

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012년 9월 27일 (27.09.2012)



(10) 국제공개번호
WO 2012/128558 A2

- (51) 국제특허분류:
H04L 1/18 (2006.01) H04J 11/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/002038
- (22) 국제출원일: 2012년 3월 21일 (21.03.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/454,975 2011년 3월 21일 (21.03.2011) US
61/470,499 2011년 4월 1일 (01.04.2011) US
61/587,082 2012년 1월 16일 (16.01.2012) US
61/594,384 2012년 2월 3일 (03.02.2012) US
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 엘지 전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 서동연 (SEO, Dong Youn) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 김민규 (KIM, Min Gyu) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 서한별 (SEO, Han Byul) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소,

431-749 Gyeonggi-do (KR). 안준기 (AHN, Joon Kui) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 양석철 (YANG, Suck Chel) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 양문옥 (YANG, Moon Ock); 서울 강남구 역삼동 735-10 삼흥역삼빌딩 2층 에센특허법률사무소, 135-080 Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

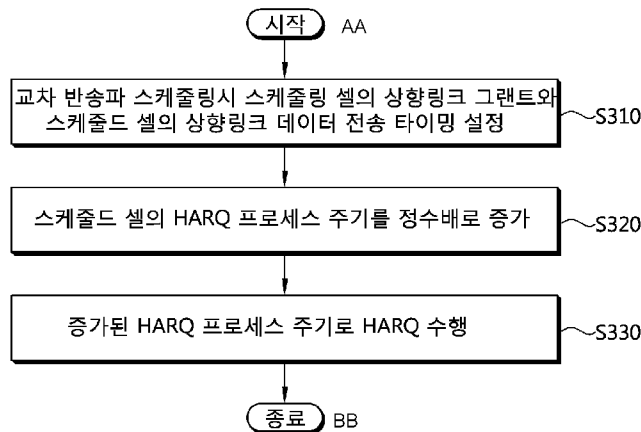
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR EXECUTING HARQ IN TDD-BASED WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭 : TDD 기반 무선 통신 시스템에서 HARQ 수행 방법 및 장치

[Fig. 22]



AA ... Begin
 BB ... End
 S310 ... Set transmission timing for uplink grant of scheduling cell and uplink data of scheduled cell when scheduling cross carrier
 S320 ... Increase HARQ process period of scheduled cell in the multiples of whole number
 S330 ... Execute HARQ in the increased HARQ process period

(57) Abstract: Provided are a method and a device for executing a hybrid automatic repeat request (HARQ) of a terminal in a time division duplex (TDD)-based wireless communication system. The method comprises the steps of: receiving an uplink grant for a first subframe of a second serving cell through a first serving cell; transmitting uplink data in the first subframe on the basis of the uplink grant; receiving an acknowledgement/not-acknowledgement (ACK/NACK) for the uplink data through the first serving cell; and, when the ACK/NACK signal is a NACK, transmitting a retransmission data for the uplink data in a second subframe of the second serving cell.

(57) 요약서: TDD(time division duplex) 기반의 무선 통신 시스템에서 단말의 HARQ(hybrid automatic repeat request) 수행 방법 및 장치를 제공한다. 상기 방법은 제 1 서빙 셀을 통해 제 2 서빙 셀의 제 1 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하는 단계; 상기 상향링크 그랜트를 기반으로 상기 제 1 서브프레임에서 상향링크 데이터를 전송하는 단계; 상기 제 1 서빙 셀을 통해 상기 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK(acknowledgment/not-acknowledgement) 신호를 수신하는 단계; 및 상기 ACK/NACK 신호가 NACK인 경우, 상기 상향링크 데이터에 대한 재전송 데이터를 상기 제 2 서빙 셀의 제 2 서브프레임에서 전송하는 단계를 포함한다.

WO 2012/128558 A2



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: T D D 기반 무선 통신 시스템에서 H A R Q 수행 방법 및 장치

기술분야

[0001] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 TDD(Time Division Duplex) 기반 무선 통신 시스템에서 HARQ(hybrid automatic repeat request) 수행 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TS(Technical Specification) 릴리즈(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.

[0005] 한편, 3GPP LTE의 진화인 3GPP LTE-A(advanced)가 진행되고 있다. 3GPP LTE-A에 도입되는 기술로는 반송파 집성(carrier aggregation: CA)이 있다.

[0006] 반송파 집성은 다수의 요소 반송파(component carrier: CC)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.

[0007] TDD(Time Division Duplex) 시스템은 하향링크와 상향링크가 동일한 주파수를 사용한다. 따라서, 상향링크 서브프레임에는 하나 또는 그 이상의 하향링크 서브프레임이 연결(associate)되어 있다. '연결'이라 함은 하향링크 서브프레임에서의 전송/수신이 상향링크 서브프레임에서의 전송/수신과 연결되어 있음을 의미한다. 예를 들어, 복수의 하향링크 서브프레임에서 전송 블록을 수신하면, 단말은 상기 복수의 하향링크 서브프레임에 연결된 상향링크 서브프레임에서 상기 전송 블록을 위한 HARQ ACK/NACK(이하 ACK/NACK)을 전송한다. 이 때, ACK/NACK을 전송하기 위해서는 최소한의 시간이 필요하다.

왜냐하면, 전송 블록을 처리하는 시간 및 ACK/NACK을 생성하는데 시간이 필요하기 때문이다.

- [0008] 한편, TDD 시스템에서 복수의 서빙 셀이 도입될 수 있다. 즉, 단말에게 복수의 서빙 셀이 할당될 수 있다. 이 경우, 종래에는 모든 서빙 셀이 동일한 상향링크-하향링크 설정(uplink-downlink configuration: UL-DL configuration)이 사용됨을 가정하였다. UL-DL 설정이란 TDD에 사용되는 무선 프레임 내의 각 서브프레임이 상향링크 서브프레임인지 하향링크 서브프레임인지를 나타내는 정보이다. 그러나, 차세대 무선 통신 시스템에서는 각 서빙 셀 별로 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하는 것도 고려하고 있다. 이러한 경우, 어떠한 방식으로 HARQ를 수행할 것인지가 문제된다.

발명의 요약

기술적 과제

- [0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 TDD(Time Division Duplex) 기반의 무선 통신 시스템에서 HARQ 수행 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [0010] 일 측면에서, TDD(time division duplex) 기반의 서빙 셀이 복수 개 할당된 단말의 HARQ(hybrid automatic repeat request) 수행 방법을 제공한다. 상기 방법은 제1 서빙 셀을 통해 제2 서빙 셀의 제1 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하는 단계; 상기 상향링크 그랜트를 기반으로 상기 제1 서브프레임에서 상향링크 데이터를 전송하는 단계; 상기 제1 서빙 셀을 통해 상기 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK(acknowledgment/not-acknowledgement)신호를 수신하는 단계; 및 상기 ACK/NACK 신호가 NACK인 경우, 상기 상향링크 데이터에 대한 재전송 데이터를 상기 제2 서빙 셀의 제2 서브프레임에서 전송하는 단계를 포함하되, 상기 제1 서빙 셀 및 상기 제2 서빙 셀은 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하되, 상기 UL-DL 설정은 TDD 프레임 내의 각 서브프레임을 상향링크 서브프레임 또는 하향링크 서브프레임으로 설정하는 정보인 것을 특징으로 한다.
- [0011] 상기 제1 서브프레임 및 상기 제2 서브프레임은 동일한 HARQ 프로세스를 구성하는 서브프레임들일 수 있다.
- [0012] 상기 제1 서브프레임부터 상기 제2 서브프레임 바로 이전 서브프레임까지의 시간 구간을 나타내는 HARQ 주기는 상기 단말에게 하나의 서빙 셀이 할당된 경우의 HARQ 주기의 정수 배일 수 있다.
- [0013] 상기 제1 서브프레임 및 상기 제2 서브프레임은 상기 제2 서빙 셀에 사용되는 UL-DL 설정에 의하여 상향링크 서브프레임으로 설정된 서브프레임들일 수 있다.
- [0014] 상기 단말은 상기 제1 서브프레임 및 상기 제2 서브프레임 사이에 위치하는 상기 제2 서빙 셀의 상향링크 서브프레임에 대해서는 상향링크 그랜트를

- 검색하지 않을 수 있다.
- [0015] 상기 제1 서빙 셀은 상기 단말이 기지국과의 최초 연결 확립 과정(initial connection establishment procedure) 또는 연결 재확립 과정을 수행하는 프라이머리 셀일 수 있다.
- [0016] 상기 제2 서빙 셀은 상기 단말에게 상기 프라이머리 셀 이외에 추가로 할당되는 세컨더리 셀일 수 있다.
- [0017] 상기 제1 서빙 셀 및 상기 제2 서빙 셀에서, 상기 제1 서브프레임부터 상기 제2 서브프레임 바로 이전까지의 서브프레임 구간에 위치하는 상기 제2 서빙 셀의 상향링크 서브프레임들의 개수와 동일한 개수의 독립적인 HARQ 프로세스가 수행될 수 있다.
- [0018] 상기 제1 서빙 셀 및 상기 제2 서빙 셀에서, 상기 제1 서브프레임을 시작으로 상기 제2 서브프레임 바로 이전까지의 서브프레임 구간에 위치하는 상기 제2 서빙 셀의 유효 상향링크 서브프레임들의 개수와 동일한 개수의 독립적인 HARQ 프로세스가 수행될 수 있다.
- [0019] 상기 유효 상향링크 서브프레임은 상향링크 데이터의 전송이 가능하고, 상기 상향링크 데이터 전송에 대응되는 상향링크 그랜트를 전송하는 서브프레임에서 상기 대응되는 상향링크 그랜트가 전송 가능한 경우의 상향링크 서브프레임일 수 있다.
- [0020] 다른 측면에서, TDD(time division duplex) 기반의 서빙 셀이 복수 개 할당된 단말의 HARQ(hybrid automatic repeat request) 수행 방법을 제공한다. 상기 방법은 제1 서빙 셀을 통해 제2 서빙 셀의 제1 서브프레임에 대한 그랜트를 수신하는 단계; 상기 그랜트를 기반으로 상기 제1 서브프레임에서 데이터를 전송하는 단계; 및 상기 제1 서빙 셀을 통해 상기 데이터에 대한 ACK/NACK (acknowledgment/not-acknowledgement) 신호를 수신하는 단계를 포함하되, 상기 제1 서빙 셀 및 상기 제2 서빙 셀은 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하되, 상기 UL-DL 설정은 TDD 프레임 내의 각 서브프레임을 상향링크 서브프레임 또는 하향링크 서브프레임으로 설정하는 정보인 것을 특징으로 한다.
- [0021] 상기 제1 서빙 셀에 사용되는 제1 UL-DL 설정 또는 상기 제2 서빙 셀에 사용되는 제2 UL-DL 설정은 HARQ 프로세스의 회귀 주기가 동일할 수 있다.
- [0022] 제1 UL-DL 설정 및 상기 제2 UL-DL 설정은 동일한 하향링크-상향링크 스위칭 주기를 가질 수 있다.
- [0023] 또 다른 측면에서, TDD(time division duplex) 기반의 서빙 셀이 복수 개 할당된 단말의 HARQ(hybrid automatic repeat request) 수행 방법을 제공한다. 상기 방법은 제1 서빙 셀을 통해 제2 서빙 셀의 제1 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하는 단계; 상기 상향링크 그랜트를 기반으로 상기 제1 서브프레임에서 제1 상향링크 데이터를 전송하는 단계; 상기 제1 서빙 셀에서, 상기 제2 서빙 셀의 제2 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하되, 상기 제2 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트는 상기 제1 상향링크 데이터에 대한 재전송 여부를

나타내는 정보를 포함하는 단계; 및 상기 제2 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트에 기반하여 상기 제2 서브프레임에서 제2 상향링크 데이터를 전송하는 단계를 포함하되, 상기 제1 서빙 셀 및 상기 제2 서빙 셀은 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하되, 상기 UL-DL 설정은 TDD 프레임 내의 각 서브프레임을 상향링크 서브프레임 또는 하향링크 서브프레임으로 설정하는 정보이고, 상기 상향링크 데이터에 대한 재전송 여부를 나타내는 정보가 재전송을 지시하는 경우, 상기 제2 상향링크 데이터는 상기 제1 상향링크 데이터의 재전송 데이터이고, 상기 상향링크 데이터에 대한 재전송 여부를 나타내는 정보가 새로운 전송을 지시하는 경우, 상기 제2 상향링크 데이터는 새로운 상향링크 데이터이며, 상기 제2 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하는 상기 제1 서빙 셀의 서브프레임은 PHICH(physical hybrid-ARQ indicator channel)자원을 포함하지 않는 것을 특징으로 한다.

[0024] 상기 제1 서빙 셀에서 상기 제2 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하는 서브프레임의 경우, 상기 단말은 PHICH(physical hybrid-ARQ indicator channel)수신을 시도하지 않고, 상기 제2 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트만을 디코딩할 수 있다.

[0025] 또 다른 측면에서 제공되는 단말은 무선 신호를 송신 및 수신하는 RF(radio frequency)부; 및 상기 RF부와 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 제1 서빙 셀을 통해 제2 서빙 셀의 제1 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하고, 상기 상향링크 그랜트를 기반으로 상기 제1 서브프레임에서 상향링크 데이터를 전송하고, 상기 제1 서빙 셀을 통해 상기 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK(acknowledgment/not-acknowledgement)신호를 수신하고, 상기 ACK/NACK 신호가 NACK인 경우, 상기 상향링크 데이터에 대한 재전송 데이터를 상기 제2 서빙 셀의 제2 서브프레임에서 전송하되, 상기 제1 서빙 셀 및 상기 제2 서빙 셀은 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하되, 상기 UL-DL 설정은 TDD 프레임 내의 각 서브프레임을 상향링크 서브프레임 또는 하향링크 서브프레임으로 설정하는 정보이고, 상기 제1 서브프레임과 상기 제2 서브프레임 간의 간격을 나타내는 HARQ 주기는 하나의 서빙 셀이 할당된 경우의 HARQ 주기의 정수 배인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0026] 복수의 서빙 셀이 있는 TDD(Time Division Duplex) 시스템에서 각 서빙 셀이 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하는 경우에도 동기 HARQ를 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

[0028] 도 2는 TDD 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

[0029] 도 3는 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일 예를 나타낸다.

- [0030] 도 4는 하향링크 서브프레임 구조를 나타낸다.
- [0031] 도 5는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [0032] 도 6은 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 1b의 채널 구조를 나타낸다.
- [0033] 도 7은 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 2/2a/2b의 채널 구조를 나타낸다.
- [0034] 도 8은 블록 스프레딩 기반의 E(enhanced)-PUCCH 포맷을 예시한다.
- [0035] 도 9는 하향링크 HARQ의 일 예를 나타낸다.
- [0036] 도 10은 FDD에서 동기화 HARQ 프로세스 과정을 나타낸다.
- [0037] 도 11 내지 도 17은 TDD 프레임의 UL-DL 설정(표 1 참조) 및 서브프레임 번호에 따른 k, j, r, k' 값의 예를 나타낸다.
- [0038] 도 18은 단일 반송파 시스템과 반송파 집성 시스템의 비교 예이다.
- [0039] 도 19는 각 서빙 셀이 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하는 일 예를 나타낸다.
- [0040] 도 20은 각 서빙 셀이 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하는 경우, 동기 HARQ 수행 과정의 문제점을 나타낸다.
- [0041] 도 21은 각 서빙 셀이 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하는 경우, 동기 HARQ 수행 과정을 나타낸다.
- [0042] 도 22는 각 서빙 셀이 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하는 경우, 동기 HARQ 수행 과정을 나타낸다.
- [0043] 도 23은 도 22의 방법을 적용하는 경우 HARQ 타이밍을 나타낸다.
- [0044] 도 24 및 도 25는 상향링크 그랜트와 PHICH 전송 시점을 균등하게 분배하여 HARQ 프로세스 개수와 HARQ 프로세스 주기를 일치시키는 일 예이다.
- [0045] 도 26은 동일한 $j+r$ 값을 가지는 UL-DL 설정이 사용되는 서빙 셀들이 집성되는 경우 발생할 수 있는 문제점을 나타낸다.
- [0046] 도 27은 상기 HARQ 프로세스 개수를 바꾸는 방법을 나타낸다.
- [0047] 도 28은 상기 방법 4)를 나타낸다.
- [0048] 도 29는 상기 방법 5)에 따른 HARQ 수행 방법을 나타낸다.
- [0049] 도 30은 단일 서빙 셀에 본 발명을 적용하는 예를 나타낸다.
- [0050] 도 31은 FDD에서 서브프레임 번들링에 의한 HARQ 타이밍을 나타낸다.
- [0051] 도 32는 본 발명의 실시예가 구현되는 무선 기기를 나타낸 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [0052] 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.
- [0053] 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.
- [0054] 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.

[0055] 도 1은 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

[0056] 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임을 포함하며, 하나의 서브프레임(subframe)은 2개의 연속적인 슬롯(slot)을 포함한다. 무선 프레임 내에 포함되는 슬롯들은 0~19의 인덱스가 매겨진다. 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. 이러한 무선 프레임은 FDD에 사용될 수 있으며, 이 경우 FDD 프레임이라 칭한다.

[0057] 도 2는 TDD 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

[0058] 도 2를 참조하면, TDD 무선 프레임(이하 TDD 프레임)에서, 인덱스 #1과 인덱스 #6을 갖는 서브프레임은 스페셜 서브프레임(special subframe)이라고 하며, 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.

[0059] TDD 프레임에는 DL(downlink) 서브프레임과 UL(Uplink) 서브프레임이 공존한다. 표 1은 무선 프레임의 UL-DL 설정(UL-DL configuration)의 일 예를 나타낸다.

[0060] [표 1]

[0061]

UL-DL 설정 (Uplink-downlink configuration)	하향링크-상향링크 스위칭 주기 (Downlink-to-Uplink Switch-point periodicity)	서브프레임 넘버 n (Subframe number n)									
		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

- [0062] 표 1에서 'D'는 DL 서브프레임, 'U'는 UL 서브프레임, 'S'는 스페셜 서브프레임을 나타낸다. 기지국으로부터 UL-DL 설정을 수신하면, 단말은 무선 프레임에서 각 서브프레임이 DL 서브프레임 또는 UL 서브프레임인지를 알 수 있다. 이하에서 UL-DL 설정 N (N 은 0 내지 6 중 어느 하나)은 상기 표 1을 참조할 수 있다.
- [0063] 도 3는 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일 예를 나타낸다.
- [0064] 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 포함한다. 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.
- [0065] 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, $k(k=0, \dots, N_{RB} \times 12 - 1)$ 는 주파수 영역 내 부반송파 인덱스이고, $l(l=0, \dots, 6)$ 은 시간 영역 내 OFDM 심벌 인덱스이다.
- [0066] 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.
- [0067] 도 4는 하향링크 서브프레임 구조를 나타낸다.
- [0068] 도 4를 참조하면, DL(downlink) 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.
- [0069] 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.
- [0070] 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 디코딩을 사용하지 않고, 서브프레임의 고정된 PCFICH 자원을 통해 전송된다.

- [0071] PHICH는 상향링크 HARQ(hybrid automatic repeat request)를 위한 ACK(positive-acknowledgement)/NACK(negative-acknowledgement) 신호를 나른다. 단말에 의해 전송되는 PUSCH상의 UL(uplink) 데이터에 대한 ACK/NACK 신호는 PHICH 상으로 전송된다.
- [0072] 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.
- [0073] 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.
- [0074] 도 5는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [0075] 도 5를 참조하면, 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)가 할당되는 제어영역(region)과 사용자 데이터를 나르는 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)가 할당되는 데이터영역으로 나눌 수 있다.
- [0076] 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.
- [0077] 3GPP TS 36.211 V8.7.0에 의하면, PUCCH는 다중 포맷을 지원한다. PUCCH 포맷에 종속된 변조 방식(modulation scheme)에 따라 서브프레임당 서로 다른 비트 수를 갖는 PUCCH를 사용할 수 있다.
- [0078] 다음 표 2은 PUCCH 포맷에 따른 변조 방식(Modulation Scheme) 및 서브프레임당 비트 수의 예를 나타낸다.
- [0079] [표 2]
- [0080]

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

[0081] 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 사용되고, SR에 할당된 자원에 ACK/NACK 신호를 변조하여 전송한다.

[0082] 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.

[0083] 기본 시퀀스 $r_u(n)$ 를 정의한 일 예는 다음 식과 같다.

[0084] [식 1]

[0085]

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

[0086] 여기서, u 는 원시 인덱스(root index), n 은 요소 인덱스로 $0 \leq n \leq N-1$, N 은 기본 시퀀스의 길이이다. $b(n)$ 은 3GPP TS 36.211 V8.7.0의 5.5절에서 정의되고 있다.

[0087] 시퀀스의 길이는 시퀀스에 포함되는 요소(element)의 수와 같다. u 는 셀 ID(identifier), 무선 프레임 내 슬롯 번호 등에 의해 정해질 수 있다. 기본시퀀스가 주파수 영역에서 하나의 자원 블록에 맵핑(mapping)된다고 할 때, 하나의 자원 블록이 12 부반송파를 포함하므로 기본 시퀀스의 길이 N 은 12가 된다. 다른 원시 인덱스에 따라 다른 기본 시퀀스가 정의된다.

[0088] 기본 시퀀스 $r(n)$ 을 다음 식 2와 같이 순환 쉬프트시켜 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 을 생성할 수 있다.

[0089] [식 2]

[0090]

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

[0091] 여기서, I_{cs} 는 CS 양을 나타내는 순환 쉬프트 인덱스이다($0 \leq I_{cs} \leq N-1$).

[0092] 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.

[0093] 도 6은 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 1b의 채널 구조를 나타낸다.

[0094] 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.

[0095] PUCCH 포맷 1b에서는 인코딩된 2비트 ACK/NACK 신호를 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 변조하여 변조 심벌 d(0)가 생성된다.

[0096] 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 는 무선 프레임 내 슬롯 번호(n_s) 및/또는 슬롯 내 심벌 인덱스(i)에 따라 달라질 수 있다.

[0097] 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.

[0098] 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,

[0099] $\{m(0), m(1), m(2), m(3)\} = \{d(0)r(n, I_{cs0}), d(0)r(n, I_{cs1}), d(0)r(n, I_{cs2}), d(0)r(n, I_{cs3})\}$ 로 나타낼 수 있다.

[0100] 단말 용량을 증가시키기 위해, 일차원 확산된 시퀀스는 직교 시퀀스를 이용하여 확산될 수 있다. 확산 계수(spreading factor) $K=4$ 인 직교 시퀀스 $w_i(k)$ (i는 시퀀스 인덱스, $0 \leq k \leq K-1$)로 다음과 같은 시퀀스를 사용한다.

[0101] [표 3]

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]

[0103] 확산 계수 $K=3$ 인 직교 시퀀스 $w_i(k)$ (i는 시퀀스 인덱스, $0 \leq k \leq K-1$)로 다음과 같은 시퀀스를 사용한다.

[0104] [표 4]

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

[0106] 슬롯마다 다른 확산 계수를 사용할 수 있다.

[0107] 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.

