

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2012년 9월 27일 (27.09.2012)



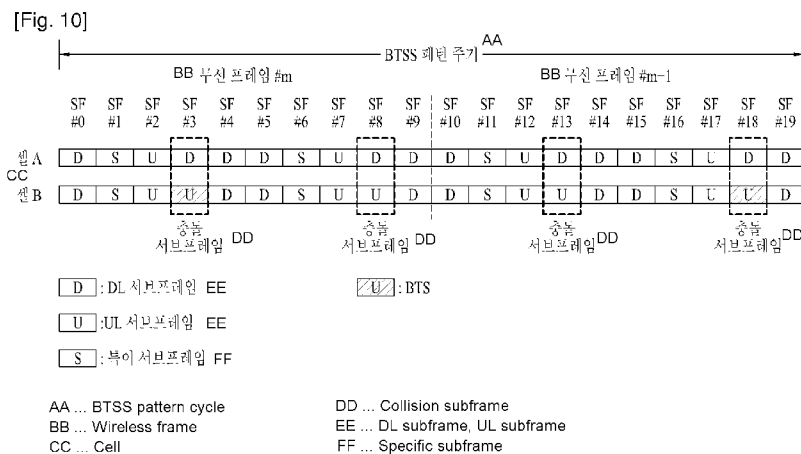
(10) 국제공개번호  
WO 2012/128545 A2

- (51) 국제특허분류: H04J 11/00 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/002006
- (22) 국제출원일: 2012년 3월 21일 (21.03.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 61/454,969 2011년 3월 21일 (21.03.2011) US; 61/466,945 2011년 3월 24일 (24.03.2011) US
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김진민
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 김진민 (KIM, Jinmin) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 한승희 (HAN, Seunghee) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 이현우 (LEE, Hyunwoo) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 138-861 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, 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).

[다음 쪽 계속]

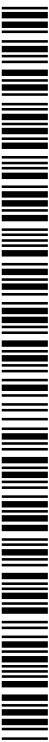
(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING AND RECEIVING UPLINK SIGNAL, USER EQUIPMENT, AND BASE STATION

(54) 발명의 명칭: 상향링크 신호 전송방법 및 수신방법과, 사용자기기 및 기지국



(57) Abstract: The present invention provides a method and an apparatus for mitigating/eliminating interference between adjacent cells by configuring a subframe subset, in which the uplink transmission/reception of a specific cell is limited. According to the present invention, the interference by the uplink of the specific cell on the downlink of a different cell and/or the interference by the downlink of the different cell on the uplink of the specific cell can be mitigated/eliminated in the subframe in which the transmission/reception of the uplink of the specific cell is limited.

(57) 요약서: 본 발명은 특정 셀의 상향링크 전송/수신이 제약되는 서브프레임 서브셋을 구성함으로써, 인접하는 셀들 사이의 간섭을 완화/제거하는 방법 및 장치를 제공한다. 본 발명에 의하면, 상기 특정 셀의 상향링크 전송/수신이 제약되는 서브프레임에서는 상기 특정 셀의 상향링크가 다른 셀의 하향링크에 미치는 간섭 및/또는 상기 특정 셀의 상향링크가 상기 다른 셀의 하향링크에 의해 받는 간섭이 완화/제거될 수 있다.



WO 2012/128545 A2

**공개:**

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

## 명세서

### 발명의 명칭: 상향링크 신호 전송방법 및 수신방법과, 사용자기기 및 기지국

#### 기술분야

- [1] 이하의 설명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 무선 통신 시스템에서 셀간 간섭을 조정 및 완화하는 방법 및 장치에 대한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 도 1은 복수의 셀을 포함하는 네트워크를 예시한 것이다. 특히, 도 1(a)는 매크로(macro) 기지국(base station, BS)인 BS A와 마이크로(micro) BS인 BS B를 포함하는 이중 네트워크 무선 통신 시스템을 나타내는 도면이며, 도 2(b)는 매크로 BS들(BS A, BS B)로 구성된 동종 네트워크 무선 통신 시스템을 나타내는 도면이다.
- [3] 이중 네트워크(heterogeneous network)라 함은, 동일한 RAT(Radio Access Technology)를 사용하더라도 매크로 BS와 마이크로 BS가 공존하는 네트워크를 의미하며, 동종 네트워크(homogeneous network)라 함은 매크로 BS들로 이루어진 네트워크 혹은 마이크로 BS들로 이루어진 네트워크를 의미한다.
- [4] 매크로 BS는 넓은 커버리지(서비스 제공 영역) 및 높은 전송 전력을 가지고, 무선 통신 시스템의 일반적인 기지국을 의미한다. 매크로 BS(BS A, BS C, BS D)에 의해 통신 서비스가 제공되는 지리적 영역은 매크로 셀로 칭할 수도 있다. 예를 들어, 피코(pico) BS, 펌토(femto) BS, 홈 eNB(HeNB), 중계기(relay) 등이 마이크로 BS가 될 수 있으며, 마이크로 BS(BS B)에 의해 통신 서비스가 제공되는 지리적 영역은 마이크로 셀(cell), 피코 셀(pico cell), 펌토 셀(femto cell) 등으로 칭하여질 수도 있다. 마이크로 BS는 매크로 BS의 소형 버전으로 매크로 BS의 기능을 대부분 수행하면서 독립적으로 작동할 수 있으며, 매크로 BS가 커버하는 영역 내에 설치(overlay)되거나 매크로 BS가 커버하지 못하는 음영 지역에 설치될 수 있는(non-overlay) 유형의 BS이다. 마이크로 BS는 매크로 BS에 비하여 좁은 커버리지 및 낮은 전송 전력을 가지고 보다 적은 개수의 사용자기기(user equipment, UE)를 수용할 수 있다.
- [5] 도 1(a)를 참조하면, UE0와 UE1은 매크로 BS(BS A)로부터 직접 서빙 받을 수도 있고(이하 매크로-UE이라 함), 또는 UE2는 마이크로 BS로부터 서빙 받을 수도 있다(이하, 마이크로-UE이라 함). 다만, 어떤 경우에는, 마이크로 BS의 커버리지 내에 존재하는 UE2가 매크로 BS로부터 서빙 받을 수도 있다. 도 1(a)에서는 UE2가 마이크로 BS인 BS B에 연결되어 있다고 가정한다.
- [6] UE의 액세스 제한 여부에 따라 마이크로 BS는 두 가지 타입으로 분류될 수 있다. 첫 번째 타입은 CSG(Closed Subscriber Group) 마이크로 BS이고, 두 번째 타입은 OA (Open Access) 또는 OSC(Open Subscriber Group) 마이크로 BS이다.

CSG 마이크로 BS는 허가 받거나 받은 UE들만 서빙할 수 있고, OSG 마이크로 BS는 별도의 액세스 제한 없이 모든 UE들을 서빙할 수 있다.

- [7] 도 1(a)에서 예시적으로 나타내는 바와 같이, 이종 네트워크에서 마이크로 BS에 의해 서빙 받는 UE2가 마이크로 BS으로부터 원하는 신호(desired signal)을 수신하는 경우에, 매크로 BS로부터의 강한 신호에 의해 간섭(interference)을 받는 경우가 발생할 수 있다. 또는, 매크로 BS에 의하여 서빙 받는 UE1이 도 1(a)와 같이 마이크로 BS에 인접한 경우에, 마이크로 BS로부터의 강한 신호로 인하여 UE1이 수신하는 매크로 BS로부터의 신호에 간섭이 발생할 수 있다. 이러한 간섭을 셀간 간섭이라고 표현할 수 있으며, 전술한 예시는 BS로부터 UE로의 하향링크(downlink, DL)에서 발생하는 셀간 간섭에 대하여 설명하였으나, UE로부터 BS로의 상향링크(uplink, UL)에서도 셀간 간섭이 발생할 수도 있다.
- [8] 이러한 셀간 간섭은 도 1(a)에서 예시된 이종 네트워크에서뿐만 아니라, 도 1(b)에서 예시된 이종 네트워크에서도 발생할 수 있다. 도 1(b)를 참조하면, 매크로 BS B에 의해 서빙 받으면서 상기 매크로 BS A에 의해 서빙되는 셀 A와 매크로 BS B에 의해 서빙되는 셀 B의 경계에 위치하는 UE2가 상기 매크로 BS B로부터 원하는 신호를 수신하는 경우, 상기 매크로 BS A로부터의 신호에 의해 간섭을 받는 경우가 발생할 수 있다. 또는, 매크로 BS A에 의해 서빙 받으면서 셀 경계에 위치하는 UE1이 매크로 BS A로부터 신호를 수신하는 경우, 도 1(b)와 같이 인접한 매크로 BS B로부터의 신호로 인하여 간섭을 받는 경우가 발생할 수 있다. BS로부터 UE로의 하향링크 신호뿐만 아니라, UE로부터 BS로의 상향링크 신호도 인접 셀에 간섭으로 작용할 수 있다.
- [9] 이와 같은 셀들 상호 간의 간섭은 셀 처리량(throughput)의 저하를 야기한다. 더욱이 간섭의 영향이 큰 경우에는 네트워크 실패(failure)를 야기할 수도 있다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [10] 본 발명은 이와 같은 셀간 간섭을 완화하기 위하여 인접하는 셀들 사이에서 간섭을 완화하는 방안을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.
- [11] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제 해결 수단

- [12] 본 발명의 일 양상으로서, 사용자기기가 기지국으로 상향링크 신호를 전송함에 있어서, 상기 기지국으로부터 하나 이상의 서브프레임으로 구성된 서브프레임 서브세트를 지시하는 정보를 수신하고, 상기 상향링크 신호의 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하는 서브프레임인 경우, 상기 전송시점에서 상기 상향링크 신호를 드랍하고, 상기 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에

- 속하지 않는 서브프레임인 경우, 상기 전송시점에 상기 상향링크 신호를 상기 기지국으로 전송하는, 상향링크 신호 전송방법이 제공된다.
- [13] 본 발명의 다른 양상으로, 기지국이 사용자기기로부터 상향링크 신호를 수신함에 있어서, 상기 사용자기기로 하나 이상의 서브프레임으로 구성된 서브프레임 서브세트를 지시하는 정보를 전송하고, 상기 상향링크 신호의 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하는 서브프레임인 경우, 상기 전송시점에서 상기 상향링크 신호를 수신하지 않고, 상기 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하지 않는 서브프레임인 경우, 상기 상향링크 신호의 상기 전송시점에 상기 상향링크 신호를 수신하는, 상향링크 신호 수신방법이 제공된다.
- [14] 본 발명의 또 다른 양상으로, 사용자기기가 기지국으로 상향링크 신호를 전송함에 있어서, 무선 신호를 송수신하도록 구성된 RF(radio frequency) 유닛; 및 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는 상기 기지국으로부터 하나 이상의 서브프레임으로 구성된 서브프레임 서브세트를 지시하는 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하고, 상기 상향링크 신호의 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하는 서브프레임인 경우, 상기 전송시점에서 상기 상향링크 신호를 드랍하도록 구성되고, 상기 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하지 않는 서브프레임인 경우, 상기 전송시점에 상기 상향링크 신호를 상기 기지국으로 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하는, 사용자기기가 제공된다.
- [15] 본 발명의 또 다른 양상으로, 기지국이 사용자기기로부터 상향링크 신호를 수신함에 있어서, 무선 신호를 송수신하도록 구성된 RF(radio frequency) 유닛; 및 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는 상기 사용자기기로 하나 이상의 서브프레임으로 구성된 서브프레임 서브세트를 지시하는 정보를 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하고, 상기 상향링크 신호의 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하는 서브프레임인 경우, 상기 전송시점에서 상기 상향링크 신호를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하지 않으며, 상기 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하지 않는 서브프레임인 경우, 상기 상향링크 신호의 상기 전송시점에 상기 상향링크 신호를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하는, 기지국이 제공된다.
- [16] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 사용자기기 및/또는 상기 기지국은 시분할듀플렉스(time division duplex, TDD)로 동작할 수 있다.
- [17] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 사용자기기 및/또는 상기 기지국은 상기 기지국과 인접한 다른 기지국의 TDD 하향링크-상향링크 구성과는 다른 TDD 하향링크-상향링크 구성을 가질 수 있다.
- [18] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하는 서브프레임인 경우, 상기 상향링크 신호는 상기 전송시점 이후에 위치한 상향링크 서브프레임에서 전송 혹은 수신될 수 있다.

- [19] 상기 과제 해결방법들은 본 발명의 실시예들 중 일부에 불과하며, 본원 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

### **발명의 효과**

- [20] 본 발명에 의하면, 인접 셀들 사이의 간섭을 줄일 수 있게 된다. 이에 따라, 상향링크 및/또는 하향링크 전송의 신뢰도가 높아지게 되며, 통신 처리량이 개선되는 장점이 있다.
- [21] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### **도면의 간단한 설명**

- [22] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.
- [23] 도 1은 복수의 셀을 포함하는 네트워크를 예시한 것이다
- [24] 도 2는 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다.
- [25] 도 3은 무선 통신 시스템에서 하향링크/상향링크(DL/UL) 슬롯 구조의 일 예를 나타낸 것이다.
- [26] 도 4는 3GPP LTE(-A) 시스템에서 사용되는 DL 서브프레임 구조를 예시한 것이다.
- [27] 도 5는 3GPP LTE(-A) 시스템에서 사용되는 UL 서브프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다.
- [28] 도 6은 셀-특정적 제한 DL 서브프레임 세트(cell-specific restricted DL subframe set, CSRSS)를 이용하여 셀간 간섭을 해소하는 방법을 예시한다.
- [29] 도 7은 서로 다른 TDD(Time Division Duplex) DL-UL 구성을 갖는 셀들 사이의 간섭 예를 나타낸 것이다.
- [30] 도 8은 UE-특정적 제한 DL 서브프레임 세트(UE-specific restricted DL subframe set, USRSS)를 이용하여 셀간 간섭을 해소하는 방법을 예시한다.
- [31] 도 9는 ACK/NACK(ACKnowledgement/Negative ACK) 번들링 기법을 설명하는 도면이다.
- [32] 도 10은 차단 전송 서브프레임 세트(blocking transmission subframe set, BTSS)를 이용하여 셀간 간섭을 해소하는 방법을 예시한다.
- [33] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따라 드랍된 UL 신호를 전송/수신하는 일 실시예를 나타낸 것이다.
- [34] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라 드랍된 UL 신호를 전송/수신하는 다른

실시예를 나타낸 것이다.

