

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2013년 4월 18일 (18.04.2013)

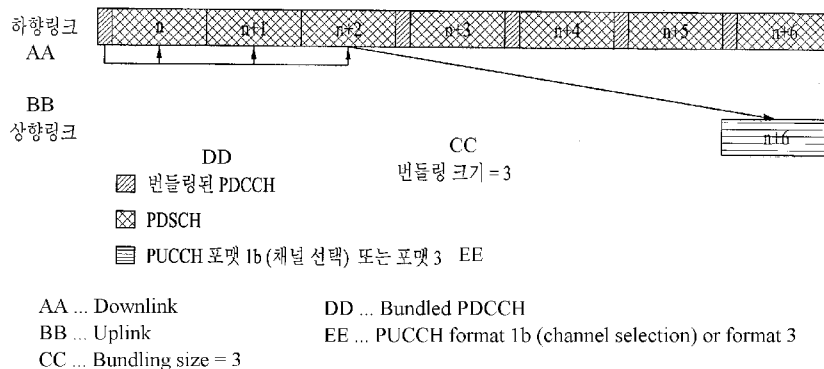


(10) 국제공개번호  
WO 2013/055128 A2

- (51) 국제특허분류: H04J 11/00 (2006.01) H04L 1/18 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)
  - (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/008272
  - (22) 국제출원일: 2012년 10월 11일 (11.10.2012)
  - (25) 출원언어: 한국어
  - (26) 공개언어: 한국어
  - (30) 우선권정보: 61/545,598 2011년 10월 11일 (11.10.2011) US
  - (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 150-721 서울 영등포구 여의도동 20, Seoul (KR).
  - (72) 발명자: 김진민 (KIM, Jinmin); 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 한승희 (HAN, Seunghee); 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 손혁민 (SON, Hyukmin); 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 이현우 (LEE, Hyunwoo); 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 최혜영 (CHOI, Hyeyoung); 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR).
  - (74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 138-861 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 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, BN, 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, PA, 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, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, 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))

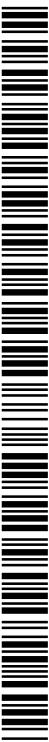
(54) Title: BUNDLING SCHEDULING METHOD IN WIRELESS ACCESS SYSTEM AND APPARATUS THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 무선 접속 시스템에서 번들링 스케줄링 방법 및 이를 위한 장치



(57) Abstract: The present invention relates to a bundling scheduling method in a wireless access system and an apparatus therefor. Specifically, the bundling scheduling method in the wireless access system comprises the steps of: transmitting the bundled downlink control information including a plurality of downlink control information through one physical downlink control channel (PDCCH) to a terminal; transmitting the downlink data, to the terminal, through a plurality of physical downlink shared channels (PDSCH) scheduled by the bundled downlink control information; and receiving acknowledgement/negative-acknowledgement (ACK/NACK) information for the plurality of PDSCHs from the terminal.

(57) 요약서: 본 발명에서는 무선 접속 시스템에서 번들링(bundling) 스케줄링 방법 및 이를 위한 장치가 개시된다. 구체적으로, 복수의 하향링크 제어 정보(Downlink Control Information)를 포함하는 번들링된 하향링크 제어 정보를 하나의 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 단말에 전송하는 단계, 번들링된 하향링크 제어 정보에 의하여 스케줄링 되는 복수의 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 통해 하향링크 데이터를 단말에 전송하는 단계 및 단말로부터 복수의 PDSCH에 대한 ACK/NACK(Acknowledgement/Negative-Acknowledgement) 정보를 수신하는 단계를 포함한다.



WO 2013/055128 A2

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

무선 접속 시스템에서 번들링 스케줄링 방법 및 이를 위한 장치

## 【기술분야】

5       본 발명은 무선 접속 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게 무선 접속 시스템에서 시간 영역 번들링 스케줄링 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

## 【배경기술】

10       차세대 무선 접속 시스템의 요구 조건에서 가장 중요한 것 중 하나는 높은 데이터 전송을 요구량을 지원할 수 있어야 하는 것이다. 이를 위하여 다중 입출력(MIMO: Multiple Input Multiple Output), CoMP(Cooperative Multiple Point transmission), 릴레이(relay) 등 다양한 기술들이 연구되고 있다.

15       종래의 무선 접속 시스템에서는 상향링크와 하향링크 간의 대역폭은 서로 다르게 설정되더라도 주로 하나의 캐리어(carrier)만을 고려하였다. 예를 들어, 단일 캐리어를 기반으로, 상향링크와 하향링크를 구성하는 캐리어의 개수가 각각 1개이고, 상향링크의 대역폭과 하향링크의 대역폭이 일반적으로 서로 대칭적인 무선 통신 시스템이 제공되었다.

20       다만, 주파수 자원이 포화상태인 실정을 감안하여, 보다 높은 데이터 전송을 요구량을 충족시키기 위해 광대역 대역폭을 확보하기 위한 방안으로 산재해 있는 대역들 각각이 독립적인 시스템을 동작시킬 수 있는 기본적인 요구사항을 만족하도록 설계하고, 다수의 대역들을 하나의 시스템으로 묶는 개념인 캐리어 병합(CA: Carrier Aggregation/Multiple Cells)을 도입하고 있다.

여기서, 각각의 독립적인 운용이 가능한 대역폭 단위의 캐리어를 컴포넌트 캐리어(CC: Component Carrier)라고 칭할 수 있다. 증가하는 송신 용량을 지원하기 위해, 최근의 3GPP LTE-A 또는 802.16m은 20MHz 또는 그 이상까지 계속 그 대역폭을 확장하고 있다. 이 경우 하나 또는 그 이상의 컴포넌트 캐리어를  
 5 집성하여 광대역을 지원한다. 예를 들어, 하나의 컴포넌트 캐리어가 5MHz, 10MHz 또는 20MHz의 대역폭을 지원한다면, 최대 5 개의 컴포넌트 캐리어를 묶어 최대 100MHz까지의 시스템 대역폭을 지원하는 것이다.

다만, 이러한 기술이 최대의 성능을 얻기 위하여 기존의 시스템에서 이용되는 하향링크 제어 채널을 동일하게 사용하기 어려운 문제점이 있다.

#### 10 【발명의 상세한 설명】

##### 【기술적 과제】

본 발명의 목적은 무선 접속 시스템에서 단말과 기지국 간 원활하게 상/하향링크 데이터를 스케줄링하기 위한 방법 및 이를 위한 장치를 제안한다.

또한, 본 발명의 목적은 하나의 제어 채널을 통해 복수의 데이터 채널을  
 15 함께 스케줄링하기 위한 방법 및 이를 위한 장치를 제안한다.

또한, 본 발명의 목적은 복수의 데이터 채널을 통해 전송된 데이터에 대한 HARQ-ACK/NACK(Hybrid Automatic Repeat and reQuest Acknowledgement/Negative-ACK) 응답을 원활하게 송수신하기 위한 방법 및 이를 위한 장치를 제안한다.

본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적  
 20 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

## 【기술적 해결방법】

본 발명의 일 양상은, 무선 접속 시스템에서 시간 영역 번들링(bundling) 스케줄링 방법에 있어서, 복수의 하향링크 제어 정보(DCI: Downlink Control Information)를 포함하는 번들링된 DCI를 하나의 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 단말에 전송하는 단계, 번들링된 DCI에 의하여 스케줄링되는 복수의 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 통해 하향링크 데이터를 단말에 전송하는 단계 및 단말로부터 복수의 PDSCH에 대한 ACK/NACK(Acknowledgement/Negative-Acknowledgement) 정보를 수신하는 단계를 포함한다.

본 발명의 다른 양상은, 무선 접속 시스템에서 시간 영역 번들링 스케줄링을 지원하는 기지국에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛 및 복수의 하향링크 제어 정보(DCI)를 포함하는 번들링된 DCI를 하나의 PDCCH를 통해 단말에 전송하고, 번들링된 DCI에 의하여 스케줄링되는 복수의 PDSCH를 통해 하향링크 데이터를 단말에 전송하며, 단말로부터 복수의 PDSCH에 대한 ACK/NACK 정보를 수신하는 프로세서를 포함한다.

바람직하게, ACK/NACK 정보는 복수의 PDSCH에 대한 각각의 ACK/NACK 정보들이 다중화(multiplexing)되어 하나의 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)을 통해 전송된다.

바람직하게, 다중화된 ACK/NACK 정보에 NACK 정보가 포함되는 경우, NACK 정보에 대응되는 PDSCH를 통해 전송된 하향링크 데이터만이 재전송된다.

바람직하게, ACK/NACK 정보는 복수의 PDSCH에 대한 각각의 ACK/NACK 정보들이 번들링되어 하나의 PUCCH를 통해 전송된다.

바람직하게, 번들링된 ACK/NACK 정보가 NACK 정보를 지시하는 경우, 복수의 PDSCH를 통해 전송된 하향링크 데이터 전부가 재전송된다.

바람직하게, ACK/NACK 정보의 전송 시간은 복수의 PDSCH 중 시간 영역에서 가장 마지막 PDSCH를 기준으로 결정된다.

5 바람직하게, ACK/NACK 정보는 복수의 PDSCH에 대하여 각각의 PUCCH를 통해 전송된다.

바람직하게, 복수의 PDSCH 중 시간 영역에서 가장 앞서는 PDSCH를 제외한 나머지 PDSCH에 대한 ACK/NACK 정보의 전송 영역은 번들링된 DCI가 전송된 가장 작은 CCE(control channel element) 인덱스 또는 상위 계층 시그널에 의하여  
10 설정된다.

바람직하게, ACK/NACK 정보는 PUCCH 포맷 1a, 채널 선택(channel selection)을 이용한 PUCCH 포맷 1b 및 PUCCH 포맷 3 중 어느 하나를 이용하여 전송된다.

본 발명의 일 양상은, 무선 접속 시스템에서 시간 영역 번들링 스케줄링  
15 방법에 있어서, 기지국으로부터 복수의 하향링크 제어 정보(DCI)를 포함하는 번들링된 DCI를 하나의 PDCCH를 통해 수신하는 단계, 기지국으로부터 번들링된 DCI에 의하여 스케줄링되는 복수의 PDSCH를 통해 하향링크 데이터를 수신하는 단계 및 복수의 PDSCH에 대한 ACK/NACK 정보를 기지국에 전송하는 단계를 포함한다.

20 본 발명의 다른 양상은, 무선 접속 시스템에서 시간 영역 번들링 스케줄링을 지원하는 단말에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF 유닛 및 기지국으로부터 복수의 하향링크 제어 정보(DCI)를 포함하는 번들링된 DCI를

하나의 PDCCH를 통해 수신하고, 기지국으로부터 번들링된 DCI에 의하여 스케줄링되는 복수의 PDSCH를 통해 하향링크 데이터를 수신하며, 복수의 PDSCH에 대한 ACK/NACK 정보를 기지국에 전송하는 프로세서를 포함한다.

바람직하게, ACK/NACK 정보는 복수의 PDSCH에 대한 각각의 ACK/NACK  
5 정보들이 다중화되어 하나의 PUCCH를 통해 전송된다.

바람직하게, 다중화된 ACK/NACK 정보에 NACK 정보가 포함되는 경우, NACK 정보에 대응되는 PDSCH를 통해 전송된 하향링크 데이터만이 재전송된다.

바람직하게, ACK/NACK 정보는 복수의 PDSCH에 대한 각각의 ACK/NACK  
10 정보들이 번들링되어 하나의 PUCCH를 통해 전송된다.

바람직하게, 번들링된 ACK/NACK 정보가 NACK 정보를 지시하는 경우, 복수의 PDSCH를 통해 전송된 하향링크 데이터 전부가 재전송된다.

바람직하게, ACK/NACK 정보의 전송 시간은 복수의 PDSCH 중 시간 영역에서 가장 마지막 PDSCH를 기준으로 결정된다.

바람직하게, ACK/NACK 정보는 복수의 PDSCH에 대하여 각각의 PUCCH를 통해  
15 전송된다.

바람직하게, 복수의 PDSCH 중 시간 영역에서 가장 앞서는 PDSCH를 제외한 나머지 PDSCH에 대한 ACK/NACK 정보의 전송 영역은 번들링된 DCI가 전송된 가장 작은 CCE 인덱스 또는 상위 계층 시그널에 의하여 설정된다.

바람직하게, ACK/NACK 정보는 PUCCH 포맷 1a, 채널 선택을 이용한 PUCCH  
20 포맷 1b 및 PUCCH 포맷 3 중 어느 하나를 이용하여 전송된다.

#### 【유리한 효과】

본 발명의 실시예에 따르면, 무선 접속 시스템에서 단말과 기지국 간

원활하게 상/하향링크 데이터를 스케줄링할 수 있다.

또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 시간 영역에서 복수의 하향링크 제어 정보가 번들링된 하향링크 제어 정보를 이용하여 복수의 데이터 채널을 함께 스케줄링할 수 있다.

5 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 복수의 데이터 채널을 통해 전송된 데이터에 대한 HARQ-ACK/NACK 응답을 원활하게 송수신할 수 있다.

본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

#### 10 【도면의 간단한 설명】

본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 특징을 설명한다.

15 도 1은 3GPP LTE 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 3GPP LTE에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

도 3은 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.

도 4는 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

20 도 5는 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 6은 LTE 시스템의 컴포넌트 캐리어(CC) 및 LTE\_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합의 일례를 나타내는 도면이다.

도 7은 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 LTE-A 시스템의 서브 프레임 구조를 나타낸다.

도 8은 매크로 셀과 마이크로 셀을 포함하는 이중 네트워크 무선 통신 시스템에서 발생할 수 있는 간섭을 예시하는 도면이다.

5       도 9는 매크로-피코 네트워크에서 매크로 셀에서의 ABS의 구성을 예시하는 도면이다.

도 10은 시간 영역 ICIC(Inter-Cell Interference Coordination)의 일환으로 CSG 시나리오를 예시한다.

10       도 11은 시간 영역 ICIC(Inter-Cell Interference Coordination)의 일환으로 피코 시나리오를 예시한다.

도 12는 FDD 시스템에서 기존의 PDCCH를 이용하여 하향링크 자원 할당 절차를 예시한다.

도 13을 본 발명의 일 실시예에 따른 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링을 예시한 도면이다.

15       도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링을 예시한 도면이다.

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 번들링된 PDSCH에 대한 PUCCH 전송을 예시하는 도면이다.

20       도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 번들링된 PDSCH에 대한 PUCCH 전송을 예시하는 도면이다.

도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.



## 【발명의 실시를 위한 형태】

이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.

몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다.

본 명세서에서 본 발명의 실시예들을 기지국과 단말 간의 데이터 송신 및 수신에 관한 관계를 중심으로 설명한다. 여기서, 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미를 갖는다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다. 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. '기지국(BS: Base Station)'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(AP: Access Point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 중계기는 Relay Node(RN), Relay Station(RS) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(Terminal)'은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station),

SS(Subscriber Station) 등의 용어로 대체될 수 있다.

이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.

5        본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802 시스템, 3GPP 시스템, 3GPP LTE 및 LTE-A(LTE-Advanced)시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는  
10        부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.

이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency  
division multiple access), TDMA(time division multiple access),  
OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single  
carrier frequency division multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속  
15        시스템에 이용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로  
20        구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-  
20        20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)은 E-UTRA를

사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다.

설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다.

## 5 1. 본 발명이 적용될 수 있는 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 일반

### 1. 1. 시스템 일반

도 1은 3GPP LTE 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

전원이 꺼진 상태에서 다시 전원이 켜지거나, 새로이 셀에 진입한 단말은 S11 단계에서 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색 (Initial cell search) 작업을 수행한다. 이를 위해 단말은 기지국으로부터 주동기 채널 (P-SCH: Primary Synchronization Channel) 및 부동기 채널 (S-SCH: Secondary Synchronization Channel)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득한다.

15 그 후, 단말은 기지국으로부터 물리방송채널 (PBCH: Physical Broadcast Channel) 신호를 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, 단말은 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 참조 신호 (DL RS: Downlink Reference Signal)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.

초기 셀 탐색을 마친 단말은 S12 단계에서 물리하향링크제어채널 (PDCCH: Physical Downlink Control Channel) 및 물리하향링크제어채널 정보에 따른 물리하향링크공유 채널 (PDSCH: Physical Downlink Shared Channel)을 수신하여 조금 더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다.

이후, 단말은 기지국에 접속을 완료하기 위해 이후 단계 S13 내지 단계 S16과 같은 임의 접속 과정 (Random Access Procedure)을 수행할 수 있다. 이를 위해 단말은 물리임의접속채널 (PRACH: Physical Random Access Channel)을 통해 프리앰블 (preamble)을 전송하고(S13), 물리하향링크제어채널 및 이에 대응하는 물리하향링크공유 채널을 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S14). 경쟁 기반 임의 접속의 경우, 단말은 추가적인 물리임의접속채널 신호의 전송(S15) 및 물리하향링크제어채널 신호 및 이에 대응하는 물리하향링크공유 채널 신호의 수신(S16)과 같은 충돌해결절차 (Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.

상술한 바와 같은 절차를 수행한 단말은 이후 일반적인 상/하향링크 신호 전송 절차로서 물리하향링크제어채널 신호 및/또는 물리하향링크공유채널 신호의 수신(S17) 및 물리상향링크공유채널 (PUSCH: Physical Uplink Shared Channel) 신호 및/또는 물리상향링크제어채널 (PUCCH: Physical Uplink Control Channel) 신호의 전송(S18)을 수행할 수 있다.

단말이 기지국으로 전송하는 제어정보를 통칭하여 상향링크 제어정보(UCI: Uplink Control Information)라고 지칭한다. UCI는 HARQ-ACK/NACK (Hybrid Automatic Repeat and reQuest Acknowledgement/Negative-ACK), SR (Scheduling Request), CQI (Channel Quality Indication), PMI (Precoding Matrix Indication), RI (Rank Indication) 정보 등을 포함한다.

LTE 시스템에서 UCI는 일반적으로 PUCCH를 통해 주기적으로 전송되지만, 제어정보와 트래픽 데이터가 동시에 전송되어야 할 경우 PUSCH를 통해 전송될 수 있다. 또한, 네트워크의 요청/지시에 의해 PUSCH를 통해 UCI를 비주기적으로

전송할 수 있다.

도 2는 3GPP LTE에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

도 2의 (a)는 타입 1 프레임 구조(frame structure type 1)를 나타낸다.

타입 1 프레임 구조는 전이중(full duplex) FDD(Frequency Division Duplex)  
5 시스템과 반이중(half duplex) FDD 시스템 모두에 적용될 수 있다.

하나의 무선 프레임(radio frame)은  $T_f = 307200 \cdot T_s = 10 \text{ ms}$ 의 길이를 가지고,  
 $T_{\text{slot}} = 15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$ 의 균등한 길이를 가지며 0부터 19의 인덱스가 부여된  
20개의 슬롯으로 구성된다. 하나의 서브프레임은 2개의 연속된 슬롯으로  
정의되며,  $i$ 번째 서브프레임은  $2i$ 와  $2i+1$ 에 해당하는 슬롯으로 구성된다. 즉,  
10 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성된다. 하나의  
서브프레임을 전송하는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라  
한다. 여기서,  $T_s$ 는 샘플링 시간을 나타내고,  $T_s = 1/(15\text{kHz} \times 2048) = 3.2552 \times 10^{-8}$   
(약 33ns)로 표시된다. 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼 또는 SC-FDMA  
심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의 자원블록(RB: Resource Block)을  
15 포함한다.

하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division  
multiplexing) 심볼을 포함한다. 3GPP LTE는 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로  
OFDM 심볼은 하나의 심볼 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것이다. OFDM  
심볼은 하나의 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간이라고 할 수 있다. 자원  
20 블록(resource block)은 자원 할당 단위이고, 하나의 슬롯에서 복수의 연속적인  
부 반송파(subcarrier)를 포함한다.

전이중 FDD 시스템에서는 각 10ms 구간 동안 10개의 서브프레임은 하향링크

전송과 상향링크 전송을 위해 동시에 이용될 수 있다. 이때, 상향링크와 하향링크 전송은 주파수 영역에서 분리된다. 반면, 반이중 FDD 시스템의 경우 단말은 전송과 수신을 동시에 할 수 없다.

도 2의 (b)는 타입 2 프레임 구조(frame structure type 2)를 나타낸다.

5 타입 2 프레임 구조는 TDD 시스템에 적용된다. 하나의 무선 프레임(radio frame)은  $T_f = 307200 \cdot T_s = 10 \text{ ms}$  의 길이를 가지며,  $153600 \cdot T_s = 5 \text{ ms}$  길이를 가지는 2개의 하프프레임(half-frame)으로 구성된다. 각 하프프레임은  $30720 \cdot T_s = 1 \text{ ms}$  의 길이를 가지는 5개의 서브프레임으로 구성된다.  $i$ 번째 서브프레임은  $2i$  와  $2i+1$ 에 해당하는 각  $T_{\text{slot}} = 15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$  의 길이를 가지는 2개의 슬롯으로  
10 구성된다. 여기에서,  $T_s$  는 샘플링 시간을 나타내고,  $T_s = 1/(15\text{kHz} \times 2048) = 3.2552 \times 10^{-8}$  (약 33ns)로 표시된다.

타입 2 프레임에는 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(GP: Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)인 3가지의 필드로 구성되는 특별 서브프레임을 포함한다. 여기서, DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는  
15 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

표 1은 특별 프레임의 구성(DwPTS/GP/UpPTS의 길이)을 나타낸다.

20 【표 1】

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

상술한 무선 프레임의 구조는 하나의 예시에 불과하며, 무선 프레임에 포함되는 서브 프레임의 수 또는 서브 프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

5 도 3은 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.