[0108] $\{s(0), s(1), s(2), s(3)\} = \{w_i(0)m(0), w_i(1)m(1), w_i(2)m(2), w_i(3)m(3)\}$

- [0109] 2차원 확산된 시퀀스들 $\{s(0), s(1), s(2), s(3)\}$ 는 IFFT가 수행된 후, 대응하는 OFDM 심벌에서 전송된다. 이로써, ACK/NACK 신호가 PUCCH 상으로 전송되는 것이다.
- [0110] 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 $K=3$ 인 직교 시퀀스 $w^{RS}_i(k)$ 로 확산된다.
- [0111] 직교 시퀀스 인덱스 i , 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 및 자원 블록 인덱스 m 은 PUCCH를 구성하기 위해 필요한 파라미터이자, PUCCH(또는 단말)을 구분하는데 사용되는 자원이다. 가용 순환 쉬프트의 개수가 12이고, 가용한 직교 시퀀스 인덱스의 개수가 3이라면, 총 36개의 단말에 대한 PUCCH가 하나의 자원블록에 다중화될 수 있다.
- [0112] 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 DCI(즉, ACK/NACK 신호에 대응하는 하향링크 데이터의 수신에 사용된 하향링크 자원 할당)의 전송에 사용되는 첫번째 CCE의 번호이고, $N^{(1)}_{PUCCH}$ 는 기지국이 단말에게 상위계층 메시지로 알려주는 파라미터이다.
- [0113] ACK/NACK 신호의 전송에 사용되는 시간, 주파수, 코드 자원을 ACK/NACK 자원 또는 PUCCH 자원이라 한다. 전송한 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.
- [0114] 도 7은 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 2/2a/2b의 채널 구조를 나타낸다.
- [0115] 도 7을 참조하면, 노멀 CP에서 OFDM 심벌 1, 5(즉, 두번째, 여섯번째 OFDM 심벌)는 상향링크 참조신호인 DM RS(demodulation reference signal)를 위해 사용되고 나머지 OFDM 심벌들은 CQI 전송을 위해 사용된다. 확장 CP의 경우에는 OFDM 심벌 3(네번째 심벌)이 DM RS를 위해 사용된다.
- [0116] 10개의 CQI 정보 비트가 예를 들어, 1/2 코드 레이트(code rate)로 채널 코딩되어 20개의 코딩된 비트가 된다. 채널 코딩에는 리드-몰러(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 DM RS 시퀀스는 길이 12인 기본 RS 시퀀스($r(n)$)가 사용될 수 있다.

- [0117] 도 8은 블록 스프레딩 기반의 E(enhanced)-PUCCH 포맷을 예시한다.
- [0118] E-PUCCH 포맷은 PUCCH 포맷 3이라고도 한다.
- [0119] 도 8을 참조하면, E(enhanced)-PUCCH 포맷은 블록 스프레딩(block spreading) 기법을 사용하는 PUCCH 포맷이다. 블록 스프레딩 기법은 블록 스프레딩 코드를 이용하여 멀티 비트 ACK/NACK을 변조한 변조 심벌 시퀀스를 다중화하는 방법을 의미한다. 블록 스프레딩 기법은 SC-FDMA 방식을 이용할 수 있다. 여기서, SC-FDMA 방식은 DFT 확산(spreading) 후 IFFT가 수행되는 전송 방식을 의미한다.
- [0120] E-PUCCH 포맷은 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 하나의 심벌 시퀀스가 시간 영역에 걸쳐 전송되고, CAZAC(constant amplitude zero auto-correlation) 시퀀스의 순환 쉬프트를 이용하여 단말 다중화를 수행하는 반면, E-PUCCH 포맷에서는 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.
- [0121] 이제 3GPP LTE TDD(Time Division Duplex)에서의 HARQ를 위한 ACK/NACK 전송에 대해 기술한다.
- [0122] TDD는 FDD(Frequency Division Duplex)와 달리 하나의 무선 프레임에 DL 서브프레임과 UL 서브프레임이 공존한다. 일반적으로 UL 서브프레임의 개수가 DL 서브프레임의 개수보다 적다. 따라서, ACK/NACK 신호를 전송하기 위한 UL 서브프레임이 부족한 경우를 대비하여, 복수의 DL 서브프레임에서 수신한 DL 전송 블록들에 대한 복수의 ACK/NACK 신호를 하나의 UL 서브프레임에서 전송하는 것을 지원하고 있다.
- [0123] 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.
- [0124] ACK/NACK 번들링은 단말이 수신한 PDSCH(즉, 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.

[0125] 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.

[0126] 아래 표는 3GPP LTE에서 UL-DL 설정에 따른 UL 서브프레임 n 과 연결된(associated) DL 서브프레임 $n-k$, 여기서, $k \in K$, M 은 집합 K 의 요소들의 개수를 나타낸다.

[0127] [표 5]

[0128]

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	-

[0129] UL 서브프레임 n 에 M 개의 DL 서브프레임들이 연결되어 있다고 하고, 예를 들어, $M=3$ 을 고려하자. 그러면, 단말은 3개의 DL 서브프레임들로부터 3개의 PDCCH를 수신할 수 있으므로, 단말은 3개의 PUCCH 자원($n_{PUCCH,0}^{(1)}$, $n_{PUCCH,1}^{(1)}$, $n_{PUCCH,2}^{(1)}$)을 획득할 수 있다. 이러한 경우, ACK/NACK 채널 선택의 예는 다음 표와 같다.

[0130] [표 6]

[0131]

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

- [0132] 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($n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$, $n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$, $n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$)이 있고, $b(0)$, $b(1)$ 은 선택된 PUCCH를 이용하여 전송되는 2개의 비트이다.
- [0133] 예를 들어, 단말이 3개의 DL 서브프레임에서 3개의 DL 전송블록들을 모두 성공적으로 수신하면, 단말은 $n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$ 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 $n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$ 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.
- [0134] ACK/NACK 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).
- [0135] 상술한 ACK/NACK 번들링과 ACK/NACK 다중화는 TDD에서 단말에게 하나의 서빙 셀이 설정된 경우에 적용될 수 있다.
- [0136] 일 예로, TDD에서 단말에게 하나의 서빙 셀이 설정(즉, 프라이머리 셀만 설정)되고, ACK/NACK 번들링 또는 ACK/NACK 다중화가 사용되고, $M=1$ 인 경우를 가정하자. 즉, 하나의 UL 서브프레임에 하나의 DL 서브프레임이 연결된 경우를 가정하자.
- [0137] 1) 단말이 프라이머리 셀의 서브프레임 $n-k$ 에서 대응하는 PDCCH에 의해 지시되는 PDSCH, 또는 SPS(semi-persistent scheduling) 해제(release) PDCCH를 검출한 경우 서브프레임 n 에서 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, LTE 시스템에서는 이중에 DL SPS 해제 PDCCH는 ACK/NACK 신호 전송을 필요로 한다.

[0138] 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.

[0139] PUCCH 자원 $n^{(1,p)}_{PUCCH}$ 은 다음 식과 같이 할당될 수 있다. p는 p0 또는 p1일 수 있다.

[0140] [식 3]

[0141] $n^{(1,p=p0)}_{PUCCH} = (M - m - 1) \cdot N_c + m \cdot N_{c+1} + n_{CCE} + N^{(1)}_{PUCCH}$ for antenna port p=p0,

[0142] $n^{(1,p=p1)}_{PUCCH} = (M - m - 1) \cdot N_c + m \cdot N_{c+1} + (n_{CCE} + 1) + N^{(1)}_{PUCCH}$ for antenna port p=p1,

[0143] 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. $N_c = \max\{0, \text{floor}[N^{DL}_{RB} \cdot (N^{RB}_{sc} \cdot c - 4)/36]\}$ 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_m에서 해당 PDCCH의 전송에 사용된 첫번째 CCE 넘버이다. m은 k_m이 상기 표 5의 집합 K에서 가장 작은 값이 되게 하는 값이다.

[0144] 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.

[0145] 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.

[0146] 다음 표는 상기 TPC 필드 값에 따라 채널 선택을 위한 자원을 지시하는 일 예이다.

[0147] [표 7]

[0148]

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

[0149] 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.

[0150] 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 $n^{(1)}_{\text{PUCCH},i}$ 은 다음 식과 같이 할당될 수 있다. 여기서, $k_i \in K$ 이며 집합 K 는 상기 표 5를 참조하여 설명하였다.

[0151] [식 4]

$$[0152] \quad n^{(1)}_{\text{PUCCH},i} = (M - i - 1) \cdot N_c + i \cdot N_{c+1} + n_{\text{CCE},i} + N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$$

[0153] 여기서, c 는 $\{0,1,2,3\}$ 중에서 $N_c \leq n_{\text{CCE},i} < N_{c+1}$ 를 만족하도록 선택된다. $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 는 상위 계층 신호에 의해 설정되는 값이다. $N_c = \max\{0, \text{floor}[N^{\text{DL}}_{\text{RB}} \cdot (N^{\text{RB}}_{\text{sc}} \cdot c - 4)/36]\}$ 일 수 있다. $N^{\text{DL}}_{\text{RB}}$ 은 하향링크 대역폭, $N^{\text{RB}}_{\text{sc}}$ 은 부반송파 개수로 표시되는 자원 블록의 주파수 영역에서의 크기이다. $n_{\text{CCE},i}$ 은 서브프레임 $n-k_i$ 에서 해당 PDCCH의 전송에 사용된 첫번째 CCE 넘버이다.

[0154] 2) 만약, 단말이 대응되는 PDCCH가 없는 PDSCH(즉, SPS PDSCH)를 서브프레임 $n-k_i$ 에서 수신한 경우, $n^{(1)}_{\text{PUCCH},i}$ 은 상위 계층 신호로 주어지는 설정 및 표 7에 따라 결정된다.

[0155]

[0156] 만약, TDD에서 단말에게 2 이상의 서빙 셀이 설정된 경우라면, 단말은 PUCCH 포맷 1b를 사용하는 채널 선택 또는 PUCCH 포맷 3을 이용하여 ACK/NACK을 전송한다.

[0157] 일 예로, 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 번들링을 수행하고, 각 서빙 셀에 대한 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.

[0158] 만약, ACK/NACK 비트가 4비트 이하라면, 공간 ACK/NACK 번들링은 사용되지 않고 PUCCH 포맷 1b를 사용하는 채널 선택을 통해 전송된다.

[0159] 다른 예로, 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.

[0160] 단말에게 설정되는 복수의 서빙 셀은 종래 기술에서는 모두 동일한 UL-DL 설정을 가지는 것을 전제로 하였다. 그러나, 차세대 무선 통신 시스템에서는 각 서빙 셀이 서로 다른 UL-DL 설정을 가질 수도 있다. 이러한 경우, 복수의 서빙 셀에 대한 동일 서브프레임들 중 일부는 하향링크 서브프레임으로 설정되고

나머지는 상향링크 서브프레임으로 설정되는 경우도 발생할 수 있다.

[0161] 다음 표 8은 종래 하나의 서빙 셀에 대해 UL-DL 설정에 따라 어떤 서브프레임에서 ACK/NACK을 전송하는지를 나타낸 것이다.

[0162] [표 8]

[0163]

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	<u>6</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
4	12	11			8	7	<u>7</u>	<u>6</u>	<u>5</u>	4
5	12	11		9	8	7	6	5	4	13
6	<u>7</u>	<u>7</u>				7	<u>7</u>			<u>5</u>

[0164] 단말이 서브프레임 n 에서 PDSCH 또는 ACK/NACK 응답이 필요한 PDCCH (e.g. DL SPS 해제 PDCCH)를 수신한 경우 서브프레임 $n + k(n)$ 에서 ACK/NACK을 전송하는데, 상기 표 8의 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 8에서 ACK/NACK을 전송하는 시점을 살펴보면, k_{\min} 이 경과한 최초의 상향링크 서브프레임에서 ACK/NACK을 전송함을 알 수 있다. 다만, 표 8에서 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.

[0165]

[0166] [HARQ]

[0167] 상향 링크에서는 기지국이 정해진 스케줄링 규칙에 따라 선택된 단말에게 1개 이상의 자원 블록을 스케줄링 하고, 단말은 할당된 자원을 이용하여 상향 링크로 데이터를 전송하게 된다. 스케줄링 이후 데이터를 전송한 후, 프레임을 잃어 버렸거나 손상된 경우의 오류제어 방법으로는 ARQ(Automatic Repeat request) 방식과 좀더 발전된 형태의 HARQ (hybrid ARQ) 방식이 있다. 기본적으로 ARQ방식은 전송 측에서 한 개 프레임 전송 후에 확인 메시지 (ACK)가 오기를 기다린다. 수신 측에서 상기 프레임 전송을 제대로 수신한 경우만 확인

메시지(ACK)를 보내며, 상기 프레임에 오류가 생긴 경우에는 NACK(negative-ACK, not-acknowledgement) 메시지를 보내고, 오류가 생긴 프레임은 수신단 버퍼에서 그 정보를 삭제한다. 전송 측에서 ACK 신호를 받았을 때에는 그 이후 프레임을 전송하지만, NACK 메시지를 받았을 때에는 프레임을 재전송하게 된다.

[0168] ARQ 방식과는 달리 HARQ 방식은 수신된 프레임을 복조할 수 없는 경우에, 수신 측에서는 전송 측으로 NACK 메시지를 전송하지만, 이미 수신한 프레임은 일정 시간 동안 버퍼에 저장하여, 그 프레임이 재전송되었을 때 기 수신한 프레임과 결합하여 수신 성공률을 높인다. 최근에는 기본적인 ARQ 방식보다는 더 효율적인 HARQ 방식이 더 널리 사용되고 있다. 이러한 HARQ 방식에도 여러 가지 종류가 있는데, 크게는 재 전송하는 타이밍에 따라 동기 HARQ(synchronous HARQ)와 비동기 HARQ(asynchronous HARQ)로 나눌 수 있고, 재 전송 시 사용하는 자원의 양에 대해 채널 상태를 반영하는지의 여부에 따라 채널 적응적(channel-adaptive) 방식과 채널 비적응적(channel-non-adaptive) 방식으로 나눌 수 있다.

[0169] 동기 HARQ 방식은 데이터의 초기 전송이 실패했을 경우, 이 후의 데이터 재전송이 시스템에 의해 정해진 타이밍에 이루어지는 방식이다. 예를 들어, 데이터 재전송이 이루어지는 타이밍은 초기 전송 실패 신호를 수신한 후에 4번째 시간 단위(서브프레임)에 이루어질 수 있다. 이 경우, 기지국과 단말 사이에 이미 약속이 이루어져 있기 때문에 추가로 재전송 타이밍에 대해 알려줄 필요는 없고, 데이터 전송 측에서 NACK 메시지를 받았다면, 다음 번 약속된 타이밍의 서브프레임에서 데이터를 재전송하게 된다. 이는 NACK 메시지 대신 ACK 메시지를 받기까지 반복된다. 예를 들어 매 NACK 수신 후 4번째 서브프레임에서 데이터를 재전송하도록 약속되어 있다. 동기 HARQ 방식에서도, 재전송을 위한 주파수 자원할당, 변조방식 등을 조절하기 위해서는 이를 위한 스케줄링 정보를 포함한 제어채널이 전송될 수 있다.

[0170] 반면, 비동기 HARQ 방식에서는 ACK/NACK 응답이 있더라도 이를 바탕으로 즉시 재전송을 하지 않고, 재전송 타이밍이 새로이 스케줄링 되거나 추가적인 시그널링을 통해 이루어 질 수 있다. 이전에 실패했던 데이터 전송에 대한 재전송이 이루어지는 타이밍은 채널 상태 등의 여러 요인에 의해 가변될 수 있다.

[0171] 채널 비적응적 HARQ 방식은 재 전송시 데이터의 변조 방식이나 이용하는 자원 블록의 수 등이 초기 전송 시 정해진 대로 이루어지는 방식이고, 이와 달리 채널 적응적 HARQ 방식은 채널의 상태에 따라 데이터의 변조 방식, 자원 블록의 수 등이 가변 되는 방식이다. 예를 들어, 전송 측에서 초기 전송 시 6개의 자원 블록을 이용하여 데이터를 전송했고, 이후 재전송 시에도 동일하게 6개의 자원 블록을 이용하여 재전송하는 것이 채널 비적응적 HARQ 방식이다. 반면, 초기에는 6개의 자원 블록을 이용하여 전송이 이루어 졌다 하여도 이후에 채널

상태에 따라서는 6개보다 크거나 작은 수의 자원 블록을 이용하여 재전송을 하는 방식이 채널 적응적 HARQ 방식이다.

- [0172] 이러한 분류에 의해 각각 네 가지의 HARQ의 조합이 이루어 질 수 있으나, 주로 사용되는 HARQ 방식으로는 비동기 및 채널 적응적(asynchronous and channel-adaptive) HARQ 방식과 동기 및 채널 비적응적(synchronous and channel-non-adaptive) HARQ 방식이 있다. 비동기 및 채널 적응적 HARQ 방식은 재전송 타이밍과 사용하는 자원의 양을 채널의 상태에 따라 적응적으로 달리함으로써 재전송 효율을 극대화 시킬 수 있으나, 오버헤드가 커지는 단점이 있어서 상향링크를 위해서는 일반적으로 고려되지 않는다. 한편, 동기 및 채널 비적응적 HARQ 방식은 재전송을 위한 타이밍과 자원할당이 시스템 내에서 약속되어 있기 때문에 이를 위한 시그널링 오버헤드가 거의 없는 것이 장점이지만, 변화가 심한 채널 상태에서 사용될 경우 재전송 효율이 낮아지는 단점이 있다.
- [0173] 현재 3GPP LTE에서 하향링크의 경우 비동기 HARQ 방식이, 상향링크의 경우 동기 HARQ 방식이 사용되고 있다.
- [0174] 도 9는 하향링크 HARQ의 일 예를 나타낸다.
- [0175] 도 9를 참조하면, 스케줄링 정보와 데이터가 전송된 뒤 단말로부터의 ACK/NACK의 정보가 수신되고 다시 다음 데이터가 전송된다. 다음 데이터는 새로운 데이터 또는 재전송 데이터일 수 있다. 도 9에 나타난 바와 같이 다음 데이터가 전송되는 데는 시간 지연이 발생한다. 이는 채널 전달 지연(Channel propagation delay)와 데이터 디코딩 및 데이터 인코딩에 걸리는 시간으로 인해 발생하는 지연이다. 이러한 지연 구간 동안의 공백없는 데이터 전송을 위하여 독립적인 HARQ 프로세스를 사용하여 전송하는 방법이 사용되고 있다. 예를 들어 데이터 전송과 다음 데이터 전송까지의 최단 주기가 7 서브프레임 이라면 7개의 독립적인 HARQ 프로세스를 두어 공백없이 데이터 전송을 할 수 있게 된다. LTE에서는 MIMO로 동작하지 않을 경우 최대 8개의 HARQ 프로세스를 할당할 수 있다.
- [0176] 상향링크 HARQ 프로세스는 상향링크 그랜트에 의해 스케줄링된 PUSCH를 전송하고, 상기 PUSCH에 대한 ACK/NACK을 PHICH를 통해 수신하고, PHICH에 NACK이 포함된 경우 다시 PUSCH를 재전송하는 과정을 포함한다.
- [0177] 이하에서, 설명의 편의상, 상향링크 그랜트 수신 후 PUSCH 전송까지의 서브프레임 간격을 k 라 하고, PUSCH 전송 후 PHICH 수신까지의 서브프레임 간격을 j 라 한다. PHICH 전송 후 PUSCH 재전송까지의 간격을 r 이라 하고, 재전송에 대한 상향링크 그랜트 수신 후 PUSCH 재전송까지의 간격을 k' 이라 한다. 상술한 k, j, r, k' 등에 의해 HARQ 수행의 타이밍을 알 수 있으므로, k, j, r, k' 를 HARQ 타이밍 관계라 칭한다.
- [0178] 도 10은 FDD에서 동기화 HARQ 프로세스 과정을 나타낸다.
- [0179] 도 10을 참조하면, PUSCH를 전송하는 서브프레임을 서브프레임 n 이라 할 때,

서브프레임 $n-k$ 에서 PDCCH를 수신한다. 서브프레임 $n+j$ 에서 PHICH를 수신하고, 서브프레임 $n+j+r$ 에서 PUSCH를 재전송한다. 이 경우, 재전송되는 PUSCH에 대한 상향링크 그랜트는 서브프레임 $n+j+r-k'$ 에서 수신된다. 즉, $j+r$ 은 동일한 HARQ 프로세스에 대한 PUSCH를 재전송하는 간격이 된다.

- [0180] FDD는 상향링크 서브프레임과 하향링크 서브프레임의 비가 1:1의 관계에 있고 상향링크 서브프레임 및 하향링크 서브프레임이 연속적으로 존재하므로도 10의 각 시간 관계가 일정하게 유지된다. 즉, $k=j+r=k'=k_{\min}$ 이 된다. k_{\min} 은 4 서브프레임일 수 있다. 따라서, 단말이 PUSCH 전송한 후 다시 PUSCH를 재전송할 때까지 상향링크 서브프레임은 8개가 존재하며 서로 다른 8개의 HARQ 프로세스가 진행될 수 있다.
- [0181] 반면, TDD의 경우, 상향링크 서브프레임과 하향링크 서브프레임의 비가 1:1이 아닌 경우도 존재한다. $k_{\min}=4$ 임을 고려하여, k, j, r, k' 값은 서로 달라질 수 있다. 또한, 각 값들이 일정한 값이 아닐 수 있다. 예를 들어, TDD 프레임의 UL-DL 설정, 서브프레임 번호에 따라 상기 k, j, r, k' 값이 일정한 값이 아니라 변경될 수 있다.
- [0182] 도 11 내지 도 17은 TDD 프레임의 UL-DL 설정(표 1 참조) 및 서브프레임 번호에 따른 k, j, r, k' 값의 예를 나타낸다. 도 11 내지 도 17에서 서브프레임 내의 번호는 상향링크 HARQ 프로세스 넘버(이하 HARQ 프로세스 넘버로 약칭)를 나타내며, 화살표에 기재된 숫자는 서브프레임 간격을 나타낸다. 이 때, TDD 프레임의 위쪽에 표시된 화살표는 1) 상향링크 그랜트를 수신한 하향링크 서브프레임에서 몇 서브프레임 후의 상향링크 서브프레임에서 상기 상향링크 그랜트에 의해 스케줄링되는 PUSCH가 전송되는지를 나타내거나(k), 2) PHICH를 수신한 서브프레임부터 몇 서브프레임 후의 상향링크 서브프레임에서 PUSCH를 전송하는지를 나타내거나(r), 3) 상향링크 그랜트를 수신한 하향링크 서브프레임부터 몇 서브프레임 후의 상향링크 서브프레임에서 상기 상향링크 그랜트에 의해 스케줄링되고 재전송되는 PUSCH가 전송되는지를 나타낸다 (k'). 또한, TDD 프레임의 아래쪽에 표시된 화살표는 4) PUSCH를 전송한 상향링크 서브프레임에서 상기 PUSCH에 대한 ACK/NACK을 나르는 PHICH를 몇 서브프레임 이후의 하향링크 서브프레임에서 수신하는지를 나타낸다(j).
- [0183] HARQ 프로세스 넘버가 기재된 서브프레임은 UL 서브프레임이다. 그 이외의 서브프레임은 DL 서브프레임이다.
- [0184] 도 11에서는 $j+r=11$ 또는 $j+r=13$ 임을 알 수 있다. 도 12 내지 도 16에서는 $j+r=10$ 이고, 도 17에서는 $j+r$ 의 값이 11, 13, 또는 14임을 알 수 있다.
- [0185] 도 11 내지 도 17에 나타낸 HARQ 타이밍 관계는 단말이 단일 셀로 접속(access)할 때의 HARQ 타이밍 관계이다. 이 경우, 단일 셀은 셀 특정적 UL-DL 설정(cell-specific UL-DL configuration)을 따르게 된다. 셀 특정적 UL-DL 설정은 해당 셀의 시스템 정보(예를 들면, SIB-1)로 브로드캐스팅(broadcasting)될 수 있다. 셀 특정적 UL-DL 설정은 단말이 단일 반송파를 통해 셀에 접속하거나,

또는 후술할 프라이머리 셀(primary cell)에 초기 접속할 때 사용하게 된다.