[35] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따라 드랍된 UL 신호를 전송/수신하는 또 다른 실시예를 나타낸 것이다.

[36] 도 14 및 도 15는 셀-특정적 혹은 UE-특정적 제한 DL 서브프레임 세트와 차단 전송 서브프레임 세트를 이용하여 셀간 간섭을 해소하는 방법을 예시한다.

### 발명의 실시를 위한 형태

[37] 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.

[38] 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. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

[39] 본 발명에 있어서, 사용자기기(UE: User Equipment)는 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, BS와 통신하여 사용자데이터 및/또는 각종 제어정보를 송수신하는 각종 기기들이 이에 속한다. UE는 단말(Terminal Equipment), MS(Mobile Station), MT(Mobile Terminal), UT(User Terminal), SS(Subscribe Station), 무선기기(wireless device), PDA(Personal Digital Assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등으로 불릴 수 있다. 또한, 본 발명에 있어서, 기지국(Base Station, BS)은 일반적으로 UE 및/또는 다른 BS와 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, UE 및 타 BS과 통신하여 각종 데이터 및 제어정보를 교환한다. BS는 ABS(Advanced Base Station), NB(Node-B), eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point), PS(Processing Server) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

[40] 본 발명에서 PDCCH(Physical Downlink Control CHannel)/PCFICH(Physical Control Format Indicator CHannel)/PHICH((Physical Hybrid automatic retransmit request Indicator CHannel)/PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel)은 각각 DCI(Downlink Control Information)/CFI(Control Format Indicator)/하향링크 ACK/NACK(ACKnowledgement/Negative ACK)/하향링크 데이터를 나르는 시간-주파수 자원의 집합 혹은 자원요소의 집합을 의미한다. 또한, PUCCH(Physical Uplink Control CHannel)/PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel)/PRACH(Physical Random Access CHannel)는 각각 UCI(Uplink Control Information)/상향링크 데이터/랜덤 액세스 신호를 나르는 시간-주파수 자원의 집합 혹은 자원요소의 집합을 의미한다. 본 발명에서는, 특히,

PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH에 할당되거나 이에 속한 시간-주파수 자원 혹은자원요소(Resource Element, RE)를 각각 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH RE 또는 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH 자원이라고 칭한다. 따라서, 본 발명에서 사용자기가 PUCCH/PUSCH/PRACH를 전송한다는 표현은, 각각, PUSCH/PUCCH/PRACH 상에서 상향링크 제어정보/상향링크 데이터/랜덤 액세스 신호를 전송한다는 것과 동일한 의미로 사용된다. 또한, 본 발명에서 BS가 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH를 전송한다는 표현은, 각각, PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH 상에서 하향링크 데이터/제어정보를 전송한다는 것과 동일한 의미로 사용된다.

- [41] 또한, 이하에서는, 프레임/서브프레임/슬롯/심볼/반송파/부반송파 내 특정 신호가 전송되지 않는 경우, 상기 특정 신호의 전송이 드랍(drop)된다고 표현한다. 예를 들어, 특정 신호가 소정 시간-주파수 자원에서 전송되도록 할당되나, 전송장치가 상기 특정 신호를 전송하지 않거나, 제로(zero) 전송 전력으로 상기 특정 신호를 전송하는 경우, 상기 전송장치가 상기 특정 신호의 전송을 드랍한다고 표현될 수 있다.
- [42] 본 발명에서 셀이라 함은 일 BS 혹은 일 안테나 그룹이 통신 서비스를 제공하는 일정 지리적 영역을 말한다. 따라서, 본 발명에서 사용자기가 특정 셀과 통신한다고 함은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 BS 혹은 안테나 혹은 안테나 그룹과 통신하는 것을 의미할 수 있다. 또한, 특정 셀의 하향링크/상향링크 신호는 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 BS 혹은 안테나 혹은 안테나 그룹과의 하향링크/상향링크 신호를 의미한다. 또한, 특정 셀의 채널 상태/품질은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 안테나 그룹과 소정 UE 사이에 형성된 채널 혹은 통신 링크의 채널 상태/품질을 의미한다. 또한, 간섭 셀(interfering cell) 혹은 가해 셀(aggressive cell)이라 함은 특정 셀에 간섭을 미치는 셀을 의미한다. 즉, 인접 셀의 신호가 특정 셀의 신호에 간섭을 미치는 경우, 상기 인접 셀은 상기 특정 셀에 대해 간섭 셀이 되며, 상기 특정 셀은 상기 인접 셀에 대해 피간섭(interfered cell) 혹은 피해 셀(victim cell)이 된다. 이와 같이, 인접하는 셀들이 서로 혹은 일방으로 간섭을 미치는 경우, 이러한 간섭을 셀간 간섭(Inter-Cell Interference, ICI)라고 칭한다. 또한, 간섭 셀의 BS를 간섭 BS 또는 가해 BS라 칭하고, 피간섭 셀의 BS를 피간섭 BS 또는 피해 BS라고 칭한다.
- [43] 도 2는 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다. 특히, 도 2(a)는 3GPP LTE(-A)에서 FDD에 사용될 수 있는 무선 프레임 구조를 예시한 것이고, 도 2(b)는 3GPP LTE(-A)에서 TDD에 사용될 수 있는 무선 프레임 구조를 예시한 것이다.
- [44] 도 2를 참조하면, 3GPP LTE(-A)에서 사용되는 무선프레임은 10ms(307200T<sub>s</sub>)의 길이를 가지며, 10개의 균등한 크기의 서브프레임으로 구성된다. 일 무선프레임 내 10개의 서브프레임에는 각각 번호가 부여될 수 있다. 여기에서, T<sub>s</sub>는 샘플링

시간을 나타내고,  $T_s=1/(2048*15\text{kHz})$ 로 표시된다. 각각의 서브프레임은 1ms의 길이를 가지며 2개의 슬롯으로 구성된다. 일 무선프레임 내에서 20개의 슬롯들은 0부터 19까지 순차적으로 넘버링될 수 있다. 각각의 슬롯은 0.5ms의 길이를 가진다. 일 서브프레임을 전송하기 위한 시간은 전송시간간격(TTI: transmission time interval)로 정의된다. 시간 자원은 무선프레임 번호(혹은 무선프레임 인덱스라고도 함)와 서브프레임 번호(혹은 서브프레임 번호라고도 함), 슬롯 번호(혹은 슬롯 인덱스) 등에 의해 구분될 수 있다.

- [45] 무선 프레임은 듀플렉스(duplex) 모드에 따라 다르게 구성될 수 있다. 예를 들어, FDD 모드에서, 하향링크 전송 및 상향링크 전송은 주파수에 의해 구분되므로, 무선 프레임은 특정 반송파 주파수에서 동작하는 특정 주파수 대역에 대해 하향링크 서브프레임 또는 상향링크 서브프레임 중 하나만을 포함한다. TDD 모드에서 하향링크 전송 및 상향링크 전송은 시간에 의해 구분되므로, 특정 반송파 주파수에서 동작하는 특정 주파수 대역에 대해 무선 프레임은 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임을 모두 포함한다.
- [46] 표 1은 TDD 모드에서, 무선 프레임 내 서브프레임들의 DL-UL 구성을 예시한 것이다.

- [47] 표 1

[Table 1]

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

- [48] 표 1에서, D는 하향링크 서브프레임을, U는 상향링크 서브프레임을, S는 특이(special) 서브프레임을 나타낸다. 특이 서브프레임은 DwPTS(Downlink Pilot TimeSlot), GP(Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot TimeSlot)의 3개 필드를 포함한다. DwPTS는 하향링크 전송용으로 유보되는 시간 구간이며, UpPTS는 상향링크 전송용으로 유보되는 시간 구간이다. 표 2는 특이 프레임의 구성을 예시한 것이다.

- [49] 표 2

[Table 2]

| Special subframe configuration | Normal cyclic prefix in downlink |                                |                                  | Extended cyclic prefix in downlink |                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
|                                | DwPTS                            | UpPTS                          |                                  | DwPTS                              | UpPTS                          |                                  |
|                                |                                  | Normal cyclic prefix in uplink | Extended cyclic prefix in uplink |                                    | Normal cyclic prefix in uplink | Extended cyclic prefix in uplink |
| 0                              | $6592 \cdot T_s$                 | $2192 \cdot T_s$               | $2560 \cdot T_s$                 | $7680 \cdot T_s$                   | $2192 \cdot T_s$               | $2560 \cdot T_s$                 |
| 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                              | $24144 \cdot T_s$                |                                |                                  | -                                  | -                              | -                                |

- [50] 도 3은 무선 통신 시스템에서 하향링크/상향링크(DL/UL) 슬롯 구조의 일례를 나타낸 것이다. 특히, 도 3은 3GPP LTE(-A) 시스템의 자원격자(resource grid)의 구조를 나타낸다. 안테나 포트당 1개의 자원격자가 있다.
- [51] 도 3을 참조하면, 슬롯은 시간 도메인에서 복수의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼을 포함하고, 주파수 도메인에서 다수의 자원블록(resource block, RB)을 포함한다. OFDM 심볼은 일 심볼 구간을 의미하기도 한다. 자원블록은 주파수 도메인에서 다수의 부반송파를 포함한다. OFDM 심볼은 다중 접속 방식에 따라 OFDM 심볼, SC-FDM 심볼 등으로 불릴 수 있다. 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 채널 대역폭, CP의 길이에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 정상(normal) CP의 경우에는 하나의 슬롯이 7개의 OFDM 심볼을 포함하나, 확장(extended) CP의 경우에는 하나의 슬롯이 6개의 OFDM 심볼을 포함한다. 도 2에서는 설명의 편의를 위하여 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼로 구성되는 서브프레임을 예시하였으나, 본 발명의 실시예들은 다른 개수의 OFDM 심볼을 갖는 서브프레임들에도 마찬가지로 적용될 수 있다. 참고로, 하나의 OFDM 심볼과 하나의 부반송파로 구성된 자원을 자원요소(resource element, RE) 혹은 톤(tone)이라고 한다.
- [52] 도 3을 참조하면, 각 슬롯에서 전송되는 신호는  $N^{DL/UL}_{RB} * N^{RB}_{sc}$  개의 부반송파(subcarrier)와  $N^{DL/UL}_{symb}$  개의 OFDM 혹은 SC-FDM 심볼로 구성되는

자원격자(resource grid)로 표현될 수 있다. 여기서,  $N_{RB}^{DL}$ 은 하향링크 슬롯에서의 자원블록(resource block, RB)의 개수를 나타내고,  $N_{RB}^{UL}$ 은 상향링크 슬롯에서의 RB의 개수를 나타낸다.  $N_{RB}^{DL}$ 와  $N_{RB}^{UL}$ 은 하향링크 전송 대역폭과 상향링크 전송 대역폭에 각각 의존한다. 각 OFDM 심볼은, 주파수 도메인에서,  $N_{RB}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB}$  개의 부반송파를 포함한다. 일 반송파에 대한 부반송파의 개수는 FFT(Fast Fourier Transform) 크기에 따라 결정된다. 부반송파의 유형은 데이터 전송을 위한 데이터 부반송파, 참조신호의 전송을 위한 참조신호 부반송파, 가드 밴드(guard band) 및 DC 성분을 위한 널 부반송파로 나뉠 수 있다. DC 성분을 위한 널 부반송파는 미사용인 채 남겨지는 부반송파로서, OFDM 신호 생성과정에서 반송파 주파수(carrier frequency,  $f_0$ )로 맵핑된다. 반송파 주파수는 중심 주파수(center frequency)라고도 한다.  $N_{symb}^{DL}$ 은 하향링크 슬롯 내 OFDM 혹은 SC-FDM 심볼의 개수를 나타내며,  $N_{symb}^{UL}$ 은 상향링크 슬롯 내 OFDM 혹은 SC-FDM 심볼의 개수를 나타낸다.  $N_{sc}^{RB}$ 는 하나의 RB를 구성하는 부반송파의 개수를 나타낸다. RB는 시간 도메인에서  $N_{symb}^{DL/UL}$ 개(예를 들어, 7개)의 연속하는 OFDM 심볼 혹은 SC-FDM 심볼로서 정의되며, 주파수 도메인에서  $N_{sc}^{RB}$ 개(예를 들어, 12개)의 연속하는 부반송파에 의해 정의된다. 따라서, 하나의 RB는  $N_{symb}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB}$ 개의 자원요소로 구성된다. 자원격자 내 각 자원요소는 일 슬롯 내 인덱스 쌍( $k, l$ )에 의해 고유하게 정의될 수 있다.  $k$ 는 주파수 도메인에서 0부터  $N_{RB}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB} - 1$ 까지 부여되는 인덱스이며,  $l$ 은 시간 도메인에서 0부터  $N_{symb}^{DL/UL} - 1$ 까지 부여되는 인덱스이다.