도 3을 참조하면, 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 여기서, 하나의 하향링크 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원 블록은 주파수 영역에서 12개의 부 반송파를 포함하는 것을  
 10 예시적으로 기술하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

자원 그리드 상에서 각 요소(element)를 자원 요소(RE: Resource Element)라고 하고, 하나의 자원 블록은  $12 \times 7$  개의 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원 블록들의 수 NDL은 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와  
 15 동일할 수 있다.

도 4는 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 4를 참조하면, 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과

데이터 영역으로 나눌 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH이 할당된다. 데이터 영역은 사용자 데이터를 나르는 PUSCH이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH을 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH에는 서브 프레임 내에 RB 쌍이  
 5 할당된다. RB 쌍에 속하는 RB들은 2개의 슬롯들의 각각에서 서로 다른 부 반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당된 RB 쌍은 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다.

도 5는 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 5를 참조하면, 서브 프레임 내의 첫번째 슬롯에서 앞의 최대 3개의 OFDM  
 10 심볼들이 제어 채널들이 할당되는 제어 영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심볼들은 PDSCH이 할당되는 데이터 영역(data region)이다. 3GPP LTE에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 일례로 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH, PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 등이 있다.

15 PCFICH는 서브 프레임의 첫번째 OFDM 심볼에서 전송되고, 서브 프레임 내에 제어 채널들의 전송을 위하여 사용되는 OFDM 심볼들의 수(즉, 제어 영역의 크기)에 관한 정보를 나른다. PHICH는 상향 링크에 대한 응답 채널이고, HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)에 대한 ACK(Acknowledgement)/NACK(Not-Acknowledgement) 신호를 나른다. PDCCH을 통해 전송되는 제어 정보를 하향링크  
 20 제어정보(DCI: downlink control information)라고 한다. 하향링크 제어정보는 상향링크 자원 할당 정보(UL grant), 하향링크 자원 할당 정보(DL grant) 또는 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송(Tx) 파워 제어 명령을 포함한다.



## 1. 2. PDCCH(Physical Downlink Control Channel)

### 1. 2. 1. PDCCH 일반

PDCCH는 DL-SCH(Downlink Shared Channel)의 자원 할당 및 전송 포맷(이를 하향링크 그랜트라고도 한다.), UL-SCH(Uplink Shared Channel)의 자원 할당 정보(이를 상향링크 그랜트라고도 한다.), PCH(Paging Channel)에서의 페이징(paging) 정보, DL-SCH에서의 시스템 정보, PDSCH에서 전송되는 랜덤 액세스 응답(random access response)과 같은 상위 레이어(upper-layer) 제어 메시지에 대한 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내 개별 단말들에 대한 전송 파워 제어 명령들의 집합, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 나눌 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE(control channel element)의 집합(aggregation)으로 구성된다. 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE의 집합으로 구성된 PDCCH는 서브블록 인터리빙(subblock interleaving)을 거친 후에 제어영역을 통해 전송될 수 있다. CCE는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(REG: resource element group)에 대응된다. CCE의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트수가 결정된다.

### 1. 2. 2. PDCCH 구조

복수의 단말에 대한 다중화된 복수의 PDCCH가 제어영역 내에서 전송될 수 있다. PDCCH는 하나 또는 2 이상의 연속적인 CCE의 집합(CCE aggregation)으로 구성된다. CCE는 4개의 자원 요소로 구성된 REG의 9개의 세트에 대응하는 단위를

말한다. 각 REG에는 4개의 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 심볼이 매핑  
 된다. 참조 신호(RS: Reference Signal)에 의하여 점유된 자원 요소들은 REG에  
 포함되지 않는다. 즉, OFDM 심볼 내에서 REG의 총 개수는 셀 특정 참조 신호가  
 존재하는지 여부에 따라 달라질 수 있다. 4개의 자원 요소를 하나의 그룹에  
 5 매핑하는 REG의 개념은 다른 하향링크 제어 채널(예를 들어, PCFICH 또는  
 PHICH)에도 적용될 수 있다. PCFICH 또는 PHICH에 할당되지 않는 REG를  $N_{REG}$  라  
 하면 시스템에서 이용 가능한 CCE의 개수는  $N_{CCE} = \lfloor N_{REG} / 9 \rfloor$  이며, 각 CCE는  
 0부터  $N_{CCE} - 1$ 까지 인덱스를 가진다.

단말의 디코딩 프로세스를 단순화하기 위해서, n개의 CCE를 포함하는 PDCCH  
 10 포맷은 n의 배수와 동일한 인덱스를 가지는 CCE부터 시작될 수 있다. 즉, CCE  
 인덱스가 i인 경우  $i \bmod n = 0$  을 만족하는 CCE부터 시작될 수 있다.

기지국은 하나의 PDCCH 신호를 구성하기 위해 {1, 2, 4, 8} 개의 CCE들을  
 사용할 수 있으며, 이때의 {1, 2, 4, 8}은 CCE 집합 레벨(aggregation  
 level)이라고 부른다. 특정 PDCCH의 전송을 위해 사용되는 CCE의 개수는 채널  
 15 상태에서 따라 기지국에 의하여 결정된다. 예를 들어, 양호한 하향링크 채널  
 상태(기지국에 가까운 경우)를 가지는 단말을 위한 PDCCH는 하나의 CCE만으로  
 충분할 수 있다. 반면, 좋지 않은 채널 상태(셀 경계에 있는 경우)를 가지는  
 단말의 경우는 8개의 CCE들이 충분한 강인함(robustness)을 위하여 요구될 수  
 있다. 게다가, PDCCH의 파워 레벨도 채널 상태에 매칭되어 조절될 수 있다.

20 표 2는 PDCCH 포맷을 나타내며, CCE 집합 레벨에 따라 표 2와 같이 4가지의  
 PDCCH 포맷이 지원된다.

### 【표 2】

PDCCH format	Number of CCEs ( <i>n</i> )	Number of REGs	Number of PDCCH bits
0	1	9	72
1	2	18	144
2	4	36	288
3	8	72	576

단말마다 CCE 집합 레벨이 다른 이유는 PDCCH에 실리는 제어정보의 포맷 또는 MCS(Modulation and Coding Scheme) 레벨이 다르기 때문이다. MCS 레벨은 데이터 코딩에 사용되는 코드 레이트(code rate)와 변조 서열(modulation order)을 의미한다. 적응적인 MCS 레벨은 링크 적응(link adaptation)을 위해 사용된다. 일반적으로 제어정보를 전송하는 제어채널에서는 3~4개 정도의 MCS 레벨을 고려할 수 있다.

제어정보의 포맷을 설명하면, PDCCH을 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(DCI)라고 한다. DCI 포맷에 따라 PDCCH 페이로드(payload)에 실리는 정보의 구성이 달라질 수 있다. PDCCH 페이로드는 정보 비트(information bit)를 의미한다. 표 3은 DCI 포맷에 따른 DCI를 나타낸다.

【표 3】

DCI Format	Description
Format 0	Resource grants for the PUSCH transmissions (uplink)
Format 1	Resource assignments for single codeword PDSCH transmissions (transmission modes 1, 2 and 7)
Format 1A	Compact signaling of resource assignments for single codeword PDSCH (all modes)
Format 1B	Compact resource assignments for PDSCH using rank-1 closed

	loop precoding (mode 6)
Format 1C	Very compact resource assignments for PDSCH (e.g. paging/broadcast system information)
Format 1D	Compact resource assignments for PDSCH using multi-user MIMO (mode 5)
Format 2	Resource assignments for PDSCH for closed-loop MIMO operation (mode 4)
Format 2A	Resource assignments for PDSCH for open-loop MIMO operation (mode 3)
Format 3/3A	Power control commands for PUCCH and PUSCH with 2-bit/1-bit power adjustment

표 3을 참조하면, DCI 포맷으로는 PUSCH 스케줄링을 위한 포맷 0, 하나의 PDSCH 코드워드의 스케줄링을 위한 포맷 1, 하나의 PDSCH 코드워드의 간단한(compact) 스케줄링을 위한 포맷 1A, DL-SCH의 매우 간단한 스케줄링을 위한 포맷 1C, 폐루프(Closed-loop) 공간 다중화(spatial multiplexing) 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2, 개루프(Openloop) 공간 다중화 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2A, 상향링크 채널을 위한 TPC(Transmission Power Control) 명령의 전송을 위한 포맷 3 및 3A가 있다. DCI 포맷 1A는 단말에 어떤 전송 모드가 설정되어도 PDSCH 스케줄링을 위해 사용될 수 있다.

DCI 포맷에 따라 PDCCH 페이로드 길이가 달라질 수 있다. 또한, PDCCH 페이로드의 종류와 그에 따른 길이는 간단한(compact) 스케줄링인지 여부 또는

단말에 설정된 전송 모드(transmission mode) 등에 의해 달라질 수 있다.

전송 모드는 단말이 PDSCH을 통한 하향링크 데이터를 수신하기 위해 설정(configuration)될 수 있다. 예를 들어, PDSCH을 통한 하향링크 데이터는 단말에 대한 스케줄된 데이터(scheduled data), 페이징, 랜덤 액세스 응답 또는 BCCH을 통한 브로드캐스트 정보 등이 있다. PDSCH을 통한 하향링크 데이터는 PDCCH을 통해 시그널되는 DCI 포맷과 관계가 있다. 전송 모드는 상위 계층 시그널링(예를 들어, RRC(Radio Resource Control) 시그널링)을 통해 단말에 반정적으로(semi-statically) 설정될 수 있다. 전송 모드는 싱글 안테나 전송(Single antenna transmission) 또는 멀티 안테나(Multi-antenna) 전송으로 구분할 수 있다. 단말은 상위 계층 시그널링을 통해 반정적(semi-static)으로 전송 모드가 설정된다. 예를 들어, 멀티 안테나 전송에는 전송 다이버시티(Transmit diversity), 개루프(Open-loop) 또는 폐루프(Closed-loop) 공간 다중화(Spatial multiplexing), MU-MIMO(Multi-user-Multiple Input Multiple Output) 또는 빔 형성(Beamforming) 등이 있다. 전송 다이버시티는 다중 송신 안테나에서 동일한 데이터를 전송하여 전송 신뢰도를 높이는 기술이다. 공간 다중화는 다중 송신 안테나에서 서로 다른 데이터를 동시에 전송하여 시스템의 대역폭을 증가시키지 않고 고속의 데이터를 전송할 수 있는 기술이다. 빔 형성은 다중 안테나에서 채널 상태에 따른 가중치를 가하여 신호의 SINR(Signal to Interference plus Noise Ratio)을 증가시키는 기술이다.

DCI 포맷은 단말에 설정된 전송 모드에 종속된다(depend on). 즉, 단말은 자신에게 설정된 전송 모드에 따라 모니터링하는 참조(Reference) DCI 포맷을 가진다. 단말에 설정되는 전송 모드는 다음과 같이 7개의 전송 모드를 가질 수

있다.

- (1) 단일 안테나 포트; 포트 0
- (2) 전송 다이버시티(Transmit Diversity)
- (3) 개루프 공간 다중화 (Open-loop Spatial Multiplexing)
- 5 (4) 폐루프 공간 다중화 (Closed-loop Spatial Multiplexing)
- (5) 다중 사용자 MIMO
- (6) 폐루프 랭크 = 1 프리코딩
- (7) 단일 안테나 포트; 포트 5

1. 2. 3. PDCCH 전송

10        기지국은 단말에게 전송하려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어  
 정보에 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 붙인다. CRC에는 PDCCH의  
 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(이를 RNTI(Radio Network Temporary  
 Identifier)라고 한다.)가 마스킹된다. 특정의 단말을 위한 PDCCH라면 단말의  
 고유한 식별자, 예를 들어 C-RNTI(Cell-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는  
 15        페이징 메시지를 위한 PDCCH라면 페이징 지시 식별자, 예를 들어 P-RNTI(Paging-  
 RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 시스템 정보, 더욱 구체적으로 시스템 정보  
 블록(system information block, SIB)를 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자,  
 SI-RNTI(system information RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 랜덤  
 액세스 프리앰블의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위하여,  
 20        RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

          이어, 기지국은 CRC가 부가된 제어정보를 채널 코딩을 수행하여 부호화된  
 데이터(coded data)를 생성한다. 이때, MCS 레벨에 따른 코드 레이트로 채널

코딩을 수행할 수 있다. 기지국은 PDCCH 포맷에 할당된 CCE 집합 레벨에 따른 전송률 매칭(rate matching)을 수행하고, 부호화된 데이터를 변조하여 변조 심벌들을 생성한다. 이때, MCS 레벨에 따른 변조 서열을 사용할 수 있다. 하나의 PDCCH을 구성하는 변조 심벌들은 CCE 집합 레벨이 1, 2, 4, 8 중 하나일 수 있다.

5 이후, 기지국은 변조심벌들을 물리적인 자원요소에 맵핑(CCE to RE mapping)한다.

#### 1. 2. 4. 블라인드 디코딩(Blind Decoding)

하나의 서브프레임 내에서 복수의 PDCCH가 전송될 수 있다. 즉, 하나의 서브프레임의 제어영역은 인덱스  $0 \sim N_{CCE,k} - 1$ 을 가지는 복수의 CCE로 구성된다.

여기서,  $N_{CCE,k}$ 는 k번째 서브프레임의 제어 영역 내에 총 CCE의 개수를 의미한다.

10 단말은 매 서브프레임마다 복수의 PDCCH들을 모니터링한다. 여기서, 모니터링이란 단말이 모니터링되는 PDCCH 포맷에 따라 PDCCH들의 각각의 디코딩을 시도하는 것을 말한다. 서브프레임 내에서 할당된 제어영역에서 기지국은 단말에게 해당하는 PDCCH가 어디에 있는지에 관한 정보를 제공하지 않는다. 단말은 기지국으로부터 전송된 제어채널을 수신하기 위해서 자신의 PDCCH가 어느 위치에서 어떤 CCE 집합 레벨이나 DCI 포맷으로 전송되는지 알 수  
15 없으므로, 단말은 서브프레임 내에서 PDCCH 후보(candidate)들의 집합을 모니터링하여 자신의 PDCCH를 찾는다. 이를 블라인드 디코딩(BD: Blind Decoding/Detection)이라 한다. 블라인드 디코딩은 단말이 CRC 부분에 자신의 단말 식별자(UE ID)를 디 마스크(De-Masking) 시킨 후, CRC 오류를 검토하여  
20 해당 PDCCH가 자신의 제어채널인지 여부를 확인하는 방법을 말한다.

활성 모드(active mode)에서 단말은 자신에게 전송되는 데이터를 수신하기 위해 매 서브프레임의 PDCCH을 모니터링한다. DRX 모드에서 단말은 매 DRX

주기의 모니터링 구간에서 깨어나(wake up) 모니터링 구간에 해당하는 서브프레임에서 PDCCH을 모니터링한다. PDCCH의 모니터링이 수행되는 서브프레임을 non-DRX 서브프레임이라 한다.

단말은 자신에게 전송되는 PDCCH을 수신하기 위해서는 non-DRX 서브프레임의 제어영역에 존재하는 모든 CCE에 대해 블라인드 디코딩을 수행해야 한다. 단말은 어떤 PDCCH 포맷이 전송될지 모르므로, 매 non-DRX 서브프레임 내에서 PDCCH의 블라인드 디코딩이 성공할 때까지 가능한 CCE 집단 레벨로 PDCCH을 모두 디코딩해야 한다. 단말은 자신을 위한 PDCCH가 몇 개의 CCE를 사용하는지 모르기 때문에 PDCCH의 블라인드 디코딩이 성공할 때까지 가능한 모든 CCE 집단 레벨로 검출을 시도해야 한다. 즉, 단말은 CCE 집합 레벨 별로 블라인드 디코딩을 수행한다. 즉, 단말은 먼저 CCE 집합 레벨 단위를 1로 하여 디코딩을 시도한다. 디코딩이 모두 실패하면, CCE 집합 레벨 단위를 2로 하여 디코딩을 시도한다. 그 후에 다시 CCE 집합 레벨 단위를 4, CCE 집합 레벨 단위를 8로 디코딩을 시도한다. 또한, 단말은 C-RNTI, P-RNTI, SI-RNTI, RA-RNTI 4개에 대해 모두 블라인드 디코딩을 시도하게 된다. 또한, 단말은 모니터링해야 하는 모든 DCI 포맷에 대해 블라인드 디코딩을 시도하게 된다.

이처럼, 단말이 가능한 모든 RNTI에 대해, 모니터링해야하는 모든 DCI 포맷에 대해, 모든 CCE 집합 레벨 별로 블라인드 디코딩을 시도한다면 검출 시도(detection attempt) 횟수가 지나치게 많아지므로, LTE 시스템에서는 단말의 블라인드 디코딩을 위해서 서치 스페이스(SS: Search Space) 개념을 정의한다. 서치 스페이스는 모니터링하기 위한 PDCCH 후보 세트를 의미하며, 각 PDCCH 포맷에 따라 상이한 크기를 가질 수 있다.



서치 스페이스는 공용 서치 스페이스(CSS: Common Search Space)와 단말  
 특정 서치 스페이스(USS: UE-specific/Dedicated Search Space)로 구성될 수  
 있다. 공용 서치 스페이스의 경우, 모든 단말이 공용 서치 스페이스의 크기에  
 대하여 알 수 있으나, 단말 특정 서치 스페이스는 각 단말마다 개별적으로  
 5 설정될 수 있다. 따라서, 단말은 PDCCH을 디코딩하기 위해 단말 특정 서치  
 스페이스 및 공용 서치 스페이스를 모두 모니터링해야 하며, 따라서 하나의  
 서브프레임에서 최대 44번의 블라인드 디코딩(BD)을 수행하게 된다. 여기에는  
 상이한 CRC 값(예를 들어, C-RNTI, P-RNTI, SI-RNTI, RA-RNTI)에 따라 수행하는  
 블라인드 디코딩은 포함되지 않는다.

10 작은 서치 스페이스로 인하여, 기지국은 주어진 서브프레임 내에서 PDCCH을  
 전송하고자 하는 단말들 모두에게 PDCCH을 전송하기 위한 CCE 자원이 확보될 수  
 없는 경우가 발생할 수 있다. 왜냐하면, CCE 위치가 할당되고 남은 자원들은  
 특정 단말의 서치 스페이스 내에 포함되지 않을 수 있기 때문이다. 다음  
 서브프레임에도 계속될 수 있는 이러한 장벽을 최소화하기 위하여 단말 특정  
 15 도약(hopping) 시퀀스가 단말 특정 서치 스페이스의 시작 지점에 적용될 수 있다.

표 4는 공용 서치 스페이스와 단말 특정 서치 스페이스의 크기를 나타낸다.

【표 4】

PDCCH format	Number of CCEs ( <i>n</i> )	Number of candidates in common search space	Number of candidates in dedicated search space
0	1	—	6
1	2	—	6
2	4	4	2
3	8	2	2

블라인드 디코딩을 시도하는 횟수에 따른 단말의 계산적 로드(load)를

경감하기 위해, 단말은 정의된 모든 DCI 포맷에 따른 서치를 동시에 수행하지 않는다. 구체적으로, 단말은 단말 특정 서치 스페이스에서 항상 DCI 포맷 0 과 1A에 대한 서치를 수행할 수 있다. 이때, DCI 포맷 0과 1A는 동일한 크기를 가지나, 단말은 PDCCH에 포함된 DCI 포맷 0과 1A를 구분하는데 사용되는 플래그(flag for format 0/format 1A differentiation)를 이용하여 DCI 포맷을 구분할 수 있다. 또한, 기지국에 의해 설정된 PDSCH 전송 모드에 따라 단말에 0과 1A 외에 다른 DCI 포맷이 요구될 수 있는데, 그 일례로 DCI 포맷 1, 1B, 2가 있다.

공용 서치 스페이스에서 단말은 DCI 포맷 1A와 1C를 서치할 수 있다. 또한 단말은 DCI 포맷 3 또는 3A를 서치하도록 설정될 수 있으며, DCI 포맷 3과 3A는 DCI 포맷 0과 1A와 동일한 크기를 가지나, 단말은 단말 특정 식별자가 아닌 다른 식별자에 의하여 스크램블(scrambling)된 CRC를 이용하여 DCI 포맷을 구별할 수 있다.

서치 스페이스  $S_k^{(L)}$  는 집합 레벨  $L \in \{1,2,4,8\}$  에 따른 PDCCH 후보 세트를 의미한다. 서치 스페이스의 PDCCH 후보 세트  $m$  에 따른 CCE는 다음과 같은 수학적 식 1에 의해 결정될 수 있다.

**【수학적 식 1】**

$$L \cdot \{(Y_k + m) \bmod \lfloor N_{CCE,k} / L \rfloor\} + i$$

여기서,  $M^{(L)}$  은 서치 스페이스에서 모니터하기 위한 CCE 집합 레벨 L에 따른 PDCCH 후보들의 개수를 나타내며,  $m=0, \dots, M^{(L)}-1$  이다.  $i$  는 각 PDCCH 후보들에서 개별 CCE를 지정하는 인덱스로서  $i=0, \dots, L-1$  이다.

상술한 바와 같이, 단말은 PDCCH을 디코딩하기 위해 단말 특정 서치

스페이스 및 공용 서치 스페이스를 모두 모니터링한다. 여기서, 공용 서치 스페이스(CSS)는 {4, 8}의 집합 레벨을 갖는 PDCCH들을 지원하고, 단말 특정 서치 스페이스(USS)는 {1, 2, 4, 8}의 집합 레벨을 갖는 PDCCH들을 지원한다.

표 5는 단말에 의하여 모니터링되는 PDCCH 후보를 나타낸다.

5 【표 5】

Type	Search space $S_k^{(L)}$		Number of PDCCH candidates $M^{(L)}$
	Aggregation level $L$	Size [in CCEs]	
UE-specific	1	6	6
	2	12	6
	4	8	2
	8	16	2
Common	4	16	4
	8	16	2

수학식 1을 참조하면, 공용 서치 스페이스의 경우 2개의 집합 레벨, L=4 및 L=8에 대해  $Y_k$ 는 0으로 설정된다. 반면, 집합 레벨 L에 대해 단말 특정 서치 스페이스의 경우  $Y_k$ 는 수학식 2와 같이 정의된다.