- [0186] 도 11 내지 도 17 및 이하의 도면에서, HARQ 프로세스 넘버 및 HARQ 프로세스 넘버로 통칭하는 설명은, 동일한 HARQ 프로세스가 사용되는 주기, HARQ 프로세스 개수를 설명하기 위함일 뿐, 실제로 고정된 HARQ 프로세스 넘버가 없더라도 본 발명이 적용되는데 문제가 없다. 또한, 예시하는 HARQ 타이밍은 설명을 위한 일 실시 예일 뿐이다.
- [0187] 이제 반송파 집성(carrier aggregation) 시스템에 대해 설명한다. 반송파 집성 시스템은 다중 반송파(multiple carrier) 시스템이라고도 한다.
- [0188] 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.
- [0189] 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 그레놀래리티(granularity)로서 5개의 CC가 할당된다면, 최대 100Mhz의 대역폭을 지원할 수 있는 것이다.
- [0190] 하나의 DL CC 또는 UL CC와 DL CC의 쌍(pair)는 하나의 셀에 대응될 수 있다. 따라서, 복수의 DL CC를 통해 기지국과 통신하는 단말은 복수의 서빙 셀로부터 서비스를 제공받는다고 할 수 있다.
- [0191] 도 18은 단일 반송파 시스템과 반송파 집성 시스템의 비교 예이다.
- [0192] 반송파 집성 시스템(도 18 (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.
- [0193] DL CC-UL CC 쌍이 3개가 정의되므로, 단말은 3개의 서빙 셀로부터 서비스를 제공받는다고 할 수 있다.
- [0194] 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.
- [0195] DL CC #A과 UL CC #A의 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.
- [0196] 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.

- [0197] 이러한 반송파 집성 시스템은 교차 반송파 스케줄링(cross carrier scheduling)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 하향링크 CC를 통해 전송될 수 있고, UL 그랜트를 포함하는 PDCCH가 전송된 하향링크 CC와 기본적으로 링크된 상향링크 CC가 아닌 다른 상향링크 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 필요한데, 이러한 반송파 지시자를 포함하는 필드를 반송파 지시 필드(carrier indication field, CIF)라 칭한다. 이하에서 스케줄링 반송파 또는 스케줄링 셀(scheduling cell)은 UL 그랜트 또는 DL 그랜트를 전송하는 반송파 또는 서빙 셀을 의미하며, 스케줄드 반송파 또는 스케줄드 셀(scheduled cell)은 상기 UL 그랜트 또는 DL 그랜트에 의하여 데이터 채널을 수신 또는 전송하는 반송파 또는 서빙 셀을 의미한다.
- [0198] 비교차 반송파 스케줄링은 기존의 스케줄링 방법을 확장한 스케줄링 방법이다. 즉, 동일 DL CC 내에서 PDSCH와 상기 PDSCH를 스케줄링하는 PDCCH를 전송하는 스케줄링 방법이다. 또한, DL CC에서 PUSCH를 스케줄링하는 PDCCH를 전송하고, 상기 DL CC와 기본적으로 링크되어 있는 UL CC에서 PUSCH를 전송하는 스케줄링 방법이다.
- [0199] 기존 반송파 집성 시스템에서는 각 서빙 셀이 동일한 타입의 무선 프레임만을 사용하는 것을 전제하였다. 또한, 각 서빙 셀이 TDD로 동작하는 경우, TDD 프레임을 사용하되, 각 서빙 셀의 UL-DL 설정도 동일한 것을 전제로 하였다. 그러나, 차세대 반송파 집성 시스템에서는 각 서빙 셀이 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하는 것도 고려하고 있다.
- [0200] 도 19는 각 서빙 셀이 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하는 일 예를 나타낸다. 이와 같이 각 서빙 셀이 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하는 경우, 일부 서브프레임은 유효 또는 무효 서브프레임으로 될 수 있다. 여기서, 유효 서브프레임은 실제로 해당 DL 또는 UL 서브프레임에 데이터 전송이 가능한 서브프레임을 의미하고, 무효 서브프레임은 해당 DL 또는 UL 서브프레임에서 데이터 전송이 불가능한 서브프레임을 의미한다. 유효 서브프레임이 되려면, 해당

서브프레임에서 데이터 채널 전송 자체가 가능함과 동시에 데이터 채널에 대응되는(즉, 데이터 채널의 전송을 유발하는) 제어채널이 전송되도록 정의된 시간 구간(서브프레임)에서의 제어채널 전송도 가능해야 할 수 있다. 아래는 이러한 유효, 무효 서브프레임의 설정방식의 예이다.

- [0201] 도 19를 참조하면, TDD 프레임을 사용하는 제1 서빙 셀 및 제2 서빙 셀이 할당될 수 있다. 이 때, 제1 서빙 셀 및 제2 서빙 셀은 서로 다른 UL-DL 설정을 사용할 수 있다. 그러면, 예를 들어, 제1 서빙 셀의 서브프레임 #N은 U로 설정되고, 제2 서빙 셀의 서브프레임 #N은 D로 설정될 수 있다. 이 경우, 하프 듀플렉스(half duplex)로 동작하는 단말은 두 서빙 셀에 대해서 상향링크 또는 하향링크 중 하나의 전송방향만을 선택적으로 사용할 수 있으며, 각 서빙 셀에서 선택된 전송방향과 다른 서브프레임 #N은 무효 서브프레임(invalid subframe, 801)이 될 수 있다. 예를 들어 서브프레임 #N에서 단말의 전송방향이 상향링크 방향으로 설정이 되고, 제1 서빙 셀의 서브프레임 #N이 UL 서브프레임이라면, 제1 서빙 셀의 서브프레임#N은 유효 서브프레임으로 사용할 수 있다. 반면, 제2 서빙 셀의 서브프레임#N이 DL 서브프레임이라면 제2 서빙 셀의 서브프레임 #N은 무효 서브프레임이 된다. 하프 듀플렉스(half duplex)로 동작하는 단말은 무효 서브프레임을 사용하지 않을 수 있으며 이처럼 사용하지 않는 무효 서브프레임의 상태를 기존의 D, U, S와 구분하기 위해 X라 표시할 수 있다. 제1 서빙 셀 및 제2 서빙 셀에서 모두 D 또는 U로 설정된 서브프레임은 유효 서브프레임이라 할 수 있다. 또한, S(special subframe)는 갭(예를 들어, guard period : GP)이 포함된 특별한 서브프레임으로, 갭 크기등의 설정에 따라서 DL 유효 서브프레임 또는 DL 무효 서브프레임이 될 수 있다.
- [0202] 본 발명은 복수의 서빙 셀이 집성되는 반송파 집성 시스템에서, 교차 반송파 스케줄링을 사용하는 경우 적용될 수 있다. 이 때, 각 서빙 셀은 서로 다른 UL-DL 설정을 사용할 수 있음을 전제로 한다. 각 서빙 셀에 적용되는 UL-DL 설정 중 하나의 UL-DL 설정은 기준 UL-DL 설정으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 프라이머리 셀에 적용되는 UL-DL 설정은 기준 UL-DL 설정으로 사용될 수 있다.
- [0203] 이 때, 특정 서빙 셀에 대한 셀 특정적 UL-DL 설정에 따른 전송 방향(UL or DL)과 기준 UL-DL 설정에 따른 전송 방향이 일치하지 않는 서브프레임의 경우, 단말은 해당 서브프레임을 사용하지 않는 'X'로 지정할 수 있다.
- [0204] 서로 다른 UL-DL 설정이 사용되는 셀 간의 반송파 집성에서 풀 듀플렉스(full duplex)로 동작하는 단말의 경우, 상향링크 HARQ 타이밍을 위한 기준 UL-DL 설정은 다음과 같이 결정될 수 있다.
- [0205] 예를 들어 세컨더리 셀의 셀 특정적 UL-DL 설정에서 UL 서브프레임들이 프라이머리 셀의 셀 특정적 UL-DL 설정에서 정의된 UL 서브프레임들의 부분집합일 경우, 해당 세컨더리 셀의 기준 UL-DL 설정은 프라이머리 셀의 UL DL 설정이 될 수 있다. 이 경우 프라이머리 셀의 유효 UL 서브프레임과 교집합이 아닌 세컨더리 셀의 UL 서브프레임은 무효 서브프레임이 될 수 있다.

- [0206] 상기 예를 포괄하는 또 다른 예로, 세컨더리 셀의 셀 특정적 UL-DL 설정과 프라이머리 셀의 셀 특정적 UL-DL 설정의 DL 서브프레임 교집합(즉, 2개의 서빙 셀 모두에서 DL 서브프레임인 서브프레임의 집합)에 모든 DL 서브프레임이 포함되는 UL-DL 설정이 세컨더리 셀의 기준 UL-DL 설정이 될 수 있다. 바람직하게는 이 중에서 DL 서브프레임 개수가 UL 서브프레임과 비교하여 가장 많은 UL-DL 설정이 선택될 수 있다. 이 경우 기준 UL-DL 설정과 UL 서브프레임의 교집합(즉, 셀 특정적 UL-DL 설정과 기준 UL-DL 설정에서 모두 UL 서브프레임으로 설정되는 서브프레임들의 집합)이 아닌 세컨더리 셀의 서브프레임은 무효 서브프레임이 될 수 있다.
- [0207] 서로 다른 UL-DL 설정이 사용되는 셀 간의 반송파 집성에서 하프 듀플렉스로 동작하는 단말의 경우, UL HARQ 타이밍을 위한 기준 UL-DL 설정은 다음과 같이 결정될 수 있다.
- [0208] 예를 들어, 세컨더리 셀의 셀 특정적 UL-DL 설정에서 UL 서브프레임들이 프라이머리 셀의 셀 특정적 UL-DL 설정에서 정의된 UL 서브프레임들의 부분집합일 경우, 세컨더리 셀의 기준 UL-DL 설정은 프라이머리 셀의 UL-DL 설정이 될 수 있다. 이 경우 프라이머리 셀의 유효 UL 서브프레임과 교집합이 아닌 세컨더리 셀의 UL 서브프레임은 무효 서브프레임이 된다. 이 때, UL 서브프레임이 X 서브프레임이 되는 경우는 발생하지 않는다.
- [0209] 상기의 예를 포괄하는 다른 예로, 풀 듀플렉스의 경우와 마찬가지로 세컨더리 셀의 셀 특정적 UL-DL 설정과 프라이머리 셀의 셀 특정적 UL-DL 설정의 DL 서브프레임 교집합에 모든 DL 서브프레임이 포함되는 UL-DL 설정을 세컨더리 셀의 기준 UL-DL 설정으로 사용할 수 있다. 바람직하게는 DL 서브프레임 개수가 UL 서브프레임보다 가장 많은 UL-DL 설정을 선택할 수 있다. 이 경우 기준 UL-DL 설정과 UL 서브프레임 교집합이 아닌 세컨더리 셀의 UL 서브프레임은 무효 서브프레임이 된다. 또한 셀 특정적 UL-DL 설정과 집성된 셀들의 전송 방향이 달라서 X 서브프레임이 발생할 경우 무효 서브프레임이 될 수 있다.
- [0210]
- [0211] 도 20은 각 서빙 셀이 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하는 경우, 동기 HARQ 수행 과정의 문제점을 나타낸다.
- [0212] 도 20을 참조하면, 프라이머리 셀은 UL-DL 설정 0을 사용하고, 세컨더리 셀은 UL-DL 설정 1을 사용한다. 이하에서, kc, jc, rc, kc', jc', rc' 는 교차 반송파 스케줄링이 사용되는 경우, 프라이머리 셀의 하향링크 서브프레임과 세컨더리 셀의 상향링크 서브프레임 간의 HARQ 타이밍 관계를 나타낸다.
- [0213] kc, jc는 k_{\min} 을 만족하는 가장 빠른 응답을 할 수 있도록 설정될 수 있다. 서로 다른 UL-DL 설정이 사용되는 경우, 하나의 상향링크 그랜트가 다수의 상향링크 서브프레임을 스케줄링하는 경우가 발생할 수 있기 때문에 상향링크 서브프레임을 구분할 수 있는 제어정보가 상향링크 그랜트에 포함되어야 한다.

또한, 도 20에서 일부 HARQ 프로세스는 HARQ 프로세스 넘버가 달라지는 것을 알 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 다음과 같은 방법을 이용할 수 있다.

- [0214] 교차 반송파 스케줄링을 받는 서빙 셀(세컨더리 셀, SCC로 표시)의 HARQ 프로세스는 동기 HARQ 프로세스가 아니라 비동기 HARQ 프로세스로 전환할 수 있다. 이를 위해, 세컨더리 셀을 스케줄링하는 DCI 포맷에는 HARQ 프로세스 넘버를 알려주는 정보를 포함할 수 있다. HARQ 프로세스 넘버는 DCI 포맷의 일부 필드를 차용할 수도 있고, 새로운 필드를 추가하여 알려줄 수도 있다.
- [0215] 프라이머리 셀을 스케줄링하는 DCI 포맷과 세컨더리 셀을 스케줄링하는 DCI 포맷의 길이가 달라지면 단말의 블라인드 디코딩 오버헤드가 증가할 수 있다. 따라서, 상기 2가지 DCI 포맷의 길이를 동일하게 하는 것이 바람직하다. 이를 위해, 세컨더리 셀을 스케줄링하는 DCI 포맷에 HARQ 프로세스 넘버를 지시하는 필드를 추가하는 경우, 프라이머리 셀을 스케줄링하는 DCI 포맷에도 HARQ 프로세스 넘버를 지시하는 필드를 추가할 수 있다. 프라이머리 셀을 스케줄링하는 DCI 포맷에 추가된 HARQ 프로세스 넘버를 지시하는 필드는 프라이머리 셀에서의 비동기 HARQ 프로세스를 위해 사용할 수 있다. 또는 프라이머리 셀에서는 동기 HARQ 프로세스를 유지하면서 상기 HARQ 프로세스 넘버를 지시하는 필드를 다른 용도로 사용하는 것도 가능하다.
- [0216] 상기 방법은 반드시 교차 반송파 스케줄링 시에만 사용되는 것은 아니며, 비교차 반송파 스케줄링 시에도 각 서빙 셀의 상향링크 서브프레임, 하향링크 서브프레임의 스케줄링 기준이 변화되는 경우 적용할 수도 있다.
- [0217]
- [0218] 도 21은 각 서빙 셀이 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하는 경우, 동기 HARQ 수행 과정을 나타낸다.
- [0219] 도 21을 참조하면, 세컨더리 셀의 서로 다른 UL 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트 전송 시점이 겹치지 않게 설정되며, k_{\min} 을 만족하는 가장 빠른 응답이 수행될 수 있도록 분배된다.
- [0220] 세컨더리 셀(SCC)은 비교차 반송파 스케줄링의 경우 $j+r=10$ 으로 동작하고, 교차 반송파 스케줄링의 경우 $j_c+r_c=15$ 로 동작하게 된다. 이 경우, 세컨더리 셀의 모든 HARQ 프로세스는 HARQ 프로세스 넘버가 달라지게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해, HARQ 프로세스 개수를 증가시킬 수 있다.
- [0221] 즉, 교차 반송파 스케줄링을 받는 세컨더리 셀의 HARQ 프로세스 개수는 세컨더리 셀의 초기 PUSCH 전송 시점과 PHICH를 통한 ACK/NACK 응답에 대한 동기 HARQ 프로세스의 PUSCH 재전송 시점까지(즉, 동일 HARQ 프로세스의 회귀 주기 사이에) 존재하는 세컨더리 셀의 상향링크 서브프레임 개수(도 21에서 예시하듯 주기의 반복이므로 시작점 또는 재전송 시점 둘 중의 하나의 상향링크 서브프레임은 상기 개수에서 제외됨)와 동일하게 설정할 수 있다. 도 21의 예에 나타난 바와 같이 단일 셀로 동작 또는 비교차 반송파 스케줄링 시에는 HARQ 프로세스 개수가 4 이지만, 교차 반송파 스케줄링 될 경우 동일 HARQ

프로세스의 회귀 주기가 달라지게 되어, 초기 PUSCH 전송 시점의 상향링크 서브프레임을 포함하여, PUSCH 재전송 시점까지의 상향링크 서브프레임 개수(이 때, PUSCH를 재전송하는 상향링크 서브프레임은 제외)는 6이 되므로 HARQ 프로세스의 수가 6이 된다. 이 때, 상향링크 서브프레임 개수는 유효 상향링크 서브프레임 개수로 제한 될 수 있다. 즉, 셀 특정적 UL-DL 설정에 의해 상향링크 서브프레임으로 설정되었다고 하여도, 상기 상향링크 서브프레임의 데이터 채널(PUSCH)을 스케줄링하는 제어 채널(PDCCH)의 전송이 스케줄링 셀에 정의 되어 있지 않을 경우 단말은 상기 상향링크 서브프레임을 사용할 수 없다. 또한 각 서빙 셀의 UL-DL 설정에 의하여 일부 서브프레임이 하향링크 서브프레임으로 설정되면 하프 듀플렉스로 동작하는 단말은 해당 서브프레임을 사용할 수 없다. 따라서, 이러한 무효 상향링크 서브프레임을 제외한 유효 상향링크 서브프레임의 개수와 동일하게 HARQ 프로세스 개수를 설정할 수 있다. 상기에서 교차 반송파 스케줄링을 고려하여 결정된 HARQ 프로세스의 개수는, 단말 구현의 단순성을 위해서 이를 비교차 반송파 스케줄링시의 HARQ 프로세스 개수에도 공통 적용할 수 있다.

- [0222] 또 다른 방법으로, 서로 다른 UL-DL 설정이 사용되는 셀 간의 반송파 집성 또는 서로 다른 듀플렉싱 방식의 반송파 집성(즉, FDD를 사용하는 반송파와 TDD를 사용하는 반송파의 집성)시에는 HARQ 프로세스 수는 미리 약속된 값을 사용하거나 기지국이 결정하여 단말에게 시그널링할 수 있다. 시그널링은 RRC 메시지를 통해 수행할 수 있다. 이는 교차 반송파 스케줄링을 받는 세컨더리 셀의 HARQ 프로세스의 개수에만 적용할 수 있다. 이 때, 비교차 반송파 스케줄링을 받는 셀의 경우 해당 듀플렉싱 방식의 해당 UL-DL 설정에 정의된 HARQ 프로세스 개수를 사용한다. 이 방식은 상향링크 HARQ 프로세스 개수 결정뿐만이 아니라 하향링크 HARQ 프로세스 개수 결정에도 사용될 수 있다.
- [0223] 도 22는 각 서빙 셀이 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하는 경우, 동기 HARQ 수행 과정을 나타낸다.
- [0224] 교차 반송파 스케줄링시 스케줄링 셀의 상향링크 그랜트와 스케줄드 셀의 상향링크 데이터 전송 타이밍을 설정한다.(S310). 스케줄링 셀은 프라이머리 셀이고, 스케줄드 셀은 세컨더리 셀일 수 있다.
- [0225] 기지국은 세케줄드 셀의 HARQ 프로세스 주기를 단말에게 하나의 서빙 셀이 할당된 경우에서의 HARQ 주기의 정수배로 증가시킨다(S320). 여기서, HARQ 프로세스 주기는 상향링크 데이터가 전송되는 서브프레임부터 상향링크 데이터가 재전송 또는 새로운 상향링크 데이터가 전송되는 서브프레임 바로 이전 서브프레임까지의 서브프레임 구간을 의미한다. HARQ 프로세스 주기는 HARQ 주기라고도 하며, HARQ 회귀 주기라고도 할 수 있다.
- [0226] 기지국은 증가된 HARQ 프로세스 주기로 단말과 HARQ를 수행한다(S330).
- [0227] 도 23은 도 22의 방법을 적용하는 경우 HARQ 타이밍을 나타낸다.
- [0228] 도 23을 참조하면, 프라이머리 셀은 UL-DL 설정 0이 사용되고, 세컨더리

셀에서는 UL-DL 설정 1이 사용된다. 단말은 프라이머리 셀을 통해 세컨더리 셀의 UL 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하고($\text{grant}(n - kc)$), 상향링크 그랜트를 기반으로 세컨더리 셀의 UL 서브프레임에서 상향링크 데이터를 전송한다($\text{PUSCH}(n)$). 프라이머리 셀을 통해 상기 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK(acknowledgment/not-acknowledgement)신호를 PHICH를 통해 수신하고($\text{PHICH}(n + jc)$), 상기 ACK/NACK 신호가 NACK인 경우, 상기 상향링크 데이터에 대한 재전송 데이터를 세컨더리 셀의 UL 서브프레임에서 전송한다($\text{PUSCH retx}(n + jc + rc)$). 이 때, 상향링크 데이터 전송과 상향링크 데이터 재전송의 간격 즉, HARQ 주기는 단말에게 하나의 서빙 셀이 할당된 경우의 HARQ 주기의 정수 배이다. 즉, 세컨더리 셀에서 비교차 반송파 스케줄링이 사용되는 경우, $j + r = 10$ 이다. 반면, 교차 반송파 스케줄링이 사용되는 경우, $jc + rc = 20$ 이 된다. 즉, 세컨더리 셀의 HARQ 프로세스 주기를 2배 증가시킨다.

- [0229] 교차 반송파 스케줄링이 사용되는 경우, 도 23에서 점선으로 나타낸 바와 같이 PHICH 응답 타이밍이 최소의 지연으로 설정(jc)될 수 있으며, 이에 대한 PUSCH 재전송은 단일 서빙 셀에서 적용되는 것과 동일한 HARQ 프로세스에 맵핑되도록 rc 값을 설정한다.
- [0230] 이 때, 일부 세컨더리 셀의 UL 서브프레임은 해당 UL 서브프레임에 할당된 HARQ 프로세스에 사용되지 않고 스킵(skip)될 수 있다. 즉, 상향링크 그랜트 없이 PHICH에 응답하는 비적응적 동기 HARQ 프로세스 재전송에 사용되지 않는다.
- [0231] 만약, 동일 HARQ 프로세스 번호(예를 들어, 0)를 가지는 PUSCH 초기 전송($\text{PUSCH}(n)$ 으로 표시)과 PUSCH 재전송($\text{PUSCH retx}(n + jc + rc)$ 로 표시) 사이에 있는 HARQ 프로세스 번호에 대한 상향링크 그랜트가 존재한다면, PHICH 응답과 관계없이 재전송 또는 새로운 PUSCH 전송이 시작될 수 있다.
- [0232] 또는, 동일 HARQ 프로세스 번호(예를 들어, 0)를 가지는 PUSCH 초기 전송($\text{PUSCH}(n)$ 으로 표시)과 PUSCH 재전송($\text{PUSCH retx}(n + jc + rc)$ 로 표시) 사이에 있는 HARQ 프로세스 번호에 대한 상향링크 그랜트는 전송되지 않도록 제한될 수도 있다. 이 경우, 단말은 상기 제한되는 상향링크 그랜트가 전송되지 않음을 전제로 상향링크 그랜트를 검색하지 않을 수 있다.
- [0233] 도 23에서, 스킵되는 서브프레임들에서, HARQ 프로세스를 할당하고자 하는 경우, 세컨더리 셀의 초기 PUSCH 전송 시점과 PHICH를 통한 ACK/NACK 응답에 대한 동기 HARQ 프로세스의 PUSCH 재전송 시점까지 존재하는 세컨더리 셀의 상향링크 서브프레임 개수와 동일한 개수의 HARQ 프로세스를 할당할 수 있다. 이 예시에서는, 단일 셀로 동작하는 경우 HARQ 프로세스 개수가 4이지만, 교차 반송파 스케줄링의 경우 프로세스 개수가 8로 2배로 증가된다. 여기서도 역시 초기 PUSCH 전송 시점과 PUSCH 재전송 시점 사이의 상향링크 서브프레임 개수는 유효 상향링크 서브프레임 개수로 제한될 수 있다.

