단말의 경우, 기존에 정의된 TDD UL-DL 설정에 따른 동작을 재활용하면 구현의 복잡성을 낮출 수 있다.

[0223] f2 주파수 대역에 포함된 각 서브프레임을 하향링크 서브프레임 또는 상향링크 서브프레임으로 결정하는 것을 UL/DL 방향 결정이라 하자. 그러면, UL/DL 방향 결정은 기존 TDD UL-DL 설정에 따르는 것을 고려할 수 있다. 이때, 기존 단말의 상향링크 전송 즉, PUCCH, SRS, PRACH(physical random access channel) 전송과 기지국의 개선된 단말에 대한 하향링크 전송이 충돌하지 않도록 하는 것이 필요하다. 이를 위하여 다음 방법들 중 하나를

이용할 수 있다.

[0224] 1. 제1 방법

[0225] 기지국은 기존 단말의 상향링크 채널 스케줄링 시, 개선된 단말에 대한 하향링크 전송과 충돌하지 않도록 할 수 있다. 이를 위해, 기존 단말의 상향링크 채널 전송을 위한 default 상향링크 서브프레임을 개선된 단말에게 설정한다. 특히, 기존 단말의 PRACH 전송 대상 상향링크 서브프레임은 개선된 단말에 대한 default 상향링크 서브프레임에 포함될 수 있다.

[0226] default 상향링크 서브프레임은 개선된 단말에게 주어지는 UL/DL 설정에서 상향링크 서브프레임으로 설정된 서브프레임들 중에서 선택될 수 있다. 또는 개선된 단말에게 default 상향링크 서브프레임이 미리 포함된 UL/DL 설정을 제공할 수도 있다.

[0227] 개선된 단말에 대해서는 f2 주파수 대역의 각 서브프레임들을 하향링크 서브프레임 또는 상향링크 서브프레임으로 가변적으로 설정할 수 있는데, 예외적으로 default 상향링크 서브프레임으로 지시된 서브프레임은 하향링크 서브프레임으로 설정될 수 없을 수 있다.

[0228] 한편, 시그널링의 오류 등의 이유로 UL/DL 설정의 하향링크 서브프레임과 default 상향링크 서브프레임이 충돌하는 상황이 발생할 수 있다. 이 경우 다음 방법을 고려할 수 있다.

[0229] 첫째로, 단말은 상기 상황을 오류 상황으로 인식하고 그에 따라 동작할 수 있다. 둘째로, 단말은 UL/DL 설정의 하향링크 서브프레임을 상향링크 서브프레임으로 인식하여 동작할 수 있다.

[0230] 2. 제2 방법

[0231] f2 주파수 대역에서 기지국의 개선된 단말에 대한 하향링크 채널 전송은 기존 단말의 상향링크 채널 전송을 위한 default 상향링크 영역을 제외한 부분에서만 수행될 수 있다.

[0232] 도 15는 개선된 단말에게 할당될 수 있는 서브프레임의 구성 예를 나타낸다. 도 15는 제2 방법에 의할 때 서브프레임의 구성 예일 수 있다.

[0233] 도 15를 참조하면, 기존 단말은 상향링크 서브프레임의 default 상향링크 영역(151, 152, 153)에서 PUCCH, SRS를 전송한다. 개선된 단말에 대한 하향링크 전송은 상기 default 상향링크 영역을 제외한 영역 중 일부(154)에서만 수행될 수 있다.

[0234] 개선된 단말에 대한 하향링크 전송 시, PUCCH가 전송되는 PUCCH 영역(151, 152)은 PDSCH 스케줄링을 통해 제외될 수 있다. 그러나, SRS가 전송되는 SRS 영역(153)은 하향링크 OFDM 심벌 할당에서 제외하며 펑처링(puncturing)이나 레이트 매칭(rate-matching)을 통해 PDSCH 데이터 맵핑을 수행한다.

[0235] SRS 영역의 배제는 기존 상향링크의 셀 특정적 SRS 설정에서 SRS 전송 서브프레임에서만 수행될 수 있다. 하향링크 스케줄링 시 SRS 전송 영역의 존부를 직접 시그널링해 줄 수 있다.

[0236] 한편, 기존 단말의 PRACH의 설정에서 PRACH 전송 대상 상향링크 서브프레임에서의 PRACH 전송 대역 또한 default 상향링크 영역으로 설정될 수 있다.

[0237] SRS 영역 설정 시 SRS가 실제로 전송될 OFDM 심벌 수 뿐만 아니라 하향링크를 상향링크로 전환함에 따라 필요한 갭을 고려한 추가적인 OFDM 심벌이 하향링크 전송에 제외될 수 있다.

[0238] <f2 주파수 대역에서 default 하향링크 서브프레임/영역의 설정>

[0239] f2 주파수 대역에서, 개선된 단말이 기지국으로부터 수신해야만 하는 특정 신호가 있다면, 이러한 특정 신호가 전송되는 서브프레임이나 영역은 상기 개선된 단말에 대하여 default 하향링크 서브프레임/영역으로 설정될 수 있다.

[0240] 예를 들어, 개선된 단말의 하향링크 신호 수신을 위해서는 기지국과 하향링크 시간/주파수 동기를 맞추어야 한다. 즉, 개선된 단말은 동기를 맞추기 위한 PSS(primary synchronization signal), SSS(secondary synchronization signal)나 CRS(cell-specific reference signal)의 수신이 필요하다.

[0241] 따라서, 이러한 특정 신호가 전송되는 서브프레임/영역은 default 하향링크 서브프레임/영역으로 설정될 수 있다.

[0242] 제1 실시예와 같이 동작하는 개선된 단말은 트래킹(tracking)을 위한 주기적인 RS 또는 CSI의 추정을 위한 CRS

나 CSI-RS가 전송되는 서브프레임만을 default 하향링크 서브프레임으로 설정할 수 있다. 또는 f1 주파수 대역의 트래킹/동기화 신호를 그대로 f2 주파수 대역의 하향링크 서브프레임들에 이용할 수도 있다.

[0243] 제2 실시예와 같이 동작하는 개선된 단말은 시스템 정보의 전송을 위한 PBCH(physical broadcast channel)를 위하여 default 하향링크 서브프레임이 설정될 수 있다.

[0244] default 하향링크 서브프레임은 개선된 단말에게 주어지는 UL/DL 설정의 하향링크 서브프레임들 중에서 선택되거나 또는 default 하향링크 서브프레임이 포함된 UL/DL 설정을 개선된 단말에게 전송할 수 있다.

[0245] PBCH가 f2 주파수 대역으로 전송될 경우, default 하향링크 서브프레임은 기지국과 단말 간에 미리 약속된 서브프레임일 수 있다. 그렇지 않으면, f1 주파수 대역을 통해서 RRC 메시지를 전송하여 설정하거나, CSS를 통해 DCI를 전송하여 설정할 수 있다.

[0246] <UL/DL 서브프레임의 설정 주기>

[0247] 기존 FDD에서 PUSCH의 전송에는 동기화 HARQ가 적용된다. 동기화 HARQ는 UL 그랜트 수신, PUSCH 전송, PHICH 수신, PUSCH 재전송의 순서로 진행되는데, UL 그랜트 수신 및 PHICH 수신에 8 ms 주기, PUSCH 전송과 PUSCH 재전송에 8 ms 주기를 가진다. 상기 수신 과정은 f1 주파수 대역, 상기 전송 과정은 f2 주파수 대역에서 수행된다.

[0248] 따라서, 동기화 HARQ에서는 8 ms 주기로 상향링크 자원이 확보되지 않으면 재전송이 8ms의 배수로 지연된다. 따라서, 개선된 단말을 위한 UL/DL 방향의 패턴이 8ms의 주기(또는 8 ms의 배수의 주기)로 반복되도록 UL/DL 설정을 구성하는 것이 바람직하다. 마찬가지로, 10ms 주기의 UL/DL 설정을 사용하더라도 default UL/DL 주기는 8 ms(또는 8 ms 주기의 배수)로 구성하는 것이 바람직하다. 기존 FDD 동작과의 조화를 위해서 TDD UL-DL 설정에서 정의된 일부 UL/DL 서브프레임을 사용하지 않도록 단말에게 시그널링할 수 있다.

[0249] 일부 DL/UL 서브프레임은 주파수 영역에서 복수의 PRB(physical resource block)들을 포함하는데, 전체 PRB들을 DL 또는 UL을 사용하지 않을 것인지 아니면 일부 PRB에 대하여만 DL 또는 UL로 사용하지 않을 것인지를 단말에게 시그널링할 수 있다.

[0250] 일부 PRB에 대해서만 하향링크에 사용하지 않도록 설정받으면 단말은 사용하지 않는 PRB를 제외한 PRB들에서 하향링크를 사용할 수 있다고 가정할 수 있다. 기존 단말을 위한 PUCCH 영역을 제외한 나머지 영역은 하향링크를 위하여 설정할 수 있다.

[0251] <DL 스케줄링>

[0252] 개선된 단말이 제1 실시예와 같이 동작할 경우, f1 주파수 대역에 사용할 수 있는 하향링크 서브프레임이 있으므로 f2 주파수 대역의 하향링크 서브프레임 스케줄링을 f1 주파수 대역의 하향링크 서브프레임을 통해서 할 수 있다. 이는 교차 반송파 스케줄링과 유사하다.

[0253] 이를 구현하기 위한 방법으로, CI(carrier index)를 f2 주파수 대역에 별도로 할당하여 기존의 교차 반송파 스케줄링처럼 각 반송파의 데이터 채널 스케줄링을 개별 코딩하여 별도의 DCI로 보낼 수 있다. DCI의 CIF(carrier index field) 값을 통해서 f1 주파수 대역의 하향링크 서브프레임에 대한 스케줄링인지 f2 주파수 대역의 하향링크 서브프레임에 대한 스케줄링인지를 구분할 수 있다.