10 【수학식 2】

$$Y_k = (A \cdot Y_{k-1}) \bmod D$$

여기서,  $Y_{-1} = n_{RNTI} \neq 0$  와 같으며,  $n_{RNTI}$  를 위해 사용되는 RNTI 값은 단말의 식별자(Identification) 중의 하나로 정의될 수 있다. 또한,  $A = 39827$  이고,  $D = 65537$  이며,  $k = \lfloor n_s/2 \rfloor$  와 같다. 여기서,  $n_s$  는 무선 프레임에서 슬롯 번호(또는 인덱스)를 나타낸다.

1. 3. 캐리어 병합(Carrier Aggregation) 환경

1. 3. 1. 캐리어 병합 일반

본 발명의 실시예들에서 고려하는 통신 환경은 멀티 캐리어(Multi-carrier) 지원 환경을 모두 포함한다. 즉, 본 발명에서 사용되는 멀티 캐리어 시스템 또는

캐리어 병합(CA: Carrier Aggregation) 시스템이라 함은 광대역을 지원하기 위해서, 목표로 하는 광대역을 구성할 때 목표 대역보다 작은 대역폭(bandwidth)을 가지는 1개 이상의 컴포넌트 캐리어(CC: Component Carrier)를 병합(aggregation)하여 사용하는 시스템을 말한다.

5           본 발명에서 멀티 캐리어는 캐리어의 병합(또는, 반송파 집성)을 의미하며, 이때 캐리어의 병합은 인접한(contiguous) 캐리어 간의 병합뿐 아니라 비 인접한(non-contiguous) 캐리어 간의 병합을 모두 의미한다. 또한, 하향링크와 상향링크 간에 집성되는 컴포넌트 캐리어들의 수는 다르게 설정될 수 있다. 하향링크 컴포넌트 캐리어(이하, 'DL CC'라 한다.) 수와 상향링크 컴포넌트  
10   캐리어(이하, 'UL CC'라 한다.) 수가 동일한 경우를 대칭적(symmetrical) 집성이라고 하고, 그 수가 다른 경우를 비대칭적(asymmetrical) 집성이라고 한다. 이와 같은 캐리어 병합은 반송파 집성, 대역폭 집성(bandwidth aggregation), 스펙트럼 집성(spectrum aggregation) 등과 같은 용어와 혼용되어 사용될 수 있다.

15           두 개 이상의 컴포넌트 캐리어가 결합되어 구성되는 캐리어 병합은 LTE-A 시스템에서는 100MHz 대역폭까지 지원하는 것을 목표로 한다. 목표 대역보다 작은 대역폭을 가지는 1개 이상의 캐리어를 결합할 때, 결합하는 캐리어의 대역폭은 기존 IMT 시스템과의 호환성(backward compatibility) 유지를 위해서 기존 시스템에서 사용하는 대역폭으로 제한할 수 있다. 예를 들어서 기존의 3GPP  
20   LTE 시스템에서는 {1.4, 3, 5, 10, 15, 20}MHz 대역폭을 지원하며, 3GPP LTE-advanced 시스템(즉, LTE-A)에서는 기존 시스템과의 호환을 위해 상기의 대역폭들만을 이용하여 20MHz보다 큰 대역폭을 지원하도록 할 수 있다. 또한, 본

발명에서 사용되는 캐리어 병합 시스템은 기존 시스템에서 사용하는 대역폭과 상관없이 새로운 대역폭을 정의하여 캐리어 병합을 지원하도록 할 수도 있다.

LTE-A 시스템은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용한다. 상술한 캐리어 병합 환경은 다중 셀(multiple cells) 환경으로 일컬을 수 있다.

- 5 셀은 하향링크 자원(DL CC)과 상향링크 자원(UL CC) 한 쌍의 조합으로 정의되나, 상향링크 자원은 필수 요소는 아니다. 따라서, 셀은 하향링크 자원 단독, 또는 하향링크 자원과 상향링크 자원으로 구성될 수 있다. 특정 단말이 단 하나의 설정된 서빙 셀(configured serving cell)을 가지는 경우 1개의 DL CC와 1개의 UL CC를 가질 수 있으나, 특정 단말이 2개 이상의 설정된 서빙 셀을 가지는
- 10 경우에는 셀의 수만큼의 DL CC를 가지며 UL CC의 수는 그와 같거나 그보다 작을 수 있다. 또는, 그 반대로 DL CC와 UL CC가 구성될 수도 있다. 즉, 특정 단말이 다수의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우 DL CC의 수보다 UL CC가 더 많은 캐리어 병합 환경도 지원될 수 있다. 즉, 캐리어 병합(carrier aggregation)은 각각 캐리어 주파수(셀의 중심 주파수)가 서로 다른 둘 이상의 셀들의 병합으로
- 15 이해될 수 있다. 여기서, 말하는 '셀(Cell)'은 일반적으로 사용되는 기지국이 커버하는 영역으로서의 '셀'과는 구분되어야 한다.

- LTE-A 시스템에서 사용되는 셀은 프라이머리 셀(PCell: Primary Cell) 및
- 세컨더리 셀(SCell: Secondary Cell)을 포함한다. P셀과 S셀은 서빙 셀(Serving Cell)로 사용될 수 있다. RRC\_CONNECTED 상태에 있지만 캐리어 병합이 설정되지
- 20 않았거나 캐리어 병합을 지원하지 않는 단말의 경우, P셀로만 구성된 서빙 셀이 단 하나 존재한다. 반면, RRC\_CONNECTED 상태에 있고 캐리어 병합이 설정된 단말의 경우 하나 이상의 서빙 셀이 존재할 수 있으며, 전체 서빙 셀에는 P셀과

하나 이상의 S셀이 포함된다.

서빙 셀(P셀과 S셀)은 RRC 파라미터를 통해 설정될 수 있다. PhysCellId는 셀의 물리 계층 식별자로 0부터 503까지의 정수값을 가진다. SCellIndex는 S셀을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 1부터 7까지의 정수값을 가진다. ServCellIndex는 서빙 셀(P셀 또는 S셀)을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 0부터 7까지의 정수값을 가진다. 0값은 P셀에 적용되며, SCellIndex는 S셀에 적용하기 위하여 미리 부여된다. 즉, ServCellIndex에서 가장 작은 셀 ID (또는 셀 인덱스)을 가지는 셀이 P셀이 된다.

P셀은 프라이머리 주파수(또는, primary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미한다. 단말이 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재-설정 과정을 수행하는데 사용될 수 있으며, 핸드오버 과정에서 지시된 셀을 지칭할 수도 있다. 또한, P셀은 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀 중 제어관련 통신의 중심이 되는 셀을 의미한다. 즉, 단말은 자신의 P셀에서만 PUCCH를 할당 받아 전송할 수 있으며, 시스템 정보를 획득하거나 모니터링 절차를 변경하는데 P셀만을 이용할 수 있다. E-UTRAN(Evolved Universal Terrestrial Radio Access)은 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 이동성 제어 정보(mobilityControlInfo)를 포함하는 상위 계층의 RRC 연결 재설정(RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용하여 핸드오버 절차를 위해 P셀만을 변경할 수도 있다.

S셀은 세컨더리 주파수(또는, Secondary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미할 수 있다. 특정 단말에 P셀은 하나만 할당되며, S셀은 하나 이상 할당될 수 있다. S셀은 RRC 연결이 설정이 이루어진 이후에 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을

제공하는데 사용될 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀 중에서 P셀을 제외한 나머지 셀들, 즉 S셀에는 PUCCH가 존재하지 않는다. E-UTRAN은 S셀을 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 추가할 때, RRC\_CONNECTED 상태에 있는 관련된 셀의 동작과 관련된 모든 시스템 정보를 특정 시그널(dedicated signal)을 통해 제공할 수 있다. 시스템 정보의 변경은 관련된 S셀의 해제 및 5 추가에 의하여 제어될 수 있으며, 이 때 상위 계층의 RRC 연결 재설정(RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용할 수 있다. E-UTRAN은 관련된 S셀 안에서 브로드캐스트하기 보다는 단말 별로 상이한 파라미터를 가지는 특정 시그널링(dedicated signaling) 할 수 있다.

10 초기 보안 활성화 과정이 시작된 이후에, E-UTRAN은 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 P셀에 부가하여 하나 이상의 S셀을 포함하는 네트워크를 구성할 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 P셀 및 S셀은 각각의 컴포넌트 캐리어로서 동작할 수 있다. 이하의 실시예에서는 프라이머리 컴포넌트 캐리어(PCC)는 P셀과 동일한 의미로 사용될 수 있으며, 세컨더리 컴포넌트 캐리어(SCC)는 S셀과 15 동일한 의미로 사용될 수 있다.

도 6은 LTE 시스템의 컴포넌트 캐리어(CC) 및 LTE\_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합의 일례를 나타내는 도면이다.

도 6(a)는 LTE 시스템에서 사용되는 단일 캐리어 구조를 나타낸다. 컴포넌트 캐리어에는 DL CC와 UL CC가 있다. 하나의 컴포넌트 캐리어는 20MHz의 주파수 범위를 가질 수 있다. 20

도 6(b)는 LTE\_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합 구조를 나타낸다. 도 6(b)의 경우에 20MHz의 주파수 크기를 갖는 3 개의 컴포넌트 캐리어가 결합된

경우를 나타낸다. DL CC와 UL CC가 각각 3 개씩 있으나, DL CC와 UL CC의 개수에 제한이 있는 것은 아니다. 캐리어 병합의 경우 단말은 3개의 CC를 동시에 모니터링할 수 있고, 하향링크 신호/데이터를 수신할 수 있고 상향링크 신호/데이터를 송신할 수 있다.

5           만약, 특정 셀에서 N개의 DL CC가 관리되는 경우에는, 네트워크는 단말에 M ( $M \leq N$ )개의 DL CC를 할당할 수 있다. 이때, 단말은 M 개의 제한된 DL CC 만을 모니터링하고 DL 신호를 수신할 수 있다. 또한, 네트워크는 L ( $L \leq M \leq N$ )개의 DL CC에 우선순위를 주어 주된 DL CC를 단말에 할당할 수 있으며, 이러한 경우 UE는 L 개의 DL CC는 반드시 모니터링해야 한다. 이러한 방식은 상향링크 전송에도  
10   똑같이 적용될 수 있다.

          하향링크 자원의 반송파 주파수(또는 DL CC)와 상향링크 자원의 반송파 주파수(또는, UL CC) 사이의 링크지(linkage)는 RRC 메시지와 같은 상위계층 메시지나 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. 예를 들어, SIB2(System Information Block Type2)에 의해서 정의되는 링크지에 의해서 DL 자원과 UL  
15   자원의 조합이 구성될 수 있다. 구체적으로, 링크지는 UL 그랜트를 나르는 PDCCH가 전송되는 DL CC와 상기 UL 그랜트를 사용하는 UL CC간의 맵핑 관계를 의미할 수 있으며, HARQ를 위한 데이터가 전송되는 DL CC(또는 UL CC)와 HARQ ACK/NACK 신호가 전송되는 UL CC(또는 DL CC)간의 맵핑 관계를 의미할 수도 있다.

### 1. 3. 2. 크로스 캐리어 스케줄링(Cross Carrier Scheduling)

20           캐리어 병합 시스템에서는 캐리어(또는 반송파) 또는 서빙 셀(Serving Cell)에 대한 스케줄링 관점에서 자가 스케줄링(Self-Scheduling) 방법 및 크로스 캐리어 스케줄링(Cross Carrier Scheduling) 방법의 두 가지가 있다.



크로스 캐리어 스케줄링은 크로스 컴포넌트 캐리어 스케줄링(Cross Component Carrier Scheduling) 또는 크로스 셀 스케줄링(Cross Cell Scheduling)으로 일컬을 수 있다.

자가 스케줄링은 PDCCH(DL Grant)와 PDSCH가 동일한 DL CC로 전송되거나,  
 5 DL CC에서 전송된 PDCCH(UL Grant)에 따라 전송되는 PUSCH가 UL Grant를 수신한 DL CC와 링크되어 있는 UL CC를 통해 전송되는 것을 의미한다.

크로스 캐리어 스케줄링은 PDCCH(DL Grant)와 PDSCH가 각각 다른 DL CC로 전송되거나, DL CC에서 전송된 PDCCH(UL Grant)에 따라 전송되는 PUSCH가 UL  
 10 그랜트를 수신한 DL CC와 링크되어 있는 UL CC가 아닌 다른 UL CC를 통해 전송되는 것을 의미한다.

크로스 캐리어 스케줄링 여부는 단말 특정(UE-specific)하게 활성화 또는 비활성화될 수 있으며, 상위계층 시그널링(예를 들어, RRC 시그널링)을 통해서 반정적(semi-static)으로 각 단말 별로 알려질 수 있다.

크로스 캐리어 스케줄링이 활성화된 경우, PDCCH에 해당 PDCCH가 지시하는  
 15 PDSCH/PUSCH가 어느 DL/UL CC를 통해서 전송되는지를 알려주는 캐리어 지시자 필드(CIF: Carrier Indicator Field)가 필요하다. 예를 들어, PDCCH는 PDSCH 자원 또는 PUSCH 자원을 CIF를 이용하여 다수의 컴포넌트 캐리어들 중 하나에 할당할 수 있다. 즉, DL CC 상에서의 PDCCH가 다중 집성된 DL/UL CC 중 하나에 PDSCH 또는 PUSCH 자원을 할당하는 경우 CIF가 설정된다. 이 경우, LTE/LTE-A  
 20 Release-8의 DCI 포맷은 CIF에 따라 확장될 수 있다. 이때 설정된 CIF는 3bit 필드로 고정되거나, 설정된 CIF의 위치는 DCI 포맷 크기와 무관하게 고정될 수 있다. 또한, LTE-A Release-8의 PDCCH 구조(동일 코딩 및 동일한 CCE 기반의

자원 매핑)를 재사용할 수도 있다.

반면, DL CC 상에서의 PDCCH가 동일한 DL CC 상에서의 PDSCH 자원을 할당하거나 단일 링크된 UL CC 상에서의 PUSCH 자원을 할당하는 경우에는 CIF가 설정되지 않는다. 이 경우, LTE-A Release-8과 동일한 PDCCH 구조(동일 코딩 및  
5 동일한 CCE 기반의 자원 매핑)와 DCI 포맷이 사용될 수 있다.

크로스 캐리어 스케줄링이 가능할 때, 단말은 CC별 전송 모드 및/또는 대역폭에 따라 모니터링 CC의 제어영역에서 복수의 DCI에 대한 PDCCH를 모니터링하는 것이 필요하다. 따라서, 이를 지원할 수 있는 검색 공간의 구성과 PDCCH 모니터링이 필요하다.

10 캐리어 병합 시스템에서, 단말 DL CC 집합은 단말이 PDSCH를 수신하도록 스케줄링된 DL CC의 집합을 나타내고, 단말 UL CC 집합은 단말이 PUSCH를 전송하도록 스케줄링된 UL CC의 집합을 나타낸다. 또한, PDCCH 모니터링 집합(monitored set)은 PDCCH 모니터링을 수행하는 적어도 하나의 DL CC의 집합을 나타낸다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합과 같거나, 단말 DL CC  
15 집합의 부분집합(subset)일 수 있다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합내의 DL CC들 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또는 PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합에 상관없이 별개로 정의될 수 있다. PDCCH 모니터링 집합에 포함되는 DL CC는 링크된 UL CC에 대한 자기-스케줄링(self-scheduling)은 항상  
20 가능하도록 설정될 수 있다. 이러한, 단말 DL CC 집합, 단말 UL CC 집합 및 PDCCH 모니터링 집합은 단말 특정(UE-specific), 단말 그룹 특정(UE group-specific) 또는 셀 특정(Cell-specific)하게 설정될 수 있다.

크로스 캐리어 스케줄링이 비활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이

항상 단말 DL CC 집합과 동일하다는 것을 의미하며, 이러한 경우에는 PDCCH  
 모니터링 집합에 대한 별도의 시그널링과 같은 지시가 필요하지 않다. 그러나,  
 크로스 캐리어 스케줄링이 활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이 단말 DL CC  
 집합 내에서 정의되는 것이 바람직하다. 즉, 단말에 대하여 PDSCH 또는 PUSCH을  
 5 스케줄링하기 위하여 기지국은 PDCCH 모니터링 집합만을 통해 PDCCH을 전송한다.

도 7은 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 LTE-A 시스템의 서브 프레임 구조를  
 나타낸다.

도 7을 참조하면, LTE-A 단말을 위한 DL 서브프레임은 3개의 DL CC가  
 결합되어 있으며, DL CC 'A'는 PDCCH 모니터링 DL CC로 설정된 경우를 나타낸다.  
 10 CIF가 사용되지 않는 경우, 각 DL CC는 CIF 없이 자신의 PDSCH을 스케줄링하는  
 PDCCH을 전송할 수 있다. 반면, CIF가 상위 계층 시그널링을 통해 사용되는 경우,  
 단 하나의 DL CC 'A'만이 CIF를 이용하여 자신의 PDSCH 또는 다른 CC의 PDSCH을  
 스케줄링하는 PDCCH을 전송할 수 있다. 이때, PDCCH 모니터링 DL CC로 설정되지  
 않은 DL CC 'B' 와 'C'는 PDCCH을 전송하지 않는다.

#### 15 1. 4. TDD 시스템에서 상향링크/하향링크 스케줄링 일반

##### 1. 4. 1. TDD 시스템에서 상향링크-하향링크 구성(configuration)

타입 2 프레임 구조에서 상향링크-하향링크 구성(configuration)은 모든  
 서브프레임이 상향링크와 하향링크에 대해 어떠한 규칙에 의해 할당(또는  
 예약)되는지를 나타내는 규칙이다. 표 6은 상향링크-하향링크 구성을 나타낸다.

#### 20 【표 6】

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

표 6을 참조하면, 무선 프레임의 각 서브프레임 별로, "D"는 하향링크 전송을 위한 서브프레임을 나타내고, "U"는 상향링크 전송을 위한 서브프레임을 나타내며, "S"는 DwPTS, GP, UpPTS 3가지의 필드로 구성되는 특별 서브프레임을 나타낸다. 상향링크-하향링크 구성은 7가지로 구분될 수 있으며, 각 구성 별로 하향링크 서브프레임, 특별 프레임, 상향링크 서브프레임의 위치 또는 개수가 다르다.

하향링크에서 상향링크로 변경되는 시점 또는 상향링크에서 하향링크로 전환되는 시점을 전환시점(switching point)이라 한다. 전환시점의 주기성(Switch-point periodicity)은 상향링크 서브프레임과 하향링크 서브프레임이 전환되는 양상이 동일하게 반복되는 주기를 의미하며, 5ms 또는 10ms 가 모두 지원된다. 5ms 하향링크-상향링크 스위치-포인트 주기인 경우에 특별 서브프레임(S)은 하프-프레임 마다 존재하고, 5ms 하향링크-상향링크 스위치-포인트 주기인 경우에는 첫번째 하프-프레임에만 존재한다.

모든 구성에 있어서, 0번, 5번 서브프레임 및 DwPTS는 하향링크 전송만을 위한 구간이다. UpPTS 및 특별 서브프레임에 바로 이어지는 서브프레임은 항상 상향링크 전송을 위한 구간이다.

이러한, 상향링크-하향링크 구성은 시스템 정보로써 기지국과 단말이 모두 알고 있을 수 있다. 기지국은 상향링크-하향링크 구성 정보가 바뀔 때마다 구성

정보의 인덱스만을 전송함으로써 무선 프레임의 상향링크-하향링크 할당상태의 변경을 단말에 알려줄 수 있다. 또한, 구성 정보는 일종의 하향링크 제어정보로서 다른 스케줄링 정보와 마찬가지로 하향링크 제어채널인 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 전송될 수 있으며, 5 방송정보로서 브로드캐스트 채널(broadcast channel)을 통해 셀 내의 모든 단말에 공통으로 전송될 수 있다. TDD 시스템에서 무선 프레임에 포함되는 하프프레임의 개수, 하프프레임에 포함되는 서브프레임의 개수 및 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임의 조합은 예시에 불과하다.

#### 1. 4. 2. TDD 시스템에서 상향링크/하향링크 스케줄링

10 TDD 시스템에서의 하향링크/상향링크 서브프레임 구성이 상향링크-하향링크 구성(configuration) 별로 다르기 때문에 PUSCH 및 PHICH 전송 시간은 구성에 따라 다르게 설정되며, PUSCH 및 PHICH의 전송시간은 서브프레임의 인덱스(또는 숫자)에 따라 서로 다르게 구성될 수 있다.

15 LTE 시스템에서, PUSCH와 이에 선행하는 PDCCH, 그리고 PUSCH에 대응되는 하향링크 HARQ ACK/NACK이 전송되는 PHICH의 상/하향링크 타이밍 관계는 미리 정해져 있다.

표 7은 상향링크-하향링크 구성 별로 PDCCH와 이에 대응되는 PUSCH의 전송 타이밍을 나타내는 표이다.

#### 【표 7】

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

표 7을 참조하면, 상향링크-하향링크 구성 1 내지 6의 경우, *n*번째 하향링크 서브프레임에서 기지국으로부터 PDCCH에 의해서 UL grant를 수신하거나 PHICH을 수신 후 재전송을 해야 할 때, 단말은 PDCCH(또는 PHICH)가 전송된 하향링크 서브프레임 인덱스에 따라 이에 대응되는 *n+k*번째 상향링크 서브프레임에서 PUSCH을 전송한다. 이때, *k*값은 표 7과 같다.