재전송 PUSCH가 $n + jc + rc$ 에서 전송되는 경우, 기지국은 이에 대한 상향링크 그랜트를 $n + jc + rc - kc'$ 에서 전송할 수 있다.

- [0234] 또는 재전송 PUSCH가 $n + jc + rc$ 에서 전송되는 경우, 기지국은 이에 대한 상향링크 그랜트를 $n + jc$ 에서 전송할 수 있다. 즉, 초기 PUSCH 전송에 대한 PHICH가 전송되는 시점과 동일한 시점에서 상기 상향링크 그랜트를 전송할 수 있다.
- [0235] 또는, 교차 반송파 스케줄링에서, PUSCH 재전송은 최소의 지연($jc + rc$) 및 단일 서빙 셀이 설정된 경우와 동일한 HARQ 프로세스에 맵핑되도록 하고, PHICH 전송 타이밍 $n + jc'$ 은 최소의 지연(즉, jc)으로 설정되는 PHICH 타이밍이 아니라 재전송 PUSCH에 대한 상향링크 그랜트가 전송되는 타이밍 즉, $n + jc + rc - kc'$ 과 동일하도록 설정될 수도 있다. 이 경우, $rc' = kc'$ 이 된다.
- [0236]
- [0237] 도 24 및 도 25는 상향링크 그랜트와 PHICH 전송 시점을 균등하게 분배하여 HARQ 프로세스 개수와 HARQ 프로세스 주기를 일치시키는 일 예이다.
- [0238] 즉, 단일 서빙 셀이 설정된 경우와 복수의 서빙 셀이 설정되고 교차 반송파 스케줄링이 사용되는 경우에 있어서, HARQ 프로세스 개수와 주기가 일치하는 경우이다.
- [0239] 이를 위해, 단일 서빙 셀이 설정된 경우 HARQ 프로세스 주기($j + r$)가 동일한 UL-DL 설정을 가지는 서빙 셀들끼리만의 집성을 허용할 수 있다. 즉, $j+r=10$ 인 UL-DL 설정 1, 2, 3, 4, 5를 가지는 서빙 셀들끼리만 반송파 집성을 허용하는 것이다.
- [0240] 또한, PUSCH에 대한 상향링크 그랜트는 PUSCH가 초기 전송이든 재전송이든 동일한 타이밍에서 전송될 수 있다. 이 때, PUSCH의 비적응적 동기 HARQ 재전송 여부를 판단하는 PHICH 전송 타이밍도 상향링크 그랜트의 타이밍과 일치시킬 수 있다.
- [0241] 도 26은 동일한 $j + r$ 값을 가지는 UL-DL 설정이 사용되는 서빙 셀들이 집성되는 경우 발생할 수 있는 문제점을 나타낸다.
- [0242] 도 26을 참조하면, 세컨더리 셀에서 HARQ 프로세스 0, 1, 2는 10 서브프레임 주기로 PUSCH가 재전송됨을 알 수 있다. 그러나, HARQ 프로세스 3은 이러한 재전송 주기가 10 서브프레임이 아니다. 이처럼, $j + r$ 값이 동일한 UL-DL 설정이 사용되는 서빙 셀들이 집성되는 경우에도 일부 HARQ 프로세스는 HARQ 주기가 일정하지 않은 경우가 발생할 수 있다.
- [0243] 이러한 문제점을 해결하기 위해 다음과 같은 방법들을 사용할 수 있다.
- [0244] 1) HARQ 프로세스 3과 같이 HARQ 주기를 맞추지 못하는 상향링크 서브프레임은 PUSCH 전송에서 제외할 수 있다.
- [0245] 2) HARQ 프로세스 3과 같이 HARQ 주기를 맞추지 못하는 경우, 다음 주기에 재전송할 수 있다. 즉, HARQ 주기를 증가시키는 방법이다. 증가된 HARQ 주기에 의하여 중간에 건너 뛰어지는 상향링크 서브프레임들은 다른 HARQ 프로세스를

할당할 수 있다. 추가 할당되는 HARQ 프로세스의 개수는 증가된 HARQ 주기에 종속적이다. 즉, HARQ 주기가 N배로 증가되면 추가 할당되는 HARQ 프로세스의 개수는 N-1개가 된다. 예를 들어, 도 26에서, HARQ 프로세스 3의 HARQ 주기가 2배로 되는 경우, 중간에 건너 뛰어지는 1개의 UL 서브프레임에는 HARQ 프로세스 4를 할당할 수 있다. 이 경우, HARQ 프로세스 0, 1, 2와 HARQ 프로세스 3은 서로 HARQ 주기가 달라진다.

- [0246] HARQ 프로세스가 추가되는 UL 서브프레임들에 있어서, 추가되는 HARQ 프로세스의 개수 및/또는 HARQ 프로세스 주기는 UL 서브프레임 또는 UL 서브프레임 그룹 별로 다르게 설정될 수도 있으며, 미리 약속된 값 또는 RRC로 시그널링되는 값을 사용할 수 있다.
- [0247] 3) HARQ 프로세스 개수를 바꾸는 방법.
- [0248] 도 27은 상기 HARQ 프로세스 개수를 바꾸는 방법을 나타낸다.
- [0249] 도 27을 참조하면, 최소 지연을 갖는 응답을 갖도록 구성된 타이밍에서 $jc + rc$ 가 최대가 되는 상향링크 서브프레임 쌍에 동일 HARQ 프로세스를 설정하고, 그 사이에 존재하는 상향링크 서브프레임들의 개수에 따라 HARQ 프로세스의 개수를 결정하는 방법이다.
- [0250] 세컨더리 셀의 경우, HARQ 프로세스의 개수는 단일 서빙 셀이 설정된 경우에는 4개이지만 복수의 서빙 셀이 설정된 경우에는 도 27에서와 같이 5개로 설정된다.
- [0251] 교차 반송과 스케줄링을 받는 HARQ 프로세스의 개수는 미리 약속된 값을 사용하거나 기지국이 결정하여 단말에게 RRC 메시지를 통해 시그널링할 수 있다.
- [0252] 4) PHICH 전송 타이밍과 재전송 PUSCH에 대한 상향링크 그랜트 타이밍이 일치하지 않는 PUSCH 전송을 제외하는 방법.
- [0253] 도 28은 상기 방법 4)를 나타낸다.
- [0254] 도 28을 참조하면, PHICH 타이밍과 재전송 상향링크 그랜트 타이밍을 보면, 세컨더리 셀의 HARQ 프로세스 0, 1은 그 타이밍이 일치하나, HARQ 프로세스 2, 3은 일치하지 않는다. 이러한 경우, HARQ 프로세스 2, 3이 수행되는 상향링크 서브프레임에서의 PUSCH 전송이 제외된다. 즉, 도 28에서 세컨더리 셀의 TDD 프레임에서 세번째 서브프레임, 네번째 서브프레임은 상향링크 PUSCH 전송에 사용하고, 8번째, 9번째 서브프레임은 사용하지 않는다.
- [0255] 5) 프라이머리 셀과 세컨더리 셀의 프레임 경계를 쉬프트하여, PHICH 전송 타이밍과 재전송되는 PUSCH에 대한 상향링크 그랜트 타이밍을 맞추는 방법.
- [0256] 도 29는 상기 방법 5)에 따른 HARQ 수행 방법을 나타낸다.
- [0257] 도 29를 참조하면, 단말에게 설정된 복수의 서빙 셀의 프레임 경계를 서로 일치시키지 않고 서브프레임 단위로 쉬프트시킬 수 있다. 쉬프트되는 값은 세컨더리 셀의 모든 상향링크 서브프레임의 HARQ 프로세스 주기가 유지될 수 있도록 하는 값이다. 그리고, PHICH 전송 타이밍은 재전송 PUSCH에 대한

상향링크 그랜트 전송 타이밍과 맞추어 줄 수 있다. 서브프레임 단위의 쉬프트 값은 약속된 고정된 값을 사용하거나 기지국이 단말에게 RRC 메시지를 통해 시그널링하는 값일 수 있다.

[0258]

[0259] 한편, UL-DL 설정을 살펴보면, 하향링크-상향링크 스위칭 주기가 5ms인 것이 있고, 10ms인 것이 있다. 유사한 채널 환경에서는 동일한 하향링크-상향링크 스위칭 주기가 사용될 가능성이 높고, 동일 스위칭 주기를 가지는 UL-DL 설정은 타이밍 관계가 유사하다. 또한, 하프 듀플렉스를 지원하는 단말은 서로 다른 주기의 하향링크-상향링크 스위칭 주기를 갖는 UL-DL 설정을 가지는 서빙 셀들을 집성하는 경우 S 서브프레임을 추가해야 하는 문제가 있다.

[0260] 따라서, 하향링크-상향링크 스위칭 주기가 동일한 UL-DL 설정을 가지는 서빙 셀들간의 반송파 집성만을 허용하는 방법을 고려할 수 있다. 즉, 5ms 주기를 가지는 서빙 셀들간에만 집성을 허용하거나 10ms 주기를 가지는 서빙 셀들간에서만 집성을 허용할 수 있다.

[0261] 상술한 방법들은 서로 조합되어 사용될 수 있다. 또한, 상기 방법은 반드시 반송파 집성 시스템에서 사용되어야 하는 것은 아니다. 예를 들어, 하나의 반송파(하나의 TDD 서빙 셀) 내에서 특정 하향링크 서브프레임에서만 상향링크 그랜트, PHICH 전송이 가능하도록 설정되고, 동일한 반송파에서의 PUSCH와의 타이밍 관계를 설정할 때, 상술한 방법들을 적용할 수 있다.

[0262] 도 30은 단일 서빙 셀에 본 발명을 적용하는 예를 나타낸다.

[0263] 도 30을 참조하면, 프라이머리 셀의 서브프레임들은 DL 서브프레임(이를 default DL이라 표시)과 UL 서브프레임(이를 default UL이라 표시) 및 유연한 UL/DL 서브프레임(이를 flexible UL/DL이라 표시)이 존재한다. DL 서브프레임에는 PDCCH 영역이 존재한다. 유연한 UL/DL 서브프레임은 설정에 의하여 UL 서브프레임 또는 DL 서브프레임으로 사용될 수 있는 서브프레임이다. 복수의 서빙 셀이 설정된 경우 프라이머리 셀의 DL 서브프레임은 단일 셀에서 상향링크 그랜트, PHICH 전송이 가능하도록 설정된 특정 하향링크 서브프레임으로 대체될 수 있다.

[0264]

[0265] 한편, 세컨더리 셀의 PUSCH에 대한 프라이머리 셀의 PHICH 타이밍 관계에서 프라이머리 셀에 PHICH 자원 설정이 되어 있지 않는 경우가 발생할 수 있다. 이는 프라이머리 셀만 설정된 단일 반송파 상황에서 PUSCH와 PHICH 간 맵핑이 존재하지 않는 하향링크 서브프레임이 존재하기 때문이다. 이 경우, 동기 HARQ 프로세스 동작은 다음과 같이 수행될 수 있다.

[0266] PUSCH가 전송되는 반송파(이를 CC_s라 칭함)의 상향링크 서브프레임에 대응되는 PHICH 전송 반송파(이를 CC_h라 칭함)의 하향링크 서브프레임에 PHICH 자원이 없으면 PHICH 전송을 수행하지 않을 수 있다.

[0267] 또한, 상기 PHICH 타이밍이 대응되는 PUSCH 재전송 상향링크

서브프레임에서는 상향링크 그랜트 없이 PHICH에 대한 응답을 바탕으로 자동 재전송 동작을 하는 비적응적 동기 HARQ 프로세스를 허용하지 않을 수 있다.

[0268] 해당 HARQ 프로세스의 재전송이 필요한 경우, 상향링크 그랜트를 통해 적응적 동기 HARQ 프로세스 재전송을 수행할 수 있다.

[0269] 예를 들어, 단말이 세컨더리 셀의 제1 상향링크 서브프레임에서 상향링크 데이터를 전송하였는데, 대응되는 프라이머리 셀의 하향링크 서브프레임에 PHICH 자원 할당이 어려울 수 있다. 이 경우, 기지국은 PHICH를 통해 상기 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK을 전송하지 않고 세컨더리 셀의 제2 상향링크 서브프레임을 스케줄링하는 UL 그랜트에 상향링크 데이터에 대한 재전송 여부를 나타내는 정보를 포함하여 전송할 수 있다. 예를 들어, 기존 NDI(new data indicator) 비트를 이용하거나, 재전송 여부를 지시하는 새로운 필드를 추가하여 전송할 수 있다.

[0270] 프라이머리 셀의 하향링크 서브프레임들 중 PHICH 자원이 설정되지 않는 하향링크 서브프레임이 존재하는 이유는 상술한 바와 같이 프라이머리 셀만 설정된 단일 반송파 상황에서 PUSCH와 PHICH 간 맵핑이 존재하지 않는 하향링크 서브프레임이 존재하기 때문이다. 상기 맵핑이 존재하지 않는 하향링크 서브프레임은 다음 표에서 D로 표시된 하향링크 서브프레임들이다.

[0271] [표 9]

[0272]

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

[0273] 단말은 상기 PHICH가 설정되지 않은 서브프레임(D로 표시된 서브프레임)에서는 PHICH 수신을 시도하지 않으며, UL 그랜트에 포함된 NDI(new data indicator) 비트의 토글(toggle)여부를 바탕으로 상향링크 데이터의 재전송 여부를 판단할 수 있다(예컨대, NDI 비트가 토글되었으면 상향링크 데이터의 재전송을 지시하지 않았다고 판단하고, 토글되지 않았으면 상향링크 데이터의 재전송을 지시하였다고 판단). 판단 결과, 재전송을 지시하지 않으면, UL 그랜트를 기반으로 새로운 데이터를 제2 상향링크 서브프레임에서 전송하면 되고, 재전송을 지시하는 경우, 제2 상향링크 서브프레임에서 상향링크 데이터를 재전송하면 된다. 이 때, UL 그랜트를 기반으로 제1 상향링크 서브프레임에서의 초기 상향링크 전송과 다른 MCS(modulation and coding scheme), 전송 전력 등을 이용하여 적응적으로 상향링크 데이터를 재전송할 수 있다.

- [0274] 상술한 바와 같이 비적응적 동기 HARQ 재전송을 중단하는 방법은 PUSCH 전송 반송파(CC_s)의 PUSCH 전송 상향링크 서브프레임에 대응되는 PHICH 전송 반송파(CC_h)의 하향링크 서브프레임에 PHICH가 없는 경우에만 적용할 수 있다.
- [0275] 또는 PUSCH 전송 반송파(CC_s)의 PUSCH 전송 상향링크 서브프레임에 대응되는 PHICH 전송 반송파(CC_h)의 하향링크 서브프레임 중 하나라도 PHICH가 없는 경우에 해당 PUSCH 전송 반송파(CC_s)의 모든 PUSCH에 적용할 수 있다.
- [0276] 또는 PHICH 없는 하향링크 서브프레임에 대한 고려없이 모든 PUSCH 전송 반송파(CC_s)에 적용할 수 있으며, 예외적으로 프라이머리 셀은 제외하고 세컨더리 셀에만 적용할 수도 있다. 상술한 3가지 방법들 중 어느 하나를 사용하거나 RRC 메시지로 3가지 방법들 중 어느 하나를 선택할 수 있다.
- [0277]
- [0278] PHICH 전송 반송파(CC_h)는 PUSCH를 스케줄링하는 PDCCH가 전송되는 반송파와 동일하며, PUSCH 전송 반송파(CC_s)는 PUSCH가 전송되는 반송파이다. 교차 반송파 스케줄링의 경우, PUSCH 전송 반송파(CC_s)는 세컨더리 셀이고, PHICH 전송 반송파(CC_h)는 프라이머리 셀이 될 수 있다. 비교차 반송파 스케줄링의 경우, PUSCH 전송 반송파(CC_s)와 PHICH 전송 반송파(CC_h)는 동일 반송파가 될 수 있다.
- [0279] PUSCH 전송 반송파(CC_s)와 PHICH 전송 반송파(CC_h)가 동일하고 이 때, PHICH 자원이 없는 경우에는 해당 반송파의 UL-DL 설정에 정의된 PUSCH-PHICH 타이밍 대신 서로 다른 UL-DL 설정의 반송파 집성으로 인해 생기는 새로운 타이밍이 사용될 수 있으며, PHICH 전송 반송파는 하프 듀플렉스로 동작하는 단말에만 적용될 수 있다.
- [0280]
- [0281] 도 31은 FDD에서 서브프레임 번들링에 의한 HARQ 타이밍을 나타낸다.
- [0282] FDD에서 서브프레임 번들링이란 PUSCH를 여러 서브프레임 동안 반복 전송하여 상향링크 셀 커버리지를 증가시키는 기법을 말한다. 이 경우에도 $k_{\min} = 4$ 를 보장해주기 위해 HARQ 프로세스 개수 및 상향링크 그랜트 타이밍, PHICH 타이밍 등의 설정이 서브프레임 번들링이 사용되지 않는 경우와 달라질 수 있다. 따라서, 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하는 반송파 간 집성 시에는 서브프레임 번들링은 프라이머리 셀에서만 허용할 수 있다. 또는 서브프레임 번들링은 비교차 반송파 스케줄링에서만 허용할 수 있다.
- [0283] 만약, 프라이머리 셀은 FDD로 동작하고, 세컨더리 셀은 TDD로 동작하는 경우라면, 프라이머리 셀의 모든 서브프레임에서 상향링크 전송 및 하향링크 수신 가능하므로 타이밍 제약이 없어진다. 따라서, 단일 반송파 설정과 동일한 HARQ 타이밍을 사용할 수 있다. 이 경우, 세컨더리 셀에서도 서브프레임 번들링을 허용할 수 있다.

[0284]

[0285] 상술한 모든 방법은 복수의 서빙 셀이 집성되고, 각 서빙 셀들이 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하며, 교차 반송파 스케줄링을 전제하였으나 이는 제한이 아니다. 즉, 비교차 반송파 스케줄링을 사용하는 반송파에서 상향링크 서브프레임, 하향링크 서브프레임의 스케줄링 기준이 변화되거나 사용 제한되는 경우에도 적용될 수 있다.

[0286] 상술한 방법에 의하여, 복수의 서빙 셀이 집성되고, 각 서빙 셀들이 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하며, 교차 반송파 스케줄링을 사용하는 경우, 동기 HARQ 프로세스에 의한 재전송 타이밍을 효과적으로 구성할 수 있다.

[0287] 도 32는 본 발명의 실시예가 구현되는 무선 기기를 나타낸 블록도이다.

[0288] 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 프라이머리 셀을 통해 상향링크 그랜트를 전송하고, 세컨더리 셀을 통해 단말로부터 상향링크 데이터를 수신한다. 그리고, 프라이머리 셀을 통해 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK을 전송하고, 세컨더리 셀을 통해 재전송되는 상향링크 데이터를 수신한다. 이 경우, 상향링크 데이터 수신과 재전송되는 상향링크 데이터를 수신하는 시점 간의 간격을 HARQ 주기로 할 수 있는데, 이러한 HARQ 주기를 결정하는 HARQ 타이밍에 대해서는 상술한 바 있다. 또한 프로세서(110)는 수신한 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK을 PHICH를 통해 전송하는 대신, 상향링크 그랜트에 재전송 여부를 지시하는 정보를 포함하여 전송할 수 있다. 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.

[0289] 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 프라이머리 셀을 통해 세컨더리 셀의 상향링크 그랜트를 수신하고, 상향링크 그랜트를 기반으로 세컨더리 셀에서 상향링크 데이터를 전송한다. 그 후, 프라이머리 셀을 통해 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK(acknowledgment/not-acknowledgement)신호를 수신하고, ACK/NACK 신호가 NACK인 경우, 상향링크 데이터에 대한 재전송 데이터를 세컨더리 셀에서 전송한다. 상술한 바와 같이, 프라이머리 셀 및 세컨더리 셀은 서로 다른 UL-DL 설정을 사용한다. 그리고, 상향링크 데이터 전송 시점과 상향링크 데이터 재전송 시점간의 간격을 나타내는 HARQ 주기는 단말에게 하나의 서빙 셀이 할당된 경우의 HARQ 주기의 정수 배일 수 있다. 또한, 프로세서(210)는 특정 하향링크 서브프레임에 대해서는 PHICH 디코딩을 시도하지 않고 상향링크 그랜트에 포함된 재전송 여부를 나타내는 정보를 기반으로 상향링크 데이터에 대한 재전송 여부를 판단한다. 상기 특정 하향링크 서브프레임에 대해서는 표

9를 참조하여 설명한 바 있다. 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.

- [0290] 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.
- [0291] 이상 본 발명에 대하여 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시켜 실시할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 상술한 실시예에 한정되지 않고, 본 발명은 이하의 특허청구범위의 범위 내의 모든 실시예들을 포함한다고 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] TDD(time division duplex) 기반의 서빙 셀이 복수 개 할당된 단말의 HARQ(hybrid automatic repeat request) 수행 방법에 있어서, 제1 서빙 셀을 통해 제2 서빙 셀의 제1 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하는 단계; 상기 상향링크 그랜트를 기반으로 상기 제1 서브프레임에서 상향링크 데이터를 전송하는 단계; 상기 제1 서빙 셀을 통해 상기 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK(acknowledgment/not-acknowledgement)신호를 수신하는 단계; 및 상기 ACK/NACK 신호가 NACK인 경우, 상기 상향링크 데이터에 대한 재전송 데이터를 상기 제2 서빙 셀의 제2 서브프레임에서 전송하는 단계를 포함하되, 상기 제1 서빙 셀 및 상기 제2 서빙 셀은 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하되, 상기 UL-DL 설정은 TDD 프레임 내의 각 서브프레임을 상향링크 서브프레임 또는 하향링크 서브프레임으로 설정하는 정보인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 제1 서브프레임 및 상기 제2 서브프레임은 동일한 HARQ 프로세스를 구성하는 서브프레임들인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서, 상기 제1 서브프레임부터 상기 제2 서브프레임 바로 이전 서브프레임까지의 시간 구간을 나타내는 HARQ 주기는 상기 단말에게 하나의 서빙 셀이 할당된 경우의 HARQ 주기의 정수 배인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서, 상기 제1 서브프레임 및 상기 제2 서브프레임은 상기 제2 서빙 셀에 사용되는 UL-DL 설정에 의하여 상향링크 서브프레임으로 설정된 서브프레임들인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서, 상기 단말은 상기 제1 서브프레임 및 상기 제2 서브프레임 사이에 위치하는 상기 제2 서빙 셀의 상향링크 서브프레임에 대해서는 상향링크 그랜트를 검색하지 않는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서, 상기 제1 서빙 셀은 상기 단말이 기지국과의 최초 연결 확립 과정(initial connection establishment procedure) 또는 연결 재확립 과정을 수행하는 프라이머리 셀인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 7] 제 6 항에 있어서, 상기 제2 서빙 셀은 상기 단말에게 상기 프라이머리 셀 이외에 추가로 할당되는 세컨더리 셀인 것을

- 특징으로 하는 방법.
- [청구항 8] 제 1 항에 있어서, 상기 제1 서빙 셀 및 상기 제2 서빙 셀에서, 상기 제1 서브프레임부터 상기 제2 서브프레임 바로 이전까지의 서브프레임 구간에 위치하는 상기 제2 서빙 셀의 상향링크 서브프레임들의 개수와 동일한 개수의 독립적인 HARQ 프로세스가 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 9] 제 1 항에 있어서, 상기 제1 서빙 셀 및 상기 제2 서빙 셀에서, 상기 제1 서브프레임을 시작으로 상기 제2 서브프레임 바로 이전까지의 서브프레임 구간에 위치하는 상기 제2 서빙 셀의 유효 상향링크 서브프레임들의 개수와 동일한 개수의 독립적인 HARQ 프로세스가 수행되는 것을 특징으로 하는 방법
- [청구항 10] 제 9항에 있어서, 상기 유효 상향링크 서브프레임은 상향링크 데이터의 전송이 가능하고, 상기 상향링크 데이터 전송에 대응되는 상향링크 그랜트를 전송하는 서브프레임에서 상기 대응되는 상향링크 그랜트가 전송 가능한 경우의 상향링크 서브프레임인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 11] TDD(time division duplex) 기반의 서빙 셀이 복수 개 할당된 단말의 HARQ(hybrid automatic repeat request) 수행 방법에 있어서, 제1 서빙 셀을 통해 제2 서빙 셀의 제1 서브프레임에 대한 그랜트를 수신하는 단계; 상기 그랜트를 기반으로 상기 제1 서브프레임에서 데이터를 전송하는 단계; 및 상기 제1 서빙 셀을 통해 상기 데이터에 대한 ACK/NACK (acknowledgment/not-acknowledgement)신호를 수신하는 단계를 포함하되, 상기 제1 서빙 셀 및 상기 제2 서빙 셀은 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하되, 상기 UL-DL 설정은 TDD 프레임 내의 각 서브프레임을 상향링크 서브프레임 또는 하향링크 서브프레임으로 설정하는 정보인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 12] 제 11 항에 있어서, 상기 제1 서빙 셀에 사용되는 제1 UL-DL 설정 또는 상기 제2 서빙 셀에 사용되는 제2 UL-DL 설정은 HARQ 프로세스의 회귀 주기가 동일한 것인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 13] 제 12 항에 있어서, 상기 제1 UL-DL 설정 또는 상기 제2 UL-DL 설정은 다음 표에 나타낸 UL-DL 설정 1, 2, 3, 4 및 5 중 서로 다른 2개인 것을 특징으로 하는 방법.