[0254] 하나의 FDD 반송파만 사용되는 경우, 1비트만으로 CIF를 구성할 수 있다.

[0255] 또는 번들링된 스케줄링을 이용할 수 있다. 예를 들어, TDD UL-DL 설정 0의 상향링크 스케줄링처럼 하나의 DCI에 f1 주파수 대역의 DL 서브프레임과 f2 주파수 대역의 DL 서브프레임에 대한 비트맵을 할당하여 동시에 스케줄링되었는지 아니면 하나만 스케줄링되었는지를 지시할 수 있다.

[0256] 이러한 비트 필드는 f2 주파수 대역에서 하향링크 스케줄링이 가능한 서브프레임에 대해서만 한정적으로 추가될 수 있다. 또한, 이러한 하향링크 스케줄링은 특정 전송 모드에 종속적으로 설정되는 DCI 포맷에 한정되어 적용될 수 있다.

[0257] 개선된 단말이 제1 실시예에 따라 동작하는 경우, 개선된 단말이 교차 반송파 스케줄링을 설정 받으면 개선된 단말은 PDSCH가 OFDM 심벌 #0에서 시작한다고 가정한다. PDSCH의 시작 심벌로 설정된 값이 0이 아니라도 또는 설정 받기 전이라도 OFDM 심벌 #0에서 시작한다고 가정한다.

[0259] 개선된 단말이 제1 실시예로 동작하는 경우, 개선된 단말은 하향링크에서 CRS가 전송되지 않는다고 가정할 수 있다. 또는 교차 반송파 스케줄링을 설정 받거나 EPDCCH의 모니터링 서브프레임이 모든 하향링크 서브프레임으로 설정되면 CRS 전송이 되지 않는다고 가정할 수 있다.

[0260] 또한 개선된 단말이 제1 실시예로 동작하는 경우, 개선된 단말은 f2 주파수 대역의 하향링크 서브프레임에서는 CRS가 전송되지 않는다고 가정할 수 있다.

[0261] <상향링크 스케줄링>

[0262] 하향링크 스케줄링의 경우, DCI가 데이터 채널이 전송되는 서브프레임과 동일한 서브프레임에서 전송되므로 자기 스케줄링(self-carrier scheduling)이 가능하다. 그러나 상향링크 스케줄링의 경우, 상향링크 데이터 채널 전송 시점 이전에 약속된 하향링크 서브프레임에서 DCI를 전송해야 하기 때문에 하향링크 서브프레임 설정에 제한이 있다.

[0263] 이를 해결하기 위해, 개선된 단말에 대하여 f2 주파수 대역의 하향링크 서브프레임을 이용한 상향링크 스케줄링은 허용하지 않고 f1 주파수 대역의 하향링크 서브프레임을 이용한 상향링크 스케줄링만 허용할 수 있다.

[0264] 즉, 개선된 단말에 대한 UL 스케줄링은 f1 주파수 대역의 하향링크 서브프레임들과 f2 주파수 대역의 상향링크 서브프레임들 간에서 FDD 방식으로 스케줄링된다.

[0265] f1 주파수 대역의 하향링크 데이터 채널도 교차 반송파 스케줄링만 허용할 경우 f2 주파수 대역의 하향링크에는 EPDCCH(enhanced PDCCH)와 같은 제어 채널의 전송 없이 PDSCH만 구성되도록 할 수 있다.

[0266] 교차 반송파 스케줄링을 설정 받은 경우, 개선된 단말의 PUSCH 전송 타이밍은 FDD 방식에 의할 수 있다. 또한 HARQ-ACK 전송도 FDD에 따라 2개의 FDD 반송파가 집성된 경우처럼 전송할 수 있다.

[0267] 반대로 교차 반송파 스케줄링되더라도 실제 f2 주파수 대역의 TDD 반송파의 UL/DL 설정에 따라 상향링크 HARQ-ACK, CSI, PHICH 타이밍 등이 결정될 수 있다.

[0268] <Timing advance>

[0269] 각 단말이 기지국으로부터 떨어진 거리가 다르기 때문에 기지국에서 각 단말에 대한 하향링크 신호를 동시에 전송하더라도 전달 지연(propagation delay) 등의 요인에 따라 각 단말의 하향링크 신호 수신 시점은 서로 달라질 수 있다. 또한, 각 단말은 하향링크 신호 수신 시점을 기준으로 상향링크 신호를 전송할 수 있는데, 상향링크 신호의 전송 시점과 기지국에서의 도달 시점이 단말 별로 달라질 수 있다.

[0270] 복수의 단말들이 전송한 상향링크 신호의 도달 시점을 일정 범위 내로 일치시켜야 상향링크 OFDM 심벌의 디코딩이 가능한다. 따라서, 기지국에서의 상향링크 신호 도달 시점을 일치시켜 주기 위해서 각 단말 별로 TA(timing advance) 값을 지정하여 하향링크 대비 상향링크 전송 시점을 지정한다. TA는 상향링크 무선 프레임이 하향링크 무선 프레임을 기준으로 앞서 전송되는 시간을 나타낸다.

[0271] 도 16은 TA 값을 지정하는 예를 나타낸다.

[0272] 도 16을 참조하면, 단말은 대응하는 하향링크 무선 프레임 i의 시작 시점보다 $(N_{TA} + N_{TA\ offset}) \times T_S$ 초만큼 먼저 상향링크 무선 프레임 i의 전송을 시작한다. FDD에서 $N_{TA\ offset}$는 0일 수 있고, TDD에서 $N_{TA\ offset}$는 624일 수 있다. T_S 는 $307200 \times T_S = 10$ ms(milli-second)의 관계가 있다. 상기 N_{TA} 는 기지국으로부터 단말에게 절대값 또는 상대값(증분)으로 시그널링되는 값이고, $N_{TA\ offset}$ 는 해당 주파수의 duplex 방식(즉, FDD 방식인가 아니면 TDD 방식인가)에 따라서 기지국과 단말간에 미리 약속된 지정 값이다.

[0273] 한편, TDD의 경우, 하향링크와 상향링크가 동일한 주파수 대역을 사용하기 때문에 TA 설정에 따른 하향링크 서브프레임, 상향링크 서브프레임이 중첩될 수 있다. 이를 피하기 위해, 하향링크에서 상향링크로 전환되는 부분에 보호 구간인 갭(gap)을 적용할 수 있다.

[0274] f2 주파수 대역에서 기존 단말이 상향링크 서브프레임으로 사용하는 서브프레임을 개선된 단말은 하향링크 서브프레임으로 전용할 수 있다. 이 때, 갭은 상기 하향링크로 전용되는 서브프레임의 뒷부분에 적용하거나, 상기 하향링크로 전용되는 서브프레임 다음에 위치하는 상향링크로 사용되는 서브프레임의 앞 부분에 적용될 수 있다. 상기 상향링크로 사용되는 서브프레임을 기존 단말이 사용하는 것을 고려하면 하향링크로 전용되는 서브프레임의 뒷부분에 갭을 적용하는 것이 바람직하다.

[0275] 따라서, f2 주파수 대역에서 개선된 단말이 사용하는 하향링크 서브프레임에서는 갭의 적용을 위하여 일부 OFDM 심벌의 사용이 제한될 수 있다. 또한, f2 주파수 대역에서 개선된 단말에게 연속적으로 하향링크 서브프레임들이 설정되더라도 이러한 하향링크 서브프레임들이 기존 단말에게는 상향링크 서브프레임으로 할당될 수 있다면 상기 하향링크 서브프레임들 모두에 갭을 적용할 수 있다.

[0276] 단, 기존 단말의 상향링크 사용을 완전히 배제하는 개선된 단말의 하향링크 서브프레임의 앞 하향링크 서브프레임에는 갭을 적용하지 않을 수 있다.

[0277] 개선된 단말이 f2 주파수 대역에서 상향링크 서브프레임을 전송할 때 TA의 기준은 f1 주파수 대역의 하향링크 서브프레임으로 하거나 f2 주파수 대역의 하향링크 서브프레임으로 할 수 있다. f1 주파수 대역의 하향링크 서브프레임을 기준으로 하는 것은 f1 주파수 대역이 보다 확실한 하향링크 동기화를 추정할 수 있기 때문에, 특히 PUSCH의 스케줄링이 FDD 방식으로 이루어질 때 유용하다. 후자의 경우 f2 주파수 대역의 채널이 f1 주파수 대역의 채널과 특징이 많이 차이 나는 경우에 유용하며, f2 주파수 대역의 하향링크만 수신하는 단말의 경우에 유용하다.

[0278] 한편, 단말이 TDD UL-DL 설정을 받아서 TDD처럼 동작하더라도 $N_{TA\ offset}$는 624가 아닌 $N_{TA\ offset}$= 0을 적용할 수 있다. FDD로 동작하는 단말과의 TA를 맞추기 위해서이다. PRACH 전송 시에 적용될 수 있다.

[0279] f2 주파수 대역을 하향링크 및 상향링크에 사용하는 개선된 단말과 기존 단말이 공존하는 경우, 기존 단말의 N_{TA} 값 설정 시 $624 \leq N_{TA} \leq 20512$가 되도록 하여 하향링크와 상향링크가 겹치지 않도록 할 수 있다. 이는 개선된 단말이 $N_{TA\ offset}$= 624로 적용했을 때 유용하다.

[0280] 개선된 단말이 $N_{TA\ offset}$= 624로 설정된 경우, f2 주파수 대역의 하향링크 전송 시점을 f1 주파수 대역에 비하여 오프셋을 더하여 조금 빠른 타이밍에 전송하도록 하는 것이 가능하다.