- [53] 도 4는 3GPP LTE(-A) 시스템에서 사용되는 DL 서브프레임 구조를 예시한 것이다.
- [54] 도 4를 참조하면, DL 서브프레임은 제어영역(control region)과 데이터영역(data region)으로 구분될 수 있다. 제어영역은 첫번째 OFDM 심볼로부터 시작하여 하나 이상의 OFDM 심볼을 포함한다. 3GPP LTE(-A) 시스템의 DL 서브프레임에서, 제어영역은 PDCCH가 전송될 수 있는 영역으로 설정된다. 따라서, DL 서브프레임 내 제어영역은 PDCCH 영역으로 불리기도 한다. DL 서브프레임 내 제어영역으로 사용되는 OFDM 심볼의 개수는 서브프레임 별로 독립적으로 설정될 수 있으며, 상기 OFDM 심볼의 개수는 PCFICH(Physical Control Format Indicator CHannel)를 통해 전송된다. BS는 제어영역을 통해 각종 제어정보를 UE(들)에 전송할 수 있다. 제어정보의 전송을 위하여, 상기 제어영역에는 PDCCH(Physical Downlink Control CHannel), PCFICH, PHICH(Physical Hybrid automatic retransmit request Indicator CHannel) 등이 할당될 수 있다.
- [55] BS는 전송 채널인 PCH(Paging channel) 및 DL-SCH(Downlink-shared channel)의 자원할당과 관련된 정보, 상향링크 스케줄링 그랜트(Uplink Scheduling Grant)(이하, UL 그랜트), 하향링크 스케줄링 그랜트(Downlink Scheduling Grant)(이하, DL 그랜트), HARQ 정보, DAI(Downlink Assignment Index),

TPC(Transmitter Power Control) 커맨드 등을 PDCCH 상에서 각 UE 또는 UE 그룹에게 전송할 수 있다. PDCCH가 나르는 자원할당과 관련된 정보는 해당 UE를 상/하향링크 전송에 사용되는 자원블록할당 정보, 즉, 주파수 자원 정보를 포함할 수 있다. BS는 PDCCH를 통해 해당 UE를 위한 주파수 자원을 할당할 수 있다.

- [56] BS는 데이터영역을 통해 UE 혹은 UE 그룹을 위한 데이터를 전송할 수 있다. 상기 데이터영역을 통해 전송되는 데이터를 사용자데이터라 칭하기도 한다. 사용자데이터의 전송을 위해, 데이터영역에는 PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel)가 할당될 수 있다. PCH(Paging channel) 및 DL-SCH(Downlink-shared channel)는 PDSCH를 통해 전송된다. UE는 PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 복호(decode)하여 PDSCH를 통해 전송되는 데이터를 읽을 수 있다. 일 PDCCH가 나르는 하향링크 제어정보(Downlink Control Information, DCI)는 PDCCH 포맷에 따라서 그 크기와 용도가 다르며, 부호화율에 따라 그 크기가 달라질 수 있다. PDSCH의 데이터가 어떤 UE 혹은 UE 그룹에게 전송되는지, 상기 UE 혹은 UE 그룹이 어떻게 PDSCH 데이터를 수신하고 복호해야 하는지 등을 나타내는 정보가 PDCCH에 포함되어 전송된다. 예를 들어, 특정 PDCCH가 A라는 RNTI(Radio Network Temporary Identity)로 CRC 마스킹(masking)되어 있고, B라는 무선자원(예, 주파수 위치) 및 C라는 전송형식정보(예, 전송 블록 사이즈, 변조 방식, 코딩 정보 등)를 이용해 전송되는 데이터에 관한 정보가 특정 DL 서브프레임을 통해 전송된다고 가정한다. UE는 자신이 가지고 있는 RNTI 정보를 이용하여 PDCCH를 모니터링하고, A라는 RNTI를 가지고 있는 UE는 PDCCH를 수신하고, 수신한 PDCCH의 정보를 통해 B와 C에 의해 지시되는 PDSCH를 수신한다.
- [57] 복수의 PDCCH가 제어영역에서 전송될 수 있다. UE는 상기 복수의 PDCCH를 모니터링하여, 자신의 PDCCH를 검출할 수 있다. 기본적으로 UE는 자신의 PDCCH가 전송되는 위치를 모르기 때문에, 매 서브프레임마다 해당 DCI 포맷의 모든 PDCCH를 자신의 식별자를 가진 PDCCH를 수신할 때까지 블라인드 검출(블라인드 복호(decoding)이라고도 함)을 수행한다.
- [58] 도 5는 3GPP LTE(-A) 시스템에서 사용되는 UL 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [59] 도 5를 참조하면, 상향링크 서브프레임은 주파수 도메인에서 제어영역과 데이터영역으로 구분될 수 있다. 하나 또는 여러 PUCCH(physical uplink control channel)가 UCI(uplink control information)을 나르기 위해, 상기 제어영역에 할당될 수 있다. 하나 또는 여러 PUSCH(physical uplink shared channel)가 사용자 데이터를 나르기 위해, 상기 데이터영역에 할당될 수 있다. UE가 상향링크 전송에 SC-FDMA 방식을 채택하는 경우, 단일 반송파 특성을 유지하기 위해, 일 반송파 상에서는 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송할 수 없다.
- [60] 상향링크 서브프레임에서는 DC(Direct Current) 부반송파를 기준으로 거리가

면 부반송파들이 제어영역으로 활용된다. 다시 말해, 상향링크 전송 대역폭의 양쪽 끝부분에 위치하는 부반송파들이 상향링크 제어정보의 전송에 할당된다. DC 부반송파는 신호 전송에 사용되지 않고 남겨지는 성분으로, OFDM/SC-FDM 신호 생성기에 의한 주파수 상향 변환 과정에서 반송파 주파수  $f_0$ 로 맵핑된다.

[61] 일 UE에 대한 PUCCH는 일 서브프레임에서, 일 반송파 주파수에서 동작하는 자원들에 속한 RB 쌍에 할당되며, 상기 RB 쌍에 속한 RB들은 두 개의 슬롯에서 각각 다른 부반송파를 점유한다. 이와 같이 할당되는 PUCCH를, PUCCH에 할당된 RB쌍이 슬롯 경계에서 주파수 호핑된다고 표현한다. 다만, 주파수 호핑이 적용되지 않는 경우에는, RB 쌍이 동일한 부반송파를 점유한다. 주파수 호핑 여부와 관계없이, 일 UE에 대한 PUCCH는 일 서브프레임 내 RB 쌍에 할당되므로, 동일 PUCCH가 일 UL 서브프레임 내 각 슬롯에서 한 개의 RB를 통해 한 번씩, 두 번 전송되게 된다. UE는 상위(higher) 레이어 시그널링 혹은 명시적(explicit) 방식 혹은 암묵적(implicit) 방식에 의해 BS로부터 UCI의 전송을 위한 PUCCH 자원을 할당 받는다.

[62] 이하에서는 셀간 간섭을 완화하는 본 발명의 실시예들을 이종 네트워크를 기반으로 설명한다. 그러나, 이하의 실시예들은 동종 네트워크에서도 마찬가지로의 방식으로 적용될 수 있다. 또한, 단일 반송파를 기반으로 본 발명의 실시예들이 설명되나, 복수의 반송파가 병합되어 UE와 BS 사이의 통신에 이용되는 다중 반송파 상황에서도 셀간 간섭을 완화하기 위하여 본 발명의 실시예들이 적용될 수 있다. 인접 셀들에서 사용되는 주파수 대역들 중에서 동일하거나 겹치는 주파수 대역이 존재하면, 상기 동일하거나 겹치는 주파수 대역에서 본 발명의 실시예들이 적용될 수 있다.

[63] <셀-특정적 제한 DL 서브프레임 세트>

[64] 도 1(a)를 참조하면, 매크로-마이크로 이종 네트워크의 경우, 매크로 셀은 마이크로 셀의 UE, 특히 셀 경계의 마이크로-UE에게 강한 간섭을 유발할 수 있다. 따라서, 데이터, L1/L2 제어 신호, 동기 신호 및 참조 신호에 대한 상/하향링크 간섭을 해소하는 방법이 요구된다. 셀간 간섭 해소(Inter-Cell Interference Cancellation, ICIC) 방안은 시간, 주파수 및/또는 공간 도메인에서 다뤄질 수 있다. 편의상, 마이크로-UE가 셀간 간섭으로부터 보호되어야 할 대상이라고 가정한다. 이 경우, 간섭을 유발하는 가해자(aggressor)는 매크로 셀(혹은 매크로 BS)가 된다.

[65] 셀간 간섭을 유발하는 매크로 셀의 BS는 무선 프레임 내에 ABS(Almost Blank Subframe) 혹은 MBSFN(Multimedia Broadcast over Single Frequency Network) 서브프레임을 셀-특정적(cell-specific)으로 할당할 수 있다. 이와 같이 셀 특정적으로 구성되어 가해 셀 혹은 피해 셀의 DL 전송이 제약되는 서브프레임 서브세트(subset)를 셀-특정적 제한 DL 서브프레임 세트(cell-specific restricted DL subframe set, CSRSS)라 칭하고, CSRSS에 속하는 DL 서브프레임을 CSRSS라 지칭하여 본 발명의 실시예들을 설명한다. CSRSS는 특정 DL 신호를 제외하고는

보통의 DL 신호가 전송되지 않도록 설정된(혹은, DL 전송 전력이 제한된, 혹은 DL 간섭이 제한된) 서브프레임(Subframe, SF)을 나타낸다. CSRS는 하나 이상의 무선 프레임(예를 들어, 4개 무선 프레임) 내에서 일정한 패턴을 갖도록 반복될 수 있다. 매크로 셀의 BS는 CSRSS 구성(configuration)(예를 들어, 40비트 비트맵)을 백홀 링크를 통해 마이크로 셀의 BS에게 알려주고, 마이크로 셀의 BS는 CSRSS 구성을 이용하여 마이크로-UE를 스케줄링 할 수 있다. 예를 들어, 마이크로-UE는 CSRSS 구간 동안에만 스케줄링될 수 있다. 즉, 마이크로-UE는 CSRSS와 동일 시간의 서브프레임에 스케줄링됨으로써 간섭이 적은 신호를 마이크로 셀의 BS로부터 받을 수 있다.

- [66] CSRS는 PDSCH가 없는 ABS와, PMCH(Physical Multicast Channel) 및 PDSCH가 없는 MBSFN 서브프레임을 이용하여 구성될 수 있으며, ABS와 MBSFN 서브프레임에서는 PCFICH, PDCCH, PHICH가 전송/수신될 수 있다. 그러나, ABS를 이용하여 CSRS를 구성하는 경우, ABS에는 PDSCH가 없기 때문에 피해 셀의 PDSCH에 주는 간섭이 완화될 수 있지만, ABS의 PDSCH 영역에 CRS(cell specific reference signal, CRS)는 포함되므로 간섭완화에 한계가 있다. MBSFN 서브프레임을 이용하여 제한 DL 서브프레임 세트를 구성하는 경우, MBSFN 서브프레임의 PDSCH 영역에는 CRS가 전송/수신될 수 없으므로, 간섭 완화의 효과가 높아질 수는 있으나, MBSFN 서브프레임은 특정 제약조건하에 구성(configuration)되므로, CSRS의 모든 서브프레임들을 MBSFN 서브프레임만으로 구성하기는 어렵다. 따라서, CSRS는 다음의 제약조건을 이용하여, 네트워크의 상황에 따라 ABS와 MBSFN 서브프레임을 조합하여, 할당될 수 있다. 다음의 제약조건들은 BS와 UE 사이의 통신에 결정적인 역할을 하는 하향링크 신호의 전송을 보장하기 위해 제안된다.

- [67] ■ 조건 1. 상향링크 HARQ(Hybrid Automatic Retransmit reQuest) 시점(timing)

- [68] UE가 BS로 전송한 데이터에 대한 ACK/NACK 정보가 상기 UE에게 정확하게 전송되기 위해서는 상기 ACK/NACK 정보를 나르는 PHICH, 즉, 상향링크 HARQ의 신뢰도가 보장되어야 한다. FDD의 경우, 마이크로 BS가 마이크로-UE로 전송하는 PHICH의 신뢰도를 보장하기 위하여, PHICH의 전송주기(예를 들어, 8ms) 단위로 CSRS가 할당된다. TDD의 경우, TDD DL-UL 구성에 따라 PHICH 전송주기가 다르기 때문에 CSRS가 DL-UL 구성에 따라 다른 주기로 할당될 수 있다.

- [69] ■ 조건 2. PBCH(Physical Broadcast Channel) 및 동기신호(Synchronization Signal)

- [70] PBCH는 PHICH 구성 및 DL 대역폭(bandwidth), 시스템 프레임 번호에 대한 정보를 나른다. 즉, PBCH는 UE가 BS의 네트워크에 초기 접속을 하기 위해 필수적인 정보를 나른다. PSS(Primary Synchronization Signal)과 SSS(Secondary Synchronization Signal)은 주파수/시간 자원의 동기 및 셀 ID(identity)에 대한 정보를 나른다. 따라서, PBCH 및 PSS/SSS는 UE가 BS와 통신하기 위한 상/하향링크를 형성하기 위해 필수적이므로, 이들 신호의 전송은 드랍(drop)되지

않는 것이 좋다. PBCH와 PSS/SSS는 서브프레임 #0 및 서브프레임 #5에서 전송/수신되기 때문에, 서브프레임 #0 및 서브프레임 #5는 CSRSS로 설정되지 않는 것이 좋다.