UL-DL 설정 (Uplink-downlink configuration)	하향링크-상향링크 스위칭 주기 (Downlink-to-Uplink Switch-point periodicity)	서브프레임 넘버 n (Subframe number n)									
		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

[청구항 14]

제 12 항에 있어서, 제1 UL-DL 설정 및 상기 제2 UL-DL 설정은 동일한 하향링크-상향링크 스위칭 주기를 가지는 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 15]

TDD(time division duplex) 기반의 서빙 셀이 복수 개 할당된 단말의 HARQ(hybrid automatic repeat request) 수행 방법에 있어서, 제1 서빙 셀을 통해 제2 서빙 셀의 제1 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하는 단계; 상기 상향링크 그랜트를 기반으로 상기 제1 서브프레임에서 제1 상향링크 데이터를 전송하는 단계; 상기 제1 서빙 셀에서, 상기 제2 서빙 셀의 제2 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하되, 상기 제2 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트는 상기 제1 상향링크 데이터에 대한 재전송 여부를 나타내는 정보를 포함하는 단계; 및 상기 제2 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트에 기반하여 상기 제2 서브프레임에서 제2 상향링크 데이터를 전송하는 단계를 포함하되, 상기 제1 서빙 셀 및 상기 제2 서빙 셀은 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하되, 상기 UL-DL 설정은 TDD 프레임 내의 각 서브프레임을 상향링크 서브프레임 또는 하향링크 서브프레임으로 설정하는 정보이고, 상기 상향링크 데이터에 대한 재전송 여부를 나타내는 정보가 재전송을 지시하는 경우, 상기 제2 상향링크 데이터는 상기 제1 상향링크 데이터의 재전송 데이터이고, 상기 상향링크 데이터에 대한 재전송 여부를 나타내는 정보가 새로운 전송을 지시하는 경우, 상기 제2 상향링크 데이터는 새로운 상향링크 데이터이며, 상기 제2 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하는 상기 제1 서빙 셀의 서브프레임은 PHICH(physical hybrid-ARQ indicator channel)자원을 포함하지 않는 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 16]

제 15 항에 있어서, 상기 제1 서빙 셀에서 상기 제2 서브프레임에

대한 상향링크 그랜트를 수신하는 서브프레임의 경우, 상기 단말은 PHICH(physical hybrid-ARQ indicator channel)수신을 시도하지 않고, 상기 제2 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트만을 디코딩하는 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 17]

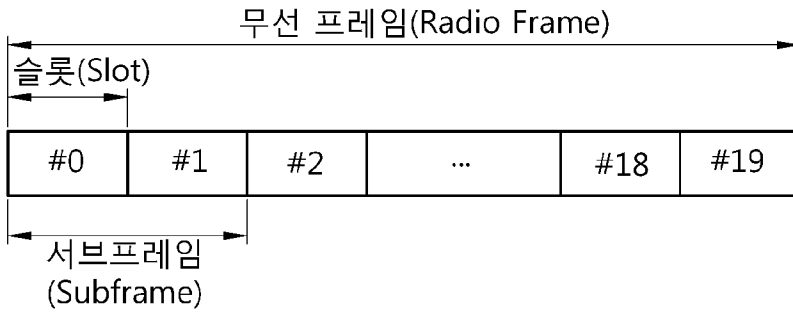
제 15항에 있어서, 상기 제2 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하는 상기 제1 서빙 셀의 서브프레임은 하기 표에서 D로 표시된 서브프레임들 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 방법.

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

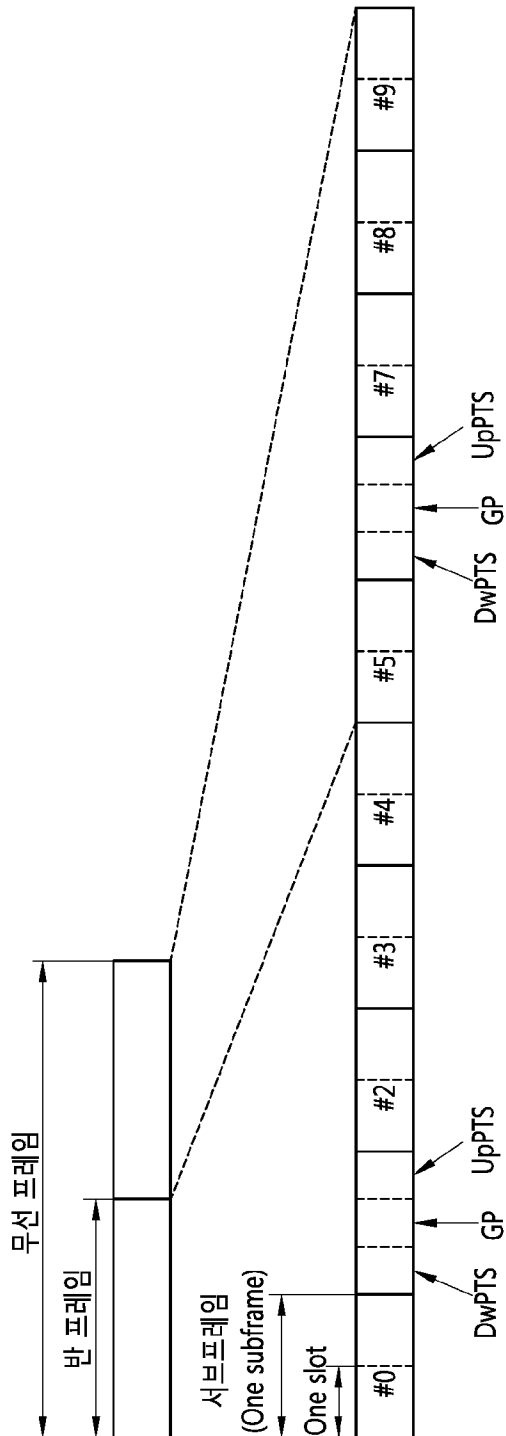
[청구항 18]

무선 신호를 송신 및 수신하는 RF(radio frequency)부; 및
 상기 RF부와 연결되는 프로세서를 포함하되,
 상기 프로세서는 제1 서빙 셀을 통해 제2 서빙 셀의 제1 서브프레임에 대한 상향링크 그랜트를 수신하고, 상기 상향링크 그랜트를 기반으로 상기 제1 서브프레임에서 상향링크 데이터를 전송하고, 상기 제1 서빙 셀을 통해 상기 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK(acknowledgment/not-acknowledgement)신호를 수신하고, 상기 ACK/NACK 신호가 NACK인 경우, 상기 상향링크 데이터에 대한 재전송 데이터를 상기 제2 서빙 셀의 제2 서브프레임에서 전송하되,
 상기 제1 서빙 셀 및 상기 제2 서빙 셀은 서로 다른 UL-DL 설정을 사용하되, 상기 UL-DL 설정은 TDD 프레임 내의 각 서브프레임을 상향링크 서브프레임 또는 하향링크 서브프레임으로 설정하는 정보이고,
 상기 제1 서브프레임과 상기 제2 서브프레임 간의 간격을 나타내는 HARQ 주기는 하나의 서빙 셀이 할당된 경우의 HARQ 주기의 정수 배인 것을 특징으로 하는 단말.

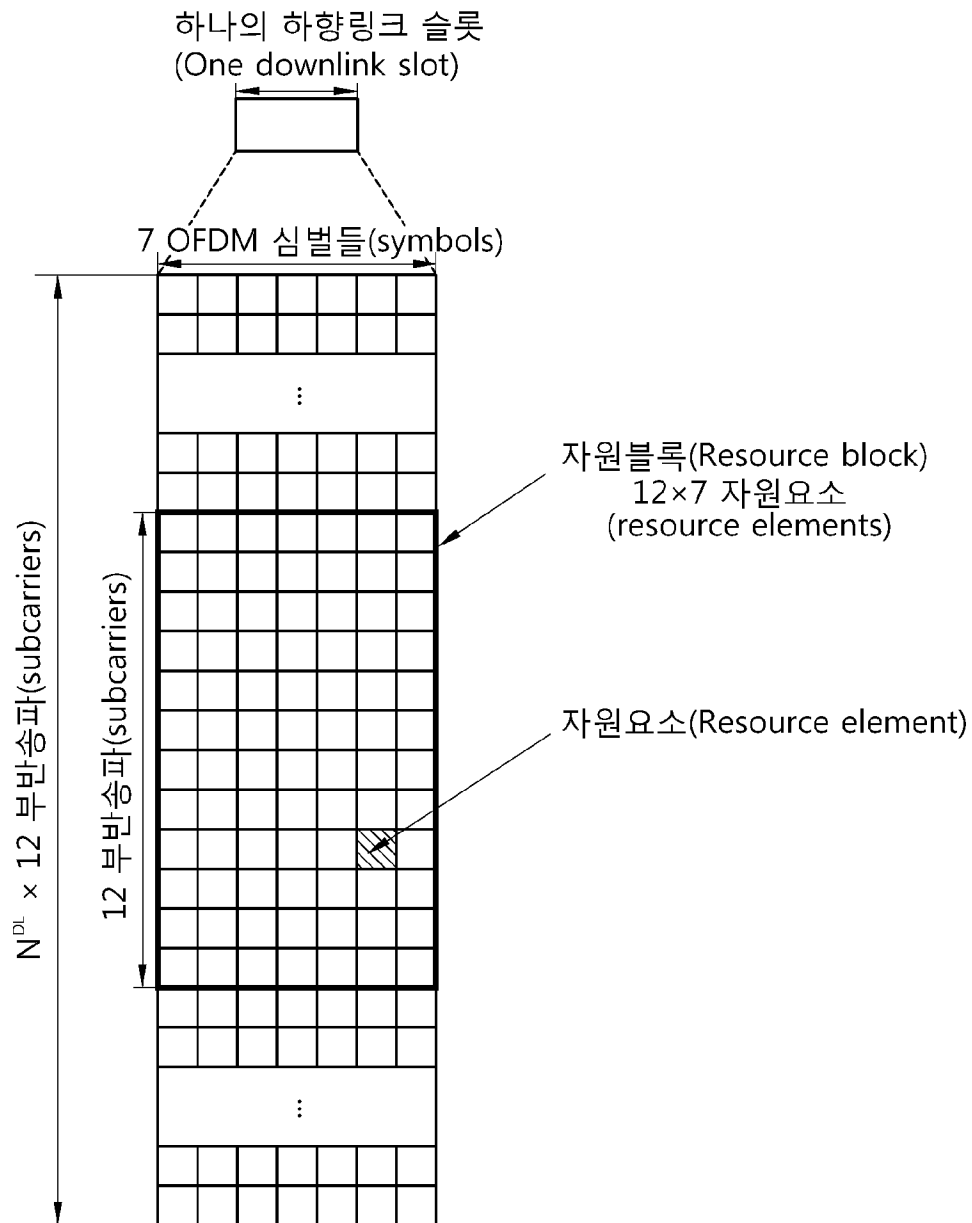
[Fig. 1]



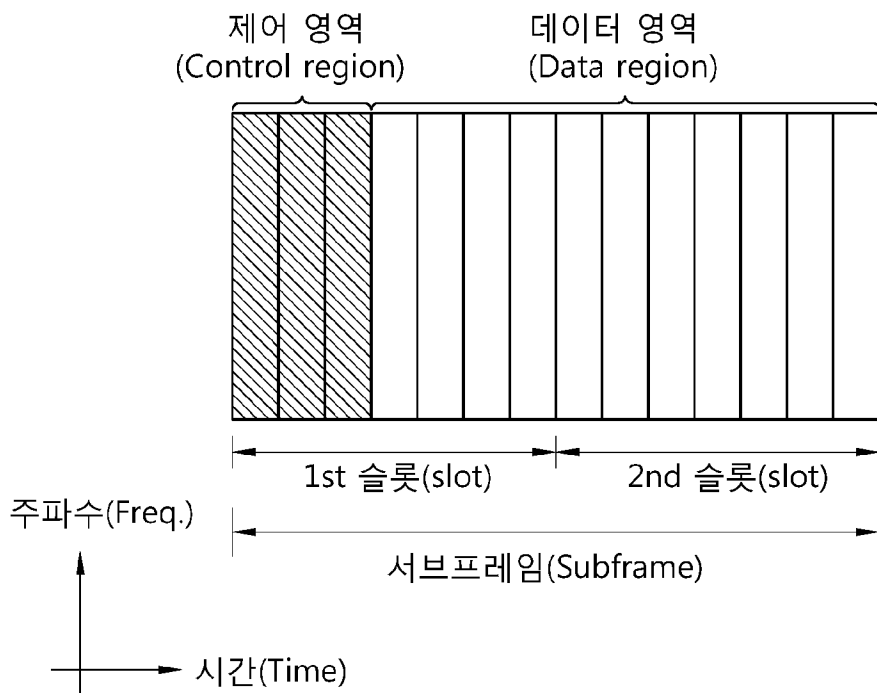
[Fig. 2]



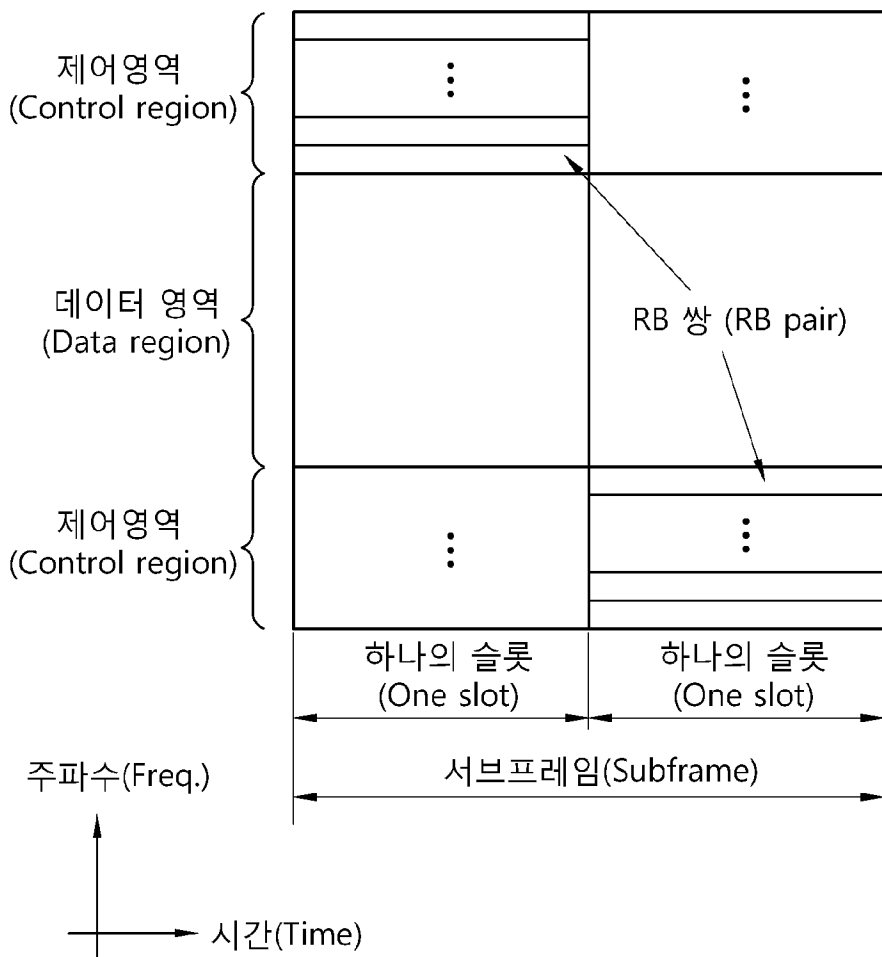
[Fig. 3]



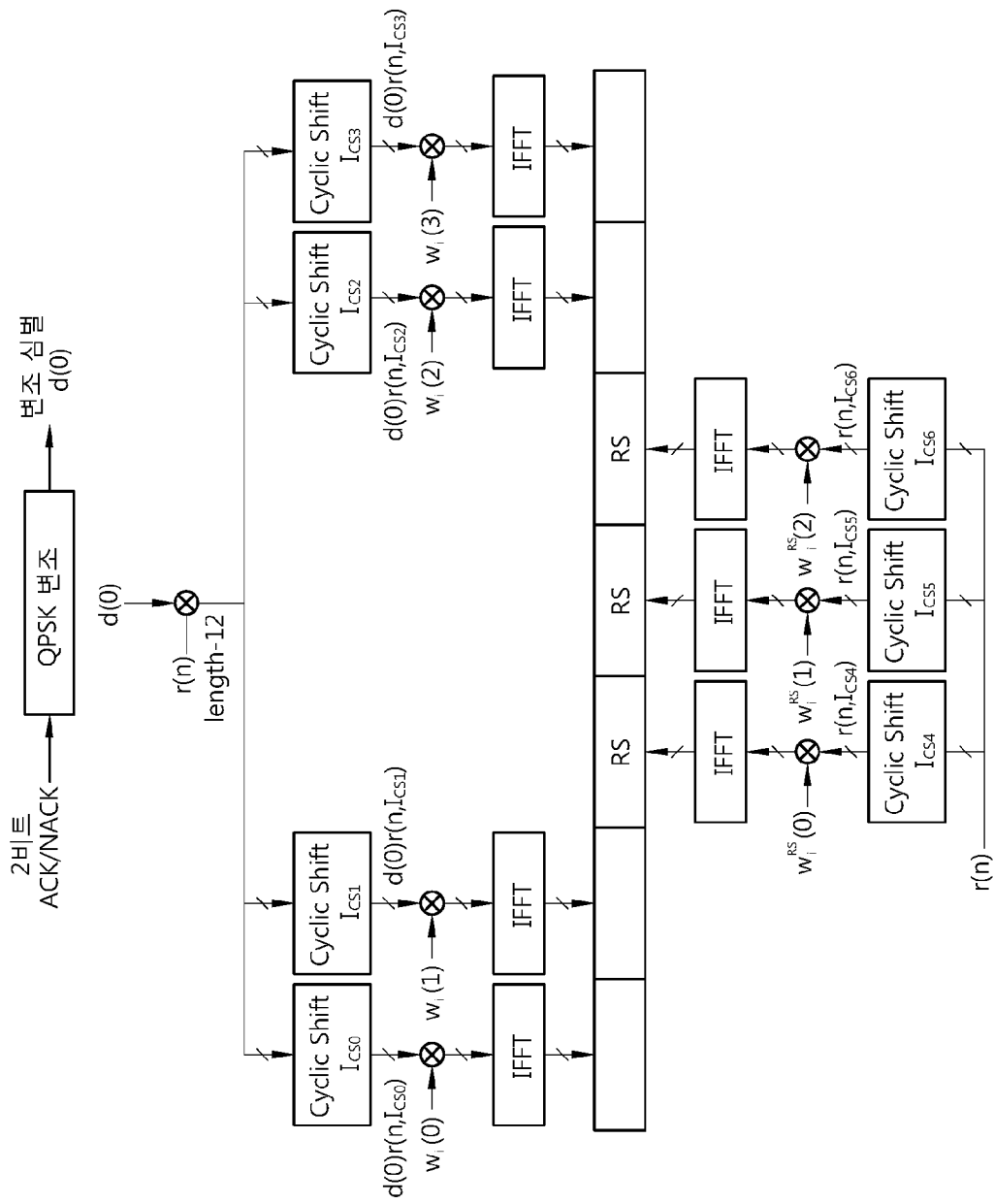
[Fig. 4]



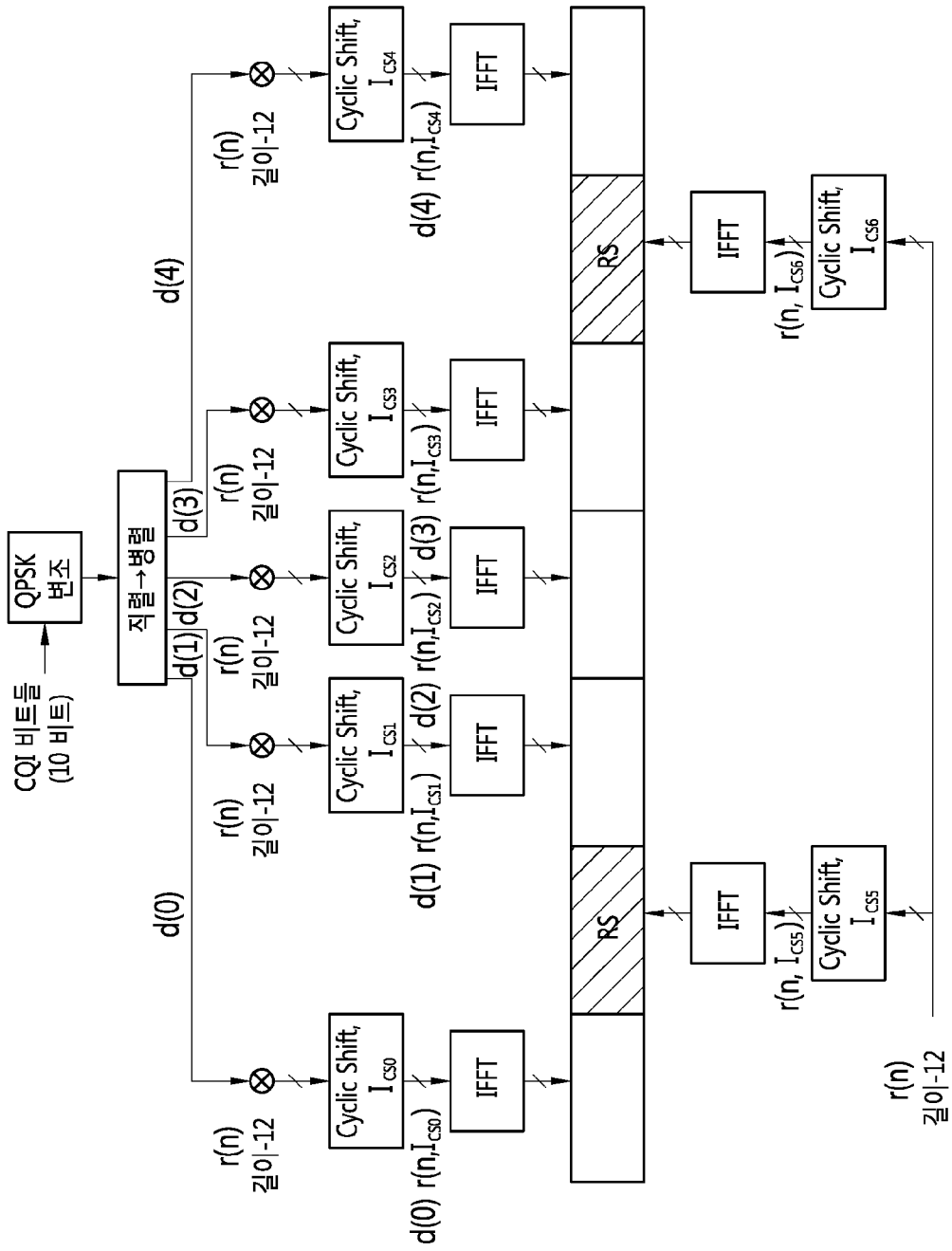
[Fig. 5]