상향링크-하향링크 구성 0의 경우, 상향링크 DCI 포맷 내의 상향링크 인덱스(UL index)의 값과 PHICH가 전송되는 하향링크 서브프레임 번호 및 상위 계층으로 수신되거나 PUSCH가 전송되는 상향링크 서브프레임 번호에 의해 결정되는  $I_{PHICH}$  값에 따라 PUSCH 전송을 표 7에 따라 전송하거나 *n+7*번째 상향링크 서브프레임에서 전송하거나 또는 표 7에 따른 상향링크 서브프레임과 *n+7*번째 상향링크 서브프레임에 모두 전송할 수도 있다.

한편, 단말이 하향링크 서브프레임 *i*에서 기지국으로부터 HARQ ACK/NACK을 포함하는 PHICH을 수신하면, 해당 PHICH는 상향링크 서브프레임 *i-k*에서 단말이 전송한 PUSCH에 대응된다. 이때, *k*값은 표 8과 같다.

표 8은 상향링크-하향링크 구성 별로 PUSCH와 이에 대응되는 PHICH의 전송

타이밍 관계를 나타낸다.

【표 8】

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

상향링크-하향링크 구성 1-6의 경우 또는 상향링크-하향링크 구성 0이고

5  $I_{PHICH} = 0$  인 경우, 단말이 서브프레임 *i*에서 기지국으로부터 HARQ-ACK를 전송하는 PHICH을 수신하였다면, PHICH는 서브프레임 *i-k*에서 단말이 전송한 PUSCH에 대응된다. 반면, 상향링크-하향링크 구성 0이고,  $I_{PHICH} = 1$  인 경우, 단말이 서브프레임 *i*에서 기지국으로부터 HARQ-ACK를 전송하는 PHICH을 수신하였다면, PHICH는 서브프레임 *i-6* 에서 단말이 전송한 PUSCH에 대응된다.

10 단말이 기지국으로 하향링크 서브프레임 *i*에 대응하는 PUSCH 서브프레임을 통해 전송 블록(transport block)을 전송한 후, 하향링크 서브프레임 *i*에서 전송 블록에 대응하는 PHICH을 수신하여 ACK이 디코딩된다면, 또는 하향링크 서브프레임 *i*에서 전송되는 PDCCH에 의하여 전송 블록이 비활성화(disable)된다면, 단말은 전송 블록에 대응하는 ACK을 상위 계층으로  
15 전달한다. 그렇지 않은 경우 전송 블록에 대한 NACK이 상위 계층으로 전달된다.

단말 입장에서 살펴보면, *n*번째 상향링크 서브프레임에서의 단말의 PUSCH

등을 통한 상향링크 전송에 대한 ACK/NACK 응답(또는, PHICH)은 해당 상향링크 서브프레임 인덱스에 따라 이에 대응되는 n+k번째 하향링크 서브프레임에서 기지국으로부터 전송된다. 서브프레임 번들링(bundling) 경우, 해당 PHICH는 번들의 마지막 서브프레임에 대응된다. 단말은 n+k번째 하향링크 서브프레임에서 자신이 전송한 PUSCH에 대한 PHICH 응답이 기지국으로부터 전송됨을 예상하여 해당 PHICH를 검색/검출/복조해야 한다. 이때, k값은 표 9과 같다.

표 9는 상향링크-하향링크 구성 별로 PUSCH와 이에 대응되는 PHICH의 전송 타이밍 관계를 나타낸다.

【표 9】

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

PHICH 자원은  $(n_{PHICH}^{group}, n_{PHICH}^{seq})$  와 같은 인덱스 쌍으로 식별된다.  $n_{PHICH}^{group}$  는 PHICH 그룹 번호를,  $n_{PHICH}^{seq}$  는 해당 PHICH 그룹 안에서의 직교 시퀀스 인덱스를 나타낸다.  $n_{PHICH}^{group}$  및  $n_{PHICH}^{seq}$  는 수학적 식 3에 의하여 구할 수 있다.

【수학적 식 3】

$$n_{PHICH}^{group} = (I_{PRB\_RA} + n_{DMRS}) \bmod N_{PHICH}^{group} + I_{PHICH} N_{PHICH}^{group}$$

$$n_{PHICH}^{seq} = \left( \lfloor I_{PRB\_RA} / N_{PHICH}^{group} \rfloor + n_{DMRS} \right) \bmod 2N_{SF}^{PHICH}$$



여기서,  $n_{DMRS}$  는 대응하는 PUSCH 전송에 관련된 전송 블록을 위한  
 상향링크 DCI 포맷을 가지는 가장 최근의 PDCCH에서 DMRS(demodulation  
 reference signal) 필드를 위한 순환 시프트(cyclic shift)로부터 매핑된다.  
 반면, 동일한 전송 블록을 위한 상향링크 DCI 포맷을 가지는 PDCCH가 부재한  
 5 경우에 동일한 전송 블록을 위한 초기 PUSCH가 반지속적(semi-persistent)으로  
 스케줄링되거나 랜덤 액세스 응답 승인신호에 의하여 스케줄링되면  $n_{DMRS}$  는  
 0으로 설정된다.

$N_{SF}^{PHICH}$  는 PHICH 변조를 위해 사용되는 확산 계수(spreading factor)  
 크기를 나타낸다.

10  $I_{PRB\_RA}$  는 PDCCH와 관련된 PUSCH의 첫번째 전송 블록인 경우이거나 또는  
 관련된 PDCCH가 없을 때 수동적으로 인지된 전송 블록의 수가 해당 PUSCH와  
 관련된 가장 최근의 PDCCH에서 지시된 전송 블록의 수와 동일하지 않는 경우에  
 $I_{PRB\_RA}^{lowest\_index}$  와 같다. 반면, PDCCH와 관련된 PUSCH의 두번째 전송 블록인 경우에는  
 $I_{PRB\_RA}^{lowest\_index} + 1$  과 같다. 여기서,  $I_{PRB\_RA}^{lowest\_index}$  는 대응하는 PUSCH 전송의 첫번째  
 15 슬롯의 가장 낮은 PRB 인덱스에 해당한다.

$N_{PHICH}^{group}$  는 상위 계층에 의해 구성되는 PHICH 그룹의 번호를 나타낸다.

$I_{PHICH}$  는 TDD 시스템의 상향링크-하향링크 구성 0에서 서브프레임 인덱스 4  
 또는 9에서 PUSCH가 전송되는 경우 1을 가지며, 그렇지 않은 경우 0을 가진다.

표 10은 상향링크 DCI 포맷을 가지는 PDCCH에서 PHICH 자원을 결정하기  
 20 위해 사용되는 DMRS 필드를 위한 순환 시프트와  $n_{DMRS}$  와의 매핑 관계를 나타낸  
 표이다.

【표 10】

Cyclic Shift for DMRS Field in PD CCH with uplink DCI format	$n_{DMRS}$
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7

1. 5. 이종 네트워크(heterogeneous network)

이종 네트워크(heterogeneous network/deployments)는 매크로 셀(macro cell) 기반의 동종 네트워크에서 저전력/근거리 통신을 위한 마이크로 셀(micro cell)이 혼재한 구조를 의미한다. 매크로 셀(또는 매크로 기지국)은 넓은 5 커버리지 및 높은 전송 전력을 가지며 무선 통신 시스템의 일반적인 셀(또는 기지국)을 의미한다. 그리고, 마이크로 셀(또는 마이크로 기지국)은 매크로 셀의 소형 버전으로 매크로 셀의 기능을 대부분 수행하면서 독립적으로 작동할 수 있으며, 매크로 셀이 커버하는 영역 내에 설치(overlay)되거나 매크로 셀이 10 커버하지 못하는 음영 지역에 설치 될 수 있는(non-overlay) 유형의 셀(또는 기지국)을 의미한다. 마이크로 셀은 매크로 셀에 비하여 좁은 커버리지 및 낮은 전송 전력을 가지고 보다 적은 개수의 단말을 수용할 수 있다. 이와 같은, 마이크로 셀은 피코 셀(pico cell), 펌토 셀(femto cell), HeNB(Hom evolved Node B), 중계기(relay) 등으로 칭할 수도 있다.

15 단말은 매크로 셀로부터 직접 서빙받을 수도 있고, 마이크로 셀로부터 서빙 받을 수도 있다. 또한, 어떤 경우에는, 마이크로 셀의 커버리지 내에 존재하는

단말이 매크로 셀로부터 서빙 받을 수도 있다.

단말의 액세스 제한 여부에 따라 마이크로 셀은 두 가지 타입으로 분류될 수 있다. 첫번째 타입은 CSG(Closed Subscriber Group) 셀로써, 기존 매크로 단말(매크로 셀로부터 서빙을 받는 단말) 혹은 다른 마이크로 단말(마이크로 셀로부터 서빙을 받는 단말)들의 액세스를 인증 없이는 허용하지 않는 셀을 의미한다. 두번째 타입은 OASC(Open Access Subscriber Group) 또는 OSC(Open Subscriber Group) 셀로써, 기존 매크로 단말 혹은 다른 마이크로 단말들의 액세스를 허용하는 셀을 의미한다.

매크로 셀과 마이크로 셀이 공존하는 이중 네트워크 환경에서는 매크로 셀만이(또는 마이크로 셀만이) 존재하는 동종 네트워크 환경에 비하여 심각한 셀간 간섭이 발생할 수 있다.

도 8은 매크로 셀과 마이크로 셀을 포함하는 이중 네트워크 무선 통신 시스템에서 발생할 수 있는 간섭을 예시하는 도면이다.

도 8을 참조하면, 케이스 a의 경우 CSG 셀에 액세스가 허용되지 않은 매크로 단말이 HeNB에 의하여 간섭을 받는 예를 나타낸다. 케이스 b의 경우 매크로 단말이 HeNB를 향하여 심한 간섭을 일으키는 예를 나타낸다. 케이스 c의 경우 CSG 단말이 또 다른 CSG 셀에 의하여 간섭을 받는 예를 나타낸다. 케이스 d를 살펴보면, 셀 연계(association)에 기초한 경로 손실(예를 들어 편향된 RSRP (Reference Signal Received Power) 보고의 사용으로 인하여)로 인하여 상향링크가 향상될 수 있으나, 셀 경계에서 매크로 단말이 아닌 단말의 하향링크 간섭이 증가되는 것을 감수해야 하는 예를 나타낸다.

이는 데이터에 영향을 미치는 상향링크 및 하향링크 간섭뿐만 아니라

L1(제1 계층)/L2(제2 계층) 제어 시그널링, 동기 신호 및 참조 신호의 제어(handling)을 위한 방법이 중요함을 나타낸다. 이러한 방법들은 시간, 주파수 및/또는 공간 영역에서 동작할 수 있다.

5 매크로-피코 이중의 네트워크, 매크로 셀은 피코 셀로부터 서빙 받는 단말, 특히, 서빙 피코셀의 경계에 있는 단말에 강한 간섭을 발생시킬 수 있다. 시간 영역 ICIC(Inter-Cell Interference Coordination)의 일환으로 간섭을 일으키는 매크로 셀은 ABS(또는 ABSF: Almost Blank Sub-frame)라고 불리우는 서브프레임을 제공하여, ABSF에서는 CRS를 제외하고 어떠한 하향링크 제어 채널 및 데이터 채널을 전송하지 않음으로써 매크로 셀로부터 기인하는 강한  
10 간섭으로부터 보호될 수 있다. PSS(Primary Synchronization Sequence), SSS(Secondary Synchronization Sequence), PBCH(Physical Broadcast Control Channel), SIB1(System Information Block Type 1), Paging, PRS(Positioning Reference Signal)이 ABS와 일치하는 경우, ABS를 통해 전송된다. 또한, ABS가 데이터 영역에서 어떠한 신호도 전송하지 않는 MBSFN(Multicast broadcast  
15 single frequency network) 서브프레임과 일치하는 경우 CRS는 ABS의 데이터 영역에서 전송되지 않는다.

도 9는 매크로-피코 네트워크에서 매크로 셀에서의 ABS의 구성을 예시하는 도면이다.

도 9를 참조하면, 매크로 셀은 #2와 #6 인덱스를 가지는 서브 프레임을  
20 ABSF로 구성하고, 이러한 정보는 백홀(backhaul)을 통해 피코셀에 지시될 수 있다. 피코셀은 매크로 셀로부터 수신한 정보에 기초하여 피코 단말(피코 셀로부터 서빙 받는 단말), 특히 매크로 셀과 피코셀의 경계에 있는 단말들을

ABSF에서만 스케줄링할 수 있다. 즉, 피코 단말은 ABSF들 내에서만 CSI 측정을 수행한다.

간섭을 받는 단말은 불필요한 무선 링크 실패(RLF: Radio Link Failure)를 방지하고, 수신 전력(RSRP: Reference Signal Received Power), 참조 신호 수신 품질(RSRQ: Reference Signal Received Quality) 등의 정확한 측정을 위해 서빙 셀에 의하여 제한된 서브프레임(들)에서 RLM(Radio Link Monitoring)/RRM(Radio Resource Management)을 위한 측정을 수행하도록 구성된다. 이를 위해, 백홀 시그널링과 동일한 주기를 가지는 비트맵 시그널링(예를 들어, 1은 ABS를 나타내고, 이외의 서브프레임을 0으로 나타낼 수 있다.)이 적용될 수 있으나, 백홀 비트맵 패턴으로부터 독립적으로 패턴이 구성되어야 한다.

기존의 ICIC 기술들이 동일 채널 간섭(co-channel interference)을 극복하기에 불충분하여 CSG 시나리오와 피코 시나리오 두 가지 시나리오가 제안되었다. 이러한 시나리오는 시간 영역 ICIC의 기본 개념을 묘사하기 위한 네트워크 구성의 일례이고, 그것은 다른 네트워크 배치 시나리오에도 적용될 수 있음을 물론이다.

도 10은 시간 영역 ICIC(Inter-Cell Interference Coordination)의 일환으로 CSG 시나리오를 예시한다.

도 10을 참조하면, CSG 셀에 액세스가 허용되지 않는 단말(이하, 'non-member 단말'이라 한다.)이 CSG 셀에 근접할 때 주요 간섭 상태가 발생할 수 있다. 네트워크 배치 및 전략에 기인하여, 인터-셀 간섭에 영향을 받는 단말을 또 다른 E-UTRA(Evolved Universal Terrestrial Radio Access) 캐리어 또는 다른 RAT(Radio Access Technology) 캐리어로 우회(divert)하는 것은 가능하지 않을

수 있다. 시간 영역 ICIC는 이러한 non-member 단말에게 동일한 주파수 레이어(layer)에서 매크로 셀로부터 서비스 받는 것을 허용하기 위해 이용될 수 있다.

이러한 간섭은 CSG 셀이 해당 매크로셀의 서브프레임을 간섭으로부터  
 5 보호하기 위하여 ABSF를 이용함으로써 경감될 수 있다. non-member 단말은 서빙 매크로 셀을 위한 RRM, RLM 그리고 CSI 측정을 위해 보호된 자원을 이용하도록 시그널링 될 수 있으며, non-member 단말이 계속하여 CSG 셀로부터의 강한 간섭 아래에서 매크로 셀로부터 서비스 받는 것이 허용될 수 있다.

RRC\_CONNECTED에서, 네트워크는 예를 들어, LTE Release-8/9에서 정의된  
 10 측정 이벤트들을 통해 non-member 단말이 CSG 셀로부터 강한 간섭과 관련되어 있음을 발견할 수 있으며, 이러한 단말을 위하여 RRM/RLM/CSI 측정 자원이 제한되도록 설정할 수 있다. 또한, 네트워크는 서빙 매크로 셀로부터 이동성을 용이하게 하기 위하여 이웃 셀을 위한 RRM 측정 자원이 제한되도록 설정할 수 있다. 네트워크는 단말이 더 이상 CSG 셀에 의하여 심한 간섭을 받지 않는 것이  
 15 감지되었을 때 RRM/RLM/CSI 측정 자원의 제한을 해제할 수 있다.

도 11은 시간 영역 ICIC(Inter-Cell Interference Coordination)의 일환으로 피코 시나리오를 예시한다.

도 11을 참조하면, 시간 영역 ICIC는 서빙 피코 셀의 경계에 있는 피코 단말(예를 들어, 매크로 셀로부터 피코 셀로 트래픽 오프로딩(off-loading)인  
 20 단말)를 위해 이용될 수 있다. 시간 영역 ICIC는 위와 같은 단말이 동일한 주파수 레이어(layer)에서 피코 셀로부터 서비스 받는 것을 허용하기 위해 이용될 수 있다. 이러한 간섭은 매크로 셀이 해당 피코셀의 서브프레임을

간섭으로부터 보호하기 위하여 ABSF를 이용함으로써 경감될 수 있다. 피코 단말(피코 셀로부터 서빙 받는 단말)은 서빙 피코 셀을 위한 셀 측정(RRM), RLM, CSI 측정을 위해 보호된 자원을 이용할 수 있다. 피코 단말을 위해, RRM/RLM/CSI 측정 자원의 제한은 매크로 셀로부터 강한 간섭 아래에서 피코 셀의 더욱 정확한 측정

5 측정을 가능하게 할 수 있다. 피코 셀은 매크로 셀로부터 강한 간섭에 관련된 단말들만을 위해 RRM/RLM/CSI 측정 자원의 제한을 선택적으로 구성할 수도 있다. 또한, 매크로 셀로부터 서비스 받는 단말을 위해 네트워크는 매크로 셀로부터 피코 셀로의 이동성을 용이하게 하기 위하여 이웃 셀을 위한 RRM 측정 자원 제한되도록 설정할 수도 있다.

10 셀 간에 서브프레임 패턴(예를 들어, ABS 패턴)에 대한 정보를 전달하는 방식에 대하여 구체적으로 설명한다.

간섭을 주는 셀은 간섭을 받는 셀에게 X2 인터페이스를 통해서 2 개의 비트맵을 시그널링할 수 있다. 각각의 비트맵은 40 비트 크기로 구성될 수 있으며, 40 개의 서브프레임 단위로 각각의 서브프레임의 속성을 표현할 수 있다.

15 제1 비트맵은 ABS가 위치하는 서브프레임을 지시한다. 즉, 제1 비트맵은 ABS를 1로, 이외의 서브프레임을 0으로 표현한 비트맵에 해당할 수 있다. 제 2 비트맵은 제 1 비트맵 중에서 높은 확률로 ABS 로 설정될 서브프레임을 나타내는 비트맵에 해당할 수 있다. 즉, 제2 비트맵에서 반드시 ABS 로 설정되는 서브프레임은 제1 비트맵에서 ABS 로 설정되는 서브프레임의 서브셋(subset)에

20 해당할 수 있다. 이러한 서브셋은 제한된 RLM/RRM 측정의 설정을 위해 수신단에서 사용될 수 있다. 서빙 셀은 RRC 시그널링을 통해 RLM/RRM 및 CSI를 위한 실제 자원을 지시한다.

매크로 셀에서 피코 셀로 ABS 패턴을 지시하기 위해 비트맵 패턴이 사용된다. 비트맵 패턴의 주기는 FDD 시스템에서 40ms이고, TDD 시스템에서는 상향링크-하향링크 구성 1 내지 5의 경우 20ms, 상향링크-하향링크 구성 0의 경우 70 ms, 상향링크-하향링크 구성 6의 경우 60ms이 될 수 있다.

- 5 이와 같은 비트맵 패턴은 반정적(semi-statically)으로 업데이트될 수 있다. 이때, 업데이트 트리거(trigger)는 비주기적(aperiodic)으로 발생될 수 있으며, 이벤트 기반으로 발생될 수 있다.

## 2. 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링(time domain PDCCH bundling scheduling)

- 10 높은 데이터 전송율 요구량을 지원하기 위하여 다중 사용자 MIMO(MU-MIMO) 또는 CoMP 또는 크로스 셀 스케줄링이 무선 접속 시스템에 적용됨에 따라 기존의 PDCCH는 다수의 제어 정보를 전송하기 위하여 용량(capacity)이 부족할 수 있다. 또한 셀 경계(cell edge)에 위치한 단말들을 위하여 CCE 집합 레벨을 증가시키는 경우 한 개의 PDCCH를 전송하기 위한 CCE의 개수가 증가되고, 이는 다수의
- 15 단말들에게 CCE를 할당하여 PDCCH를 전송해야 하는 경우 제한 사항으로 작용하여 차단 확률(blocking probability)를 증가시킬 수 있다. 차단 확률은 이용 가능한 CCE가 없어 스케줄링 정보를 전송할 수 없는 경우가 발생할 확률을 의미한다.

- 이러한 PDCCH의 용량 부족 또는 차단 확률의 증가는 단말들에게 하향링크 자원 할당 정보/상향링크 자원 할당 정보(DL assignment/UL grant)를 전송할 수
- 20 없는 스케줄링 제한으로 이어지며, 결국 셀 수율(cell throughput)의 저하를 야기한다. 이하, 본 발명에서는 이와 같은 레가시 PDCCH의 용량을 증가시키기 위하여 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링(time domain PDCCH bundling



scheduling) 기법과 이에 관련된 절차를 제안한다.

도 12는 FDD 시스템에서 기존의 PDCCH를 이용하여 하향링크 자원 할당 절차를 예시한다.

도 12를 참조하면, 기지국은 PDCCH를 이용하여 하향링크 자원 할당 정보 (DL assignment)를 전송하고, 기지국으로부터 전송되는 PDCCH를 통하여 단말은 PDSCH를 수신할 수 있다. 즉, 단말은 n번째 서브프레임에서 해당 단말을 위한 RNTI로 스크램블(scrambling)된 PDCCH를 블라인드 디코딩을 통하여 획득한 경우, 같은 n번째 서브프레임의 PDSCH를 통하여 데이터 또는 정보를 수신할 수 있다. 또는 n+1번째 서브프레임에서 해당 단말을 위한 RNTI로 스크램블된 PDCCH를 수신한 경우 같은 n+1번째 서브프레임의 PDSCH를 통하여 데이터 또는 정보를 수신할 수 있다. 이때 해당 단말을 위한 RNTI에는 C-RNTI, SI-RNTI, P-RNTI, RA-RNTI, SPS C-RNTI(Semi-Persistent Scheduling C-RNTI), Temporary C-RNTI가 포함 될 수 있다.