[0281] 도 17은 기존 단말에 대한 FDD 방식에서의 TA와 개선된 단말에 대한 TA 설정 예를 나타낸다.

[0282] 도 17을 참조하면, 기존 단말의 경우, f2 주파수 대역의 상향링크 전송이 f1 주파수 대역의 하향링크 수신 시점에 비하여 TA만큼 앞서 있다.

[0283] 도 17 (a) 내지 (d)를 참조하면, 개선된 단말의 경우 f2 주파수 대역에서 상향링크 전송과 하향링크 수신이 모두 가능하다. f2 주파수 대역에서 하향링크 서브프레임, 상향링크 서브프레임 순서로 서브프레임들이 위치하는 경우 갭(G로 표시)이 상기 하향링크 서브프레임에 포함시키거나(도 17 (a), (c)), 상기 상향링크 서브프레임에 포함시킬 수 있다(도 17 (b), (d)).

[0284] 도 17 (c), (d)와 같이, 개선된 단말에 대한 기지국의 하향링크 전송은 기존 단말에 비하여 오프셋 값만큼 빠르게 수행될 수 있다.

[0285] TA의 적용은 단말이 상향링크 동기를 맞추어야 하는 경우에 적용되는 것이다. 따라서, FDD 셀과 TDD 셀간의 집성을 사용하는 단말이 상향링크 동기를 맞춰야 하는 경우에도 동일한 사상이 적용될 수 있다. 즉, FDD 셀과 TDD 셀간의 집성을 사용하는 단말이 FDD 셀의 TA offset($N_{TA\ offset}$)을 TDD 셀에 대한 TA offset($N_{TA\ offset}$)으로 사용하거나, 또는 TDD 셀의 TA offset($N_{TA\ offset}$)을 FDD 셀에 대한 TA offset($N_{TA\ offset}$)으로 사용할 수 있다.

[0286] 제1 셀이 프라이머리 셀이고 제2 셀이 세컨더리 셀이며 상기 제1, 2 셀이 설정된 단말은 상기 프라이머리 셀로부터 시그널링 받은 값을 기반으로 한 값($N_{TA,primarycell}$)과 상기 프라이머리 셀의 듀플렉스(duplex) 방식에 따라서 미리 결정된 오프셋 값($N_{TA\ offset,primarycell}$)의 조합을 이용하여 상기 제1,2셀의 TA 값을 결정할 수 있다.

[0287] 1. FDD 셀과 TDD 셀이 동일한 TAG(timing advance group)에 포함되지 않고 서로 다른 TAG로 구분되는 경우.

[0288] FDD 셀과 TDD 셀은 $N_{TA\ offset}$의 정의가 다르기 때문에 두 셀 간의 하향링크 동기가 맞추어진 상태에서 단말 측에서 상향링크 동기도 맞추어 주기 위한 방법이 필요하다.

[0289] 이를 위한 한 가지 방법은 FDD 셀과 TDD 셀을 항상 서로 다른 TAG에 속하도록 구분하는 것이다. FDD 셀과 TDD 셀이 반송파 집성될 때 독립적으로 N_{TA}를 각각 할당하여 TA를 설정할 수 있다. 기존과 같이 TDD 셀에 $N_{TA\ offset,TDD}$=624가 적용되고, FDD 셀에 $N_{TA\ offset,FDD}$=0이 각각 적용되더라도, FDD 셀과 TDD 셀의 N_{TA}의 관계를 $N_{TA,FDD}$ =

$N_{TA,TDD}$ + 624와 같이 설정하여 하향링크 동기가 맞추어진 상태에서 상향링크 동기도 맞추어 줄 수 있다.

[0290] 반면, TDD 셀과 FDD 셀 간의 채널 환경이 유사하여 채널 전파 지연이 동일한 경우, 단순히 두 종류의 셀들 간에 $N_{TA\ offset}$ 차를 보상해 주기 위하여 복수의 TAG로 동작시킨다면 각 TAG 그룹 별로 각각 PRACH를 전송해서 TA 값을 보상해야 하는 단점이 발생할 수 있다.

[0291] 따라서, 복수의 TAG로 운용하더라도 일부 TAG에서는 PRACH의 전송을 수행하지 않고 다른 PRACH 전송이 있는 기준 TAG의 PRACH 전송을 기반으로 TA 값을 설정하는 방법을 적용할 수 있다. 예를 들어, 각 TAG는 TAG에 속한 셀들이 어느 시점까지 해당 TAG에 따른 타이밍을 적용해야 하는지를 나타내는 타이머(timeAlignmentTimer)가 존재한다. 이 타이머를 기준 TAG와 동일하게 사용할 수 있다. 기준 TAG는 프라이머리 셀이 속한 TAG가 될 수 있으며, 프라이머리 셀 자체가 기준 셀이 될 수 있다. 그러면 불필요한 PRACH 전송을 피할 수 있는 장점이 있다.

[0292] 한편, TDD 셀과 FDD 셀들 간에 채널 환경의 차이로 인해 채널 전파 지연이 다른 경우를 위해서 서로 다른 TAG로 설정하는 경우도 있으므로 반드시 기준 TAG의 PRACH를 참조하도록 할 것이 아니라 기준 TAG의 PRACH 참조 여부를 설정 가능하도록 하는 것이 필요하다.

[0293] 2. 동일한 TAG에 FDD 셀과 TDD 셀이 공존하는 경우.

[0294] FDD 셀과 TDD 셀이 반송파 집성될 때, 채널 환경이 유사하고, 채널 전파 지연이 동일할 경우 동일한 TAG로 동작시키는 것이 불필요한 시그널링을 피하기에 적합하다. 그러나, 기존 TDD 셀에 $N_{TA\ offset,TDD}$=624가 적용되고 기존 FDD 셀에 $N_{TA\ offset,FDD}$= 0이 적용되었기 때문에 두 셀들간의 하향링크 동기가 맞추어진 상태에서 상향링크 동기를 맞추기 위한 방법이 필요하다.

[0295] 이를 해결하는 한가지 방법은 하나의 셀의 $N_{TA\ offset}$의 정의를 다른 셀의 N_{TA} offset의 정의로 바꾸어 적용하는 것이다. 프라이머리 셀이 속한 TAG의 경우(또는 단일 TAG만 존재하는 경우), 프라이머리 셀에서만 PRACH를 전송하고 세컨더리 셀의 추가 여부와 무관하게 PRACH 전송 타이밍이 정해지는 것이 바람직하다. 따라서, 세컨더리 셀의 $N_{TA\ offset}$은 프라이머리 셀의 $N_{TA\ offset}$을 따르도록 한다.

[0296] PRACH의 경우, N_{TA}=0으로 적용한 ($N_{TA\ offset}$) X T_S의 시점에서 전송되기 때문에 $N_{TA\ offset}$의 정의가 바뀌면 세컨더리 셀 설정에 오류가 발생할 경우 TA 추정에 오류가 발생할 수 있다.

[0297] FDD 프라이머리 셀, TDD 세컨더리 셀의 반송파 집성의 경우, FDD 프라이머리 셀에는 $N_{TA\ offset}$=0으로 그대로 적용하고, TDD 세컨더리 셀에는 $N_{TA\ offset}$= 624가 아니라 $N_{TA\ offset}$= 0으로 적용할 수 있다.

[0298] TDD 프라이머리 셀, FDD 세컨더리 셀의 반송파 집성의 경우, TDD 프라이머리 셀에는 $N_{TA\ offset}$ = 624으로 유지하고 FDD 세컨더리 셀에는 $N_{TA\ offset}$=0이 아닌 $N_{TA\ offset}$=624로 적용할 수 있다.

[0299] 프라이머리 셀을 포함하지 않는 동일한 TAG에 FDD 셀과 TDD 셀이 동시에 존재하는 경우(즉, FDD 세컨더리 셀과 TDD 세컨더리 셀이 동시에 존재하는 경우), PRACH를 전송하도록 명령을 받는 셀에서는 해당 셀의 프레임 구조에 따라 정의된 $N_{TA\ offset}$를 그대로 유지한다. PRACH의 전송 명령을 받지 않은 셀에서는 PRACH 전송 명령을 받은 셀의 $N_{TA\ offset}$를 적용한다.

[0300] 또는 해당 TAG에서 특정 CI값(예를 들어, 기준이 되는 CI 값이 지시되거나, 가장 작은 CI 값, 가장 큰 CI 값 등)을 갖는 셀의 $N_{TA\ offset}$이 적용될 수 있다.

[0301] 또는 프라이머리 셀에 적용된 $N_{TA\ offset}$이 적용될 수 있다.

[0302] 스몰 셀에 설정된 TAG인 경우 스몰 셀에 정의된 세컨더리 프라이머리 셀의 $N_{TA\ offset}$이 적용될 수 있다. 세컨더리 프라이머리 셀은 이중 연결(dual connectivity) 상황에서 프라이머리 셀과 유사한 동작을 하도록 구성된 셀이다. 예를 들어, 세컨더리 프라이머리 셀은 프라이머리 셀 이외의 셀로 PUCCH를 전송할 수 있는 셀일 수 있다.

[0303] 또는 해당 TAG에서 적용할 $N_{TA\ offset}$ 값을 직접 설정 받을 수 있다. 해당 TAG의 상향링크 TA 값을 계산할 때의 N_{TA}

$_{offset}$ 값은 동일 TAG 내에서 PRACH를 가장 최근에 전송한 셀에 따라 결정될 수 있다. 또는 특정 CI 값을 가지는 셀에 따라 결정될 수 있다. 또는 프라이머리 셀에 따라 결정되거나 직접 적용할 타입(또는 $N_{TA\ offset}$ 값)을 지시받을 수 있다.