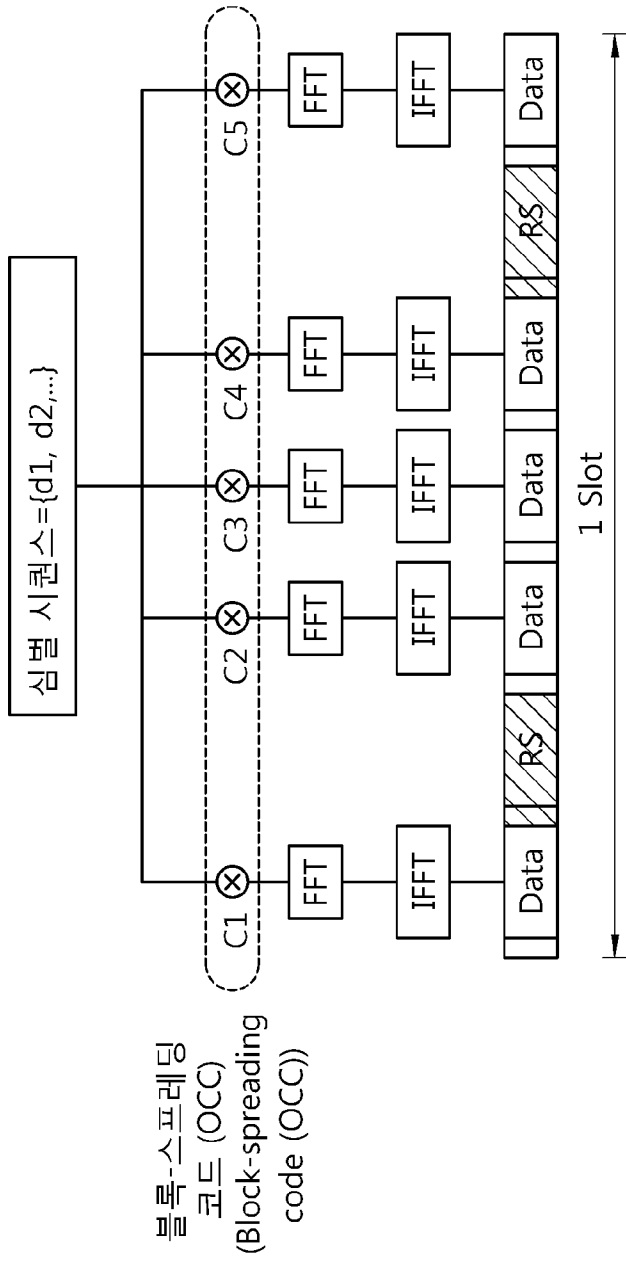
[Fig. 6]



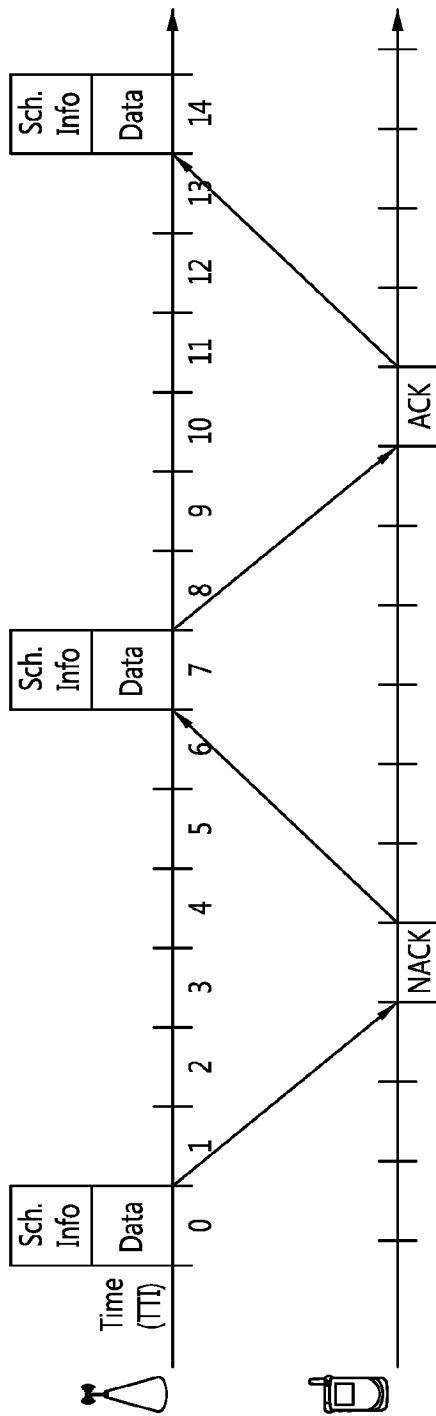
[Fig. 7]



[Fig. 8]

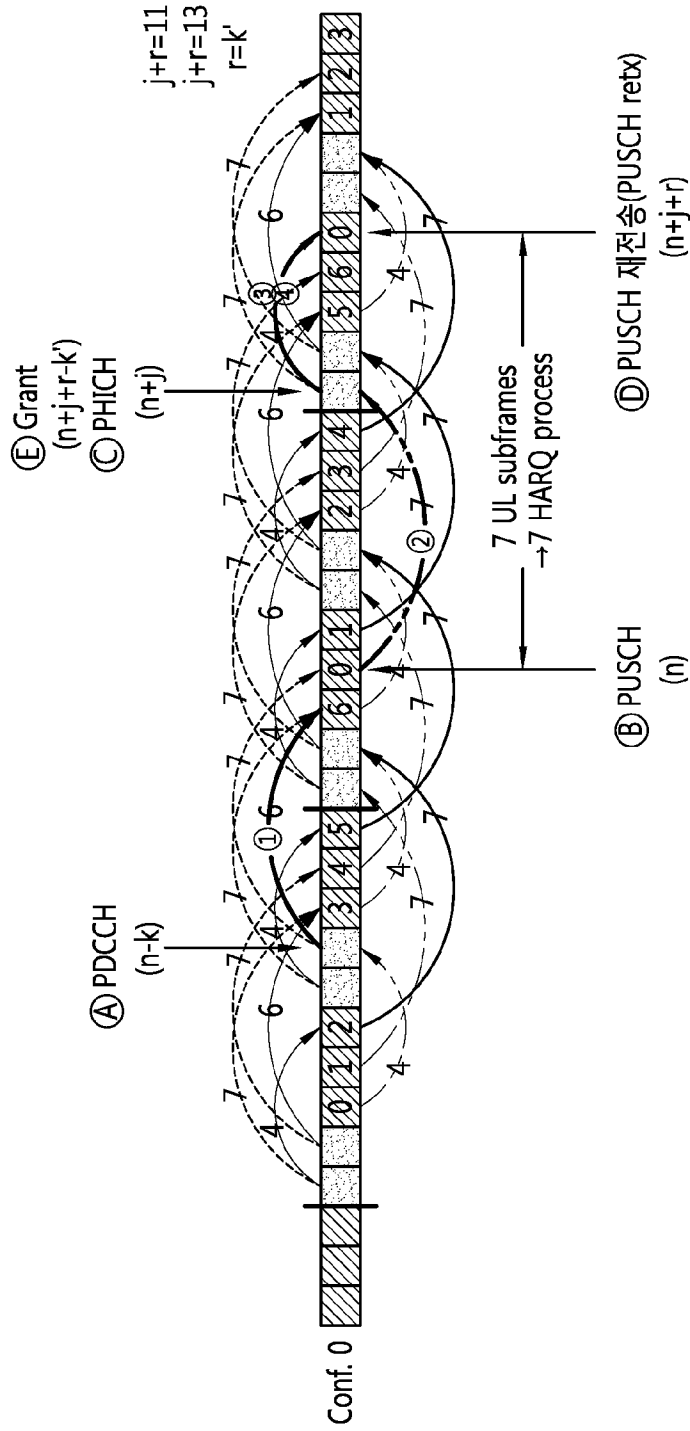


[Fig. 9]



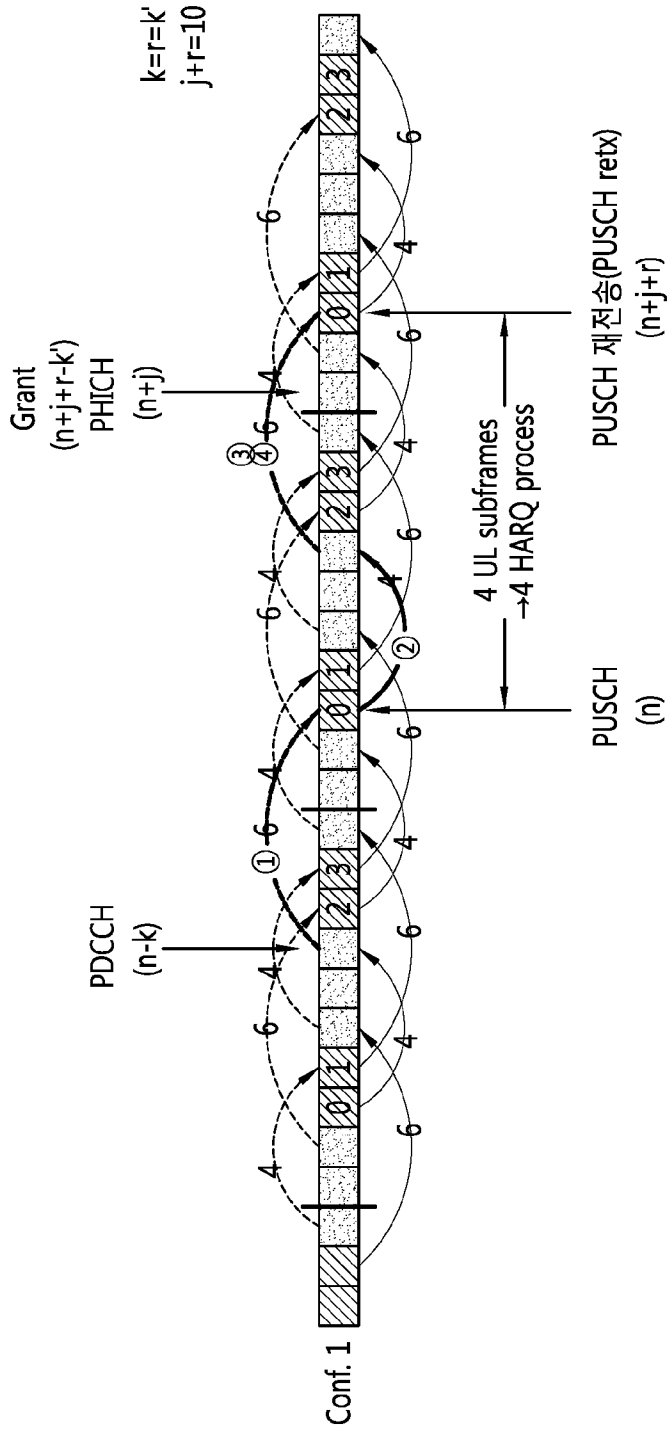
[Fig. 11]

- ① Grant → PUSCH(1st): k
- ② PUSCH(1st) → PHICH: j
- ③ PHICH → PUSCH(2nd): r
- ④ Grant → PUSCH(2nd): k'



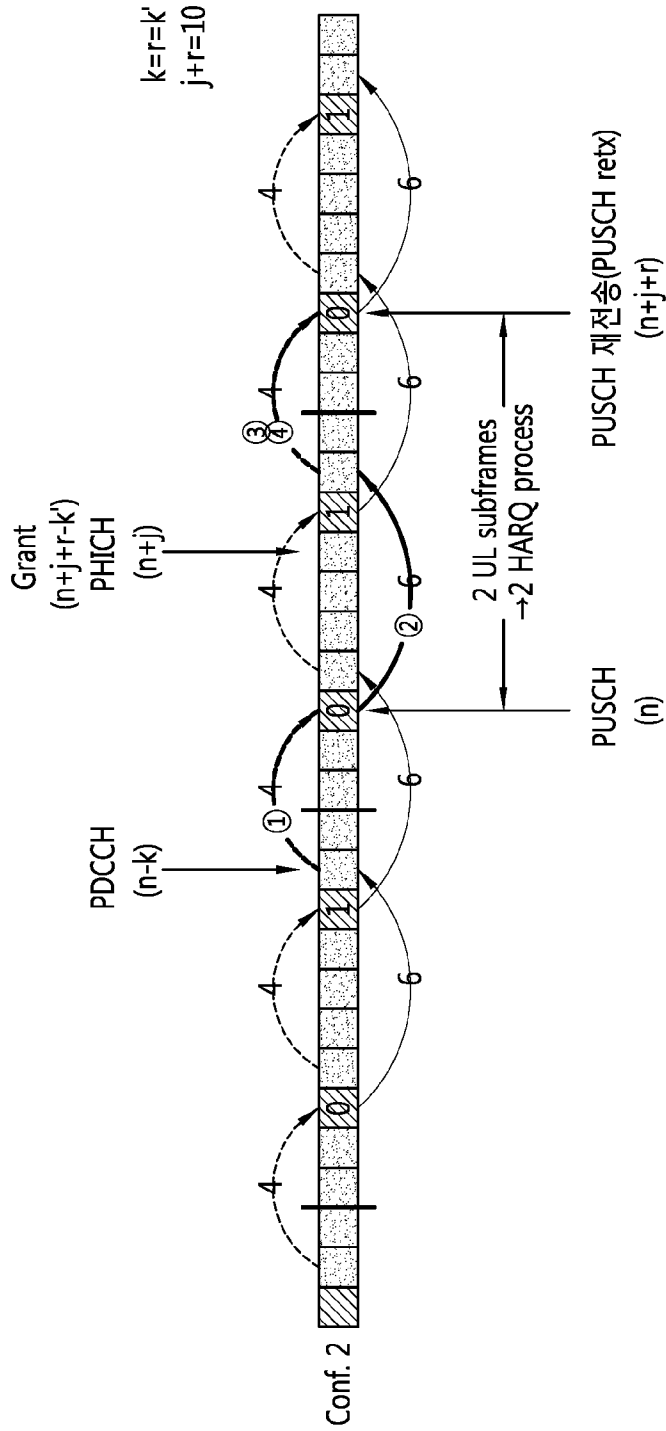
[Fig. 12]

- ① Grant → PUSCH(1st): k
- ② PUSCH(1st) → PHICH: j
- ③ PHICH → PUSCH(2nd): r
- ④ Grant → PUSCH(2nd): k'



[Fig. 13]

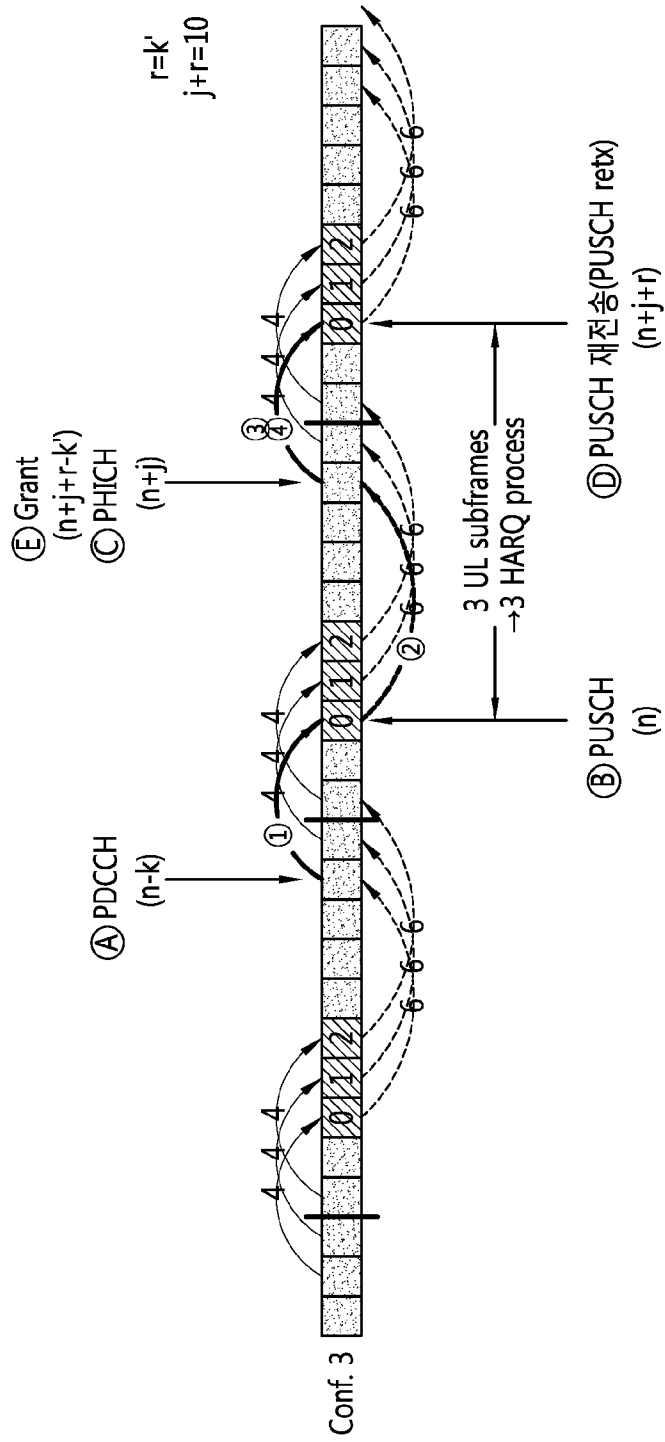
- ① Grant → PUSCH(1st): k
- ② PUSCH(1st) → PHICH: j
- ③ PHICH → PUSCH(2nd): r
- ④ Grant → PUSCH(2nd): k



Conf. 2

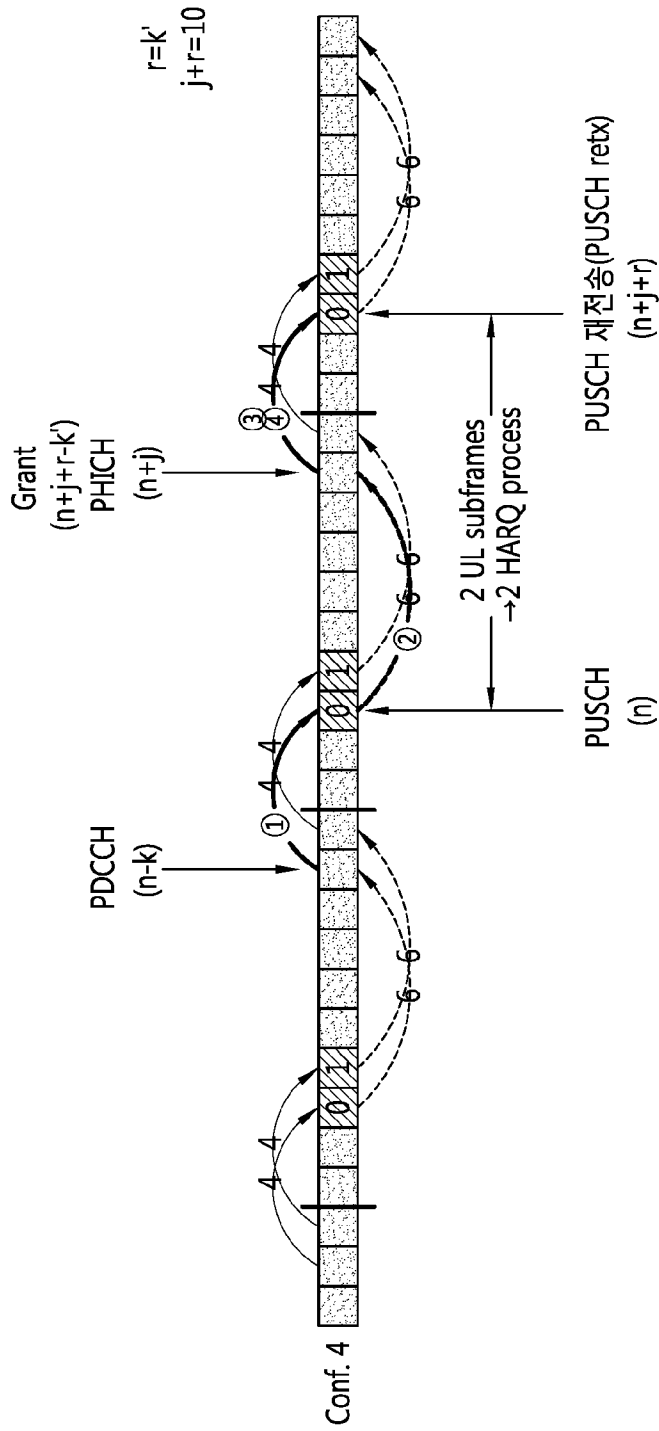
[Fig. 14]

- ① Grant → PUSCH(1st): k
- ② PUSCH(1st) → PHICH: j
- ③ PHICH → PUSCH(2nd): r
- ④ Grant → PUSCH(2nd): k'