[71]     ■ 조건 3. 시스템 정보 메시지

[72]     SIB1(System Information Block Type 1)은 다른 SIB들의 시간 도메인 스케줄링에 대한 정보뿐만 아니라, 특정 셀이 셀 선택에 적합한 셀인지를 판단하는 데 필요한 파라미터들을 나른다. 즉, SIB1은 PBCH는 UE가 BS의 네트워크에 초기 접속을 하기 위해 필수적인 정보를 나르므로, SIB1의 전송은 드랍되지 않는 것이 좋다. SIB1(System Information Block Type 1)은 짝수 번호를 갖는 무선 프레임의 서브프레임 #5에 할당된 PDSCH에서 전송/수신된다. 따라서, SIB1의 전송이 구성되는, 짝수 번호를 갖는 무선 프레임의 서브프레임 #5는 CSRSS로 설정되지 않는 것이 좋다.

[73]     ■ 조건 4. 페이징 메시지

[74]     BS는 유희모드의 UE에게 페이징 메시지를 전송하여 상기 UE를 페이징한다. 상기 페이징 메시지를 수신한 UE는 레인징 수행, 네트워크 재진입 등 통해 상기 BS의 네트워크와 통신 링크를 설정한다. 페이징 메시지는 서브프레임 #9에서 전송/수신되는 PDSCH, 혹은 서브프레임 #4 및 #9에서 전송/수신되는 PDSCH, 혹은 서브프레임 #0, #4, #5, #9에서 전송/수신되는 PDSCH에 위치하므로, 페이징 메시지의 전송이 구성된 이러한 서브프레임들은 CSRSS로 설정되지 않는 것이 좋다.

[75]     위에서 설명한 제약조건 1에서 4를 고려하면, FDD의 경우, CSRSS 패턴의 최단 주기는 40개의 서브프레임으로 이루어진다. 3GPP LTE(-A)에서, 1개의 서브프레임이 1ms임을 감안하면, CSRSS의 할당은 40ms 단위로 패턴을 형성할 수 있다.

[76]     도 6은 셀-특정적 제한 DL 서브프레임 세트를 이용하여 셀간 간섭을 해소하는 방법을 예시한다. 특히, 도 6은 매크로 셀이 가해 셀이고, 마이크로 셀이 피해 셀일 때를 가정한 예로서, 가해 셀인 매크로 셀의 BS가 시간 도메인 간섭 제거 기법을 사용하여 피해 셀의 UE(들)에 상기 가해 셀이 미치는 간섭을 완화하는 방법을 예시한 것이다.

[77]     도 6을 참조하면, CSRSS가 ABS(almost blank subframe)으로 설정된 서브프레임 #2 및 #6로 구성되는 경우를 나타낸다. 마이크로 BS는 마이크로 셀의 경계에 위치한 UE(들)에 대한 상/하향링크 신호를 서브프레임 #2 및/또는 #6에 할당함으로써, 마이크로 셀의 경계에 위치한 상기 UE(들)에게 간섭이 완화된 신호를 제공할 수 있다.

[78]     FDD의 경우, HARQ 시점과 동기 신호의 주기를 고려하여 제한 DL 서브프레임 세트 패턴이 40ms 단위로 형성된다. TDD에서 CSRSS는 FDD에서와는 다르게 할당된다. TDD의 경우, CSRSS 패턴이 TDD DL-UL 구성에 따라 다른 주기를 가지고 형성된다. 예를 들어, TDD의 경우, CSRSS 주기가 다음과 같이 정해질 수

있다.

[79] 표 3

[Table 3]

| DL-UL configuration | DL-to-UL Switch-point periodicity | Subframe number |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Restricted subframe set pattern |
|---------------------|-----------------------------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------------------|
|                     |                                   | 0               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |                                 |
| 0                   | 5ms                               | D               | S | U | U | U | D | S | U | U | U | 70ms                            |
| 1                   | 5ms                               | D               | S | U | U | D | D | S | U | U | D | 20ms                            |
| 2                   | 5ms                               | D               | S | U | D | D | D | S | U | D | D |                                 |
| 3                   | 10ms                              | D               | S | U | U | U | D | D | D | D | D |                                 |
| 4                   | 10ms                              | D               | S | U | U | D | D | D | D | D | D |                                 |
| 5                   | 10ms                              | D               | S | U | D | D | D | D | D | D | D |                                 |
| 6                   | 5ms                               | D               | S | U | U | U | D | S | U | U | D | 60ms                            |

- [80] 전술한 제한 DL 서브프레임 세트는 셀-특정적(cell-specific)으로 할당되어, 일 BS(예를 들어, 도 1의 BS B)가 해당 서브프레임 서브세트에서만 DL 전송을 할당하거나, 일 BS(예를 들어, 도 1의 BS A)가 해당 서브프레임 서브세트에서는 DL 전송 혹은 DL 전송 전력을 제한한다.
- [81] 한편, 표 1 및 표3를 참조하면, 3GPP LTE(-A) 시스템은 다양한 DL-UL 구성을 정의하고 있다. 그러나, 현재까지의 대부분의 통신 표준은, 일 BS의 DL/UL이 타 BS의 UL/DL에 의해 간섭을 받는 것을 회피하기 위하여, 동일 네트워크에 속한 BS들이 서로 다른 DL-UL 구성을 갖는 것을 허용하지 않고 있다. 동일 네트워크에 속한 BS들이 동일한 DL-UL 구성을 갖는 경우, DL과 DL 사이의 간섭 및/또는 UL과 UL 사이의 간섭만이 해당 네트워크에 존재하므로, DL과 DL 사이의 간섭 및/또는 UL과 UL 사이의 간섭 제거 방안만이 요구된다. 그러나, 동일한 DL-UL 구성을 사용하도록 제약되면, 각 셀의 UL 트래픽(traffic)과 DL 트래픽을 반영하여 TDD의 다양한 DL-UL 구성을 사용하지 못하기 때문에, 상기 다양한 DL-UL 구성의 장점을 살리지 못할 뿐만 아니라, 셀 처리량의 저하를 야기한다. 따라서, 셀 처리량의 효율적 운영을 위하여, 각 셀에서 혹은 셀 내에 존재할 수 있는 이종의 셀에서 서로 다른 TDD DL-UL 구성이 허용되는 것이 바람직하다.
- [82] 도 7은 서로 다른 TDD DL-UL 구성을 갖는 셀들 사이의 간섭 예를 나타낸 것이다. 특히, 도 7은 BS A가 DL 시간이고, BS B가 UL 시간일 때의 간섭 상황을 예시한 것으로서, 도 7(a)는 이종 네트워크에서 매크로 셀과 마이크로 셀이 서로 다른 TDD DL-UL 구성을 가질 때의 셀간 간섭 예를 나타낸 것이고, 도 7(b)는 동종 네트워크에서 매크로 셀들이 서로 다른 TDD DL-UL 구성을 가질 때의 셀간

간섭 예를 나타낸 것이다. 이하, 인접 BS들의 DL 시간과 UL 시간이 겹치는 서브프레임을 충돌(collision) 서브프레임이라 칭한다.

- [83] 도 7(a) 혹은 도 7(b)를 참조하면, BS A의 DL 신호 ①이 셀 B에 위치한 UE2가 BS B로 전송하는 UL 신호 ②에 강한 간섭을 주면, BS B는 상기 UL 신호 ②를 제대로 수신할 수 없게 된다. 특히, 매크로 BS의 DL 신호는 큰 전력으로 송출되기 때문에 매크로 BS의 DL 신호는 인접 BS의 신호에 큰 간섭을 미칠 가능성이 크다. 매크로 BS와 상기 매크로 BS에 인접한 타 BS 사이의 거리 혹은 매크로 BS와 상기 매크로 BS에 인접한, 타 BS에 연결된 UE 사이의 거리가 가까울수록 상기 매크로 BS의 DL 신호에 의한 간섭이 크게 작용할 수 있다. 셀간 간섭은 BS와 BS 사이 혹은 BS와 UE 사이에서만 발생하는 것이 아니라, UE들 사이에도 발생한다. 도 7(a) 혹은 도 7(b)를 참조하면, BS A에 연결된 UE1은 상기 UE1에 인접하면서 BS B에 연결된 UE2가 전송하는 UL 신호로 인하여 간섭을 받게 되며, 이로 인하여 UE1이 BS A로부터 DL 신호를 제대로 수신하지 못하는 상황이 발생할 수 있다. 이와 같은 간섭은 BS A가 UL 시간이고 BS B가 DL 시간일 때에도 마찬가지로 발생한다.
- [84] 인접 BS들이 서로 다른 TDD DL-UL 구성을 사용할 때 발생하는 간섭을 제어하기 위하여, 앞서 설명한 셀-특정적 제한 DL 서브프레임 세트(CSRSS)가 할당될 수 있다. 전술한 CSRSS는 인접 BS들이 동일 DL-UL 구성일 때만을 고려한 것으로서, CSRSS를 이용하면, 피해 셀의 DL 신호는 보호될 수 있다. 예를 들어, 도 7(a) 또는 도 7(b)를 참조하면, CSRSS가 할당되면, ABS 혹은 MBSFN 서브프레임에 해당하는 서브프레임에서 BS A가 DL 신호 ①을 전송하지 않거나 낮은 전력으로 전송하면, 상기 DL 신호 ①이 해당 서브프레임에서 전송되는 UE2의 UL 신호 ②에 미치는 간섭이 완화될 수 있다. 그러나, CSRSS가 할당되더라도, BS B에 연결된 UE2가 전송하는 UL 신호 ③이 BS A에 연결된 UE1이 수신하는 DL 신호 ④에 미치는 간섭이 완화되기는 어렵다. 따라서, 가해 셀의 UE 혹은 UE 그룹에 의해 전송되는 UL 신호가 피해 셀의 DL 신호에 미치는 간섭을 완화/제거하기 위한 방안이 요구된다.
- [85] <UE-특정/UE-그룹-특정 제한 DL 서브프레임 세트>
- [86] UE들 사이의 간섭은 UE가 셀 경계에 위치해 있을 경우 주로 발생하기 때문에 전술한 셀-특정적 제한 DL 서브프레임 세트(CSRSS)와 같이 가해 셀의 UE가 전송하는 UL 신호에 의한 간섭이 있는 서브프레임(들)에서 피해 셀의 BS가 상기 피해 셀의 UE(들)에게 DL 전송 제약하는 것은 많은 DL 처리량 감소를 야기한다. 따라서, DL 처리량 감소를 줄이면서, 셀 경계에 위치한 UE의 DL 신호를 보호해 주기 위한 기법이 필요하다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 UE-특정 혹은 UE-그룹-특정 제한 DL 서브프레임 세트(UE-specific/UE-group-specific restricted DL subframe set, USRSS)를 제안한다. USRSS란 셀 경계에 위치한 UE 혹은 UE-그룹이 인접 UE 혹은 UE-그룹에 의해 전송되는 UL 신호로 인하여 받는 간섭의 완화에 사용될 수

있다. 이하, 설명의 편의를 위하여, UE 혹은 UE-그룹을 UE로 총칭하여 설명하나, 이하의 설명에서 "UE"를 "UE-그룹"으로 바꾸면, 본 발명의 실시예들이 마찬가지로의 방식으로 적용될 수 있다.

[87] 본 발명에서 제안되는 USRSS는 다음의 특성 1 및/또는 특성 2를 갖는다.

[88] ■ 특성 1: BS는 USRSS 구간 동안 해당 UE(들)에게 전송되어야 할 PDCCH 및 PDSCH를 구성(혹은 할당 혹은 전송)하지 않는다.

[89] USRSS 구간, 즉, USRSS로 설정된 서브프레임에서는 해당 UE를 위한 RA-RNTI(Random Access RNTI), C-RNTI(Cell RNTI), SPS C-RNTI(Semi-Persistent Scheduling RNTI), 임시(temporary) C-RNTI, TPC-PUCCH-RNTI(Transmit Power Control PUCCH RNTI) 혹은 TPC-PUSCH-RNTI(Transmit Power Control PUSCH RNTI)로 마스킹된 PDCCH도 전송되지 않을 수도 있다.

[90] ■ 특성 2: BS는 USRSS 구간 동안 해당 UE(들)에게 전송되어야 할 PHICH를 구성(혹은 전송)하지 않는다.

[91] UE가 PUSCH를 n번째 서브프레임에서 전송하면, 현재까지의 3GPP LTE(-A) 시스템은, FDD의 경우, BS는 n+4번째 서브프레임에서 상기 PUSCH에 대한 PHICH를 전송하도록 규정하고 있으며, TDD의 경우, TDD DL-UL 구성에 따라 n+k<sub>PHICH</sub>번째 서브프레임에서 상기 PUSCH에 대한 PHICH를 전송하도록 규정하고 있다. 예를 들어, k<sub>PHICH</sub>는 다음과 같이 정의된다.

[92] 표 4

[Table 4]

| TDD UL-DL configuration | UL subframe number 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 |   |

[93] 표 4에서 각 DL-UL 구성별로 UL 서브프레임에 정의된 숫자가 k<sub>PHICH</sub>에 해당한다.

[94] 전술한 셀-특정 제한 DL 서브프레임 세트(CSRSS)에 관한 제약조건 1은 PHICH의 전송의 신뢰도가 보장될 수 있도록, PHICH 전송시점에 해당하는 서브프레임(들)을 CSRSS에서 배제하기 위해 제안된 것이다. 즉, CSRSS에 관한 제약조건 1에 의하면, CSRSS가 할당되더라도, 해당 셀 내 UE(들)을 위한 PHICH

전송/수신은 보장될 수 있다.