[0304] 도 18은 복수의 셀들이 설정된 단말의 TA 결정 방법의 일 예를 나타낸다.

[0305] 도 18을 참조하면, 단말은 기지국으로부터 TA 설정 정보를 수신한다(S161).

[0306] TA 설정 정보는 TA 명령(timing advanced command)이라 칭하기도 한다. TA 설정 정보(TA 명령)는 각 TAG에 대하여 주어질 수 있다. 하나의 TAG에 대한 TA 설정 정보는 상기 TAG의 현재 상향링크 타이밍에 대한 상향링크 타이밍의 변경량을 지시할 수 있다.

[0307] 단말은 TA 설정 정보에 기반하여 복수의 셀들 예를 들어, 2개의 셀들 각각에 대한 TA를 결정한다(S162). 상기 2개의 셀들은 상기 복수의 셀들 중 일부의 셀일 수 있다.

[0308] 예를 들어, 프라이머리 셀을 포함하는 TAG에 대한 TA 설정 정보(TA 명령)를 수신한 경우, 단말은 상기 수신한 TA 설정 정보에 기반하여 프라이머리 셀의 PUCCH/PUSCH/SRS를 위한 상향링크 전송 타이밍을 조정(adjust)한다. 세컨더리 셀과 프라이머리 셀이 동일한 TAG에 속한다면 상기 세컨더리 셀의 PUSCH/SRS를 위한 상향링크 전송 타이밍은 상기 프라이머리 셀과 동일하게 설정된다.

[0309] 프라이머리 셀을 포함하지 않는 TAG에 대한 TA 설정 정보(TA 명령)를 수신한 경우, 만약 상기 TAG에 포함된 모든 서빙 셀들이 동일한 프레임 구조를 가진다면(즉, FDD 프레임 및 TDD 프레임 중 어느 하나의 프레임 구조를 모든 서빙 셀들이 가지는 경우) 단말은 상기 수신한 TA 설정 정보에 기반하여 상기 TAG에 포함된 모든 세컨더리 셀들의 PUSCH/SRS를 위한 상향링크 전송 타이밍을 조정(adjust)하며 상기 TAG에 포함된 모든 세컨더리 셀들은 동일한 PUSCH/SRS를 위한 상향링크 전송 타이밍으로 설정된다.

[0310] 또는 프라이머리 셀을 포함하지 않는 TAG에 대한 TA 설정 정보(TA 명령)를 수신한 경우, 만약 상기 TAG에 포함된 모든 서빙 셀들이 동일한 프레임 구조를 가지지 않는다면(즉, 일부 서빙 셀은 TDD 프레임 구조를 사용하고, 다른 서빙 셀은 FDD 프레임 구조를 사용하는 경우) 단말은 상기 수신한 TA 설정 정보에 기반하되 $N_{TAoffset}$ 값은 서빙 셀들의 프레임 구조에 관계 없이 624로 하여 TA를 설정한다. 즉, 프레임 구조에 무관하게 TDD 프레임을 사용하는 셀에 사용되는 $N_{TAoffset}$ 값인 624를 상기 TAG에 포함된 모든 서빙 셀들에 적용하는 것이다. 이 때, 상기 TAG에 포함된 모든 세컨더리 셀들에 대하여 PUSCH/SRS를 위한 상향링크 전송 타이밍이 동일하도록 설정된다.

[0311] 도 16을 참조하여 전술한 바와 같이, TA는 상향링크 프레임이 하향링크 프레임보다 앞서 전송되는 시간을 나타낸다.

[0312] 2개의 셀들을 제1 셀, 제2 셀이라 하면, 제1 셀은 FDD로 동작하는 셀, 제2 셀은 TDD로 동작하는 셀일 수 있다. 이 경우, 제2 셀에 적용되는 TA는 제1 셀에 적용되는 TA를 따를 수 있다. 예를 들어, 제1 셀이 프라이머리 셀이고 제2 셀이 세컨더리 셀인 경우, 세컨더리 셀에 적용되는 TA는 프라이머리 셀의 TA 값과 동일하게 설정될 수 있다.

[0313] 한편, 제1, 2 셀이 모두 세컨더리 셀인 경우도 있을 수 있다. 이 경우에는 TDD 셀에 적용되는 TA 값을 FDD 셀에도 적용할 수 있다.

[0314] 한편, 프라이머리 셀이 포함된 TAG에는 FDD 셀과 TDD 셀이 공존하도록 허용하고 프라이머리 셀이 포함되지 않는 TAG에는 FDD 셀과 TDD 셀이 공존하지 않도록 구성할 수 있다.

[0315] 또는 두 셀들 간의 하향링크 동기를 서브프레임 경계(subframe boundary)가 일치하도록 전송하지 않고 오프셋을 부가하여 전송할 수도 있다.즉, FDD 셀의 하향링크를 TDD 셀보다 $N_{TA\ offset}$ X T_S = 624 X T_S 만큼 먼저 전송할 수 있다.

[0316] 본 발명에 의하면, 개선된 단말은 기존 FDD에서 상향링크 전용으로 설정된 주파수 대역의 일부 서브프레임을 하향링크에 차용할 수 있다. 또한, 기존 FDD 단말과 개선된 단말 간의 공존을 효과적으로 할 수 있다.

[0317] 도 19는 본 발명의 실시예가 구현되는 무선 기기를 나타낸 블록도이다.

[0318] 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. 메모리(120)는 프로세서(110)와 연결되

어, 프로세서(110)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(130)는 프로세서(110)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신한다.

[0319] 단말(200)은 프로세서(210), 메모리(220) 및 RF부(230)를 포함한다. 프로세서(210)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 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.

[0320] 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.