TDD 시스템에서도 FDD 시스템과 같은 절차를 통하여 PDCCH 및 PDSCH가 전송 되지만 상향링크-하향링크 구성에 따라 한 무선 프레임 내에서 PDCCH/PDSCH가 전송되는 위치가 달라진다. 즉, 앞서 설명한 표 6에서 "D"로 표시된 서브프레임이 무선 프레임 내에서 PDCCH/PDSCH가 전송되는 서브프레임의 위치를 나타낸다. 여기서, 스페셜 서브프레임의 경우에도 스페셜 서브프레임 구성에 따라 하향링크 서브프레임과 동일한 절차를 가질 수 있다.

다만, 이와 같이 하나의 PDCCH를 이용해 PDSCH를 할당하여 단말을 스케줄링하는 기법은 상술한 문제점으로 인하여(PDCCH 용량의 부족, 차단 확률 증가) 제약 조건이 발생할 수 있다. 따라서, 하나의 PDCCH를 통하여 여러 개의

PDSCH를 스케줄링하는 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링 절차를 설명한다.

도 13을 본 발명의 일 실시예에 따른 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링을 예시한 도면이다.

도 13을 참조하면, 단말이 기지국으로부터 번들링된 PDCCH를 수신하고, 수신한 PDCCH를 통하여 스케줄링된 PDSCH를 수신하는 절차를 나타낸다. 도 13의 (a)는 번들링 크기(bundling size)가 3인 경우를 예시하고, 도 13의 (b)는 번들링 크기가 4인 경우를 예시한다.

도 13의 (a)와 같이, 번들링 크기가 3인 경우, 단말은  $n$ 번째 서브프레임에서 번들링된 PDCCH(bundled PDCCH)를 수신한 경우, 해당 PDCCH를 통해  $n$ ,  $n+1$ ,  $n+2$ 번째 서브프레임에서 PDSCH를 수신 할 수 있다. 또한, 단말은  $n+4$ 번째 서브프레임에서 번들링된 PDCCH를 수신한 경우, 해당 PDCCH를 통해  $n+4$ ,  $n+5$ ,  $n+6$ 번째 서브프레임에서 PDSCH를 수신 할 수 있다.

또한, 도 13의 (b)와 같이, 번들링 크기가 4인 경우, 단말은  $n$ 번째 서브프레임에서 번들링된 PDCCH를 수신한 경우, 해당 PDCCH를 통해  $n$ ,  $n+1$ ,  $n+2$ ,  $n+3$ 번째 서브프레임에서 PDSCH를 수신 할 수 있다. 또한, 단말은  $n+4$ 번째 서브프레임에서 번들링된 PDCCH(bundled PDCCH)를 수신한 경우, 해당 PDCCH를 통해  $n+4$ ,  $n+5$ ,  $n+6$ ,  $n+7$ 번째 서브프레임에서 PDSCH를 수신 할 수 있다.

이와 같이, 번들링된 PDCCH는 번들링 크기 내에 속하는 서브프레임들에서 전송되는 PDSCH를 함께(동시에) 스케줄링할 수 있다. 여기서, 스케줄링되는 PDSCH가 전송되는 서브프레임에 앞선 예와 같이 번들링된 PDCCH가 전송되는 서브프레임( $n$  또는  $n+4$ 번째 서브프레임)이 포함될 수도 있으며, 포함되지 않을 수도 있다. 이하, 설명의 편의를 위해 번들링된 PDCCH가 전송되는 서브프레임이

번들링 크기에 포함되는 것을 가정하여 설명한다.

또한, 이하 설명의 편의를 위해 PDSCH를 스케줄링하기 위한 하향링크 자원 할당 정보(DCI 포맷)에 대하여 설명하나 PUSCH를 스케줄링하기 위한 상향링크 자원 할당 정보(DCI 포맷)에도 본 기법이 동일하게 적용될 수 있다. 즉, 단말이 일정 시간(번들링 크기) 동안 상향링크 자원 할당을 받아 PUSCH를 송신해야 하는 경우, 상술한 PDSCH를 스케줄링 하기 위한 번들링된 DCI 포맷과 같이 기지국은 상향링크 자원 할당 정보가 전송되는 DCI 포맷들에 시간 영역 번들링을 수행하여 하나의 PDCCH를 통해 전송할 수 있다. 따라서, 상향링크에 시간 번들링을 수행하기 위하여 이하 설명 중 PDSCH를 PUSCH로 대체하고, 하향링크 자원 할당을 나타내는 DCI 포맷은 상향링크 자원 할당을 나타내는 DCI 포맷으로 대체할 수 있다. 또한, PDSCH를 스케줄링하기 위한 하향링크 자원 할당 정보와 PUSCH를 스케줄링하기 위한 상향링크 자원 할당 정보를 번들링하여 전송되는 경우에도 마찬가지로 적용될 수 있음은 물론이다.

## 2. 1. 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링 설정

### 2. 1. 1. 상위 계층 시그널링 설정

기지국은 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링과 번들링 크기를 설정하여 상위 계층 시그널링(예를 들어, RRC 시그널링)을 통해 단말에게 전송 할 수 있다. 기지국에 의하여 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링이 설정된 이후에 단말은 기지국으로부터 PDCCH를 수신하면, 수신된 PDCCH는 번들링 크기만큼 PDSCH를 할당(assignment)하는 것으로 인지할 수 있으며, 해당 PDSCH들을 통해 데이터 또는 정보를 획득할 수 있다. 여기서, 기지국은 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링의 적용 여부에 대한 설정과 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링에 따른

번들링 크기의 설정을 구분하여 단말에 전송할 수 있으며, 또한, 두 가지의 정보를 합쳐서 단말에 전송할 수도 있다.

먼저, 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링의 적용 여부에 대한 설정과 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링에 따른 번들링 크기의 설정을 구분하여 제공하는 경우를 살펴보면, 아래 표 11 및 12와 같이 기지국은 번들링 크기에 대한 정보를 단말에 전송할 수 있다.

표 11 및 12는 시간 영역 번들링 크기 설정을 위한 상위 계층 파라미터를 예시한다.

【표 11】

Bit of time domain bundling size	Information
00	2 subframes bundling
01	3 subframes bundling
10	4 subframes bundling
11	5 subframes bundling

【표 12】

Bit of time domain bundling size	Information
00	1 subframes bundling
01	2 subframes bundling
10	3 subframes bundling
11	4 subframes bundling

표 11 및 12를 참조하면, 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링이 적용되는 경우, 단말에게 전송되는 시간 영역 번들링 크기에 대한 필드가 2 비트로 표현되는 경우를 나타낸다. 여기서, 1 서브프레임 번들링은, 단말이 n번째 서브프레임에서 PDCCH를 수신한 경우 해당 PDCCH는 n번째 서브프레임의 PDSCH를

스케줄링하는 것을 의미한다. 또한, 2 서브프레임 번들링은, 단말이 n번째 서브프레임에서 PDCCH를 수신한 경우, 해당 PDCCH는 n번째 서브프레임의 PDSCH와 n+1번째 서브프레임의 PDSCH를 스케줄링하는 것을 의미한다. 3 서브프레임 번들링, 4 서브프레임 번들링도 마찬가지이다.

5 한편, 표 11 및 12는 하나의 예시일 뿐이며, 시간 영역 번들링 크기에 대한 필드를 구성하는 각각의 비트가 지시하는 정보가 달라질 수 있음은 물론이며, 시간 영역 번들링 크기에 대한 필드가 2 비트 이외에 3, 4, 5 비트 등과 같이 다른 비트 크기로 구성될 수 있음은 물론이다.

또한, 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링의 적용 여부에 대한 설정과 시간  
 10 영역 PDCCH 번들링 스케줄링에 따른 번들링 크기의 설정을 함께 제공하는 경우를 살펴보면, 아래 표 13 및 14과 같이 기지국은 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링의 적용 여부에 대한 정보와 번들링 크기에 대한 정보를 합쳐서 하나의 필드를 통하여 단말에 전송할 수 있다.

15 표 13 및 14는 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링 설정 및 번들링 크기 설정을 위한 상위 계층 파라미터를 예시한다.

【표 13】

Bit of time domain bundling configuration field	Information
00	Not bundling
01	2 subframes bundling
10	3 subframes bundling
11	4 subframes bundling

【표 14】

Bit of time domain bundling configuration field	Information
00	Not bundling
01	1 subframes bundling
10	2 subframes bundling
11	3 subframes bundling

표 13 및 14를 참조하면, 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링 설정 및 번들링 크기에 대한 필드가 2 비트로 표현되는 경우를 나타낸다. 여기서, 번들링 미적용(Not bundling)은 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링이 적용되지 않는 경우를 나타내며, 단말은 기존과 동일하게 n번째 서브프레임에서 PDCCH를 수신한 경우 해당 PDCCH는 n번째 서브프레임의 PDSCH를 스케줄링하는 것을 의미한다. 또한, 1 서브프레임 번들링, 2 서브프레임 번들링 및 3 서브프레임 번들링은 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링이 적용되는 경우를 나타내며, 번들링된 PDCCH는 각 번들링 크기만큼의 서브프레임의 PDSCH를 스케줄링하는 것을 의미한다.

한편, 표 13 및 14는 하나의 예시일 뿐이며, 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링 설정 및 번들링 크기에 대한 필드를 구성하는 각각의 비트가 지시하는 정보가 달라질 수 있음은 물론이며, 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링 설정 및 번들링 크기에 대한 필드가 2 비트 이외에 3, 4, 5 비트 등과 같이 다른 비트 크기로 구성될 수 있음은 물론이다.

2. 1. 2. PDCCH 설정

기지국은 동적 시간 번들링 스케줄링(Dynamic time bundling scheduling)을 수행하기 위하여 PDCCH 내 특정 필드를 이용할 수 있다. 이때, 시간 번들링 스케줄링을 위한 비트는 PDCCH 내의 예약된 비트(reserved bits)를 이용할 수도

있으며 새롭게 시간 번들링 스케줄링을 위한 필드를 정의하여 운용할 수도 있다.

PDCCH를 통해 전송되는 시간 번들링 스케줄링을 위한 필드는 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링의 적용 여부에 대한 설정과 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링에 따른 번들링 크기의 설정을 모두 포함할 수 있다. 또한, 상위 계층  
5 시그널링을 통해 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링의 적용 여부를 설정한 후, PDCCH를 통해 전송되는 시간 번들링 스케줄링을 위한 필드는 번들링 크기의 설정만으로 구성될 수도 있다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링을 예시한 도면이다.

10 도 14를 참조하면,  $n$ ,  $n+3$ ,  $n+4$ 번째 서브프레임에서 전송되는 각 PDCCH에서 번들링 크기를 지시하는 경우를 나타낸다. 즉,  $n$ 번째 서브프레임에서 수신한 PDCCH가 번들링 크기 3을 지시하므로 해당 PDCCH는  $n$ ,  $n+1$ ,  $n+2$ 번째 서브프레임의 PDSCH을 스케줄링하고,  $n+3$ 번째 서브프레임에서 수신한 PDCCH가 번들링 크기 1을 지시하므로 해당 PDCCH는  $n+3$ 번째 서브프레임의 PDSCH을  
15 스케줄링하며,  $n+4$ 번째 서브프레임에서 수신한 PDCCH가 번들링 크기 4를 지시하므로 해당 PDCCH는  $n+4$ ,  $n+5$ ,  $n+6$ ,  $n+7$ 번째 서브프레임의 PDSCH을 스케줄링한다.

상위 계층 시그널링을 통해 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링의 적용 여부를 설정한 후, PDCCH 내 비트 필드를 이용하여 번들링 크기를 전송하는 경우  
20 PDCCH 내 필드 정보는 아래 표 15 및 16과 같이 구성될 수 있다.

표 15 및 16은 시간 영역 번들링 크기 설정을 위한 PDCCH 파라미터를 예시한다.

【표 15】

Bit of time domain bundling size	Information
00	2 subframes bundling
01	3 subframes bundling
10	4 subframes bundling
11	5 subframes bundling

【표 16】

Bit of time domain bundling size	Information
00	1 subframes bundling
01	2 subframes bundling
10	3 subframes bundling
11	4 subframes bundling

5            표 15 및 16을 참조하면, 번들링 크기에 대한 필드가 2 비트로 표현되는 경우를 나타낸다. 여기서, 번들링 크기에 대한 정보는 해당 PDCCH가 각 번들링 크기만큼의 서브프레임의 PDSCH를 스케줄링하는 것을 의미한다.

          한편, 표 15 및 16은 하나의 예시일 뿐이며, 시간 영역 번들링 크기에 대한 필드를 구성하는 각각의 비트가 지시하는 정보가 달라질 수 있음은 물론이며,  
 10    시간 영역 번들링 크기에 대한 필드가 2 비트 이외에 3, 4, 5 비트 등과 같이 다른 비트 크기로 구성될 수 있음은 물론이다.

2. 2. 번들링된 PDCCH 페이로드 (bundled PDCCH payload)

          시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링이 설정된 경우, PDCCH가 전송되는 n번째 서브프레임에서의 DCI 포맷은 다음과 같이 구성될 수 있다.

15    2. 2. 1. 다중화(Multiplexing)

          기지국은 해당 단말에 설정된 번들링 크기만큼의 서브프레임에 대한 DCI



포맷들을 다중화(multiplexing)하여 PDCCH가 전송되는 n번째 서브프레임에서 전송할 수 있다. 이때, 번들링되는 각 DCI 포맷은 시간 순으로 연속적으로 배치될 수 있다. 즉, 번들링 크기가 4이고, 한 개의 PDSCH를 스케줄링하기 위한 DCI 포맷 페이로드 크기가 m으로 모두 동일하다고 가정할 때, n번째 서브프레임에서 전송되는 번들링된 DCI 포맷은  $(4 \times m)$  비트로 구성될 수 있으며, n, n+1, n+2, n+3번째 서브프레임의 PDSCH에 대한 자원 할당 정보를 순차적으로 포함할 수 있다. 결국, 각 서브프레임의 PDSCH를 스케줄링하기 위한 DCI 포맷들을 다중화한 후,  $(4 \times m)$  비트로 구성된 번들링된 DCI 포맷에 CRC 패리티 비트가 삽입되므로 결과적으로  $(4-1) \times 16$  비트(CRC 패리티 비트)를 절약할 수 있다. 다만, 설명의 편의를 위해 각 PDSCH를 스케줄링하기 위한 DCI 포맷 페이로드 크기가 동일한 것으로 가정하였으나, 스케줄링 하기 위한 PDSCH 별로 DCI 포맷 페이로드 크기가 상이할 수도 있다. 이 경우에도 번들링된 DCI 포맷의 페이로드 크기는 번들링되는 각 DCI 포맷 페이로드 크기가 합쳐지고, 번들링되는 각 DCI 포맷은 시간 순으로 연속적으로 배치될 수 있다.

이처럼 번들링되는 각 DCI 포맷을 다중화하는 경우, 번들링된 DCI 포맷 페이로드 크기는 기존의 DCI 포맷의 페이로드 크기와 다르게 된다. 따라서, 단말의 블라인드 디코딩 횟수를 증가시키지 않기 위해 번들링된 DCI 포맷은 단말 특정 서치 스페이스(USS)로만 전송할 수 있다. 즉, 단말은 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링 설정된 경우, 단말은 USS를 통하여 번들링된 DCI 포맷을 기대하기 때문에, 블라인드 디코딩 횟수를 증가시키지 않고 각 서브프레임에 대한 번들링된 DCI 포맷을 검출할 수 있다. 예를 들어, 단말은 USS에서 DCI 포맷 0/1A의 비트 크기를 이용하여 블라인드 디코딩을 수행하며, 설정된 번들링

크기를 이용하여 예상(혹은 산출)한 번들링된 DCI 포맷 페이로드 크기를 이용하여 블라인드 디코딩을 수행할 수 있다.

### 2. 2. 2. 제한(restriction) 또는 삭제(elimination)/생략(omit)

시간 정적인 채널(Time static channel)의 경우 시간 영역에서 주파수 채널  
 5 응답이 비교적 일정하다. 따라서, 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링이 설정된  
 경우, 기지국은 번들링되는 각각의 서브프레임의 PDSCH에 대한 DCI 포맷들 중  
 일부분의 필드를 제한(restriction) 혹은 삭제(elimination) 한 후 PDCCH가  
 송신되는  $n$ 번째 서브프레임에서 전송 할 수 있다. 이때, 제한 혹은 삭제할 수  
 있는 필드는 자원 할당 필드, 변조 및 코딩 기법(MCS), HARQ 프로세스 번호(HARQ  
 10 process number), 리던던시 버전(Redundancy version), 하향링크 할당  
 인덱스(DAI: Downlink assignment index), 전송 파워 제어 커맨드 (TPC command:  
 Transmit Power Control command), 프리코딩 정보 필드(pre-coding information  
 field) 중 적어도 어느 하나가 포함 될 수 있다. 또한, 상술한 필드 중에서 하나  
 이상의 필드를 부분 집합으로 정하고, 부분 집합으로 제한 혹은 삭제될 수도  
 15 있다. 즉,  $n$ 번째 서브프레임에 대한 DCI 포맷(가장 앞선 서브프레임에 대한 DCI  
 포맷)을 기준으로  $n+1$ ,  $n+2$ ,  $\dots$ ,  $(n+\text{번들링 크기}-1)$ 번째 서브프레임들에 대한  
 DCI 포맷들은 상술한 필드 중 일부분 혹은 부분 집합으로 제한 혹은 삭제된 후  
 다중화될 수 있다. 또는,  $n$ 번째 서브프레임에 대한 DCI 포맷(가장 앞선  
 서브프레임에 대한 DCI 포맷)을 제외하고,  $n+1$ ,  $n+2$ ,  $\dots$ ,  $(n+\text{번들링 크기}-$   
 20  $1)$ 번째 서브프레임들에 대한 DCI 포맷 필드들은 모든 필드를 생략하여 번들링된  
 DCI 포맷을 구성할 수도 있다.

이 경우,  $n+1$ ,  $n+2$ ,  $\dots$ ,  $(n+\text{번들링 크기}-1)$ 번째 서브프레임들에 대한 DCI

포맷들 필드 중 생략된 필드에 대한 정보는 n번째 서브프레임에 대한 DCI 포맷(가장 앞선 서브프레임에 대한 DCI 포맷)에 포함된 필드의 정보를 동일하게 이용할 수 있다. 즉, 생략된 필드는 n번째 서브프레임에 대한 DCI 포맷에 포함된 필드로 대체될 수 있다. 그 일례로, 단말은 번들링 크기 내의 모든 PDSCH에 대한 자원 할당 필드, 변조 및 코딩 기법, 리턴던시 버전, 전송 파워 제어 커맨드 프리코딩 정보 필드 중 적어도 어느 하나를 동일하게 적용할 수 있다.

앞서 설명한 기법은 n번째 서브프레임을 통하여 전송되는 번들링된 DCI 포맷의 페이로드 크기를 크게 줄일 수 있는 장점이 있으며, 나아가 특정 DCI 포맷의 페이로드 크기와 동일하게 유지할 수도 있다. 그 일례로, 번들링된 DCI 포맷의 페이로드 크기는 DCI 포맷 0/1A의 페이로드 크기와 동일하게 유지할 수 있다.

DCI 포맷 0/1A의 페이로드 크기와 동일하게 유지된 번들링된 DCI 포맷은 공통 서치 스페이스(CSS) 또는 단말 특정 서치 스페이스(USS)를 통해 전송 될 수 있다. 즉, 단말은 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링이 설정된 경우, CSS 혹은 USS에서 블라인드 디코딩을 수행하여 검출된 DCI 포맷이 번들링된 DCI 포맷임을 인지할 수 있다. 이때, 번들링 크기는 DCI 포맷 0/1A의 크기에 의하여 결정될 수 있다. 즉, '번들링된 DCI 포맷 페이로드 크기(n번째 서브프레임에 대한 DCI 포맷 + ((번들링 크기-1) × 제한된 DCI 포맷)) ≤ DCI 포맷 0/1A 페이로드 크기'를 만족하도록 번들링 크기가 결정될 수 있다.

또한, DCI 포맷 0/1A의 페이로드 크기와 동일하게 유지된 번들링된 DCI 포맷은 폴백(fall back)을 위하여 CSS로 전송하는 것을 제한할 수도 있다. 즉, CSS로 전송되는 DCI 포맷은 DCI 포맷 0/1A로 제한하고, USS로 전송되는 DCI 포맷

0/1A와 같은 페이로드 크기를 가지는 DCI 포맷만을 번들링된 DCI로 제한할 수도 있다.

### 2. 3. 번들링된 PDSCH에 대한 ACK/NACK 절차

시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링에 따라 번들링된 PDSCH에 대한 단말의 HARQ 프로세스를 살펴보면, 단말은 기지국으로부터 수신한 번들링된 PDSCH에 대한 ACK/NACK/DTX 정보를 PUCCH를 통하여 전송할 수 있다. 이때, 단말은 PUCCH 포맷 1a 또는 채널 선택(channel selection)을 이용한 PUCCH 포맷 1b 또는 PUCCH 포맷 3을 사용할 수 있다. PUCCH의 전송 시간은 다음과 같이 구분할 수 있다.

#### 2. 3. 1. 마지막 PDSCH 기준으로 전송

PUCCH의 전송 시간은 번들링된 DCI 포맷이 가리키는 PDSCH 중 마지막 PDSCH를 기준으로 결정될 수 있다. 이때, FDD 시스템의 경우는  $n-4$ 번째 PDSCH를 기준으로  $n$ 번째 서브프레임에서 PUCCH가 전송되며, TDD 시스템의 경우에는 상향링크-하향링크 구성에 따라 아래 표 17과 같이  $n-k$ 에 대한 PDSCH에 대하여  $n$ 번째 서브프레임에서 PUCCH가 전송된다.