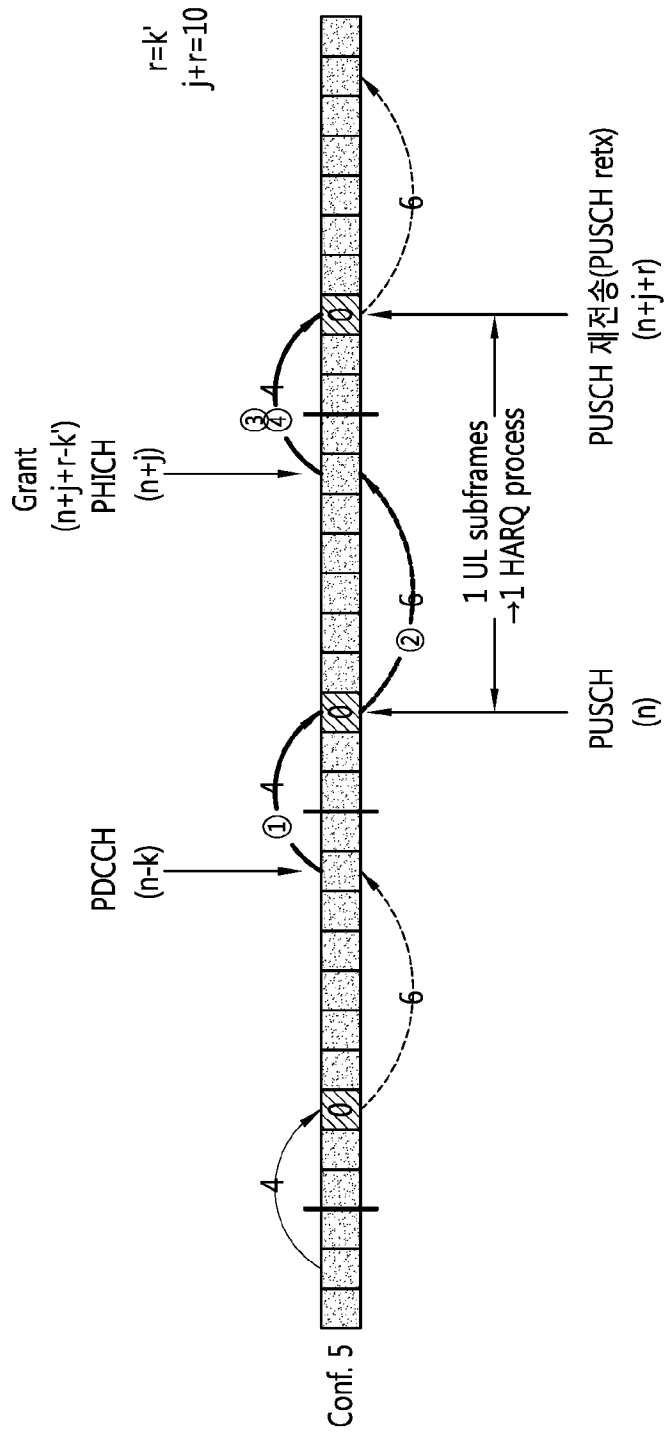
[Fig. 15]

- ① Grant → PUSCH(1st): k
- ② PUSCH(1st) → PHICH: j
- ③ PHICH → PUSCH(2nd): r
- ④ Grant → PUSCH(2nd): k'



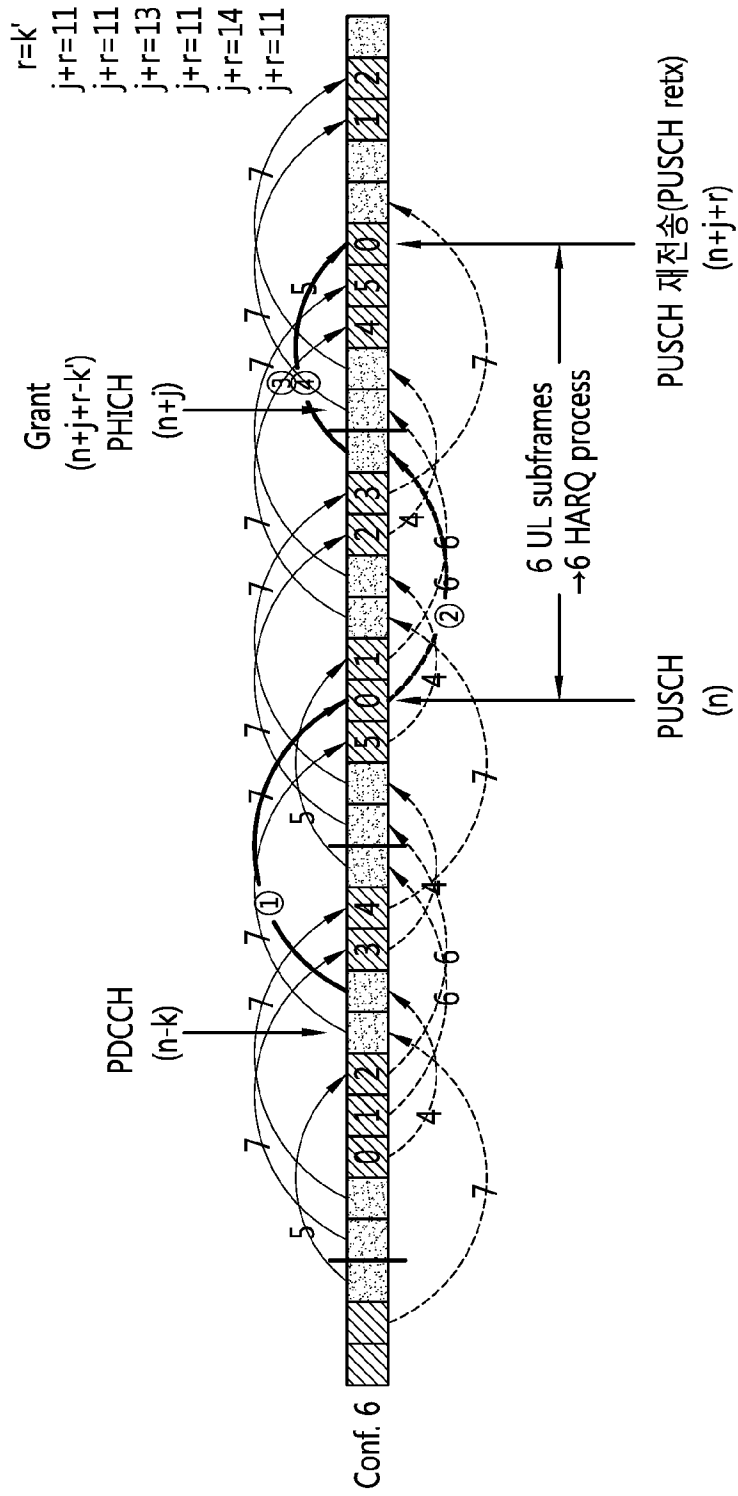
[Fig. 16]

- ① Grant → PUSCH(1st): k
- ② PUSCH(1st) → PHICH: j
- ③ PHICH → PUSCH(2nd): r
- ④ Grant → PUSCH(2nd): k'

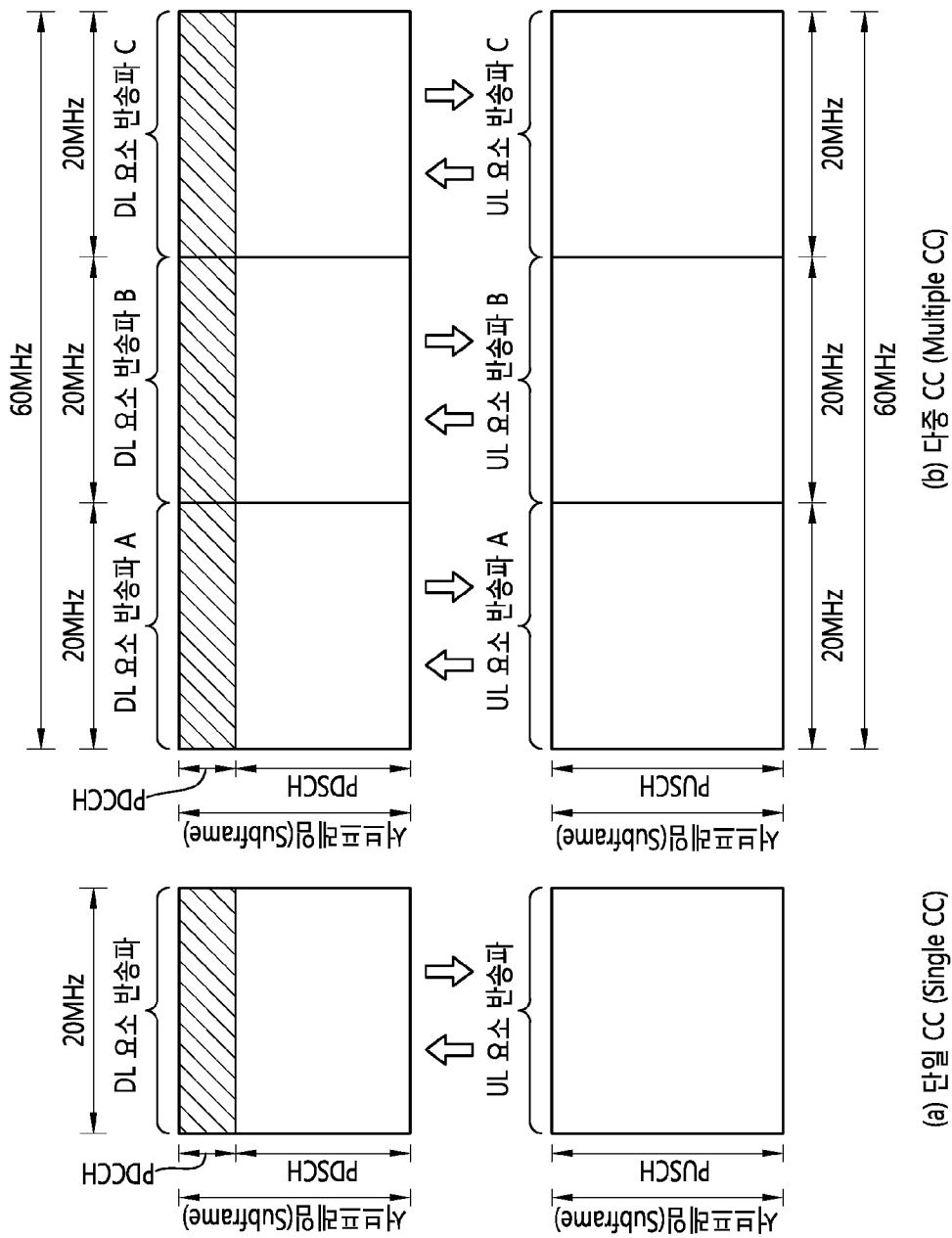


[Fig. 17]

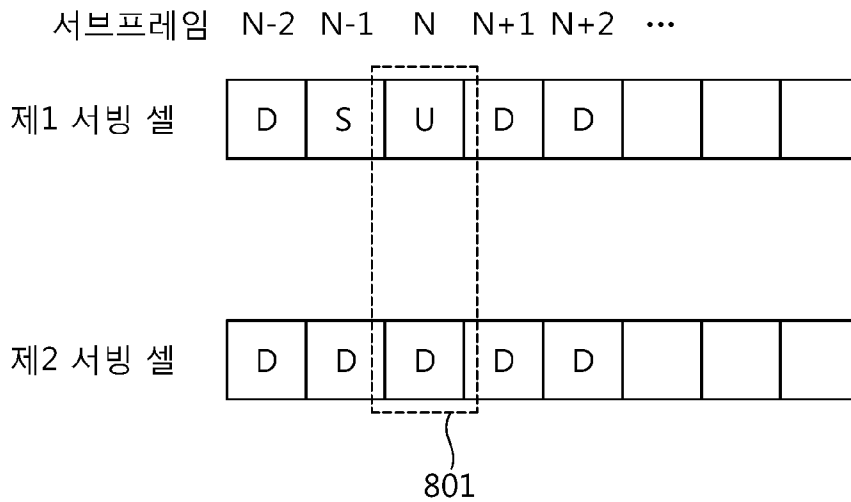
- ① Grant → PUSCH(1st): k
- ② PUSCH(1st) → PHICH: j
- ③ PHICH → PUSCH(2nd): r
- ④ Grant → PUSCH(2nd): k'



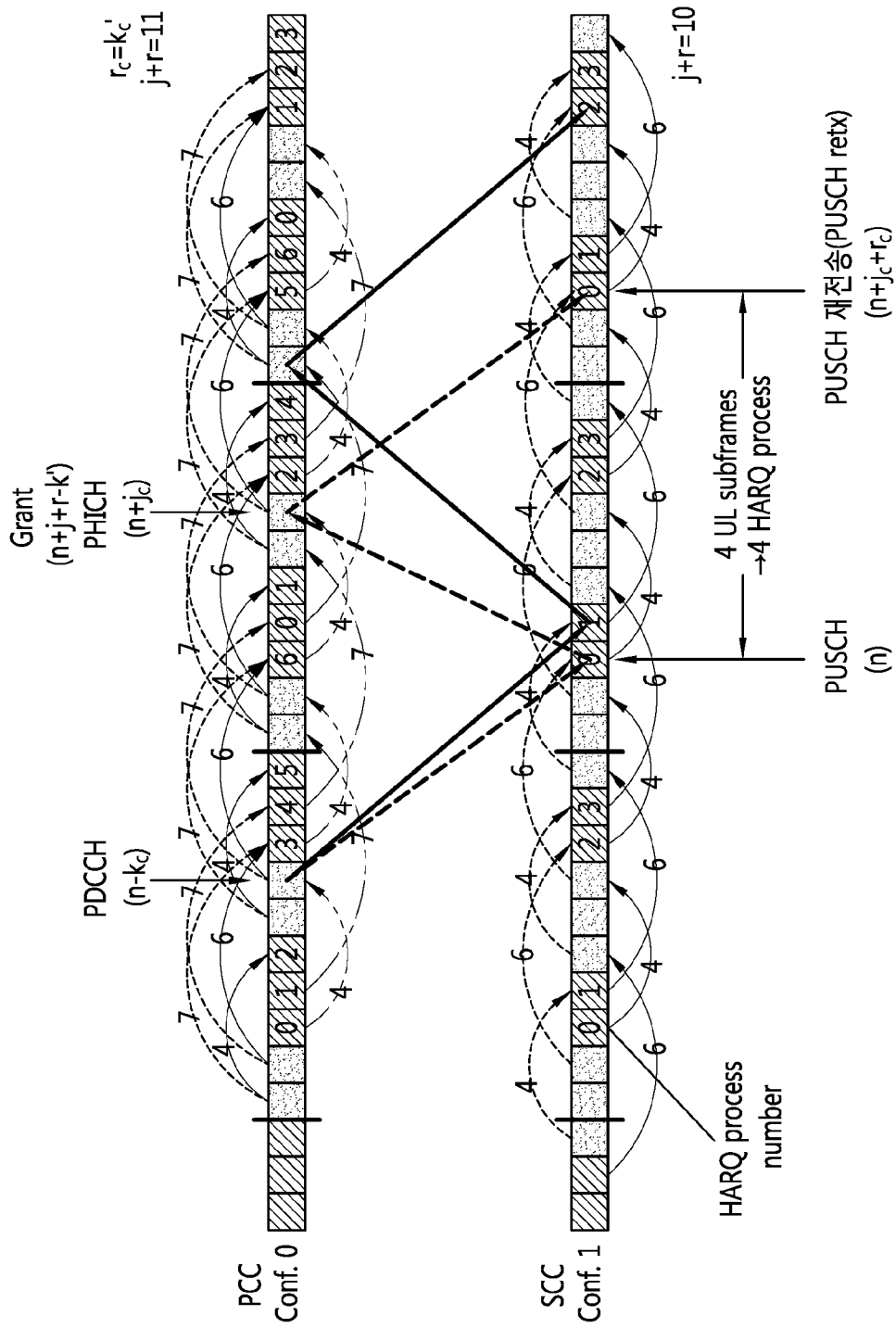
[Fig. 18]



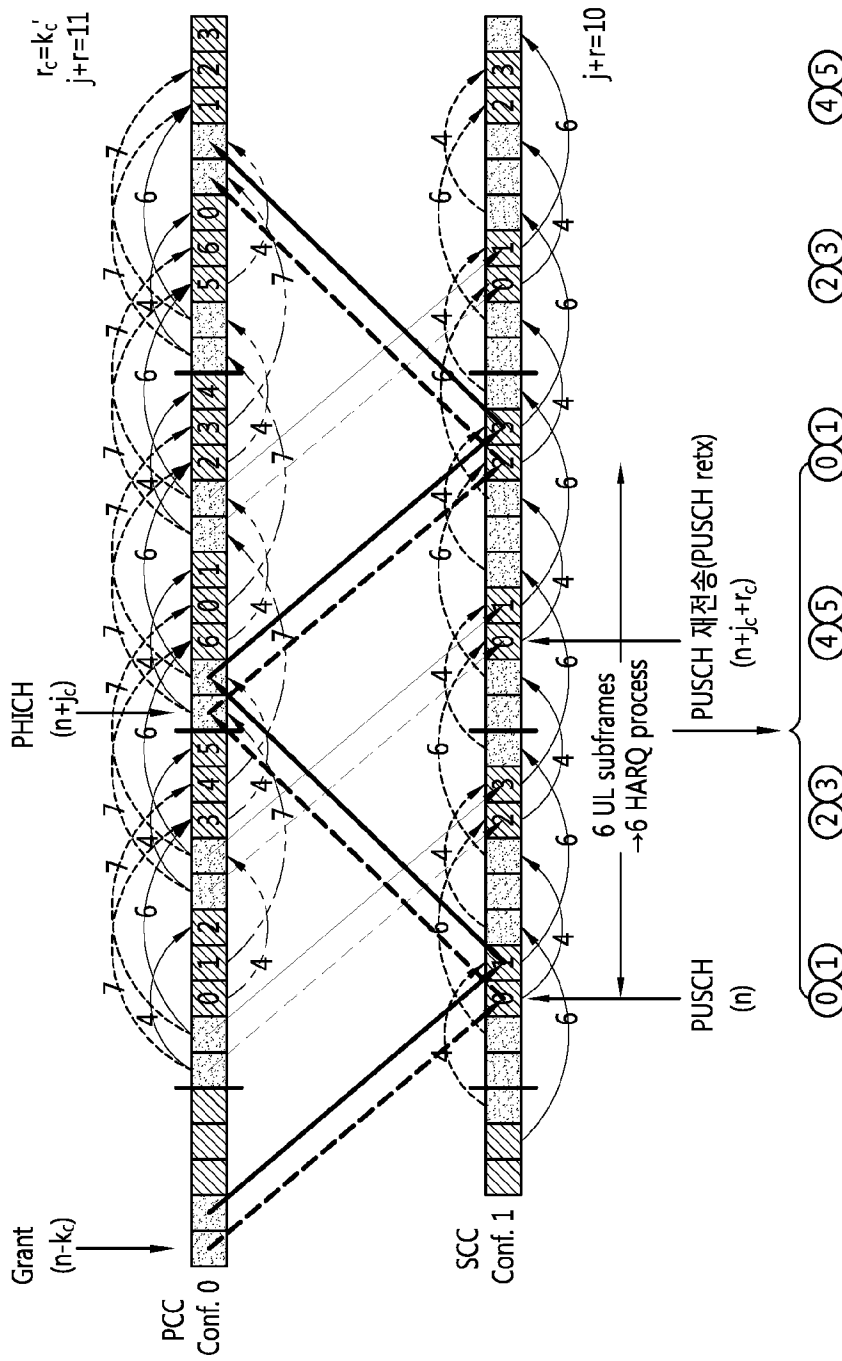
[Fig. 19]



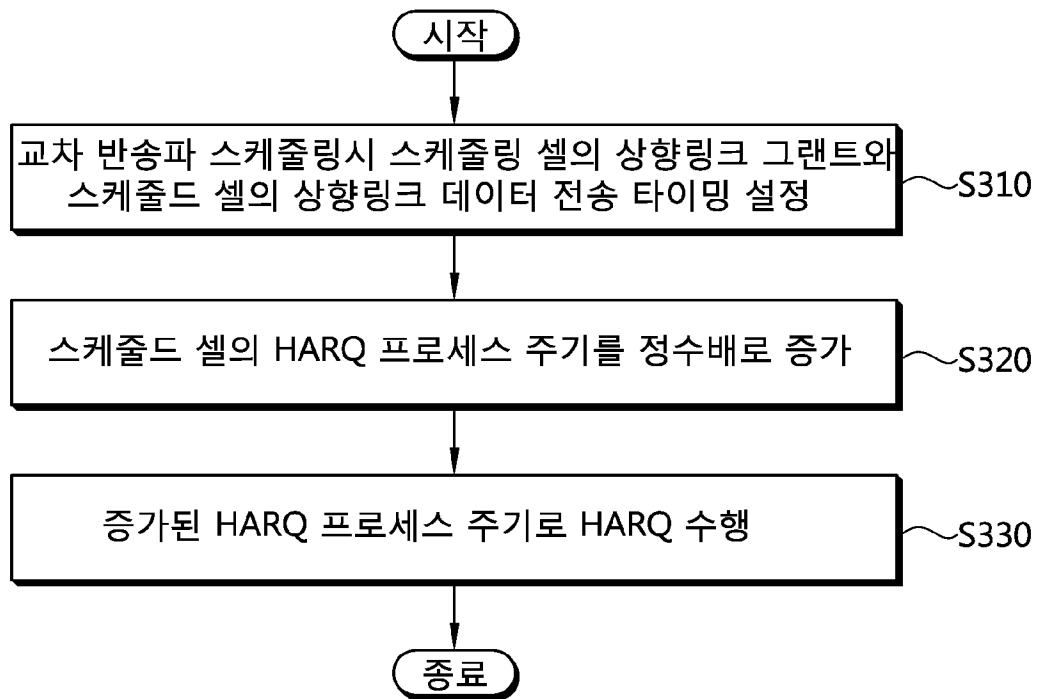
[Fig. 20]



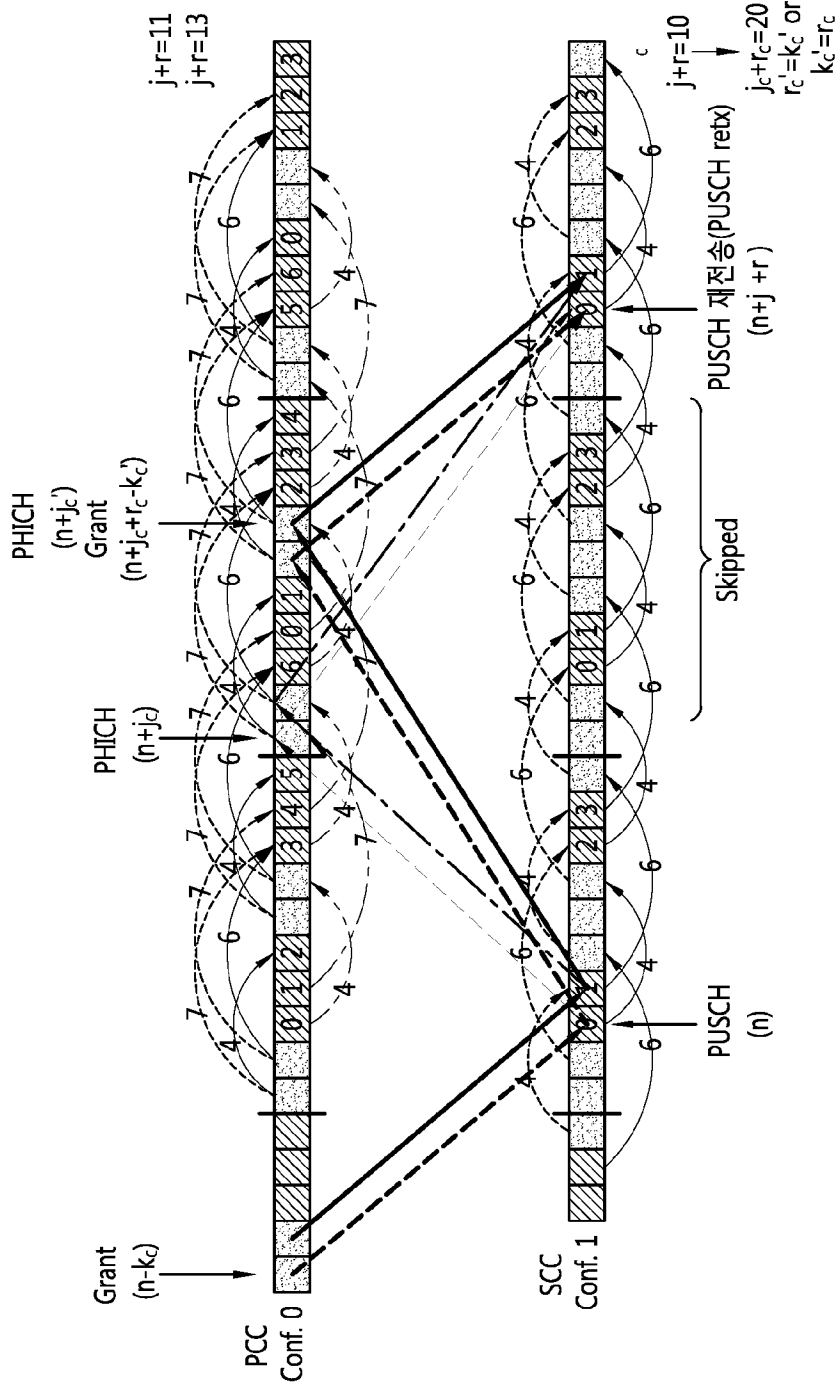
[Fig. 21]