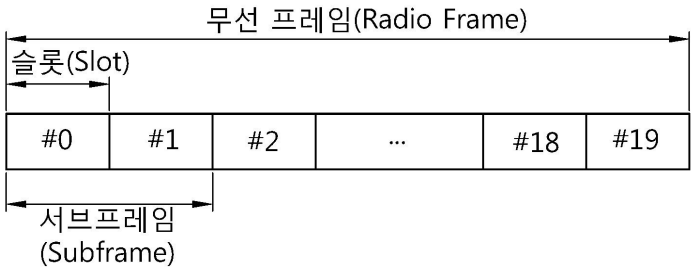
부호의 설명

[0321] 100: 기지국

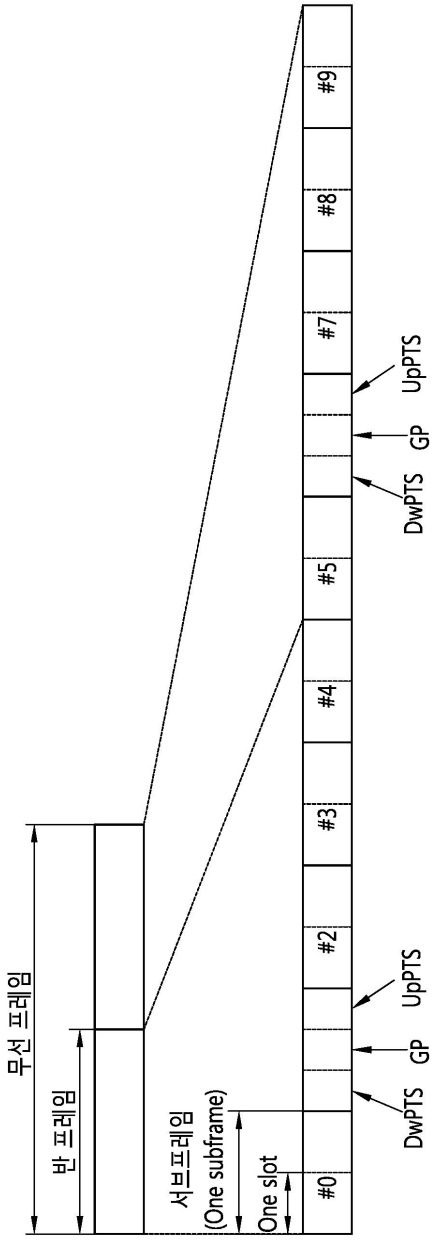
200: 단말

도면

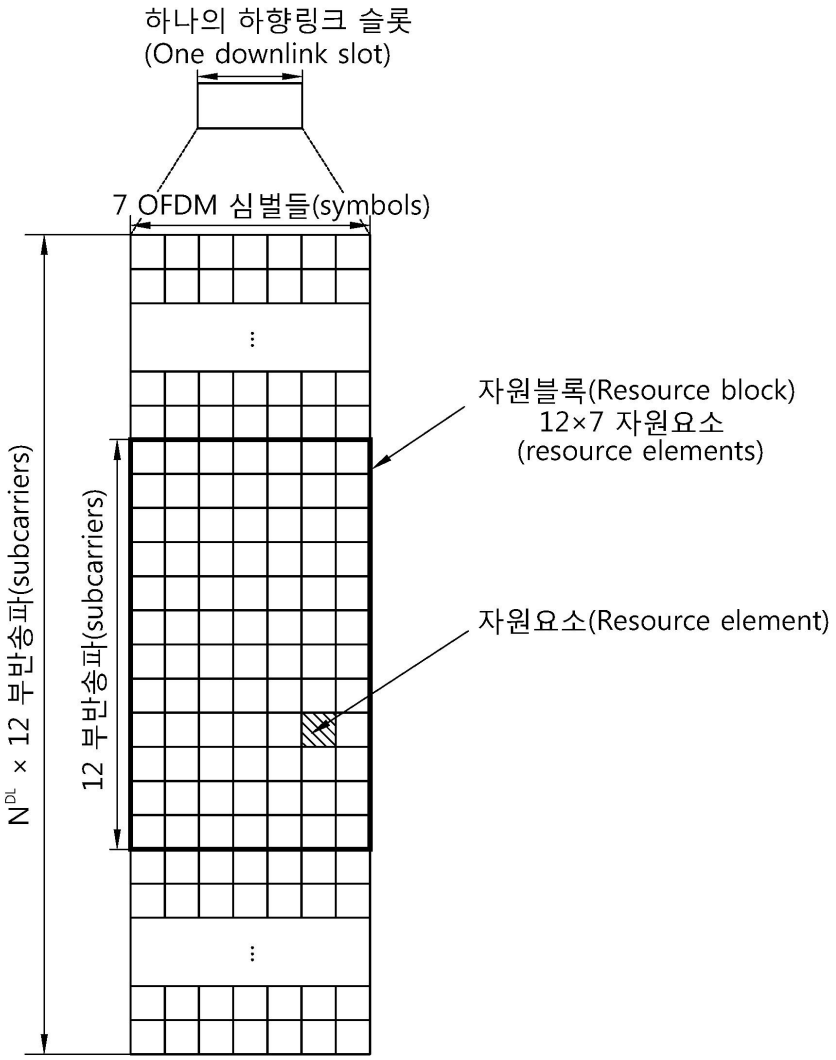
도면1



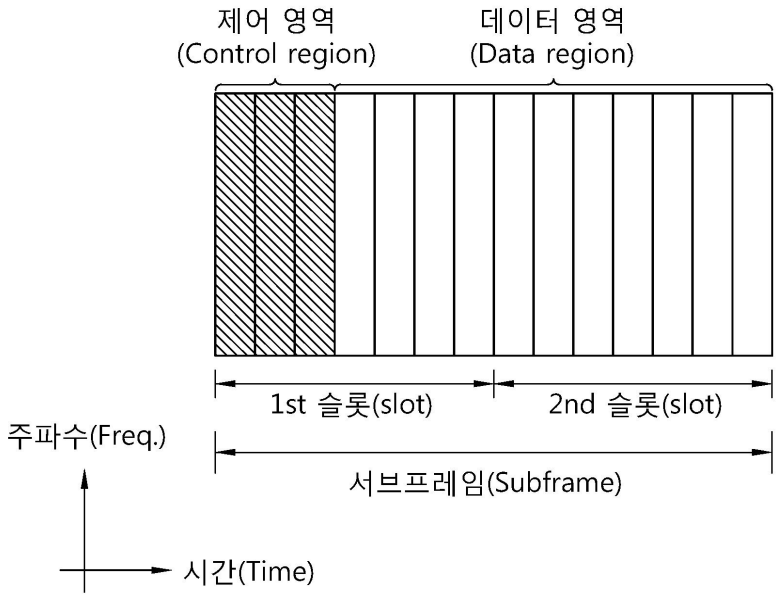
도면2


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

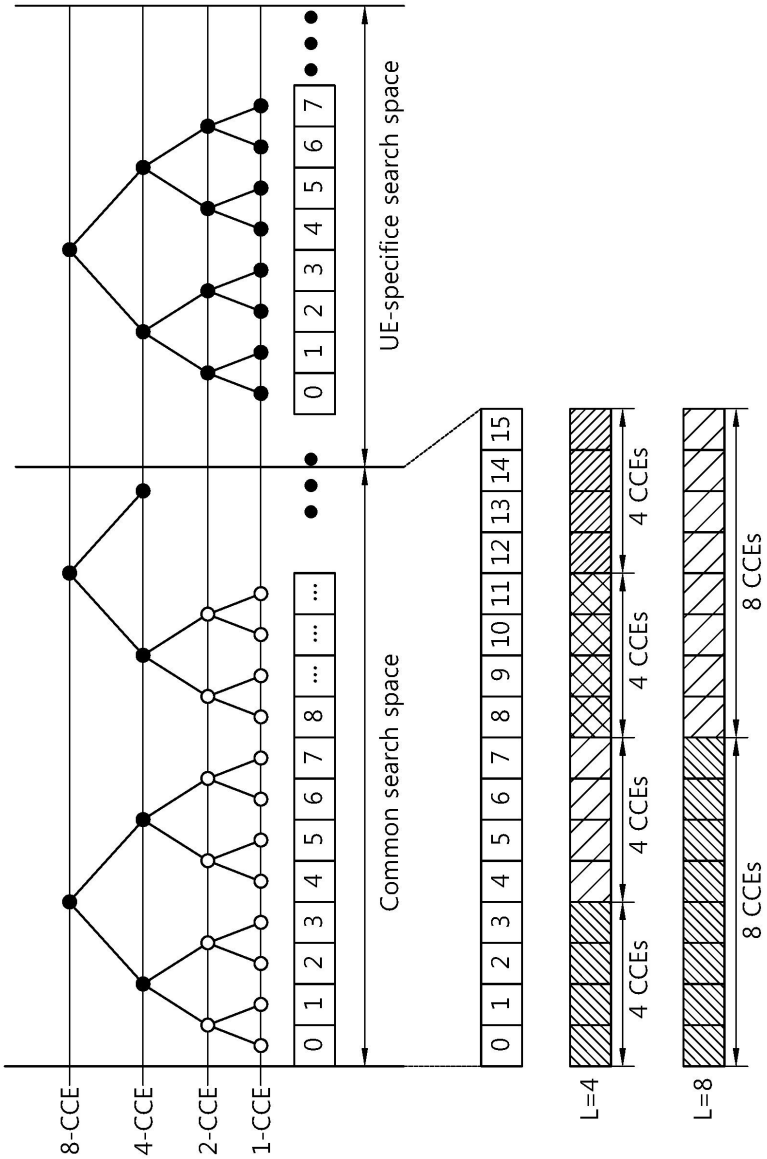
도면3


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

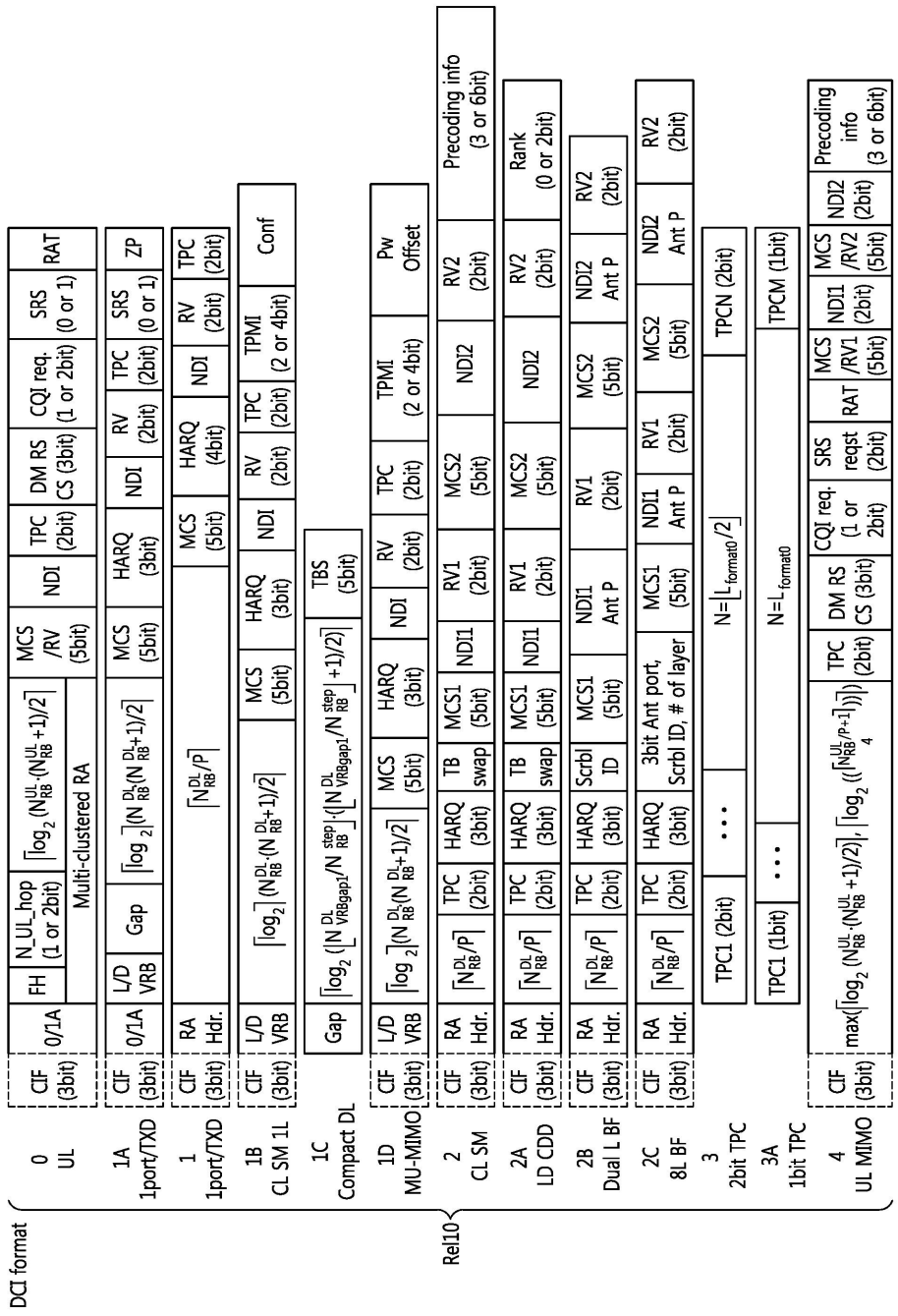
도면4


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

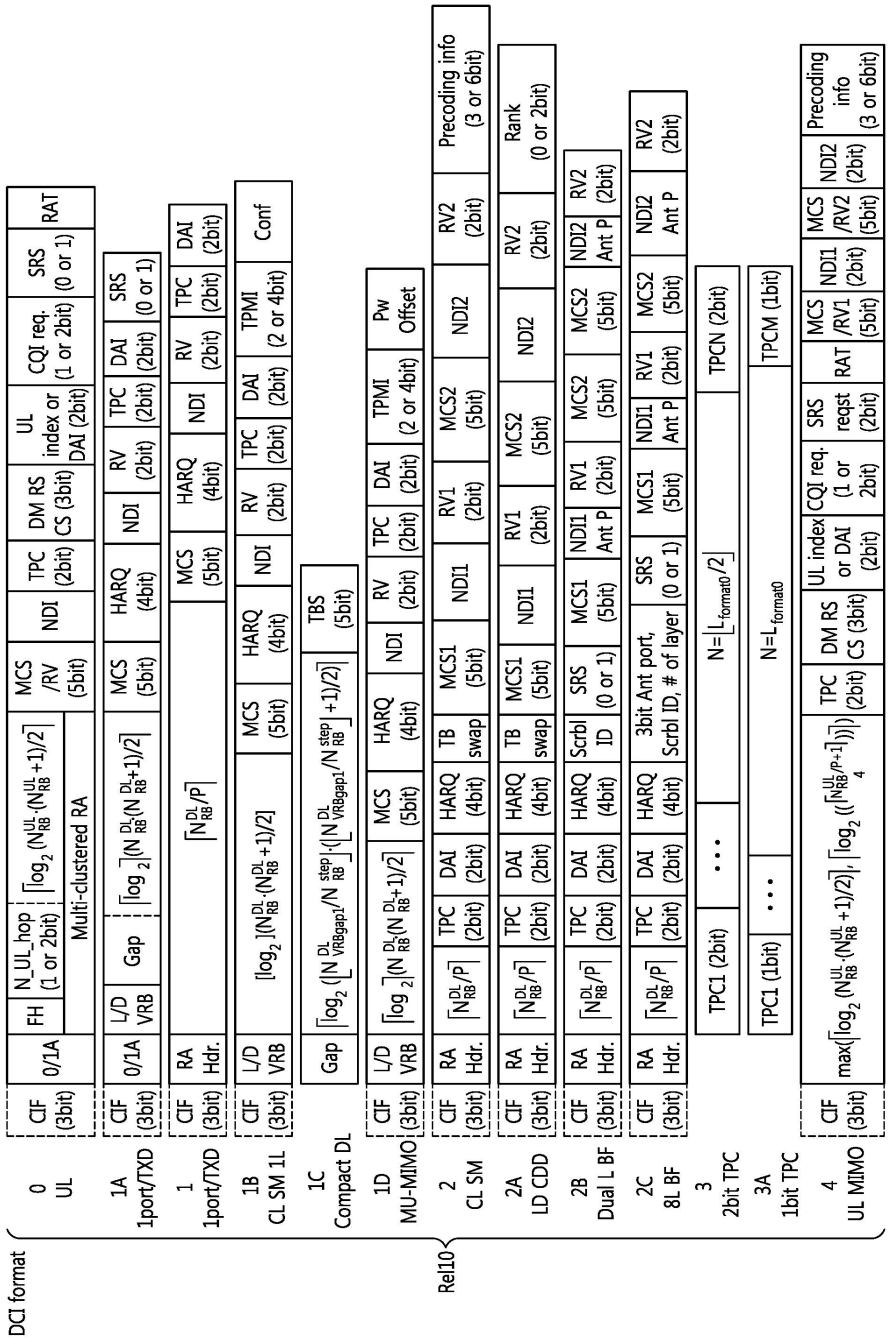
도면5


8-CCE
4-CCE
2-CCE
1-CCE
0 1 2 3 4 5 6 7 8 ... ...
UE-specifice search space
Common search space
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
L=4
4 CCEs
4 CCEs
4 CCEs
4 CCEs
L=8
8 CCEs
8 CCEs

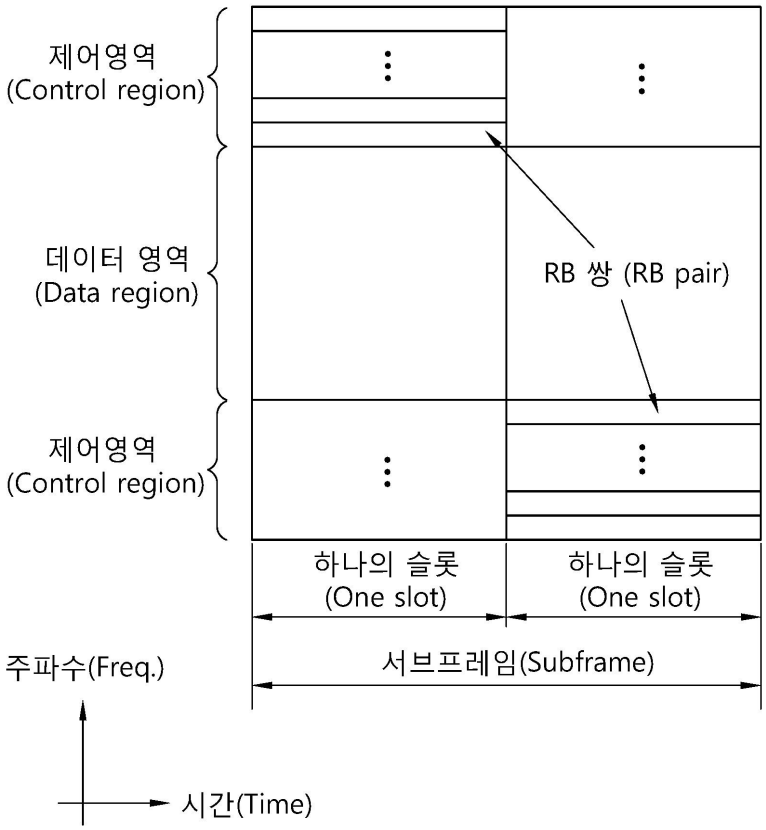