표 17은 TDD 시스템에서 상향링크-하향링크 구성에 따른 HARQ ACK/NACK 전송 시간( $k$ )을 나타낸다.

#### 【표 17】

UL-DL Configuration	Subframe <i>n</i>									
	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	-

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 번들링된 PDSCH에 대한 PUCCH 전송을 예시하는 도면이다.

도 15를 참조하면, FDD 시스템에서 번들링 크기가 3인 경우, 번들링 크기  
5 내 마지막 서브프레임인  $n+2$ 번째 서브프레임을 기준으로 PUCCH 전송 시간을 계산할 수 있으며,  $n+6$ 번째 서브프레임에서 PUCCH가 전송된다.

여기서, PUCCH에서 전송되는 ACK/NACK정보는 다음과 같이 구성될 수 있다.

#### 2. 4. 1. 1. 번들링(bundling)

단말은 시간 영역 PDCCH 번들링 스케줄링에 따른 번들링 크기에 해당하는  
10 PDSCH들에 대한 ACK/NACK 정보를 번들링하여 PUCCH 전송 시간에 ACK/NACK을 전송할 수 있다. 기지국은 단말이 전송한 PUCCH를 통하여 재전송 여부를 결정할 수 있으며, 재전송이 수행되는 경우 기지국은 다시 번들링 크기만큼의 PDSCH를 재전송할 수 있다. 즉, 단말은 번들링 크기 내 PDSCH 중 적어도 하나를 정확히  
수신하지 못한 경우 NACK 정보를 기지국에 전송하며, 기지국은 NACK 정보를  
15 수신한 경우, 번들링 크기만큼의 PDSCH를 모두 재전송한다.

여기서, 기지국이 1 전송 블록(TB: transport block)을 PDSCH로 전송한 경우에는, 단말은 1 비트로 표현된 ACK/NACK 정보를 PUCCH 포맷 1a를 이용하여

전송 할 수 있다. 혹은 2 전송 블록을 PDSCH로 전송하는 경우에는 2 비트로 표현된 ACK/NACK 정보를 PUCCH 포맷 1b를 이용하여 전송할 수 있다. 다만, 하나 이상의 S셀이 설정되어 있는 경우, 단말은 채널 선택 기법을 이용한 PUCCH 포맷 1b 또는 PUCCH 포맷 3을 사용할 수 있다. 여기서, 채널 선택 기법은 PUCCH 포맷 1b를 이용하여 전송할 수 있는 비트 크기는 2이므로 전송하고자 하는 정보가 2 비트 이상일 때 나머지 ACK/NACK 비트들을 PUCCH 자원으로 분할하여 전송하는 기법을 의미한다. 따라서, ACK/NACK 비트 값뿐만 아니라 PUCCH가 전송되는 PUCCH 자원의 위치에 따라 단말이 전송하는 정보를 구분할 수 있다. 이와 같이 PUCCH 포맷 1b 및 PUCCH 포맷 3을 이용하는 경우, LTE/LTE-A 시스템에서 채널 선택을 이용한 PUCCH 포맷 1b 및 PUCCH 포맷 3의 전송 절차와 동일하게 수행될 수 있다.

PUCCH 포맷 자원의 인덱스는 PUCCH 전송을 위하여 이용하는 안테나 포트에 따라 아래 수학적 식 4와 같이 정해질 수 있다.

【수학적 식 4】

$$n_{PUCCH}^{(1,p=p_0)} = n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)} \text{ (안테나 포트 1을 이용하는 경우)}$$

$$n_{PUCCH}^{(1,p=p_1)} = n_{CCE} + 1 + N_{PUCCH}^{(1)} \text{ (안테나 포트 2를 이용하는 경우)}$$

여기서,  $N_{PUCCH}^{(1)}$  는 상위 계층 시그널링을 통해 결정되고,  $n_{CCE}$  는 PDCCH에서 번들링된 DCI 포맷이 전송된 가장 작은 CCE 인덱스를 의미한다. 또한, 하나 이상의 S셀이 설정된 경우에 PUCCH 자원은 LTE/LTE-A 시스템의 방식과 동일하게 결정되거나 또는 상위 계층 시그널링을 통해 PUCCH 자원이 지시될 수 있다.

2. 4. 1. 2. 다중화(multiplexing)

앞서 설명한 번들링 기법은 단말이 전송한 PUCCH의 정보에 따라 기지국이

재전송을 수행하는 경우, 최초 전송 시와 같은 번들링 크기만큼의 PUSCH를 전송하는 단점을 가질 수 있다. 따라서 번들링 크기 내에 속하는 각각의 PDSCH에 대한 ACK/NACK을 다중화하여 전송한다면, 기지국은 NACK 정보에 해당하는 PDSCH만을 재전송하여 효율적으로 운영할 수 있다. 예를 들어, 번들링 크기가 4이고, 전송 블록이 1인 경우, 단말이 전송하여야 하는 ACK/NACK 비트는 4 비트이므로, 단말은 채널 선택 기법을 이용한 PUCCH 포맷 1b를 이용하거나, PUCCH 포맷 3를 이용하여 ACK/NACK 정보를 기지국에 전송할 수 있다. 상술한 바와 같이, 채널 선택 기법은 PUCCH 포맷 1b를 이용하여 전송할 수 있는 비트 크기는 2이므로 전송하고자 하는 정보가 2 비트 이상일 때 나머지 ACK/NACK 비트들을 PUCCH 자원으로 분할하여 전송하는 기법을 의미한다. 즉, PUCCH 자원의 위치에 따라 전송되는 정보가 상이하게 결정됨으로써 단말은 2 비트만으로도 2 비트 이상의 정보를 기지국에 전송할 수 있다.

채널 선택 기법을 이용한 PUCCH 포맷 1b를 이용하는 경우, 자원 매핑 테이블은 번들링 크기와 전송 블록 크기에 따라 아래 표 18 내지 표 26과 같이 구성될 수 있다.

표 18은 총 ACK/NACK 비트 크기가 2인 경우의 자원 매핑 테이블의 예를 나타낸다.

**【표 18】**

HARQ-ACK(0)	HARQ-ACK(1)	$n_{\text{PUCCH},i}^{(1)}$	$b(0)b(1)$
ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1,1
ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1,1
NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0,0
NACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0,0
DTX	NACK/DTX	No Transmission	

표 19는 총 ACK/NACK 비트 크기가 2인 경우의 자원 매핑 테이블의 다른 예를 나타낸다.

【표 19】

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	$b(0),b(1)$
ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 1
ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, NACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
NACK, DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 0
DTX, DTX	No transmission	

5

표 20은 총 ACK/NACK 비트 크기가 2인 경우의 자원 매핑 테이블의 또 다른 예를 나타낸다.

【표 20】



HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	$b^{(0)}b^{(1)}$
ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 1
NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 1
NACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 0
DTX, NACK/DTX	No Transmission	

표 21은 총 ACK/NACK 비트 크기가 3인 경우의 자원 매핑 테이블의 예를 나타낸다.

【표 21】

HARQ-ACK(0)	HARQ-ACK(1)	HARQ-ACK(2)	$n_{\text{PUCCH},i}^{(1)}$	$b^{(0)}b^{(1)}$
ACK	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1,1
ACK	NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1,0
NACK/DTX	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1,1
ACK	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1,1
ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1,0
NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	NACK/DTX	NACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0,0
NACK	NACK/DTX	DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0,0
NACK/DTX	NACK	DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0,0
DTX	DTX	DTX	No Transmission	

표 22는 총 ACK/NACK 비트 크기가 3인 경우의 자원 매핑 테이블의 다른 예를 나타낸다.

【표 22】

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1), HARQ-ACK(2)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	$b(0), b(1)$
ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 1
ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 0
DTX, DTX, NACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 1
DTX, NACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
NACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 0
DTX, DTX, DTX	No transmission	

표 23은 총 ACK/NACK 비트 크기가 3인 경우의 자원 매핑 테이블의 또 다른 예를 나타낸다.

【표 23】

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1), HARQ-ACK(2)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	$b(0)b(1)$
ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 1
NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 0
NACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 0
DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	No Transmission	

표 24는 총 ACK/NACK 비트 크기가 4인 경우의 자원 매핑 테이블의 예를 나타낸다.

【표 24】

HARQ-ACK(0)	HARQ-ACK(1)	HARQ-ACK(2)	HARQ-ACK(3)	$n_{PUCCH,i}^{(1)}$	$b(0)b(1)$
ACK	ACK	ACK	ACK	$n_{PUCCH,1}^{(1)}$	1,1
ACK	NACK/DTX	ACK	ACK	$n_{PUCCH,2}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	ACK	ACK	ACK	$n_{PUCCH,1}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	ACK	$n_{PUCCH,3}^{(1)}$	1,1
ACK	ACK	ACK	NACK/DTX	$n_{PUCCH,1}^{(1)}$	1,0
ACK	NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	$n_{PUCCH,2}^{(1)}$	0,0
NACK/DTX	ACK	ACK	NACK/DTX	$n_{PUCCH,1}^{(1)}$	0,0
NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	$n_{PUCCH,3}^{(1)}$	1,0
ACK	ACK	NACK/DTX	ACK	$n_{PUCCH,2}^{(1)}$	1,1
ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	$n_{PUCCH,2}^{(1)}$	1,0
NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	ACK	$n_{PUCCH,3}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	$n_{PUCCH,3}^{(1)}$	0,0
ACK	ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{PUCCH,0}^{(1)}$	1,1
ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{PUCCH,0}^{(1)}$	1,0
NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{PUCCH,0}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	NACK	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{PUCCH,0}^{(1)}$	0,0
NACK	NACK/DTX	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{PUCCH,0}^{(1)}$	0,0
DTX	DTX	NACK/DTX	NACK/DTX	No Transmission	

표 25는 총 ACK/NACK 비트 크기가 4인 경우의 자원 매핑 테이블의 다른 예를 나타낸다.

【표 25】

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1), HARQ-ACK(2), HARQ-ACK(3)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	$b(0), b(1)$
ACK, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK, DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
NACK, DTX, DTX, DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 0
ACK, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 1
ACK, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 1
NACK/DTX, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK, DTX, DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 0
DTX, DTX, DTX, DTX	No transmission	

표 26은 총 ACK/NACK 비트 크기가 4인 경우의 자원 매핑 테이블의 또 다른 예를 나타낸다.

【표 26】



HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1), HARQ-ACK(2), HARQ-ACK(3)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	$b^{(0)}b^{(1)}$
ACK, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 0
ACK, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 1
ACK, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 1
NACK/DTX, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 0
NACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 0
DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	No Transmission	

표 18 내지 표 26을 참조하면, 단말은 상위 계층으로 설정된 PUCCH 자원 중 지시된 PUCCH 자원  $n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$ 을 통해 ACK/NACK 정보를 표현하는 비트 ( $b^{(0)}b^{(1)}$ )를

기지국에 전송한다. 여기서, 총 ACK/NACK 비트 크기(전송하기 위한 모든 ACK/NACK 정보)는 (번들링 크기  $\times$  전송 블록 크기(개수))로 구성될 수 있다. 즉, HARQ-ACK(0)은 번들링 크기 내의 첫번째 서브프레임의 PDSCH에 대한 ACK/NACK을 의미하고 HARQ-ACK(1)은 번들링 크기 내의 두번째 서브프레임의 PDSCH에 대한 ACK/NACK을 의미하며, HARQ-ACK(n)은 번들링 크기 내의 n번째 서브프레임의 PDSCH에 대한 ACK/NACK을 의미한다.

이와 같은 방법을 통해 PUCCH를 전송하는 경우에, PUCCH 포맷 자원의 인덱스는  $n_{\text{PUCCH}, i}^{(1)}$ 로 표현될 수 있으며, 전송 블록 크기가 2인 경우에는  $n_{\text{PUCCH}, i}^{(1)}$ 와  $n_{\text{PUCCH}, i+1}^{(1)}$ 로 표현될 수 있다. 상술한 바와 같이, PUCCH 포맷 자원의 인덱스는 PDCCH에서 번들링된 DCI 포맷이 전송된 가장 작은 CCE 인덱스( $n_{\text{CCE}}$ )와 상위 계층 시그널링을 통해 설정된 값( $N_{\text{PUCCH}}^{(1)}$ )을 이용하여 결정될 수 있다. 또한, 표 18 내지 표 26과 같이 운영하기 위하여 기지국은 DCI 포맷 내 특정 필드를 상위 계층으로 설정된 4개의 자원 중 하나 혹은 그 이상의 PUCCH 자원 값을 지시하는 용도로 사용될 수 있다. 그 일례로, 기지국은 DCI 포맷 내 ARI(Acknowledge Resource Indication/Indicator) 필드를 정의하여 이용할 수 있으며, 또는 전송 파워 제어(TPC) 커맨드 필드를 이용할 수 있다.

또한, 단말은 PUCCH 포맷 3을 이용하여 ACK/NACK 정보를 기지국에 전송할 수도 있다. PUCCH 포맷 3을 전송하기 위하여 사용되는 자원은 상위 계층으로 설정될 수 있다. 여기서, 기지국은 DCI 포맷 내 특정 필드를 상위 계층으로 설정된 4개의 자원 혹은 그 이상의 자원 중 PUCCH 포맷 3의 자원 값을 지시하는 용도로 사용할 수 있다. 그 일례로, 기지국은 DCI 포맷 내 ARI(Acknowledge Resource Indication/Indicator) 필드를 정의하여 이용할 수 있으며, 또는 전송

파워 제어(TPC) 커맨드 필드를 이용할 수 있다.

#### 2. 4. 2. 각 PDSCH 기준으로 전송

PUCCH의 전송 시간은 번들링된 DCI 포맷이 가리키는 각각 PDSCH를 기준으로 결정될 수 있다. 즉, 각각의 PDSCH에 대하여 각각의 PUCCH를 전송 할 수 있다.

5 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 번들링된 PDSCH에 대한 PUCCH 전송을 예시하는 도면이다.

도 16을 참조하면, FDD 시스템에서 번들링 크기가 3인 경우, 단말은 각각의 PDSCH에 대한 PUCCH를 3개의 서브프레임을 통하여 전송할 수 있다. 즉, n번째 서브프레임의 PDSCH에 대한 ACK/NACK 정보는 n+4번째 서브프레임의 PUCCH를  
10 이용하여 전송되며, n+1번째 서브프레임의 PDSCH에 대한 ACK/NACK 정보는 n+5번째 서브프레임의 PUCCH를 이용하여 전송되며, n+2번째 서브프레임의 PDSCH에 대한 ACK/NACK 정보는 n+6번째 서브프레임의 PUCCH를 이용하여 전송될 수 있다.

다만, n+4번째 서브프레임에서 전송되는 PUCCH는 기존의 LTE/LTE-A  
15 시스템의 절차를 이용하여 구현이 가능하나, n+5를 포함한 이후의 서브프레임에서(n+5, n+6번째 서브프레임)의 PUCCH 전송을 위한 자원 결정 방안은 기존의 LTE/LTE-A 시스템에서 정의되지 않았으며, 다음과 같은 방안에 따라 PUCCH 자원이 결정될 수 있다.

단말은 전송하는 모든 PUCCH의 자원 인덱스를 첫번째로 전송되는 PUCCH의  
20 자원 인덱스와 동일하게 유지하여 PUCCH를 전송할 수 있다. 즉, 첫번째로 전송되는 PUCCH의 자원은 상위 계층 시그널 혹은 PDCCH에서 번들링된 DCI 포맷이 전송된 가장 작은 CCE 인덱스를 통하여 결정될 수 있다. 그 일례로, 앞서 설명한

수학식 4와 같이 정해질 수 있다. 따라서, 두번째 이후부터의 PUCCH의 자원도 동일하게 상위 계층 시그널 혹은 PDDCH에서 번들링된 DCI 포맷이 전송된 가장 작은 CCE 인덱스를 통하여 결정될 수 있다.

또한, 첫번째로 전송되는 PUCCH의 자원은 상위 계층 시그널 혹은 PDDCH에서 번들링된 DCI 포맷이 전송된 가장 작은 CCE 인덱스를 통하여 결정되고, 그 이후의 PUCCH의 자원은 상위 계층 시그널링을 통해 설정될 수 있다.

또한, 첫번째로 전송되는 PUCCH의 자원은 상위 계층 시그널 혹은 PDDCH에서 번들링된 DCI 포맷이 전송된 가장 작은 CCE 인덱스를 통하여 결정되고, 그 이후의 PUCCH의 자원 인덱스는 특정 값이 더해져 결정될 수 있다. 예를 들어, 첫번째로 전송되는 PUCCH의 자원의 인덱스를  $n$ 이라고 가정하면, 두번째, 세번째 및 네번째로 전송되는 PUCCH 자원 인덱스는  $n+k$  값으로 결정될 수 있다. 여기서, 서브프레임 번호가 증가할수록 PUCCH의 자원 인덱스를 결정하기 위한  $k$ 값이 정수 배 만큼 증가 될 수도 있다. 예를 들어, 첫번째로 전송되는 PUCCH의 자원의 인덱스를  $n$ 이라고 가정하면, 두번째로 전송되는 PUCCH 자원 인덱스는  $n+k$  값으로 결정되고, 세번째로 전송되는 PUCCH 자원 인덱스는  $n+2k$  값으로 결정되며, 네번째로 전송되는 PUCCH 자원 인덱스는  $n+3k$  값으로 결정될 수 있다. 이때,  $k$ 값은 상위 계층 시그널링을 통해 설정되거나 사전에 정의된 상수 값이 이용될 수 있다.

### 3. 본 발명이 적용될 수 있는 장치 일반

도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

도 17을 참조하면, 무선 통신 시스템은 기지국(170)과 기지국(170) 영역

내에 위치한 다수의 단말(180)을 포함한다.

기지국(170)은 프로세서(processor, 171), 메모리(memory, 172) 및 RF부(radio frequency unit, 173)을 포함한다. 프로세서(171)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은  
5 프로세서(171)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(172)는 프로세서(171)와 연결되어, 프로세서(171)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(173)는 프로세서(171)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

단말(180)은 프로세서(181), 메모리(182) 및 RF부(183)을 포함한다. 프로세서(181)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스  
10 프로토콜의 계층들은 프로세서(181)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(182)는 프로세서(181)와 연결되어, 프로세서(181)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(183)는 프로세서(181)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

메모리(172, 182)는 프로세서(171, 181) 내부 또는 외부에 있을 수 있고,  
15 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(171, 181)와 연결될 수 있다. 또한, 기지국(170) 및/또는 단말(180)은 한 개의 안테나(single antenna) 또는 다중 안테나(multiple antenna)를 가질 수 있다.

이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한  
20 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의

실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부  
 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는  
 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지  
 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운  
 5 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어,  
 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.  
 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 하나 또는 그 이상의  
 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal  
 10 processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable  
 logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 컨트롤러,  
 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서  
 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수  
 15 있다. 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다.  
 상기 메모리는 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한  
 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른  
 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상술한 상세한  
 20 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로  
 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해  
 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의

범위에 포함된다.

**【산업상 이용가능성】**

본 발명의 무선 접속 시스템에서 데이터 송수신 방안은 3GPP LTE 시스템에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, 3GPP LTE 시스템 이외에도 다양한 무선

5    접속 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

## 【청구의 범위】

## 【청구항 1】

무선 접속 시스템에서 시간 영역 번들링(bundling) 스케줄링 방법에 있어서,  
 복수의 하향링크 제어 정보(DCI: Downlink Control Information)를  
 5 포함하는 번들링된 DCI를 하나의 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를  
 통해 단말에 전송하는 단계;

상기 번들링된 DCI에 의하여 스케줄링되는 복수의 PDSCH(Physical Downlink  
 Shared Channel)를 통해 하향링크 데이터를 상기 단말에 전송하는 단계; 및

상기 단말로부터 상기 복수의 PDSCH에 대한  
 10 ACK/NACK(Acknowledgement/Negative-Acknowledgement) 정보를 수신하는 단계를  
 포함하는, 번들링 스케줄링 방법.

## 【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 ACK/NACK 정보는 상기 복수의 PDSCH에 대한 각각의 ACK/NACK 정보들이  
 15 다중화(multiplexing)되어 하나의 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)을  
 통해 전송되는, 번들링 스케줄링 방법.

## 【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 다중화된 ACK/NACK 정보에 NACK 정보가 포함되는 경우, 상기 NACK  
 20 정보에 대응되는 PDSCH를 통해 전송된 하향링크 데이터만이 재전송되는, 번들링  
 스케줄링 방법.

## 【청구항 4】



제1항에 있어서,

상기 ACK/NACK 정보는 상기 복수의 PDSCH에 대한 각각의 ACK/NACK 정보들이 번들링(bundling)되어 하나의 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)을 통해 전송되는, 번들링 스케줄링 방법.

5 **【청구항 5】**

제4항에 있어서,

상기 번들링된 ACK/NACK 정보가 NACK 정보를 지시하는 경우, 상기 복수의 PDSCH를 통해 전송된 하향링크 데이터 전부 재전송되는, 번들링 스케줄링 방법.

**【청구항 6】**

10 제1항에 있어서,

상기 ACK/NACK 정보의 전송 시간은 상기 복수의 PDSCH 중 시간 영역에서 가장 마지막 PDSCH를 기준으로 결정되는, 번들링 스케줄링 방법.

**【청구항 7】**

제1항에 있어서,

15 상기 ACK/NACK 정보는 상기 복수의 PDSCH에 대하여 각각의 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)을 통해 전송되는, 번들링 스케줄링 방법.

**【청구항 8】**

제7항에 있어서,

20 상기 복수의 PDSCH 중 시간 영역에서 가장 앞서는 PDSCH를 제외한 나머지 PDSCH에 대한 ACK/NACK 정보의 전송 영역은 상기 번들링된 DCI가 전송된 가장 작은 CCE(control channel element) 인덱스 또는 상위 계층 시그널에 의하여 설정되는, 번들링 스케줄링 방법.