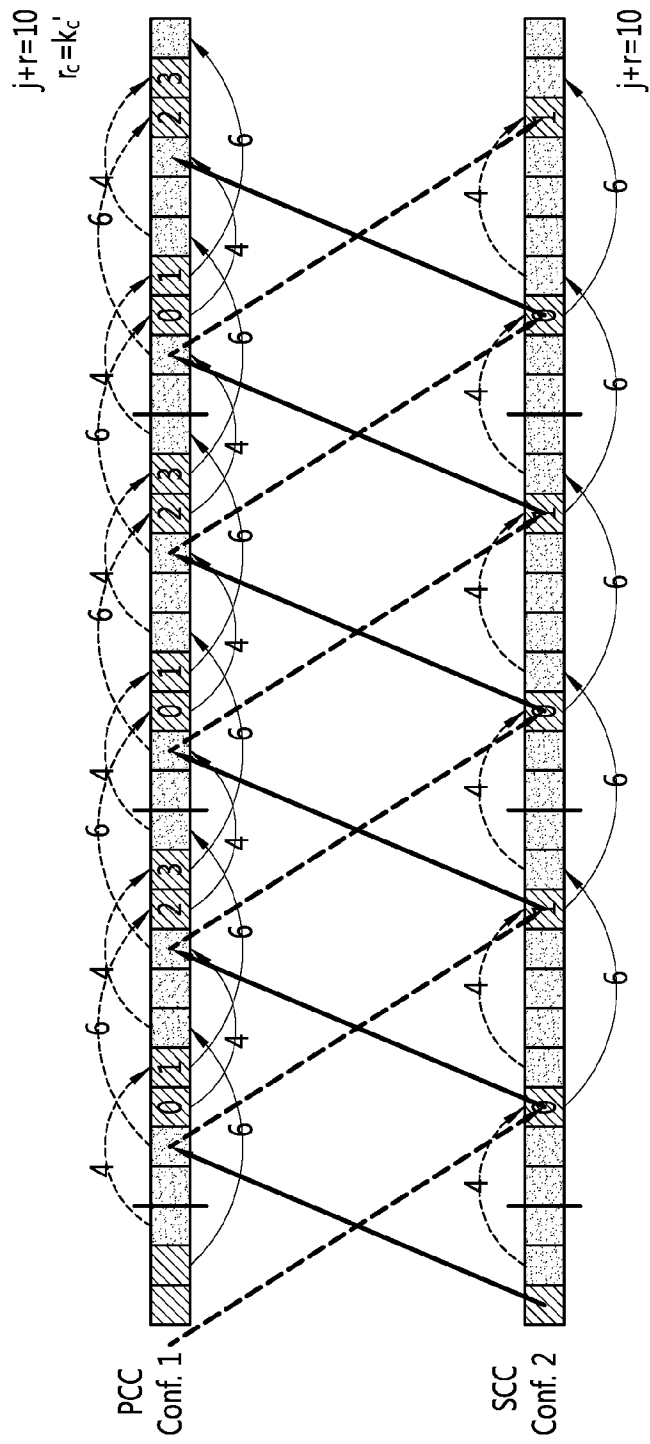
[Fig. 22]



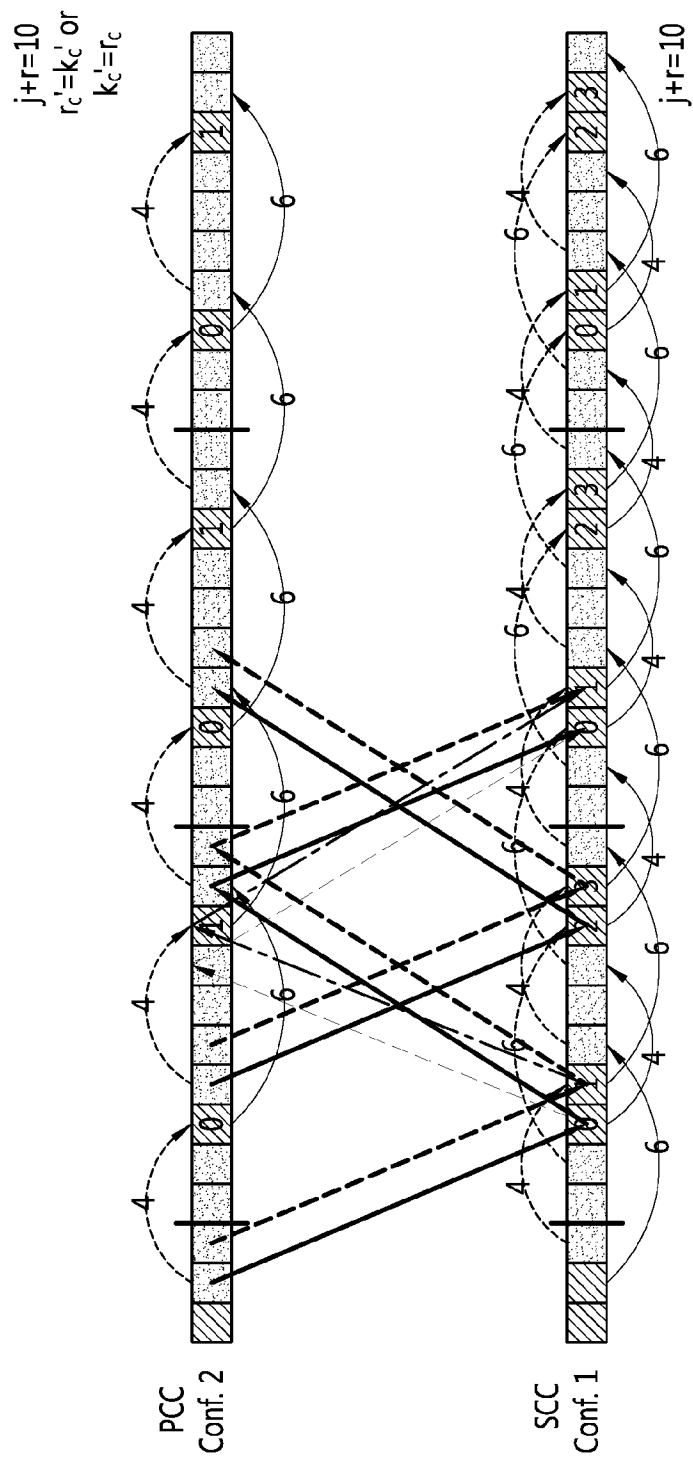
[Fig. 23]



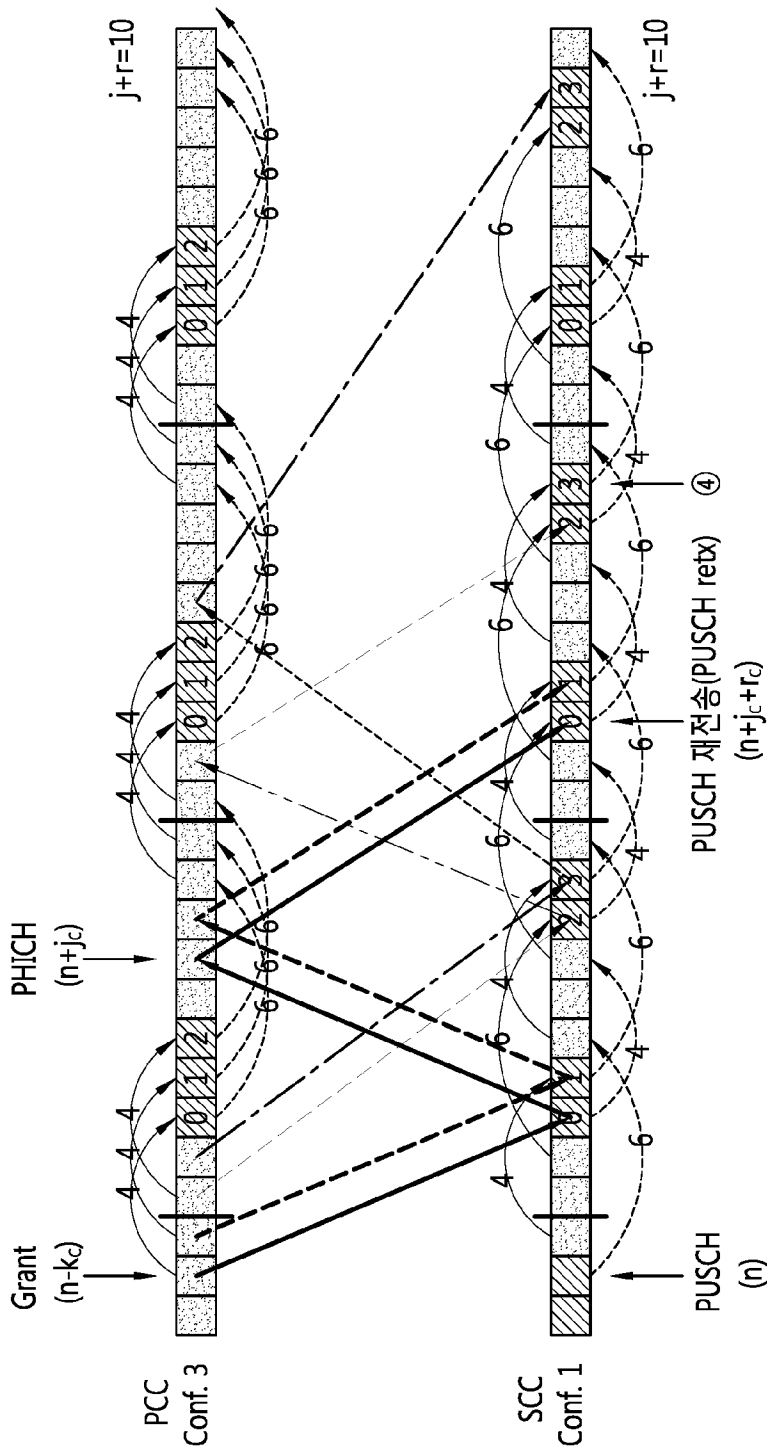
[Fig. 24]



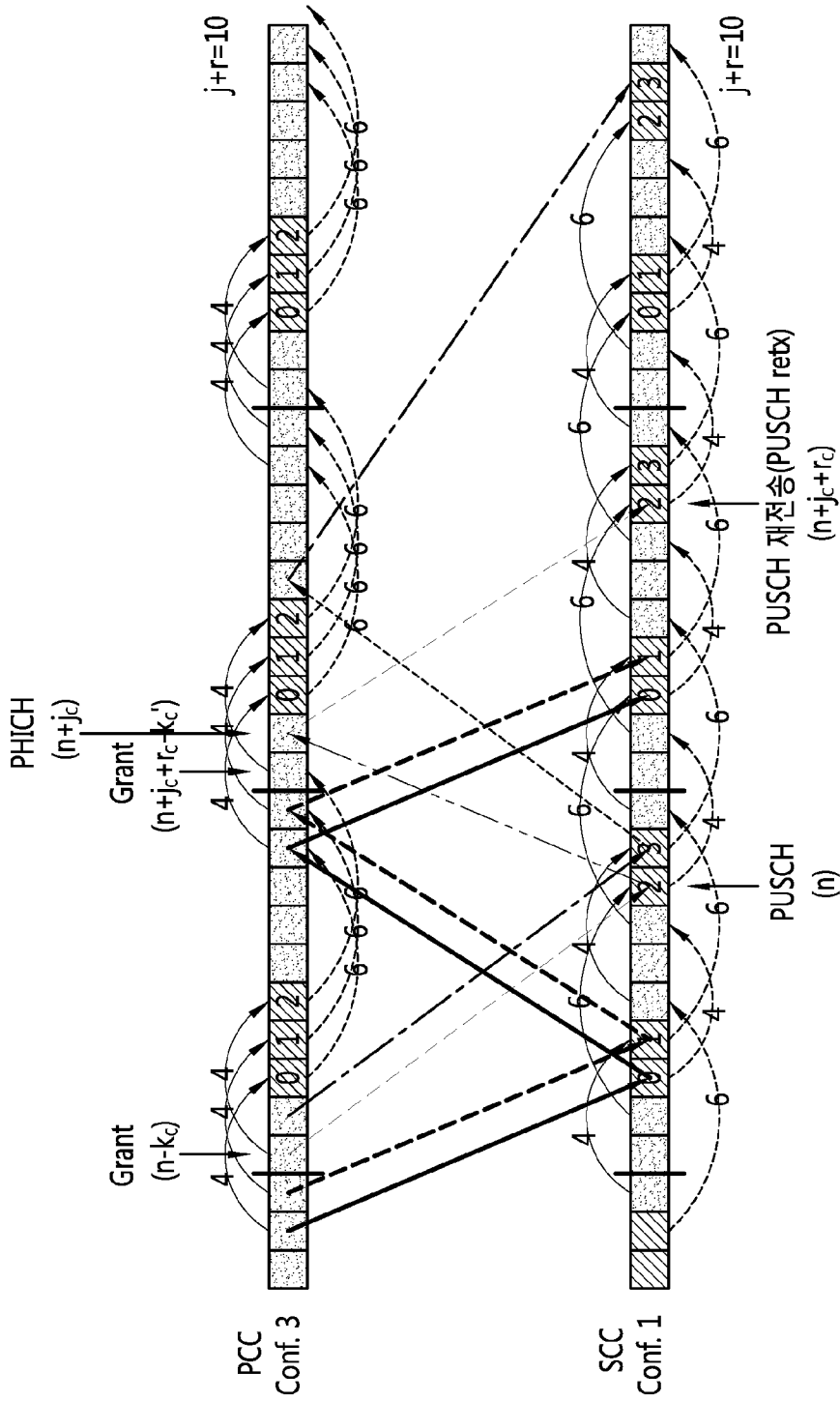
[Fig. 25]



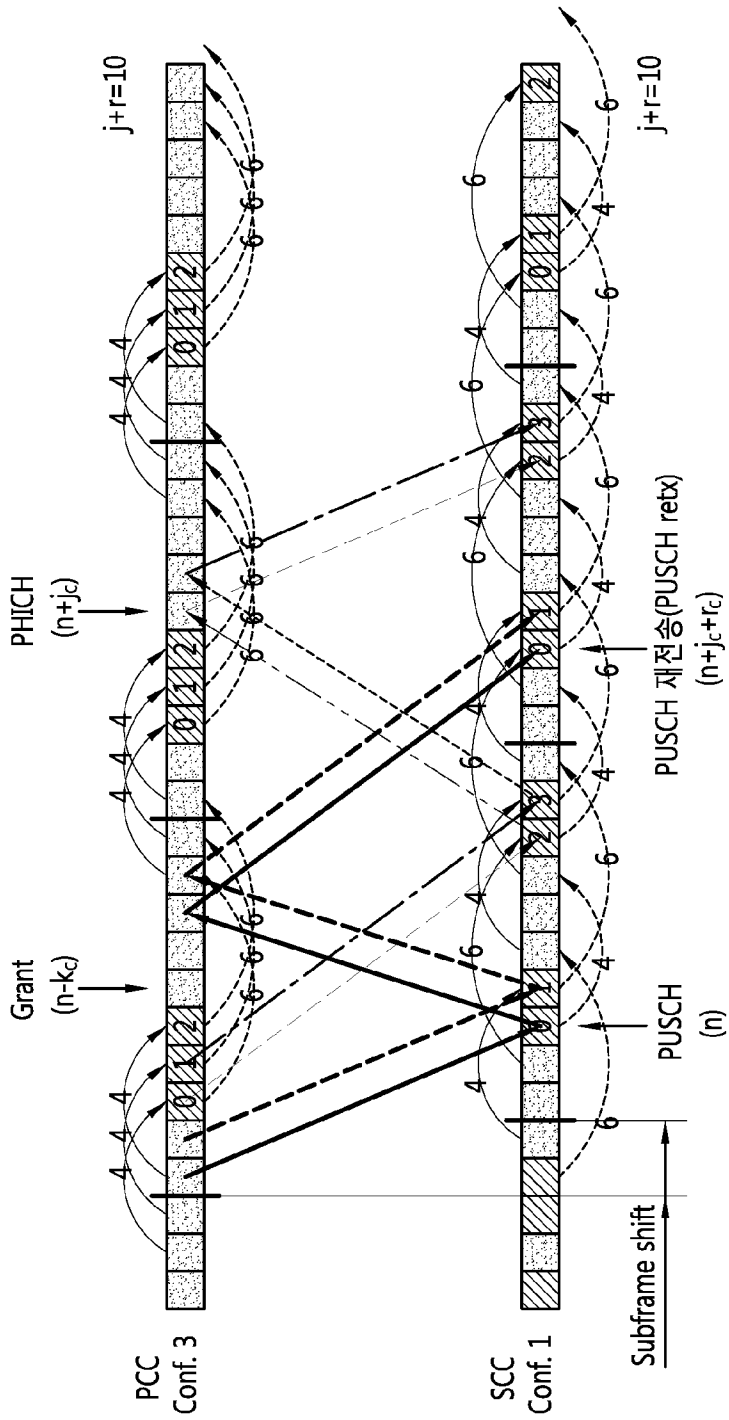
[Fig. 26]



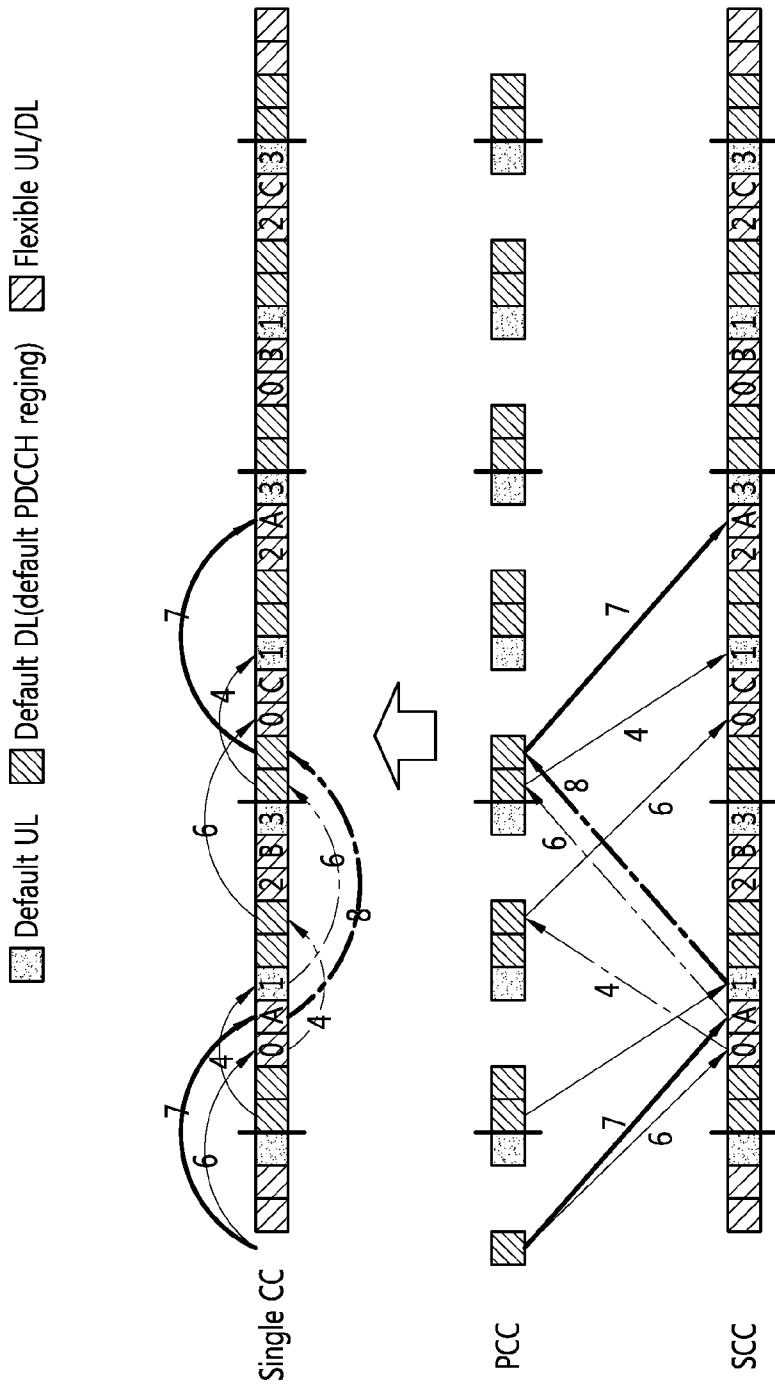
[Fig. 28]



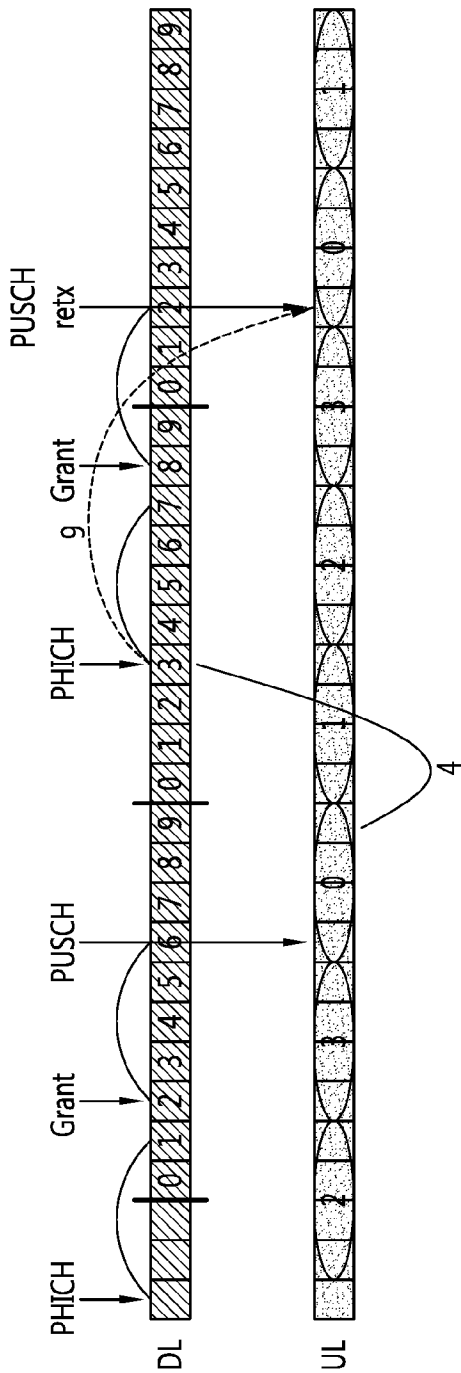
[Fig. 29]



[Fig. 30]



[Fig. 31]



[Fig. 32]