[95] 그러나, 본 발명에서는 PHICH가 전송/수신되어야 할 서브프레임이 USRSS에 속한 경우, 해당 서브프레임에서는 PHICH가 전송/수신되지 않는다. 예를 들어, 도 7(a) 혹은 도 7(b)를 참조하면, BS A는 UE2의 UL 신호에 의한 큰 간섭이 일어나는 서브프레임(들)을 USRSS로 설정하고, 상기 UE2의 UL 신호에 큰 간섭을 받는 UE1에 이를 통지할 수 있다. 상기 BS A는 상기 USRSS로 설정된 서브프레임(들)에서는 상기 UE1을 위한 PHICH를 전송하지 않으며, 상기 UE1은 상기 USRSS로 설정된 서브프레임(들)에서는 PHICH의 검출/수신을 수행하지 않는다.

[96] BS가 UE(들)을 위해 USRSS를 할당하면, 상기 BS는 RRC(Radio Resource Control) 파라미터 혹은 PDCCH 내 DCI 중 일부 비트를 사용하여, USRSS에 해당하는 서브프레임(들)에서는 PDCCH 모니터링을 수행하지 않거나 PHICH 복호를 수행하지 않도록 해당 UE(들)에게 지시할 수 있다. 상기 BS는 해당 UE(들)에게 USRSS의 구성정보도 전송할 수 있으며, 구성정보는 USRSS 패턴의 주기에 해당하는 서브프레임들 중에서 USRSS를 구성하는 서브프레임의 위치를 나타내는 비트맵을 포함할 수 있다. 이하, USRSS를 구성하는 서브프레임을 특히 UE-특정 제한 서브프레임(UE-Specific Restricted Subframe, USRS)라고 칭한다. 예를 들어, 표 5 또는 표 6의 비트맵이 USRSS 패턴 주기 내 USRS의 위치를 나타내기 위해 사용될 수 있다.

[97] 표 5

[Table 5]

|                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Subframe Number | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| USRS allocation | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

[98] 표 6

[Table 6]

|                           |   |    |
|---------------------------|---|----|
| Collision Subframe Number | 3 | 13 |
| USRS allocation           | 1 | 0  |

[99] 표 5와 표 6에서, USRSS가 20ms 패턴으로 할당되고, 서브프레임 #3 및 #13이 충돌 서브프레임이고 서브프레임 #3가 USRS로 설정된다고 가정된다. 표 5와 표 6에서 '1'으로 설정된 비트에 대응하는 서브프레임은 USRS이며, '0'으로 설정된 비트에 대응하는 서브프레임은 정상(normal) 서브프레임이다. 이와 반대로, '1'이 정상 서브프레임을 나타내고, '0'이 USRS를 나타내는 것으로 정의될 수도 있다. 표 5는 USRSS의 패턴 주기에 해당하는 모든 서브프레임들에 일대일로 대응하는 20개의 비트들을 포함하는 비트맵을 이용하여, USRSS 패턴 내 USRS의 위치가

시그널링되는 방법을 예시한 것이며, 표 6은 USRSS 패턴 내 모든 서브프레임들이 아닌 충돌 서브프레임(들)에 일대일로 대응하는 비트(들)을 포함하는 비트맵을 이용하여 USRSS 패턴 내 USRS의 위치가 시그널링되는 방법을 예시한 것이다. 표 5 및 표 6의 방법 이외의 다른 방법으로 USRS의 위치가 시그널링될 수도 있다. 예를 들어, UE는 상기 UE가 접속한 BS의 TDD DL-UL 구성은 알고 있으므로, USRSS 패턴 주기에 대응하는 서브프레임들 중 DL 서브프레임들도 알 수 있다. 따라서, BS는 USRSS 패턴 주기 내 DL 서브프레임들에 일대일로 대응하는 비트들로 구성된 비트맵을 이용하여 어떤 서브프레임이 USRS인지를 UE에게 시그널링할 수도 있다.

- [100] 본 발명에서 USRS는 UE 혹은 UE-그룹 특징적으로 구성되므로, 인접 셀들에서 서로 반대 방향의 통신 링크가 형성되는 시간 구간, 즉, 충돌 서브프레임이 모두 특정 UE에 대한 USRS가 될 필요는 없다. 충돌 서브프레임이 곧 USRS가 될 수도 있으나, 충돌 서브프레임들 중 일부에서 UE가 강한 간섭을 받더라도 다른 충돌 서브프레임에서는 미미한 간섭만을 받는다면, BS는 상기 UE가 강한 간섭을 받는 충돌 서브프레임만을 USRS로 설정하여 상기 UE에게 시그널링할 수 있다. 다른 충돌 서브프레임에서 인접 셀로부터 강한 간섭을 받는 다른 UE가 존재하면, 상기 BS는 상기 다른 충돌 서브프레임을 상기 다른 UE를 위한 USRS로서 설정하고, 이를 상기 다른 UE에게 시그널링할 수 있다.
- [101] 도 8은 UE-특정적 제한 DL 서브프레임 세트(USRSS)를 이용하여 셀간 간섭을 해소하는 방법을 예시한다. 특히, 도 8은 도 7(a) 또는 도 7(b)의 BS A가 표 1의 TDD DL-UL 구성 #2에 따라 무선 프레임 구성하고, BS B가 표 1의 TDD DL-UL 구성 #1에 따라 무선 프레임을 구성한다고 가정한다. 이 경우, USRSS 패턴 주기를 20m라고 하고, 해당 패턴 주기 내 서브프레임들에 0부터 19까지 번호를 부여하면, 서브프레임 #3, #8, #13, #18에서 BS B와 BS A가 서로 반대 방향으로 무선 통신 링크를 형성함을 할 수 있다.
- [102] 도 8을 참조하면, 서브프레임 #3, #8, #13, #18에서 BS A는 DL로 동작하나 BS B는 UL로 동작하므로, BS B에 의해 통신 서비스가 제공되는 셀 B에 위치한 UE(들)에 의한 UL 전송에 의해 BS A에 의해 통신 서비스가 제공되는 셀 A에 위치한 UE(들)에게 전송되는 DL 전송이 간섭을 받을 수 있다. BS A는 셀 A의 UE(들)이 셀 B에 의해 강한 간섭을 받는 서브프레임을 USRSS로 포함하는 USRSS를 구성하고, 상기 USRSS에 대한 구성정보를 해당 UE(들)에게 전송할 수 있다. 예를 들어, BS A는 표 5의 실시예에 따라 표 7와 같이 설정된 비트맵을 해당 UE(들)에게 전송하거나, 표 6의 실시예에 따라 표 8과 같이 설정된 비트맵을 해당 UE(들)에게 전송할 수 있다.
- [103] 표 7

[Table 7]

|                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Subframe Number | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| USRS allocation | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  |

[104] 표 8

[Table 8]

|                           |   |   |    |    |
|---------------------------|---|---|----|----|
| Collision Subframe Number | 3 | 8 | 13 | 18 |
| USRS allocation           | 1 | 0 | 0  | 1  |

[105] 표 7 및 표 8에서 '1'은 해당 서브프레임이 USRS임을 나타내며, '0'은 해당 서브프레임이 USRS가 아닌 정상 서브프레임을 나타낸다.

[106] 다만, 표 8과 같이 USRSS 구성정보를 전송하는 경우, BS A에 연결된 UE(들)은 BS B가 어떤 TDD DL-UL 구성을 갖는지 알기 어려우므로, BS A는 BS B의 TDD DL-UL 구성에 관한 정보 혹은 충돌 서브프레임에 관한 정보도 따로 혹은 함께 해당 UE(들)에게 전송하는 것이 좋다.

[107] 해당 UE를 위한 PHICH 전송시점이 USRSS 구간과 겹쳐 드랍된 PHICH는 상기 PHICH 전송시점 다음으로 이용가능한 DL 서브프레임에서 전송/수신될 수 있다. 예를 들어, 도 7(a) 혹은 도 7(b)를 참조하면, 일반적인 DL 서브프레임(즉, CSRSS 혹은 USRSS로 설정되지 않은 서브프레임)이 상기 이용가능한 DL 서브프레임이 될 수도 있고, CSRSS에서는 PHICH 전송이 허용되므로 CSRSS에 속한 DL 서브프레임들 중 PHICH 자원이 유보된 DL 서브프레임이 상기 이용가능한 DL 서브프레임이 될 수도 있다. 해당 UE가 이용가능한 DL 서브프레임은 상기 해당 UE가 전송한 PUSCH에 대한 PHICH 시점에 해당하는 DL 서브프레임 이후에 오는 최초 정상 DL 서브프레임인 것으로, 또는 상기 해당 UE가 전송하는 다음 PUSCH에 대한 PHICH 시점에 해당하는 정상 DL 서브프레임인 것으로, 묵시적(implicit)으로 정해질 수 있다. 또는, RRC(Radio Resource Control) 파라미터 혹은 PDCCH의 DCI 포맷을 이용하여, BS가 임의의 이용가능한 DL 서브프레임을 해당 UE에게 명시적(explicit)으로 지시할 수도 있다. 이외에도 다양한 기법에 의해 정해진 이용가능한 DL 서브프레임이 본 발명의 USRSS와 함께 사용될 수 있다.

[108] 한편, 특정 UE에 대한 PHICH 전송시점이 상기 UE를 위한 USRSS 구간과 충돌하여 PHICH 전송이 드랍된 경우, 상기 드랍된 PHICH가 나르는 ACK/NACK 정보를 이용가능한 DL 서브프레임의 PHICH 자원에서 대신 전송하기 위해, BS가 사용할 수 있는 피기백(piggyback) 기법들을 예시하면 다음과 같다. 이하, PHICH 전송시점이 USRSS 구간과 충돌하여 원래 전송시점에서는 드랍되었다가, 다음 이용가능한 DL 서브프레임에서 전송되는 특정 UE에 대한

PHICH를 피기백 PHICH라고 칭한다.

- [109] (1) BS는 피기백하는 PHICH의 그룹 및 시퀀스 인덱스를 RRC 파라미터로서 UE에게 알려줄 수 있다. UE는 BS부터 수신한 RRC 파라미터를 이용하여, 상기 UE를 위한 PHICH 그룹 및 직교 시퀀스 인덱스를 알 수 있으며, 해당 PHICH 그룹 및 직교 시퀀스를 이용하여, DL 서브프레임에서 피기백 PHICH를 검출(혹은 수신)할 수 있다.
- [110] (2) 해당 UE를 위한 USRSS 구간에서, 8명의 MU-MIMO(Multiple User Multiple Input Multiple Output)을 지원되지 않거나, SU-MIMO (Single User MIMO)에 의한 랭크(rank)가 8보다 작으면, BS는 상향링크 자원 할당의 최저 PRB(physical resource block) 인덱스를 유지하면서 상기 USRSS 구간에서 전송하지 못한 PHICH, 즉, 피기백 PHICH를 상기 UE에게 전송할 수도 있다.
- [111] PHICH 자원이 유보된 DL 서브프레임에서 PHICH 자원은 인덱스 쌍 ( $n_{PHICH}^{group}$ ,  $n_{PHICH}^{seq}$ )에 의해 식별된다.  $n_{PHICH}^{group}$ 은 PHICH 그룹 번호를 나타내고,  $n_{PHICH}^{seq}$ 는 PHICH 그룹 내에서의 직교 시퀀스 인덱스를 나타낸다.
- [112] PHICH 전송시점에 정상적으로 전송되는 PHICH의 PHICH 그룹 및 시퀀스 인덱스는 아래의 수학적식을 이용하여 생성될 수 있다.
- [113] 수학적식 1

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

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

- [114] 수학적식 1에서,  $N_{SF}^{PHICH}$ 는 PHICH 변조(modulation)에 사용되는 확산 인자 크기(spreading factor size)를 나타낸다.  $I_{PRB\_RA}^{lowest\_index}$ 는 PUSCH 전송을 위한 가장 낮은 PRB 인덱스를 나타낸다.  $N_{PHICH}^{group}$ 은 PHICH 그룹의 개수를 나타낸다.  $I_{PHICH}$ 는, 표 1의 TDD DL-UL 구성 #0의 서브프레임 #4 또는 #9에서 전송된 PUSCH에 대해서는 1이며, 그 외에는 0이 된다.
- [115] 도 2(a)에 도시된 FDD 프레임의 경우, PHICH 그룹의 개수  $N_{PHICH}^{group}$ 은 모든 서브프레임에서 일정하며 하나의 서브프레임에서 PHICH 그룹의 개수는 수학적식 2로 주어진다.
- [116] 수학적식 2

$$N_{PHICH}^{group} = \begin{cases} \left\lceil N_g \left( N_{RB}^{DL} / 8 \right) \right\rceil & \text{for normal cyclic prefix} \\ 2 \cdot \left\lceil N_g \left( N_{RB}^{DL} / 8 \right) \right\rceil & \text{for extended cyclic prefix} \end{cases}$$

- [117] 여기서,  $N_g \in \{1/6, 1/2, 1, 2\}$ 는 상위 레이어에 의해 제공되고,  $N_{RB}^{DL}$ 는 하향링크 대역의 RB(resource block) 개수를 나타낸다. PHICH 그룹 인덱스  $n_{PHICH}^{group}$ 은 0부터  $N_{PHICH}^{group}-1$ 까지의 값을 갖는다.
- [118] 도 2(b)에 도시된 TDD 프레임의 경우, PHICH 그룹의 개수는 하향링크

서브프레임마다 달라질 수 있고,  $m_i \cdot N^{\text{group\_PHICH}}$ 으로 주어진다. 표 9는  $m_i$ 를 나타낸다.