## 【청구항 9】

제1항에 있어서,

상기 ACK/NACK 정보는 PUCCH 포맷 1a, 채널 선택(channel selection)을  
 이용한 PUCCH 포맷 1b 및 PUCCH 포맷 3 중 어느 하나를 이용하여 전송되는,  
 5 번들링 스케줄링 방법.

## 【청구항 10】

무선 접속 시스템에서 시간 영역 번들링(bundling) 스케줄링 방법에 있어서,

기지국으로부터 복수의 하향링크 제어 정보(DCI: Downlink Control  
 Information)를 포함하는 번들링된 DCI를 하나의 PDCCH(Physical Downlink  
 10 Control Channel)를 통해 수신하는 단계;

상기 기지국으로부터 상기 번들링된 DCI에 의하여 스케줄링되는 복수의  
 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 통해 하향링크 데이터를 수신하는  
 단계; 및

상기 복수의 PDSCH에 대한 ACK/NACK(Acknowledgement/Negative-  
 15 Acknowledgement) 정보를 상기 기지국에 전송하는 단계를 포함하는, 번들링  
 스케줄링 방법.

## 【청구항 11】

제10항에 있어서,

상기 ACK/NACK 정보는 상기 복수의 PDSCH에 대한 각각의 ACK/NACK 정보들이  
 20 다중화(multiplexing)되어 하나의 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)을  
 통해 전송되는, 번들링 스케줄링 방법.

## 【청구항 12】

제10항에 있어서,

상기 다중화된 ACK/NACK 정보에 NACK 정보가 포함되는 경우, 상기 NACK 정보에 대응되는 PDSCH를 통해 전송된 하향링크 데이터만이 재전송되는, 번들링 스케줄링 방법.

5     **【청구항 13】**

제10항에 있어서,

상기 ACK/NACK 정보는 상기 복수의 PDSCH에 대한 각각의 ACK/NACK 정보들이 번들링(bundling)되어 하나의 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)을 통해 전송되는, 번들링 스케줄링 방법.

10    **【청구항 14】**

제13항에 있어서,

상기 번들링된 ACK/NACK 정보가 NACK 정보를 지시하는 경우, 상기 복수의 PDSCH를 통해 전송된 하향링크 데이터 전부가 재전송되는, 번들링 스케줄링 방법.

**【청구항 15】**

15    제10항에 있어서,

상기 ACK/NACK 정보의 전송 시간은 상기 복수의 PDSCH 중 시간 영역에서 가장 마지막 PDSCH를 기준으로 결정되는, 번들링 스케줄링 방법.

**【청구항 16】**

제10항에 있어서,

20    상기 ACK/NACK 정보는 상기 복수의 PDSCH에 대하여 각각의 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)을 통해 전송되는, 번들링 스케줄링 방법.

**【청구항 17】**

제16항에 있어서,

상기 복수의 PDSCH 중 시간 영역에서 가장 앞서는 PDSCH를 제외한 나머지 PDSCH에 대한 ACK/NACK 정보의 전송 영역은 상기 번들링된 DCI가 전송된 가장 작은 CCE(control channel element) 인덱스 또는 상위 계층 시그널에 의하여  
5 설정되는, 번들링 스케줄링 방법.

**【청구항 18】**

제10항에 있어서,

상기 ACK/NACK 정보는 PUCCH 포맷 1a, 채널 선택(channel selection)을 이용한 PUCCH 포맷 1b 및 PUCCH 포맷 3 중 어느 하나를 이용하여 전송되는,  
10 번들링 스케줄링 방법.

**【청구항 19】**

무선 접속 시스템에서 시간 영역 번들링(bundling) 스케줄링을 지원하는  
기지국에 있어서,

무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛; 및

15 복수의 하향링크 제어 정보(DCI: Downlink Control Information)를 포함하는 번들링된 DCI를 하나의 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 단말에 전송하고, 상기 번들링된 DCI에 의하여 스케줄링되는 복수의 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 통해 하향링크 데이터를 상기 단말에 전송하며, 상기 단말로부터 상기 복수의 PDSCH에 대한  
20 ACK/NACK(Acknowledgement/Negative-Acknowledgement) 정보를 수신하는 프로세서를 포함하는, 기지국.

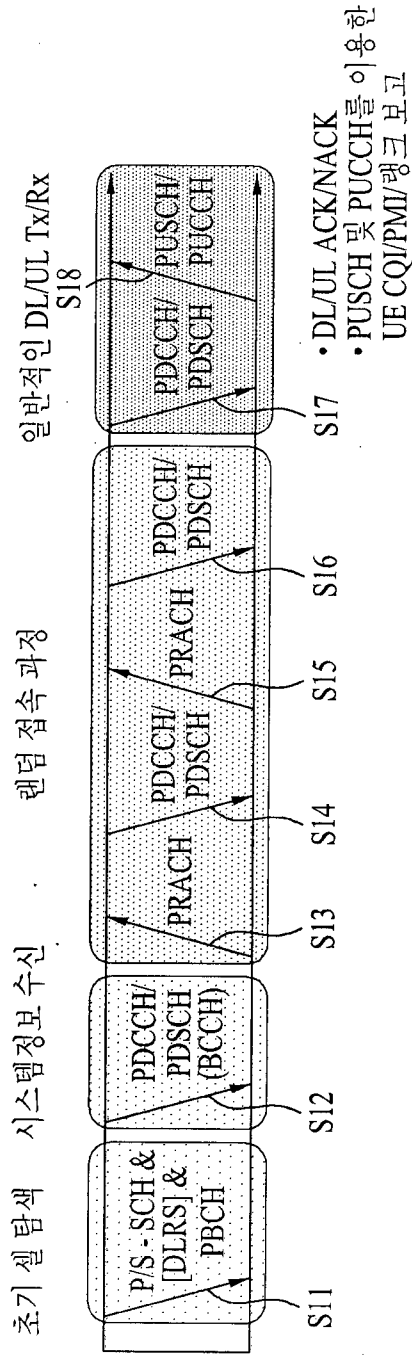
**【청구항 20】**

무선 접속 시스템에서 시간 영역 번들링(bundling) 스케줄링을 지원하는 단말에 있어서,

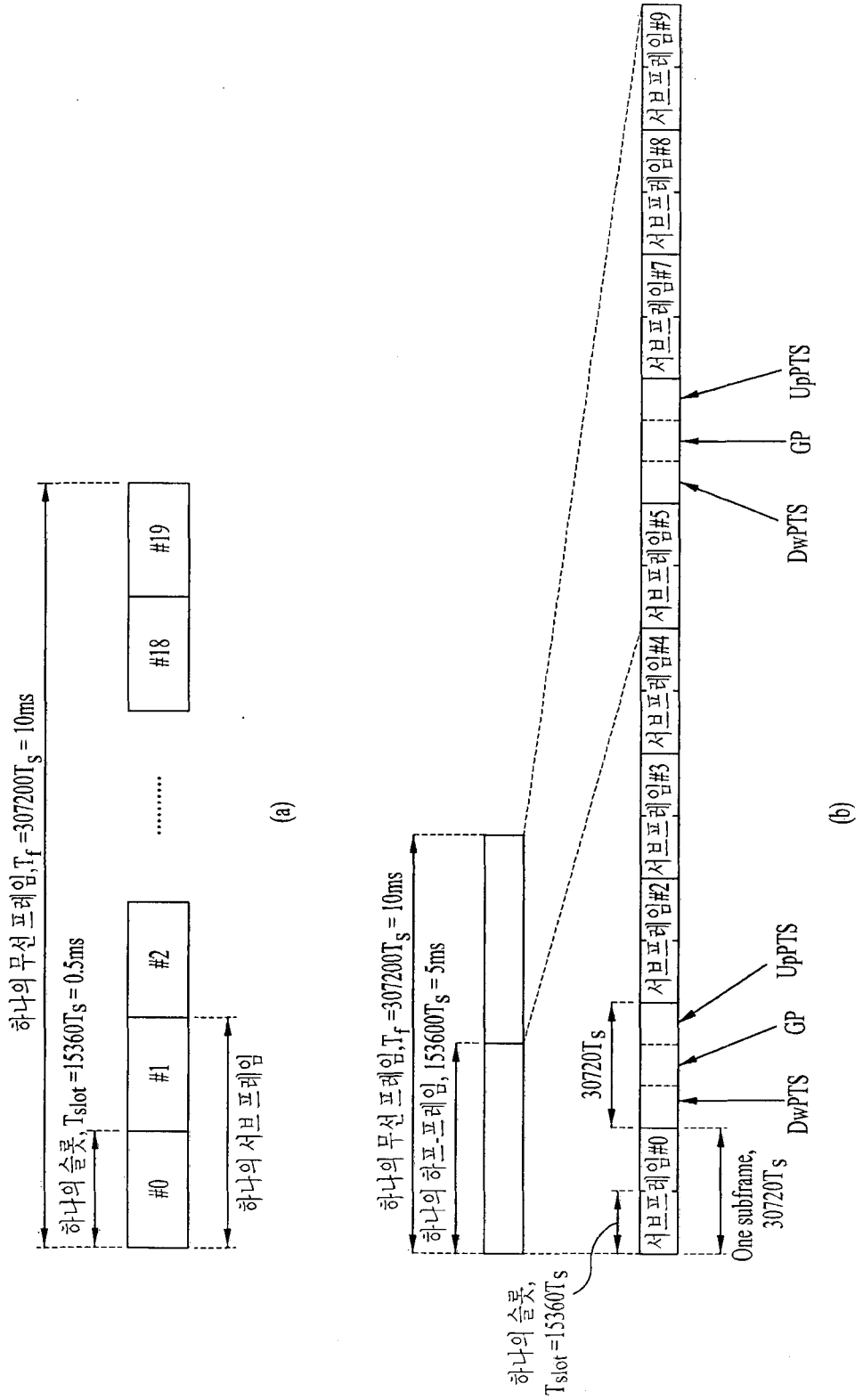
무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛; 및

기지국으로부터 복수의 하향링크 제어 정보(DCI: Downlink Control Information)를 포함하는 번들링된 DCI를 하나의 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 수신하고, 상기 기지국으로부터 상기 번들링된 DCI에 의하여 스케줄링되는 복수의 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 통해 하향링크 데이터를 수신하며, 상기 복수의 PDSCH에 대한 ACK/NACK(Acknowledgement/Negative-Acknowledgement) 정보를 상기 기지국에  
5  
10 전송하는 프로세서를 포함하는, 단말.

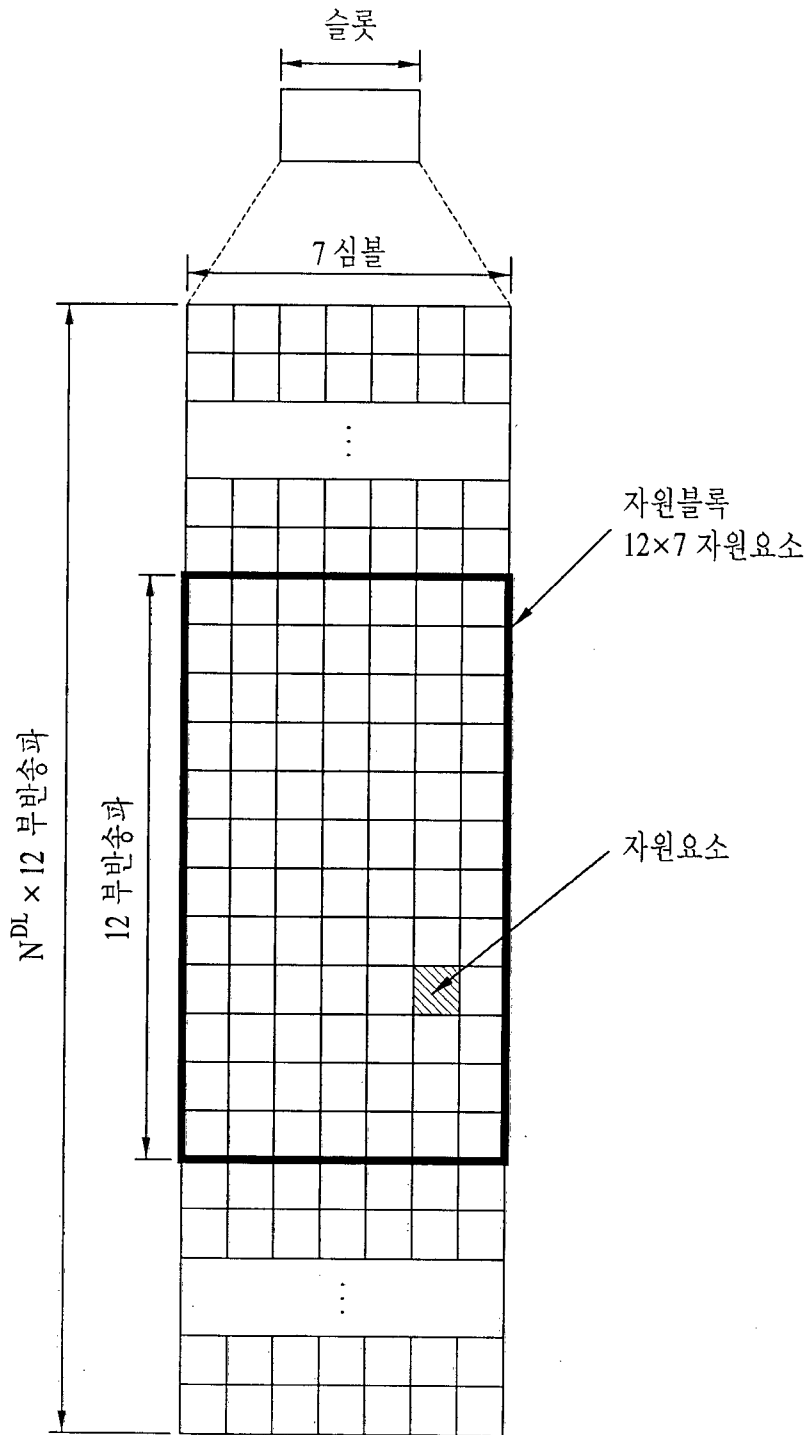
[도 1]



[도 2]

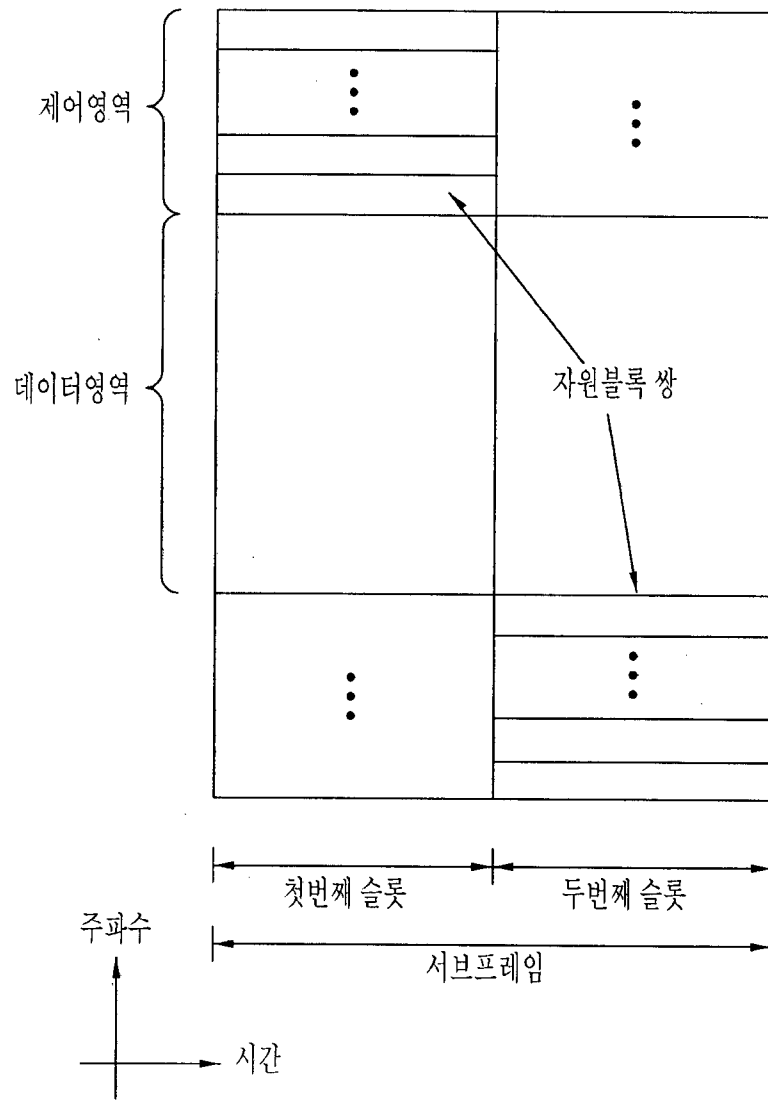


[도 3]

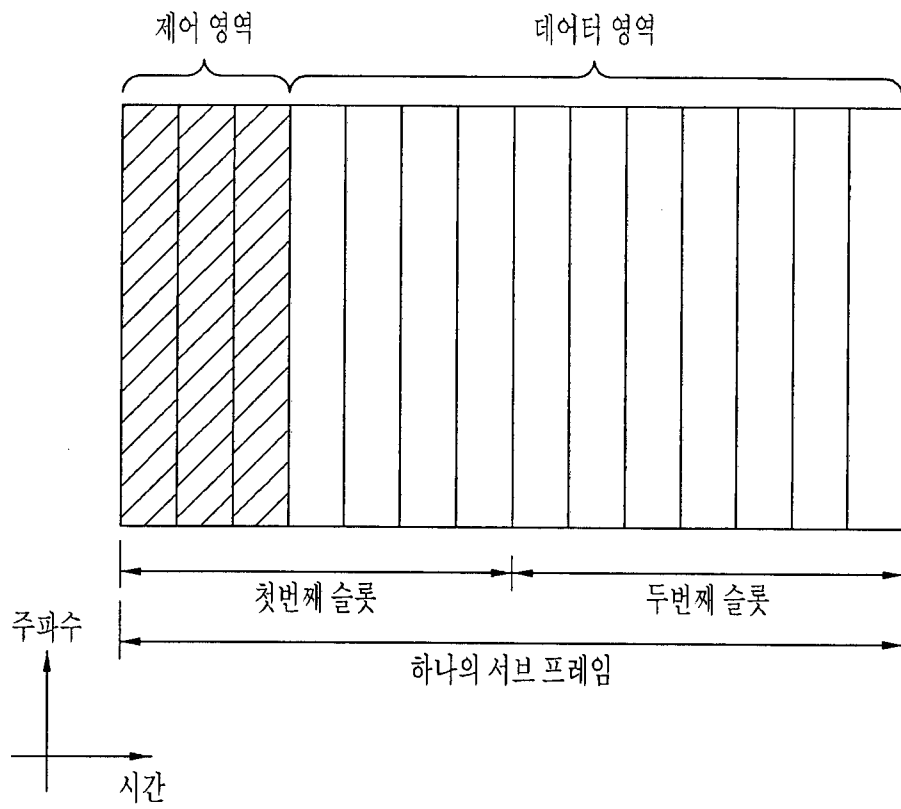




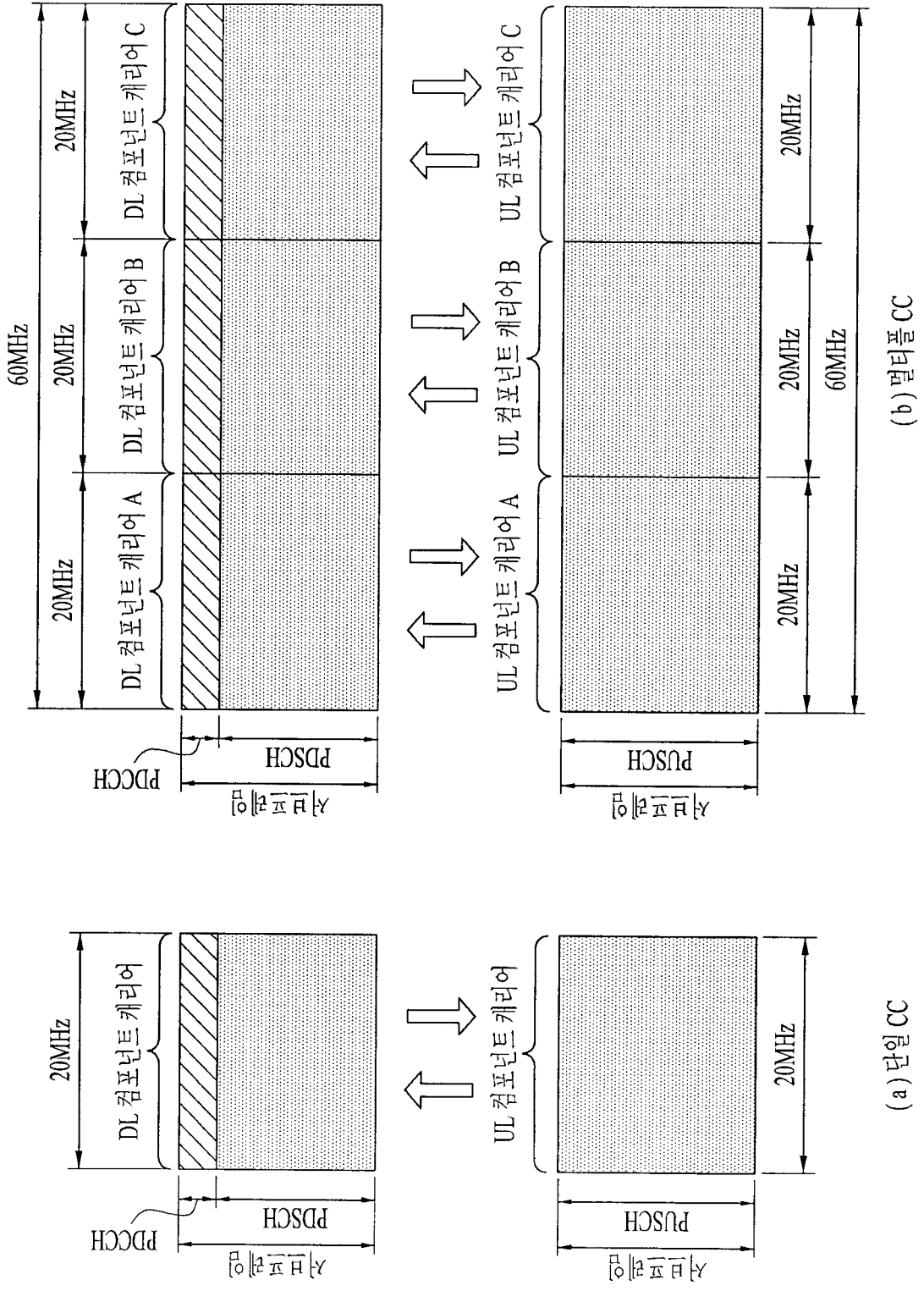
[도 4]