도면6


DCI format
Rel10
0 UL
1A 1port/TXD
1 1port/TXD
1B CL SM 1L
1C Compact DL
1D MU-MIMO
2 CL SM
2A LD CDD
2B Dual L BF
2C 8L BF
3 2bit TPC
3A 1bit TPC
4 UL MIMO
CIF (3bit)
0/1A
FH
N_UL_hop (1 or 2bit)
Multi-clustered RA
L/D VRB
Gap
RA Hdr.
MCS /RV (5bit)
NDI
TPC (2bit)
HARQ (3bit)
MCS (5bit)
HARQ (4bit)
DM RS CS (3bit)
RV (2bit)
CQI req. (1 or 2bit)
SRS (0 or 1)
RAT
ZP
NDI
TPC (2bit)
RV (2bit)
TPMI (2 or 4bit)
Conf
TBS (5bit)
Pw Offset
RV2 (2bit)
Precoding info (3 or 6bit)
Rank (0 or 2bit)
TB swap
Scrbl ID
MCS1 (5bit)
NDI1 Ant P
3bit Ant port, Scrbl ID, # of layer
RV1 (2bit)
MCS2 (5bit)
NDI2 Ant P
TPC1 (2bit)
TPC1 (1bit)
TPCN (2bit)
TPCM (1bit)
SRS reqst (2bit)
CQI req. (1 or 2bit)
MCS /RV1 (5bit)
NDI1 (2bit)
MCS /RV2 (5bit)
NDI2 (2bit)