[119] 표 9

[Table 9]

| TDD UL-DL configuration | Subframe number i |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                         | 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0                       | 2                 | 1 | - | - | - | 2 | 1 | - | - | - |
| 1                       | 0                 | 1 | - | - | 1 | 0 | 1 | - | - | 1 |
| 2                       | 0                 | 0 | - | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 | 0 |
| 3                       | 1                 | 0 | - | - | - | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4                       | 0                 | 0 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 5                       | 0                 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 6                       | 1                 | 1 | - | - | - | 1 | 1 | - | - | 1 |

[120] PHICH 자원을 갖는 서브프레임 내 PHICH 그룹 인덱스  $n^{\text{group\_PHICH}}$ 은 0부터  $m_i \cdot N^{\text{group\_PHICH}} - 1$ 까지의 값을 갖는다.

[121] 표 10은 수학적 식 1의 시퀀스 인덱스  $n^{\text{seq\_PHICH}}$ 와 확산 시퀀스  $[w(0) \cdot \dots \cdot w(N^{\text{PHICH}}_{\text{SF}} - 1)]$ 의 맵핑관계를 나타낸다.

[122] 표 10

[Table 10]

| Sequence index | Orthogonal sequence                                   |   |
|----------------|---|---|
|                | Normal cyclic prefix $N^{\text{PHICH}}_{\text{SF}}=4$ | Extended cyclic prefix $N^{\text{PHICH}}_{\text{SF}}=2$ |
| 0              | [+1 +1 +1 +1]   | [+1 +1]   |
| 1              | [+1 -1 +1 -1]   | [+1 -1]   |
| 2              | [+1 +1 -1 -1]   | [+j +j]   |
| 3              | [+1 -1 -1 -1]   | [+j -j]   |
| 4              | [+j +j +j +j]   | -   |
| 5              | [+j -j +j -j]   | -   |
| 6              | [+j +j -j -j]   | -   |
| 7              | [+j -j -j +j]   | -   |

[123] 수학적 식 1에서,  $n_{\text{DMRS}}$ 는, 예를 들어, UL DCI 포맷을 갖는 가장 최근의 PDCCH에 포함된, DMRS용 사이클릭 쉬프트 값으로부터 맵핑된다.

- [124] 표 11은  $n_{\text{DMRS}}$ 와 DMRS 필드에 있는 사이클릭 쉬프트 값의 매핑을 예시한다.  
 [125] 표 11

[Table 11]

| Cyclic Shift for DMRS Field in PDCCH with UL DCI format | $n_{\text{DMRS}}$ |
|---|-------------------|
| 000   | 0                 |
| 001   | 1                 |
| 010   | 2                 |
| 011   | 3                 |
| 100   | 4                 |
| 101   | 5                 |
| 110   | 6                 |
| 111   | 7                 |

- [126] 피기백 PHICH는, UL 그랜트용 DCI 포맷(이하, UL DCI 포맷)에 포함된 DMRS(Demodulation Reference Signal) 비트(예를 들어, 3비트)를 이용하여, 해당 이용가능한 DL 서브프레임에서 원래 전송될 PHICH와 직교 특성을 유지하면서 상기 해당 이용가능한 DL 서브프레임에서 BS로부터 해당 UE로 전송될 수 있다. 즉, BS는 피기백 PHICH가 해당 DL 서브프레임에서 원래 전송되어야 할 다른 PHICH들과 충돌하지 않도록 하는  $n_{\text{DMRS}}$ 를 피기백 PHICH를 위한  $n_{\text{DMRS}}$ 로서 해당 UE에게 시그널링할 수 있다.
- [127] 혹은, 이용가능한 DL 서브프레임에서 피기백 PHICH의 PHICH 자원이 다른 UE 혹은 해당 UE를 위한 다른 PHICH 자원과 충돌되지 않도록, 별도의 파라미터  $n_{\text{SRSS}}$ 가 도입될 수도 있다.  $n_{\text{SRSS}}$ 는  $n_{\text{DMRS}}$ 와 별도로 BS가 UE에게 시그널링하는 값으로서,  $n_{\text{SRSS}}$ 는 USRSS의 구성정보와 함께 UE에게 전송되거나 혹은 별도로 UE에게 제공될 수 있다. UE를 위한 USRSS가 구성되면, 상기 UE는 USRSS에서 수신하지 못한 PHICH를 다음 이용가능한 DL 서브프레임에서  $n_{\text{SRSS}}$ 를 이용하여 검출/수신하면 된다. 예를 들어, 상기 이용가능한 DL 서브프레임에서, 피기백 PHICH의 그룹 및 시퀀스 인덱스는 다음의 수학적식에 따라 생성 혹은 결정될 수 있다.

- [128] 수학적식 3

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

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

- [129] 수학적식 3에서,  $n_{\text{SRSS}}$ 를 제외한 나머지 파라미터들은 수학적식 3의 파라미터들과 동일한 의미를 갖는다.  $n_{\text{SRSS}}$ 는, 예를 들어, 다음 표와 같이 정의될 수 있다.

[130] 표 12

[Table 12]

| USRSS configuration | $n_{\text{SRSS}}$ |
|---------------------|-------------------|
| Not configured      | 0                 |
| Configured          | 1                 |

- [131] 3. 드랍된 ACK/NACK 정보가 다른 전송시점을 갖는 ACK/NACK 정보와 번들링되어 전송되는 것도 가능하다. 도 9는 ACK/NACK(Acknowledgement/Negative ACK) 번들링 기법을 설명하는 도면이다. 앞서 설명한 피기백 PHICH 전송에 관한 실시예들은 USRSS에서 드랍된 PHICH의 ACK/NACK 정보를, 해당 UE 혹은 다른 UE에 의한 다른 PUSCH 전송에 대한 ACK/NACK 정보를 나르는 PHICH와는, 다른 PHICH 상에서 전송한다. 이와 달리, 도 9을 참조하면, USRSS에서 드랍된 PHICH의 ACK/NACK 정보(X)가, 해당 UE가 전송한 다른 PUSCH에 대한 ACK/NACK 정보(Y)와 번들링되고, 상기 번들링된 ACK/NACK 정보(Z)가 상기 다른 PUSCH에 대한 ACK/NACK 전송시점에 일 PHICH 상에서 전송/수신될 수 있다. 번들링이라 함은 논리 AND 동작(logical AND operation)을 의미하며, 번들링되는 ACK/NACK 정보는 비트 단위의 AND 게이트를 이용하여 부호화(encode)될 수 있다.
- [132] 도 8을 참조하면, 상기 USRSS의 대상이 되는 UE, 예를 들어, 도 7(a) 또는 도 7(b)의 UE1가 전송한 PUSCH에 대한 ACK/NACK 정보의 전송시점이 서브프레임 #3 또는 #8인 경우, BS A는 상기 ACK/NACK 정보를 나르는 PHICH를 해당 전송시점에서 전송하지 않고, 전송한 PHICH 피기백 실시예 (1) 내지 (3) 중 어느 하나에 따라, 다음의 이용가능한 DL 서브프레임에서 다른 PHICH와 독립적인 PHICH 상에서 전송하거나 혹은 다른 ACK/NACK 정보와 번들링하여 일 PHICH 상에서 전송한다. 상기 UE1은 USRSS 구성정보를 수신하여, 상기 UE1에 대한 특정 DL 전송이 서브프레임 #3 및 #8에서 제한될 것임을 알 수 있다. 따라서, 상기 UE1은 상기 USRSS 구성정보에 따라, 서브프레임 #3와 #8에서는 PHICH의 검출을 시도하지 않을 수 있다. 대신, 상기 UE1은 USRSS로 설정된 서브프레임 #3 혹은 #8가 아닌 특정 DL 서브프레임에서 서브프레임 #3 혹은 #8에서 수신했어야 할 PHICH를 검출 혹은 수신할 수 있다.
- [133] USRSS의 대상 UE가 아닌 경우, BS와 UE는 전송한 USRSS에 관한 본 발명의 실시예들을 적용하지 않을 수 있다. 예를 들어, 도 7(a) 또는 도 7(b)의 UE0는 충돌 서브프레임에서 인접 셀로부터 간섭을 거의 받지 않는다고 가정하면, BS A는 UE0에 대한 PHICH를 서브프레임 #3 및 #8에서 드랍하지 않고 전송할 수 있다. UE0는 상기 UE0를 위한 USRSS 구성정보를 수신하지 않는 한, 충돌 서브프레임들에서도 PHICH를 수신할 수 있다.
- [134] 본 발명에 따른 USRSS 실시예들에 의하면, 인접 셀의 UL 시간 구간과 해당

셀의 DL 시간 구간이 충돌하더라도, 해당 셀의 DL 전송의 신뢰도를 보장할 수 있다. 특히, BS와 UE 사이의 통신에 중요한 제어정보를 나르는 PHICH가 인접 셀의 UL 전송으로부터 간섭을 받는 구간에서 전송되는 것이 방지됨에 따라, BS는 상기 PHICH를 해당 UE에게 안전하게 전송할 수 있다.

- [135] 셀-특정적 제한 DL 서브프레임 세트(CSRSS)에 속한 서브프레임에서는 PHICH가 전송됨에 반하여, 본 발명에 의한 USRSS에 속한 서브프레임에서는 PHICH 전송이 드랍된다. 다만, UE가 네트워크에 초기 접속하고, 동기를 맞추는데 필수적인 PBCH, PSS/SSS, SIB1, 페이징 메시지 등은 본 발명에 의한 USRSS에 속한 서브프레임에서도 전송/수신될 수 있다.
- [136] 본 발명에 따른 USRSS에 의하면, DL 처리량의 감소를 줄이면서 셀 경계에 위치한 DL 신호가 인접 셀의 UL 신호에 의해 받는 간섭으로부터 보호될 수 있다.
- [137] <차단(blocking) 전송 서브프레임 세트>
- [138] 이하, 본 발명의 또 다른 셀간 간섭 완화/제거 기법인 차단 전송 서브프레임을 설명한다. 전술한 USRSS는 피해 셀의 BS가 인접 셀의 UL 전송으로부터 강한 간섭이 존재하는 서브프레임에서 DL 전송을 제약함으로써 상기 인접 셀의 UL 전송에 의한 간섭을 제거한다. 이에 반해, 후술하는 차단 전송 서브프레임 세트(Blocking Transmission Subframe Set, BTSS)에 의하면, 특정 셀의 UL 전송이 인접 셀의 DL 전송에 강한 간섭을 미치거나 상기 인접 셀의 DL 전송에 의해 강한 간섭을 받으면, 상기 특정 셀의 BS가 해당 UL 전송을 제약한다. 즉, 도 7(a) 혹은 도 7(b)를 참조하면, BS B가 셀 A에 강한 간섭을 미치는 UE2의 UL 전송 ③을 BTSS에 속한 서브프레임에서 드랍 혹은 약한 전력으로 전송함으로써, 상기 UL 전송 ③이 BS A의 DL 전송 ④에 미치는 간섭을 완화한다. 또한, 보통 인접 셀의 DL 전송에 강한 간섭을 미치는 특정 셀의 UL 전송은 상기 인접 셀의 DL 전송에 의해 강한 간섭을 받으므로, 본 발명에 따라 BTSS에 속한 서브프레임에서 UL 신호가 드랍되면, 인접 셀의 DL 전송에 의한 간섭이 최소화될 수 있다.
- [139] BTSS는 셀-특정적으로 구성될 수도 있고, UE 혹은 UE 그룹 특정적으로 구성될 수도 있다. 이하, 설명의 편의를 위하여, UE 혹은 UE-그룹을 UE로 총칭하여 설명하나, 이하의 설명에서 "UE"를 "UE-그룹"으로 바꾸면, 본 발명의 실시예들이 마찬가지로 적용될 수 있다.
- [140] 본 발명에서 제안되는 BTSS는 다음의 특성 1, 특성 2 및/또는 특성 3을 갖는다.
- [141] ■ 특성 1: BTSS 내 서브프레임(이하, BTS)에서는 UE가 새로운 전송을 수행하지 않는다.
- [142] UE의 PUSCH 전송은 상기 UE가 UE 그랜트를 수신한 서브프레임을 기준으로 기정의된 시간 후에 일어난다. E가 DL 서브프레임 n에서 UL 그랜트를 나르는 PDCCH를 검출하면, 상기 UE는 표 13에 주어진  $k_{PUSCH}$ 에 따라, 서브프레임  $n+k_{PUSCH}$ 에서 PUSCH 전송을 수행할 수 있다. FDD의 경우,  $k_{PUSCH}$ 는 4가 되며, TDD의 경우,  $k_{PUSCH}$ 는 표 13과 같이 주어질 수 있다.
- [143] 표 13

[Table 13]

| TDD DL-UL configuration | DL subframe number n |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                         | 0                    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0                       | 4                    | 6 |   |   |   | 4 | 6 |   |   |   |
| 1                       |                      | 6 |   |   | 4 |   | 6 |   |   | 4 |
| 2                       |                      |   |   | 4 |   |   |   |   | 4 |   |
| 3                       | 4                    |   |   |   |   |   |   |   | 4 | 4 |
| 4                       |                      |   |   |   |   |   |   |   | 4 | 4 |
| 5                       |                      |   |   |   |   |   |   |   | 4 |   |
| 6                       | 7                    | 7 |   |   |   | 7 | 7 |   |   | 5 |