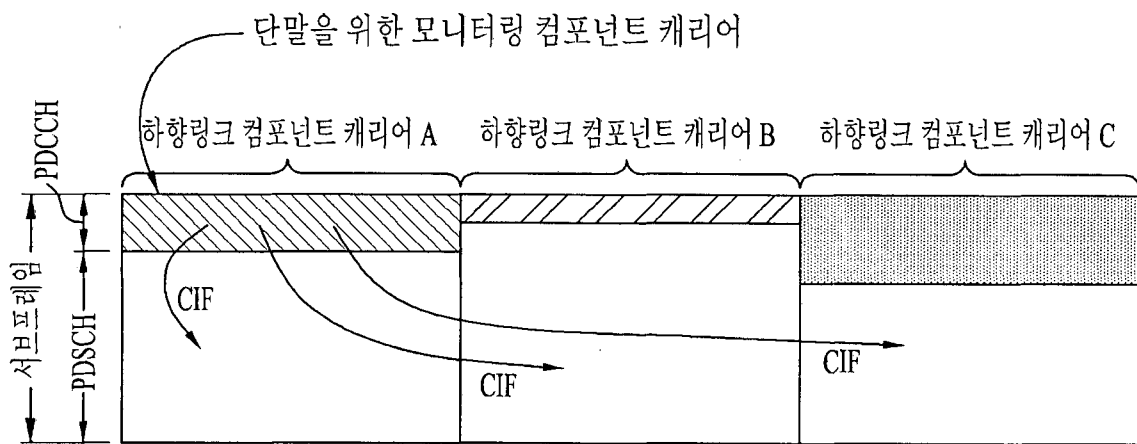
[도 5]



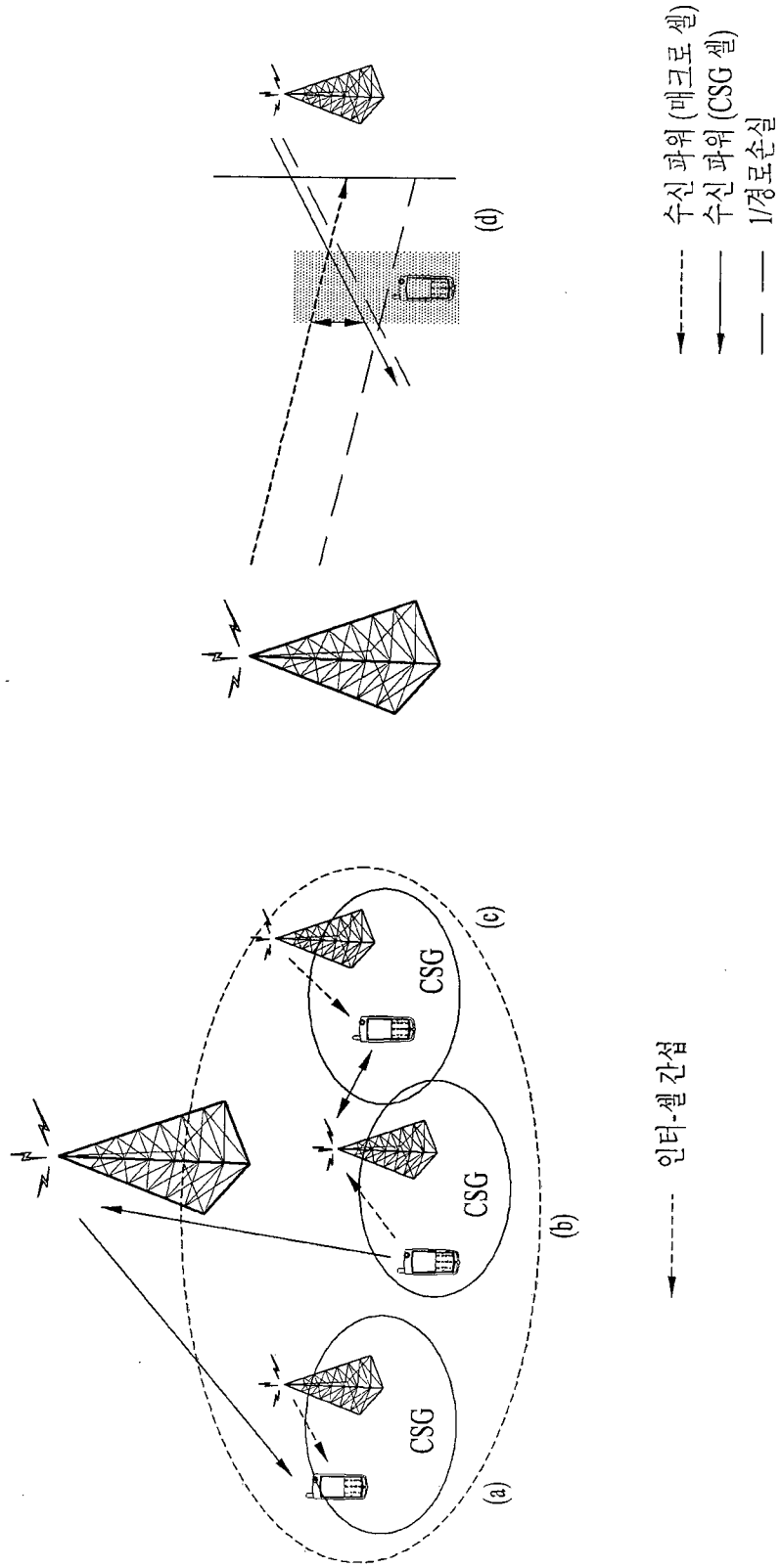
[도 6]



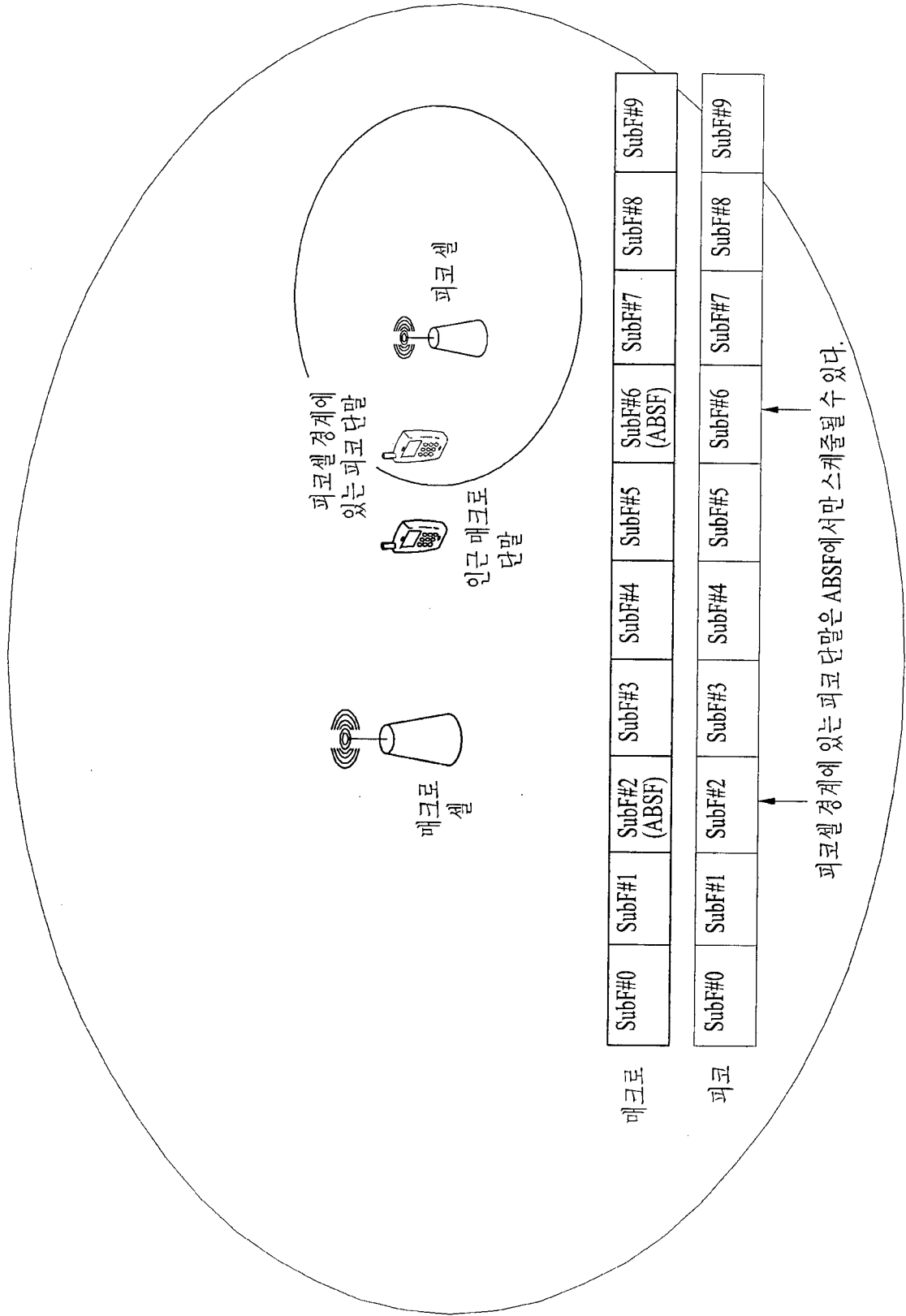
[도 7]



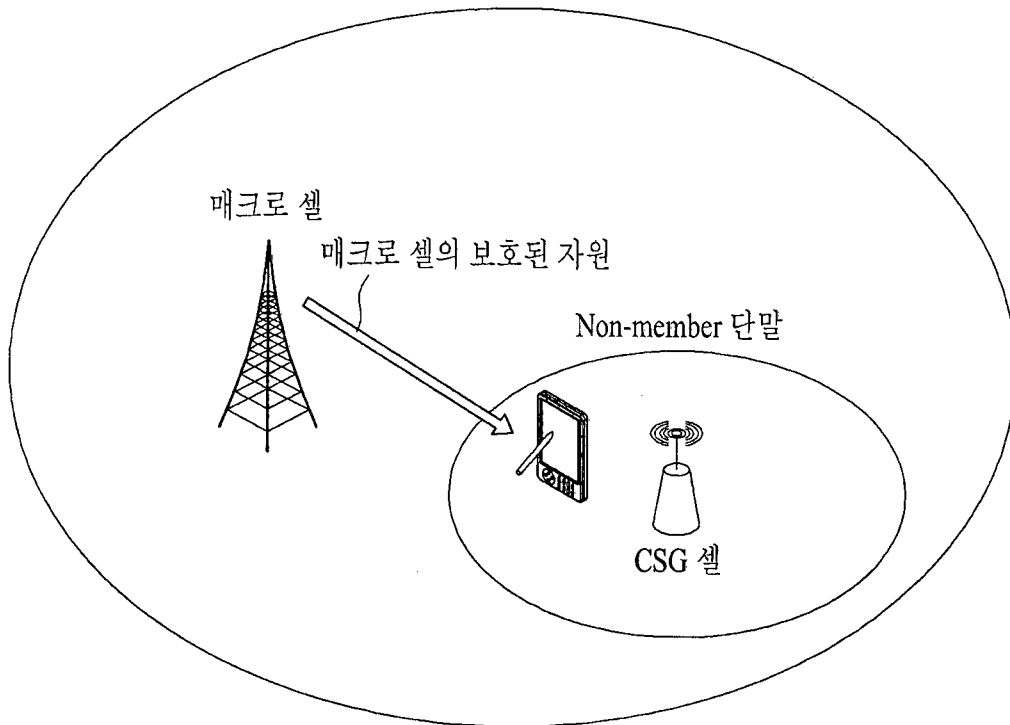
[도 8]



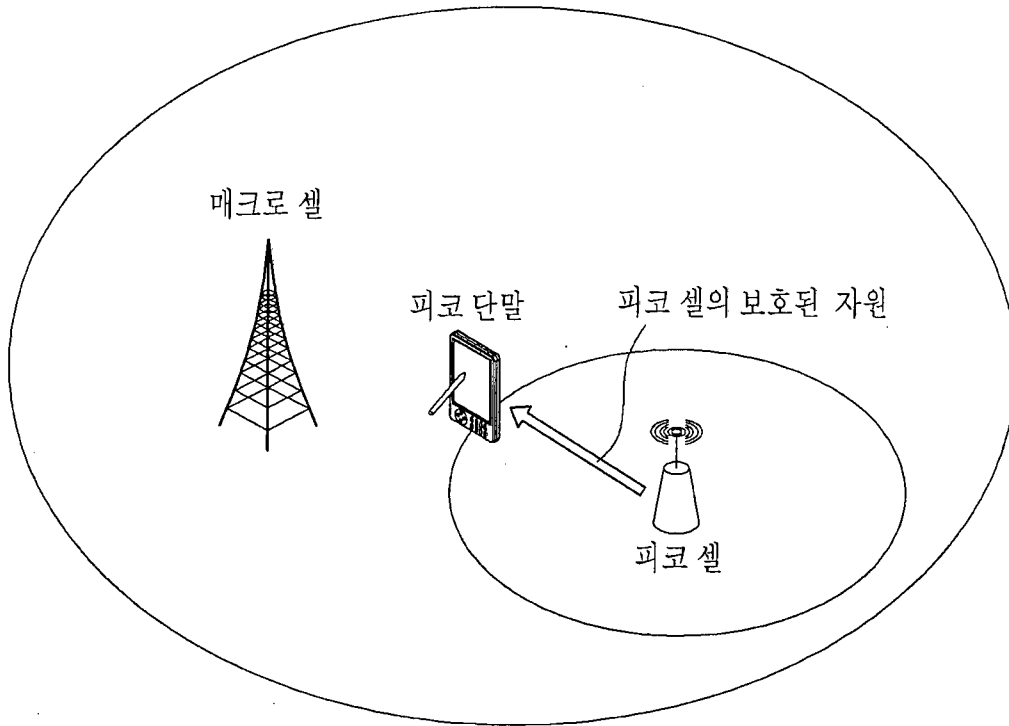
[도 9]



[도 10]

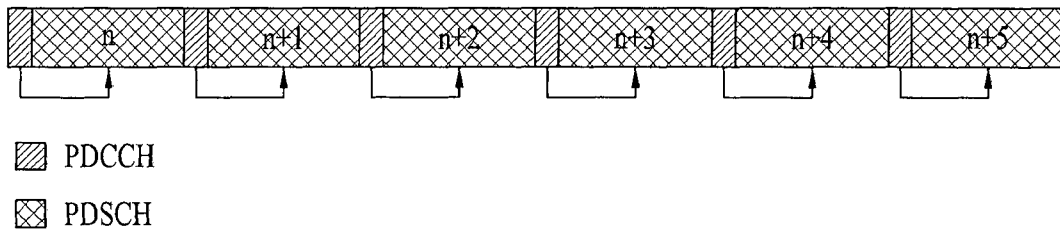


[도 11]

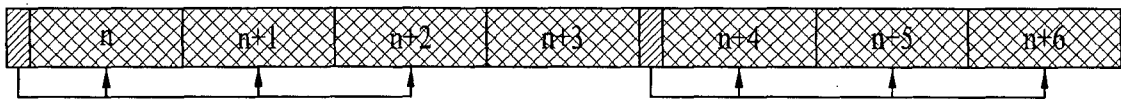




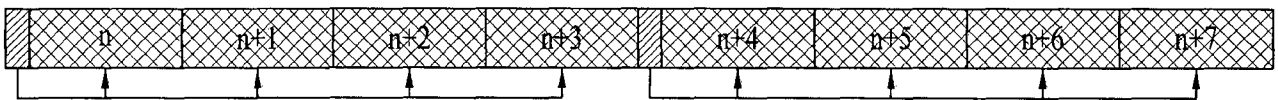
[도 12]



[도 13]



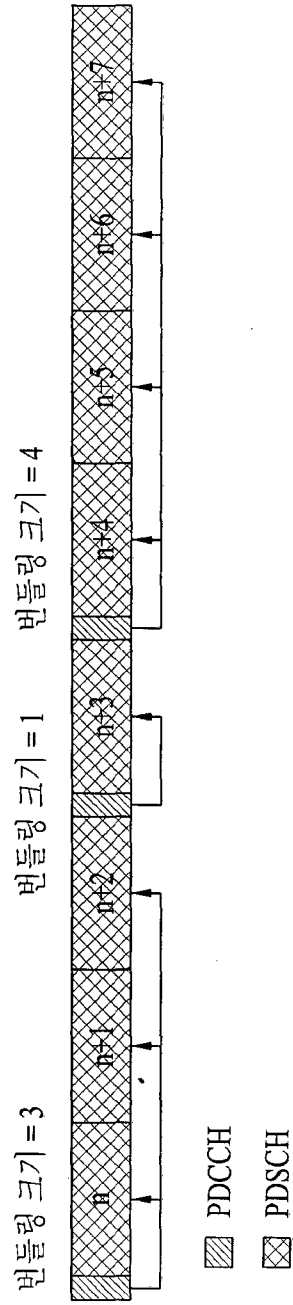
(a) 번들링 크기 = 3



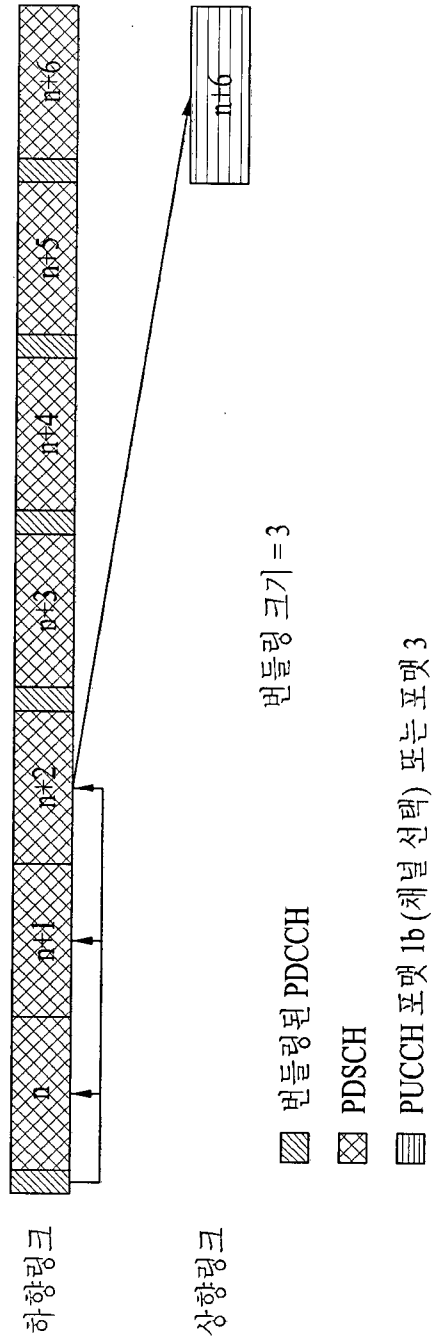
(b) 번들링 크기 = 4

- ▨ 번들링된 PDCCH
- ▩ PDSCH

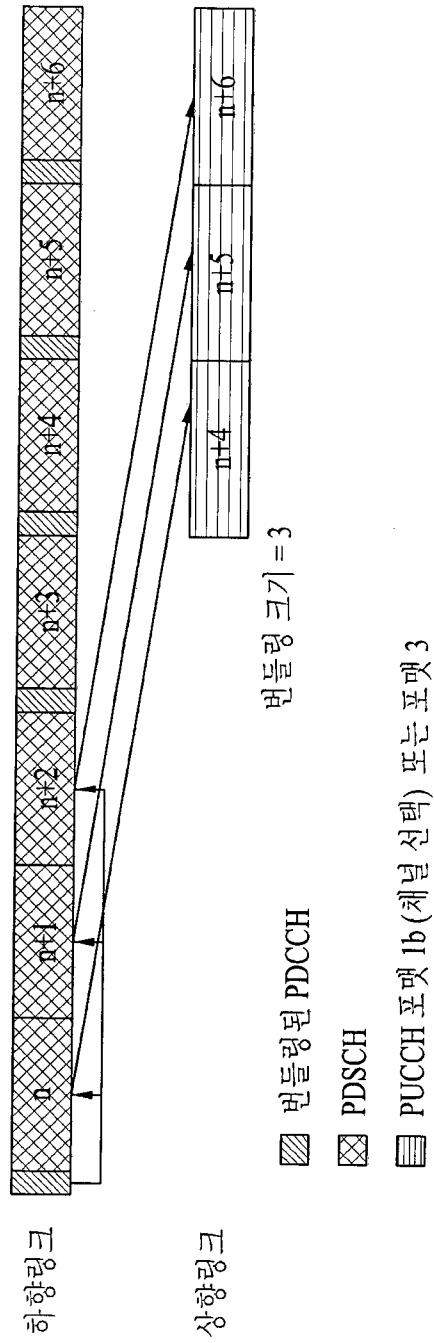
[도 14]



[도 15]



[도 16]



[도 17]