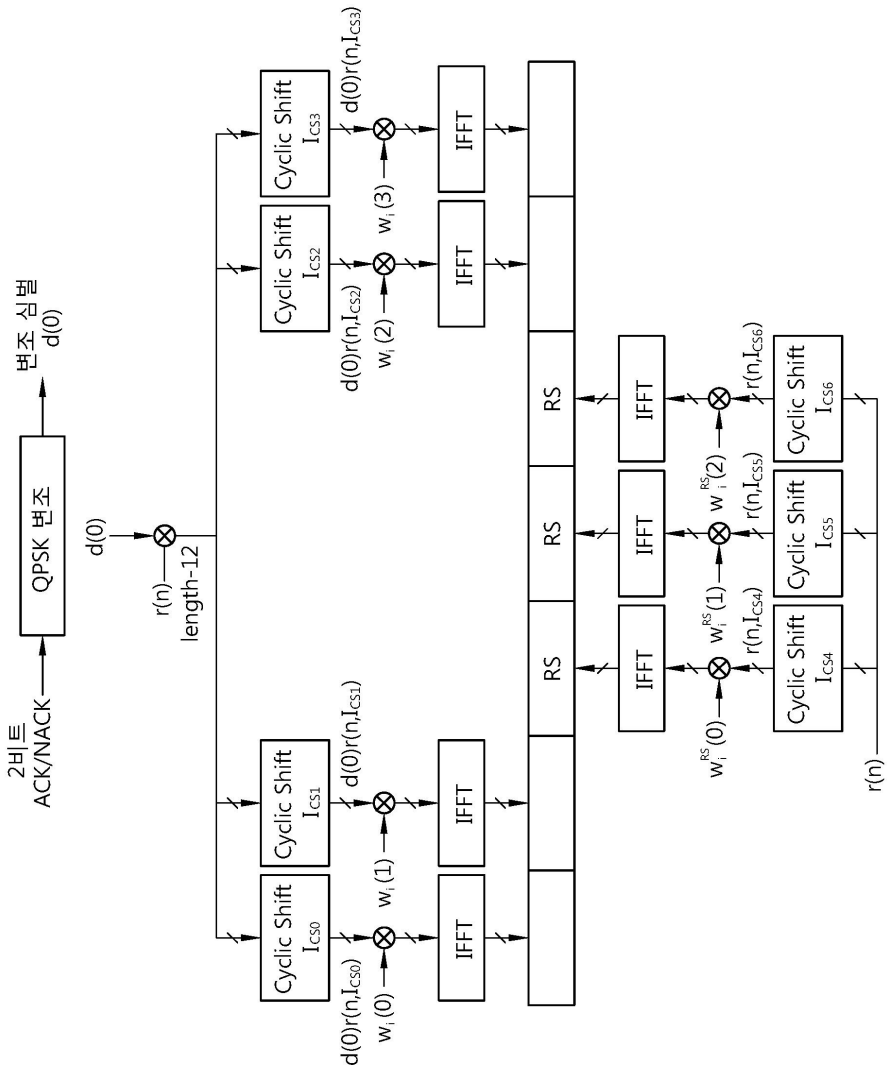
도면7


DCI format
Rel10
0 UL
1A 1port/TXD
1 1port/TXD
1B CL SM 1L
1C Compact DL
1D MU-MIMO
2 CL SM
2A LD CDD
2B Dual L BF
2C 8L BF
3 2bit TPC
3A 1bit TPC
4 UL MIMO
CIF (3bit)
0/1A
FH
N_UL_hop (1 or 2bit)
Multi-clustered RA
L/D VRB
Gap
RA Hdr.
L/D VRB
TBS (5bit)
Gap
MCS /RV (5bit)
NDI
TPC (2bit)
DM RS CS (3bit)
UL index or DAI (2bit)
CQI req. (1 or 2bit)
SRS (0 or 1)
RAT
MCS (5bit)
HARQ (4bit)
NDI
RV (2bit)
TPC (2bit)
DAI (2bit)
SRS (0 or 1)
MCS (5bit)
HARQ (4bit)
NDI
RV (2bit)
TPC (2bit)
DAI (2bit)
TPMI (2 or 4bit)
Conf
MCS (5bit)
HARQ (4bit)
NDI
RV (2bit)
TPC (2bit)
DAI (2bit)
TPMI (2 or 4bit)
Pw Offset
MCS (5bit)
HARQ (4bit)
TB swap
MCS1 (5bit)
NDI1
RV1 (2bit)
MCS2 (5bit)
NDI2
RV2 (2bit)
Precoding info (3 or 6bit)
MCS (5bit)
HARQ (4bit)
TB swap
MCS1 (5bit)
NDI1
RV1 (2bit)
MCS2 (5bit)
NDI2
RV2 (2bit)
Rank (0 or 2bit)
HARQ (4bit)
Scrbl ID
SRS (0 or 1)
MCS1 (5bit)
NDI1 Ant P
RV1 (2bit)
MCS2 (5bit)
NDI2 Ant P
RV2 (2bit)
HARQ (4bit)
3bit Ant port, Scrbl ID, # of layer
SRS (0 or 1)
MCS1 (5bit)
NDI1 Ant P
RV1 (2bit)
MCS2 (5bit)
NDI2 Ant P
RV2 (2bit)
TPC1 (2bit)
TPCN (2bit)
TPC1 (1bit)
TPCM (1bit)
TPC (2bit)
DM RS CS (3bit)
UL index or DAI (2bit)
CQI req. (1 or 2bit)
SRS reqst (2bit)
RAT
MCS /RV1 (5bit)
NDI1 /RV2 (2bit)
MCS /RV2 (5bit)
NDI2 (2bit)
Precoding info (3 or 6bit)

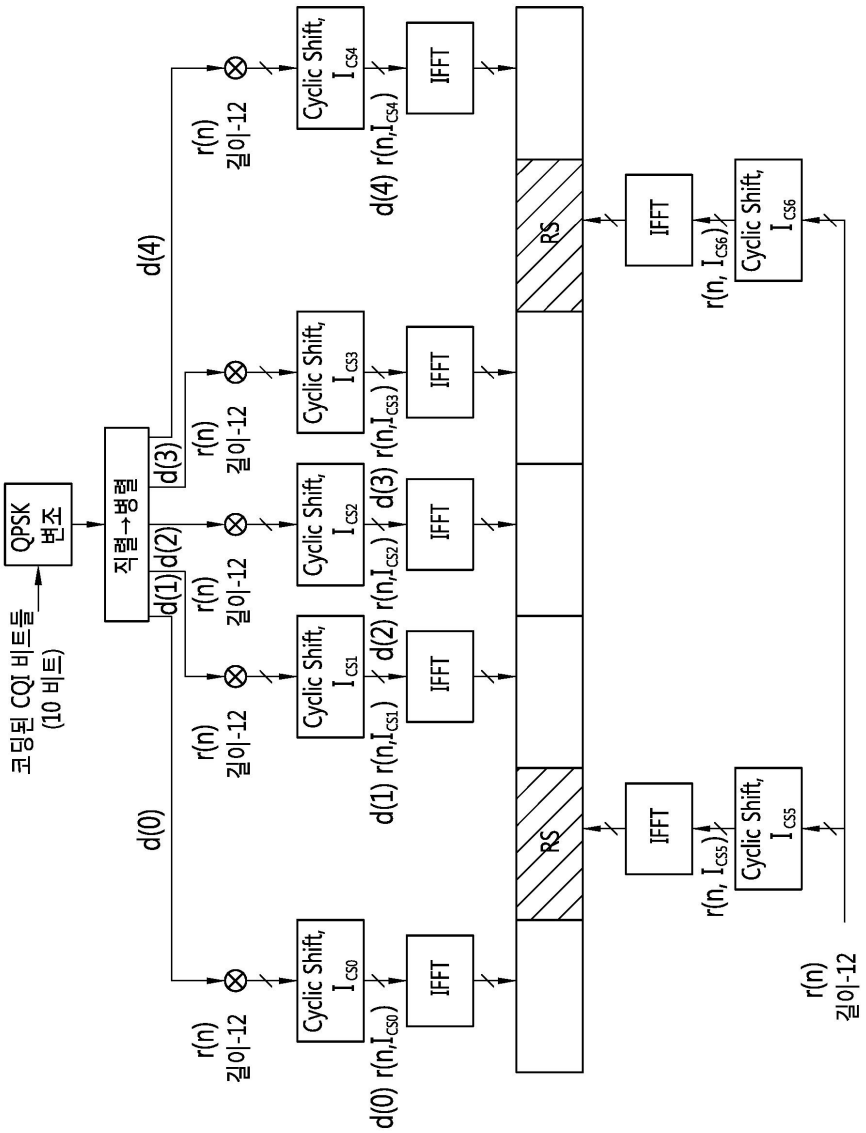
도면8


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)

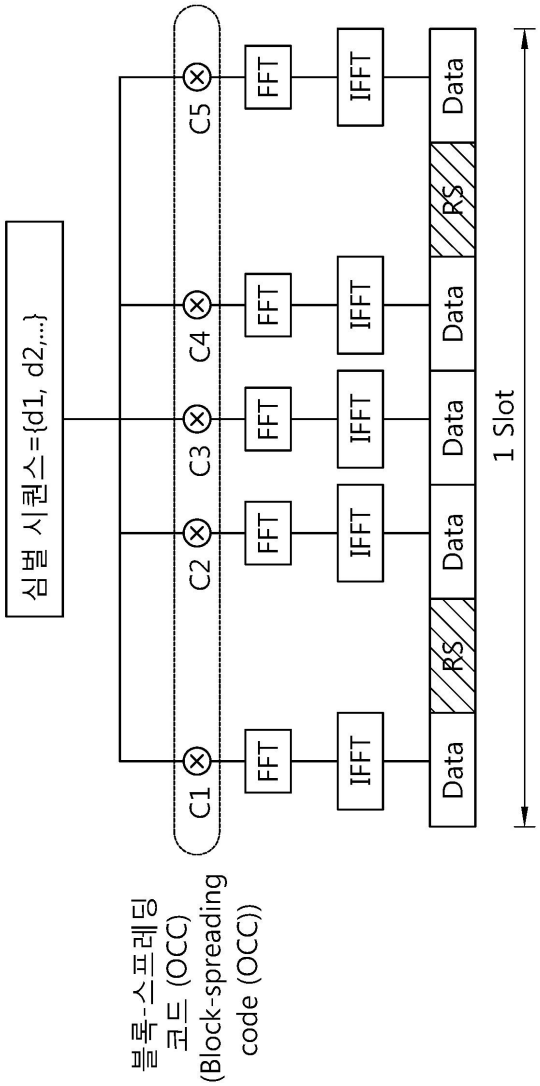
도면9


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)