- [144] 본 발명의 BS는 UE가 해당 BTSS에 속한 BTS에서 새로운 전송을 수행하지 않도록, 상기 UE에 대한 PDCCH DCI 포맷 중 새로운 전송을 스케줄링하는 UL 그랜트의 전송시점을 조정한다. 즉, BS는 서브프레임  $n+k_{\text{PUSCH}}$ 가 BTSS에 속하지 않도록 하는 서브프레임  $n$ 에서 UL 그랜트를 전송한다.
- [145] ■ 특성 2: BTSS 내 서브프레임에서는 HARQ 재전송이 구성되지 않는다.
- [146] 현재까지의 3GPP LTE(-A) 시스템에 의하면, PHICH를 통해 NACK을 수신한 UE는 상기 PHICH와 연관된 PUSCH를 통해 전송한 UL 데이터를 상기 PHICH를 수신한 서브프레임에서 소정 시간 후에 재전송한다. 그러나, 본 발명에 의하면, UL 데이터의 재전송 시점이 BTS와 충돌할 경우, UE는 상기 재전송을 드랍한다.
- [147] ■ 특성 3: BTSS 내 서브프레임에서는 ACK/NACK 보고, CSI(channel state information) 보고, SRS(sounding reference signal) 전송 등과 같은 UCI 전송이 드랍된다.
- [148] UE는 DL 데이터 전송에 대한 ACK/NACK 전송시점, CSI 전송시점, SRS 전송시점이 BTS와 충돌하면, 해당 UCI 전송을 드랍한다. 여기서, CSI라 함은 채널 품질 지시자(Channel Quality Indicator, CQI), 프리코딩 행렬 지시자(Precoding Matrix Indicator), 랭크 지시자(Rank Indicator) 등과 같은 하향링크 채널에 관한 상태정보를 의미한다. SRS는 BS가 상향링크 채널 정보를 획득할 수 있도록 하기 위하여, UE가 상기 BS로 전송하는 일련의 참조신호(reference signal)을 의미한다. DL 전송에 대한 ACK/NACK 정보의 전송시점은 상기 DL 전송이 수신된 서브프레임에서 소정 개수의 서브프레임 이후가 된다. 예를 들어, FDD의 경우, 서브프레임  $n$ 에서 수신된 DL 전송에 대한 ACK/NACK 정보는 서브프레임  $n+4$ 에서 전송된다. TDD의 경우, TDD 구성에 따라 DL 서브프레임:UL 서브프레임 = M:1을 설정될 수 있다. M은 하나의 UL 서브프레임에 대응하는 DL 서브프레임의 개수이다. 이 경우, UE는 M개의 DL 서브프레임 상의 복수의 PDSCH에 대한 ACK/NACK 응답을 하나의 UL

서브프레임에서 전송해야 한다. UL 서브프레임  $n$  상에서 전송되는 ACK/NACK 정보는 DL 서브프레임(들)  $n-k$  ( $k \in K$ )에서 UE에 의해 검출된 PDCCH(들)과 하향링크 SPS 해제 PDCCH에 대응한다.  $K$ 는 UL-DL 구성(configuration)에 의해 주어진다. 표 14는 3GPP LTE(-A) TDD에 정의된  $K: \{k_0, k_1, \dots, k_{M-1}\}$ 를 나타낸다.

[149] 표 14

[Table 14]

| DL-UL 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,<br>7, 5, 4, 11, 6 | -          | -    | - | - | -          | - | - |
| 6                   | -          | - | 7                               | 7          | 5    | - | - | -          | 7 | - |

[150] 비주기적 CSI 전송시점은, BS가 CSI 보고를 요청한 서브프레임에서부터 소정 개수의 서브프레임 이후에 위치한 서브프레임이 될 수 있다. 주기적 CSI 전송시점은 BS가 상위 레이어 시그널링을 통해 UE에 제공하는 CSI 구성정보에 따라 결정될 수 있다. SRS 전송시점은 BS가 상위 레이어 시그널링을 통해 UE에 제공하는 SRS 구성정보에 따라 결정될 수 있다. BS는 ACK/NACK 정보의 전송시점과, CSI의 전송시점, SRS 전송시점을 알고 있으므로, 특정 UE를 위해 BTSS가 구성되고, 상기 BTSS 내 BTS와 UCI 전송시점이 충돌하면 상기 특정 UE가 상기 UCI의 전송을 드랍할 것임을 알 수 있다. 따라서, 상기 BS는 BTS에서는 상기 UE로부터 PUCCH 및/또는 SRS를 검출/수신하지 않을 수 있다.

[151] BS가 UE(들)을 위해 BTSS를 할당하면, 상기 BS는 RRC 파라미터 혹은 PDCCH의 DCI 내 일부 비트를 사용하여 전송한 BTSS의 특성 1 내지 특성 3을 수행하도록 해당 UE(들)에게 지시할 수 있다. 상기 BS는 해당 UE(들)에게 BTSS의 구성정보도 전송할 수 있으며, 상기 구성정보는 BTSS 패턴의 주기에 해당하는 서브프레임들 중에서 BTS로 설정된 서브프레임의 위치를 나타내는 비트맵을 포함할 수 있다. 예를 들어, 표 15 또는 표 16의 비트맵이 BTS 패턴 주기 내 BTS의 위치를 나타내는 데 사용될 수 있다.

[152] 표 15

[Table 15]

|                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Subframe Number | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| BTS allocation  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |

[153] 표 16

[Table 16]

|                           |   |    |
|---------------------------|---|----|
| Collision Subframe Number | 3 | 13 |
| BTS allocation            | 1 | 0  |

[154] 표 15와 표 16에서, BTSS가 20ms 패턴으로 할당되고, 서브프레임 #3 및 #13이 충돌 서브프레임이고 서브프레임 #3가 BTS로 설정된다고 가정된다. 표 15와 표 16에서 '1'으로 설정된 비트에 대응하는 서브프레임은 BTS이며, '0'으로 설정된 비트에 대응하는 서브프레임은 정상(normal) 서브프레임이다. 이와 반대로, '1'이 정상 서브프레임을 나타내고, '0'이 BTS를 나타내는 것으로 정의될 수도 있다. 표 15는 BTSS의 패턴 주기에 해당하는 모든 서브프레임들에 일대일로 대응하는 20개의 비트들을 포함하는 비트맵을 이용하여, BTSS 패턴 내 BTS의 위치가 시그널링되는 방법을 예시한 것이며, 표 16은 BTSS 패턴 내 모든 서브프레임들이 아닌 충돌 서브프레임(들)에 일대일로 대응하는 비트(들)을 포함하는 비트맵을 이용하여 BTSS 패턴 내 BTS의 위치가 시그널링되는 방법을 예시한 것이다. 표 15 및 표 16의 방법 이외의 다른 방법으로 BTS의 위치가 시그널링될 수도 있다. 예를 들어, UE는 상기 UE가 접속한 BS의 TDD DL-UL 구성은 알고 있으므로, BTSS 패턴 주기에 대응하는 서브프레임들 중 UL 서브프레임들도 알 수 있다. 따라서, BS는 BTSS 패턴 주기 내 UL 서브프레임들에 일대일로 대응하는 비트들로 구성된 비트맵을 이용하여 어떤 서브프레임이 BTS인지를 UE에게 시그널링할 수도 있다.

[155] 본 발명에서 BTSS는 셀-특정적으로 구성될 수도 있고, UE 혹은 UE-그룹 특정적으로 구성될 수도 있다. BTSS가 UE 혹은 UE-그룹 특정적으로 구성되는 경우, 인접 셀들에서 서로 반대 방향의 통신 링크가 형성되는 시간 구간, 즉, 충돌 서브프레임이 모두 특정 UE에 대한 BTS가 될 필요는 없다. 충돌 서브프레임이 곧 BTS가 될 수도 있으나, 충돌 서브프레임들 중 일부에서 UE가 인접 셀에 강한 간섭을 주더라도 다른 충돌 서브프레임에서는 미미한 간섭만을 준다면, BS는 상기 UE가 강한 간섭을 주는 충돌 서브프레임만을 BTS로 설정하여 상기 UE에게 시그널링할 수 있다. 다른 충돌 서브프레임에서 인접 셀에 강한 간섭을 주는 다른 UE가 존재하면, 상기 BS는 상기 다른 충돌 서브프레임을 상기 다른 UE를 위한 BTS로서 설정하고, 이를 상기 다른 UE에게 시그널링할 수 있다.

[156] UE는 BS로부터 BTSS에 관한 구성정보를 수신하고, 상기 구성정보에 따라



[161] 표 18

[Table 18]

|                           |   |   |    |    |
|---------------------------|---|---|----|----|
| Collision Subframe Number | 3 | 8 | 13 | 18 |
| USRS allocation           | 1 | 0 | 0  | 1  |

[162] 표 17 및 표 18에서 '1'은 해당 서브프레임이 BTS임을 나타내며, '0'은 해당 서브프레임이 BTS가 아니라 정상 서브프레임을 나타낸다.

[163] 다만, 표 18과 같이 BTS 구성정보를 전송하는 경우, BS B에 연결된 UE(들)은 BS A가 어떤 TDD DL-UL 구성을 갖는지 알기 어려우므로, BS B는 BS A의 TDD DL-UL 구성에 관한 정보 혹은 충돌 서브프레임에 관한 정보도 따로 혹은 함께 해당 UE(들)에게 전송하는 것이 좋다.

[164] 해당 UE를 위한 UL 신호의 전송시점이 BTSS 구간과 겹쳐 드랍된 UL 신호는 상기 전송시점 다음으로 이용가능한 UL 서브프레임에서 전송/수신될 수 있다. 이하, 도 11 내지 도 13을 참조하여, BTS에서 드랍된 UL 신호를 전송/수신하는 실시예들을 설명한다.

[165] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따라 드랍된 UL 신호를 전송/수신하는 일 실시예를 나타낸 것이다. 도 11에서는 표 1의 TDD DL-UL 구성 #1로 동작하는 셀 B의 서브프레임 #3가 BTS로 설정된다고 가정된다. 또한, 셀 B가 UL로 동작하는 서브프레임 #3 및 #8에서 상기 셀 B에 인접하는 셀 A가 DL로 동작한다고 가정된다.

[166] 도 11의 실시예는 BTS에서 드랍된 UL 신호를 상기 BTS 다음에 오는 최초 UL 서브프레임에서 전송/수신한다. 이때, 상기 최초 UL 서브프레임이 BTS이면, 상기 최초 UL 서브프레임에서는 드랍된 UL 신호가 전송/수신될 수 없으므로, 상기 최초 UL 서브프레임은 BTSS에 속하지 않아야 한다. 도 11을 참조하면, BTS로 설정된 서브프레임 #3에서 드랍된 UL 신호는 상기 서브프레임 #3 다음에 오는, BTS가 아닌, UL 서브프레임들 중에서 첫번째 서브프레임인 서브프레임 #7에서 전송/수신될 수 있다. BS B 및 상기 BS B에 연결된 UE는 상기 셀 B의 TDD DL-UL 구성을 알고 있으며, BTSS 구성도 알고 있으므로, 상기 BS B와 상기 UE는 상기 UE가 UL 신호를 드랍한 BTS 이후에 오는 첫번째 정상 UL 서브프레임이 무엇인지 알 수 있다. 셀 B의 BS(이하, BS B)는 해당 UE에게 상기 첫번째 서브프레임을 지시하는 정보를 명시적으로 전송할 수도 있다.

[167] 한편, BTS에서 드랍된 UL 신호가 전송되는 UL 서브프레임은 상기 BTS 다음에 오는 최초 비-충돌(non-collision) 서브프레임일 수 있다. 다시 도 11을 참조하면, BTS로 설정된 서브프레임 #3에서 드랍된 UL 신호는 상기 서브프레임 #3 다음에 오는 충돌 서브프레임이 아닌 UL 서브프레임들, 즉, 비-충돌 UL 서브프레임들 중 첫번째에서 전송/수신될 수 있다. BS B는 BS A와 서로의 TDD DL-UL 구성에 관한 정보를 공유할 수 있다. 셀 B의 BS(이하, BS B)는 해당 UE에게 상기 첫번째 비-충돌 UL 서브프레임을 지시하는 정보를 명시적 혹은 묵시적으로 전송할 수

있다. 예를 들어, BS B는 셀 A의 TDD DL-UL 구성에 관한 정보를 상기 UE에게 전송하면, 상기 UE는 셀 B의 TDD DL-UL 구성과 셀 A의 TDD DL-UL 구성을 비교하여 상기 셀 A와 상기 셀 B가 서로 다른 방향으로 무선 통신 링크를 형성하는 서브프레임을 알 수 있다. 또 다른 예로, BS B가 셀 A와 셀 B가 서로 다른 방향으로 무선 통신 링크를 형성하는 서브프레임인 서브프레임 #3 및 #8을 지시하는 정보를 명시적으로 상기 UE에게 전송할 수도 있다. 인접하는 셀들이 서로 다른 방향으로 무선 통신 링크를 형성하는 충돌 서브프레임을 알면, 도 11의 경우, 상기 UE는 서브프레임 #7이 상기 UE가 UL 전송을 드랍한 BTS 다음에 오는 첫번째 비-충돌 서브프레임을 알 수 있다.

[168] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라 드랍된 UL 신호를 전송/수신하는 다른 실시예를 나타낸 것이다. 도 12에서는 BTSS 패턴 주기가 20ms이고, 표 1의 TDD DL-UL 구성 #1로 동작하는 셀 B의 서브프레임 #3가 BTS로 설정된다고 가정된다. 또한, 셀 B가 UL로 동작하는 서브프레임 #3, #8, #13 및 #18에서 상기 셀 B에 인접하는 셀 A가 DL로 동작한다고 가정된다.