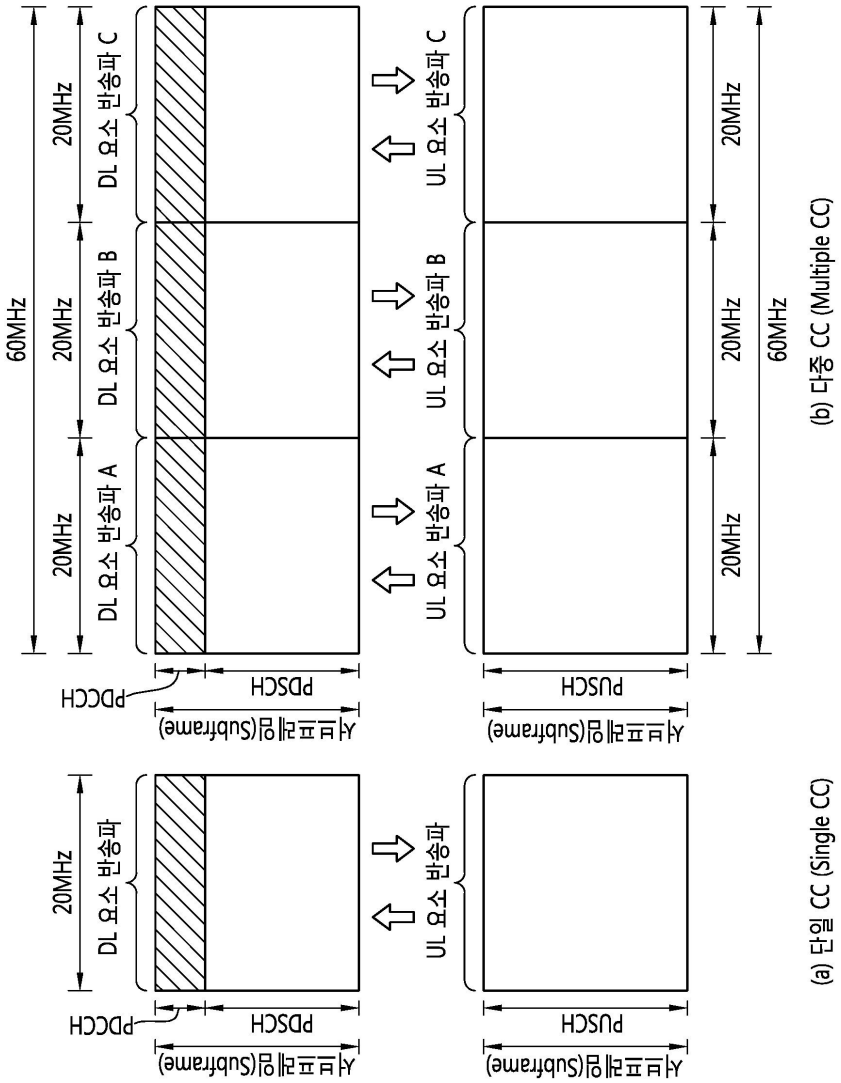
도면10


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

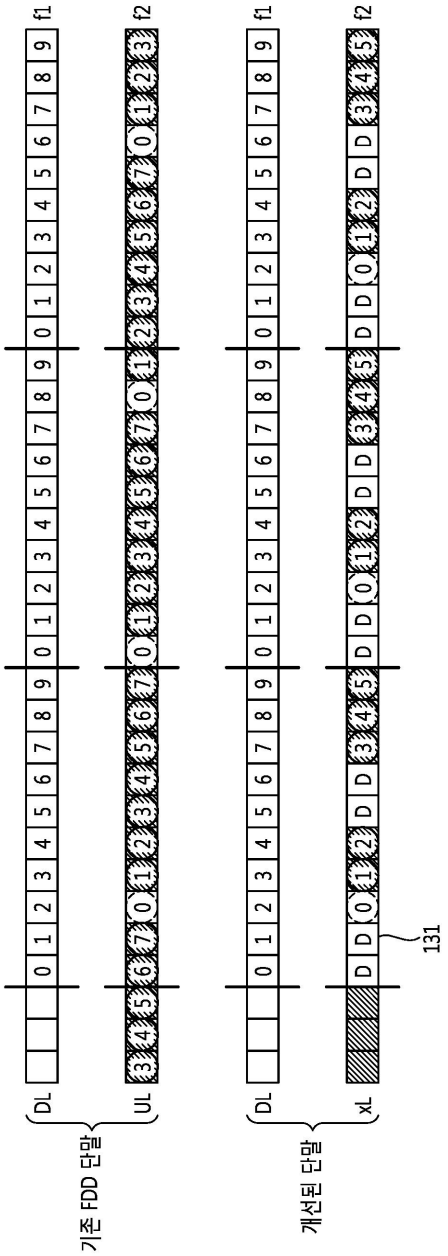
도면11


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

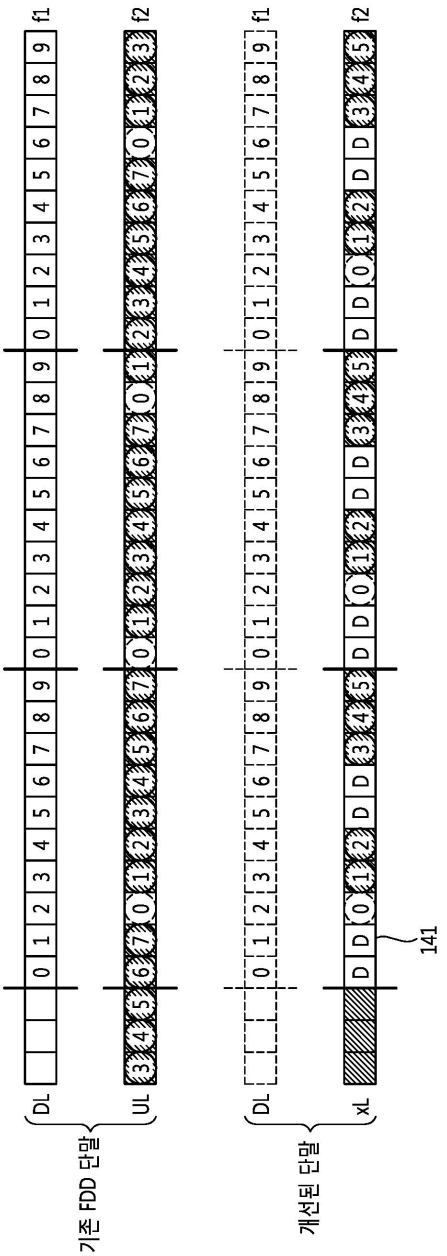
도면12


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

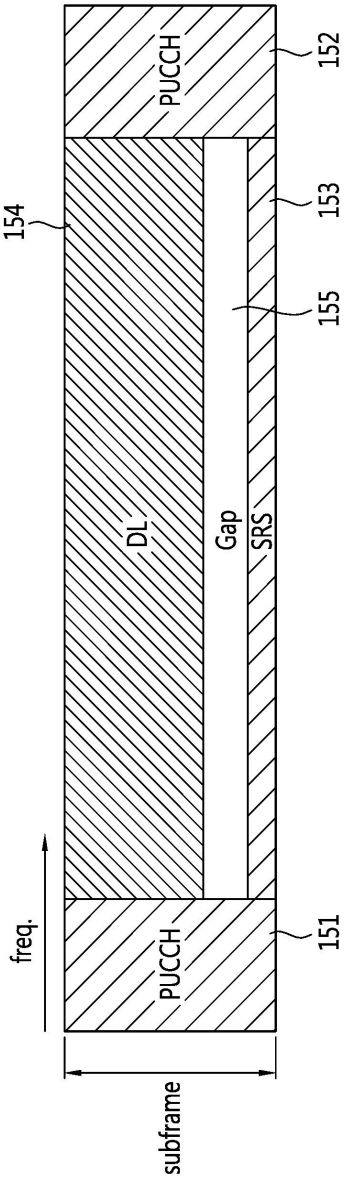
도면13



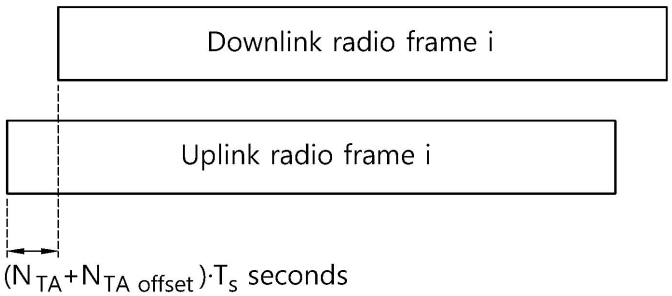
도면14



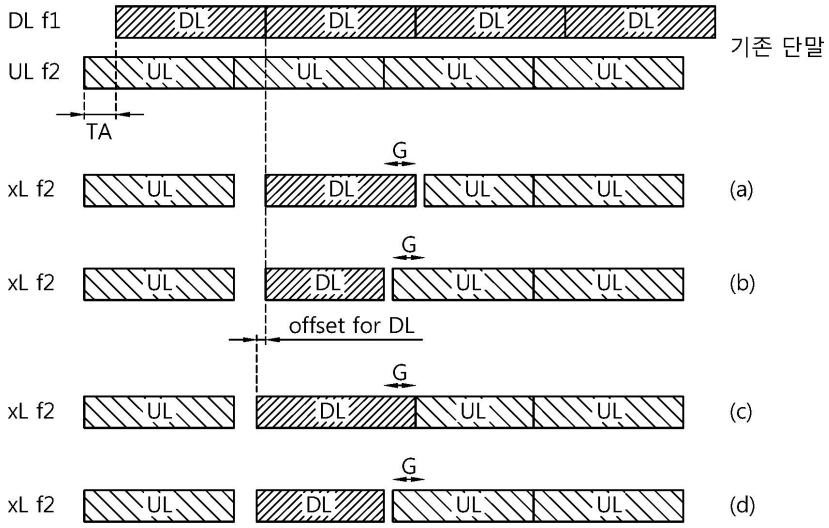
도면15


PUCCH
152
153
154
155
DL
Gap
SRS
freq.
PUCCH
151
subframe

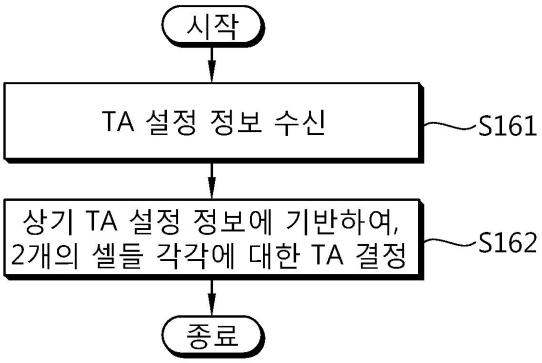
도면16


Downlink radio frame i
Uplink radio frame i
(N TA +N TA offset)·T s seconds

도면17



도면18



도면19