[169] 도 12의 실시예는 BTS에서 드랍된 UL 신호를 상기 BTS를 포함하는 무선 프레임 다음에 오는 무선 프레임 내 동일한 위치의 UL 서브프레임에서 전송/수신한다. 즉, 도 12의 실시예에 의하면, 무선 프레임 내 서브프레임의 개수를  $N_{\text{subframe}}$  이라고 할 때, 서브프레임 번호에 모듈로(modulo)- $N_{\text{subframe}}$  을 적용했을 때 동일한 값이 얻어지는, 다음 무선 프레임의 서브프레임에서 드랍된 UL 신호가 전송/수신된다. 다시 말해, 도 12의 실시예에 의하면, 무선 프레임 #m의 i-번째 서브프레임에서 드랍된 UL 신호는 무선 프레임 #m+1의 i-번째 서브프레임에서 전송/수신된다. 도 12를 참조하면, 무선 프레임 #m에서 BTS로 설정된 서브프레임 #3에서 드랍된 UL 신호는 무선 프레임 #m의 서브프레임 #13에서 전송/수신될 수 있다.

[170] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따라 드랍된 UL 신호를 전송/수신하는 또 다른 실시예를 나타낸 것이다. 도 13에서는 BTSS 패턴 주기가 20ms이고, 표 1의 TDD DL-UL 구성 #1로 동작하는 셀 B의 서브프레임 #3가 BTS로 설정된다고 가정된다. 또한, 셀 B가 UL로 동작하는 서브프레임 #3, #8, #13 및 #18에서 상기 셀 B에 인접하는 셀 A가 DL로 동작한다고 가정된다.

[171] 도 13의 실시예는 BTS에서 드랍된 UL 신호를 소정 오프셋(offset) K를 이용하여 전송/수신한다. 즉, BTS에서 드랍된 UL 신호는, 기결정된 혹은 BS로부터 상위 레이어 시그널링에 의해 지시된, 소정 오프셋 K 이후에 오는 UL 서브프레임에서 전송/수신될 수 있다. 도 13을 참조하면, 기결정되거나 혹은 BS A가 UE로 시그널링한 오프셋 K가 9이면, 상기 UE는 BTS로 설정된 서브프레임 #3에서 드랍한 UL 신호를 서브프레임  $\#(3+K) = \text{서브프레임 } \#(3+9) = \text{서브프레임 } \#12$ 에서 전송한다. 상기 BS A는 오프셋 K가 무엇인지 알고 있으므로, 상기 UE가 BTS에서 전송했어야 할 UL 신호를 상기 BTS 대신 어떤 서브프레임에서 전송할지를 알 수 있다. 따라서, 상기 BS A는 해당 전송시점이 상기 서브프레임

#3인 UL 신호를 서브프레임 #12에서 검출 혹은 수신할 수 있다.

- [172] BTS에서 드랍되도록 정의된 UL 신호들 중에서 ACK/NACK PUCCH가 나르는 ACK/NACK 정보 및/또는 재전송 요구에 따라 PUSCH가 나르는 UL 데이터가, 도 11 내지 도 13의 실시예들 중 어느 하나에 따라 결정된 UL 서브프레임에서 전송되어야 하는 UL 신호가 될 수 있다. 그 외, SRS 및/또는 CSI PUCCH 역시, 도 11 내지 도 13의 실시예들 중 어느 하나에 따라 결정된 UL 서브프레임에서 전송되어야 하는 UL 신호가 될 수 있다. 그러나, BTS에서 드랍된 SRS 및/또는 CSI PUCCH는 다음 주기에 해당하는 UL 서브프레임에서 전송/수신되면 되므로, SRS 및/또는 CSI PUCCH에는 도 11 내지 도 13의 실시예들이 적용되지 않을 수 있다.
- [173] 이상에서는, ICIC를 수행하는 셀들이 서로 다른 TDD DL-UL 구성을 가질 때 일 셀의 BS가 BTSS를 구성하는 경우를 예로 하여, BTSS에 연관된 본 발명의 실시예들이 설명되었다. 그러나, FDD로 동작하는 BS 혹은 인접 셀의 BS와 동일한 TDD DL-UL 구성을 갖는 BS가 전술한 BTSS를 구성하고, 상기 BTSS의 구성정보를 해당 셀의 UE에게 전송하는 것도 가능하다. FDD의 경우 혹은 인접 셀들이 동일 TDD DL-UL 구성을 갖는 경우에도, BTSS 구성정보를 수신한 UE는 전술한 BTSS의 특성 1 내지 특성 3에 따라, BTSS에 속한 서브프레임에서는 상향링크 전송을 제약할 수 있다.
- [174] 본 발명의 BTSS는 전술한 셀-특정적 제한 DL 서브프레임 세트(CSRSS) 혹은 UE-특정적 제한 DL 서브프레임 세트(USRSS)와 함께 사용될 수 있다. 도 14 및 도 15는 셀-특정적 혹은 UE-특정적 제한 DL 서브프레임 세트와 차단 전송 서브프레임 세트(BTSS)를 이용하여 셀간 간섭을 해소하는 방법을 예시한다. 특히, 도 14 및 도 15는 도 7(a) 또는 도 7(b)의 BS A가 표 1의 TDD DL-UL 구성 #1에 따라 무선 프레임 구성을 구성하고, BS B가 표 1의 TDD DL-UL 구성 #2에 따라 무선 프레임 구성한다고 가정한다.
- [175] 도 14를 참조하면, 셀-특정적 혹은 UE-특정적 제한 DL 서브프레임 세트(이하, 제한 DL 서브프레임 세트) 및 BTSS 패턴 주기를 20m라고 하고, 해당 패턴 주기 내 서브프레임들에 0부터 19까지 번호를 부여하면, 서브프레임 #3, #8, #13, #18에서 BS B와 BS A가 서로 반대 방향으로 무선 통신 링크를 형성함을 할 수 있다. 따라서, 충돌 서브프레임인 서브프레임 #3, #8, #13, #18에서는 BS A의 UL 전송은 BS B의 DL 전송에 의한 간섭의 영향을 받게 된다. 이러한 간섭의 영향은, 도 7(a)에 도시된 바와 같이, BS B가 마이크로 기지국이고, BS A가 매크로 기지국이면서, BS B가 BS A에 인접해 있을 경우 더욱 심하게 발생할 수 있으며, 마이크로 BS의 DL 신호의 로드(load) 혹은 충돌 서브프레임에 스케줄링된 매크로-UE의 개수에 따라 다르게 나타날 수 있다. BS A는 상기 BS B가 UL로 동작하는 서브프레임 #3, #8, #13, #18 중 타 셀의 DL 전송에 강한 간섭을 주거나 강한 간섭을 받는 서브프레임(들)만을 BTSS에 할당하여 상기 BS A의 UL 전송에 기인한 간섭의 영향을 줄일 수 있다. 또한, BS B는 상기 BS B가 DL로 동작하는

서브프레임 #3, #8, #13, #18 중 타 셀의 UL 전송에 강한 간섭을 주는 서브프레임(들)만을 제한 DL 서브프레임 세트에 할당하여 상기 BS의 DL 전송에 기인한 간섭의 영향을 줄일 수 있다. 이에 따라, 서로 다른 TDD DL-UL 구성으로 동작하는 셀들 사이의 간섭 때문에 발생하는 셀 처리량 손실이 회피될 수 있다.

- [176] 도 15를 참조하면, 무선 프레임 #m에서는 BS A가 충돌 서브프레임들 중 서브프레임 #3를 BTS로서 설정하여 셀 A로부터 오는 간섭을 제거 혹은 상기 셀 A로의 간섭을 제거할 수 있다. 상기 BS A는 BTSS에 관한 구성정보를 셀 A에 위치한 UE(들)에게 전송할 수 있다. 또한, 무선 프레임 #m+1에서는 BS B가 충돌 서브프레임들 중 서브프레임 #13을 제한 DL 서브프레임(즉, CSRSS 혹은 USRSS)로 설정하여, BS A에 연결된 UE(들)에 의한 UL 신호 전송이 보호될 수 있다. 상기 BS B는 CSRSS 혹은 USRSS에 관한 구성정보를 셀 B에 위치한 UE(들)에게 전송할 수 있다.
- [177] 도 15에서는 일 BS가 CSRSS/USRSS 혹은 BTSS 중 하나만을 구성하는 경우를 예로 하였으나, 일 BS가 CSRSS와 BTSS를 함께 구성하거나, USRSS와 BTSS를 함께 구성하는 것도 가능하다. 이 경우, BS는 CSRSS 및 BTSS의 패턴 주기 혹은 USRSS 및 BTSS의 패턴 주기에 해당하는 서브프레임들 중 CSRSS 혹은 USRSS로 설정된 서브프레임과 BTS로 설정된 서브프레임을 1로 설정한 비트맵을 UE에게 전송할 수 있다. UE는 상기 비트맵의 각 비트에 대응하는 서브프레임들 중에서 1로 설정된 DL 서브프레임은 CSRSS 혹은 USRSS로 판단하고, 1로 설정된 UL 서브프레임은 BTS로 판단하며, 0으로 설정된 UL 혹은 DL 서브프레임은 정상 서브프레임으로 판단할 수 있다.
- [178] 한편, BS가 전술한 셀-특정적 혹은 UE-특정적 제한 DL 서브프레임 세트 및/또는 BTSS를 할당하고 운영하기 위해서는 CSRSS 혹은 USRSS 및/또는 BTSS 구성정보가 BS들 사이에서 교환된다. 예를 들어, 표 5에서 표 8 및/또는 표 15에서 표 16에서 설명한 구성정보가 셀간 간섭 완화/제거를 수행하는 BS들 사이에서 교환될 수 있다.
- [179] DL 전송이 제약되는 서브프레임(들)로 구성된 전술한 CSRSS/USRSS 및/또는 DL 전송이 제약되는 서브프레임(들)로 구성된 BTSS는 전체 서브프레임들의 서브세트가 된다. 따라서, CSRSS/USRSS 및/또는 BTSS에 속한 서브프레임들은 서브프레임 서브세트라 할 수 있다. 복수의 서브프레임 서브세트가 구성될 경우, 이들 중 하나의 세트는 가해 셀을 위한 서브프레임 서브세트 패턴 혹은 피해 셀을 위해 구성된 서브프레임 서브세트 패턴과 일치되도록 구성될 수 있지만, 반드시 일치될 필요는 없다. 또한, 각각의 서브프레임 서브세트는 서로 공통 서브프레임이 없도록 구성되거나 일정 수의 공통 서브프레임을 가지고 있을 수 있도록 구성될 수 있다. 또한, 두 개의 서브프레임 서브세트 내에 포함된 서브프레임들의 합은 전체 서브프레임과 일치하거나, 그의 부분 집합일 수 있다. BS는 해당 셀에 위치한 UE에게 하나 또는 그 이상의 서브프레임 서브세트를 전술한 실시예들 중 어느 하나에 따라 시그널링할 수 있다.

- [180] 도 16은 본 발명을 수행하는 BS(10) 및 UE(20)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.
- [181] 전술한 본 발명의 방법들에 있어서, BS(10)은 CSRSS, USRSS 및 BTSS를 구성하는 주체가 될 수 있다. 상기 BS(10)은 CSRSS 구성정보, USRSS 구성정보, BTSS 구성정보의 전송주체가 될 수 있으며, 상기 UE(20)은 CSRSS 구성정보, USRSS 구성정보, BTSS 구성정보의 수신주체가 될 수 있다. 또한, 상기 BS(10)은 전술한 실시예들에서 설명된 DL 신호의 전송주체일 수 있으며, 전술한 실시예들에서 설명된 UL 신호의 수신주체일 수 있다. 또한, 상기 UE(20)은 전술한 실시예들에서 설명된 UL 신호의 전송주체일 수 있으며, 전술한 실시예들에서 설명된 UL 신호의 수신주체일 수 있다.
- [182] BS(10) 및 UE(20)는 정보 및/또는 데이터, 신호, 메시지 등을 나르는 무선 신호를 전송 또는 수신할 수 있는 RF(Radio Frequency) 유닛(13, 23)과, 무선통신 시스템 내 통신과 관련된 각종 정보를 저장하는 메모리(12, 22), 상기 RF 유닛(13, 23) 및 메모리(12, 22)등의 구성요소와 동작적으로 연결되어, 상기 구성요소를 제어하여 해당 장치가 전술한 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나를 수행하도록 메모리(12, 22) 및/또는 RF 유닛(13,23)을 제어하도록 구성된 프로세서(11, 21)를 각각 포함한다.
- [183] 메모리(12, 22)는 프로세서(11, 21)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 입/출력되는 정보를 임시 저장할 수 있다. 메모리(12, 22)가 비퍼로서 활용될 수 있다.
- [184] 프로세서(11, 21)는 통상적으로 BS 또는 UE 내 각종 모듈의 전반적인 동작을 제어한다. 특히, 프로세서(11, 21)는 본 발명을 수행하기 위한 각종 제어 기능을 수행할 수 있다. 프로세서(11, 21)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 불릴 수 있다. 프로세서(11, 21)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 프로세서(400a, 400b)에 구비될 수 있다. 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(11, 21) 내에 구비되거나 메모리(12, 22)에 저장되어 프로세서(11, 21)에 의해 구동될 수 있다.
- [185] BS(10)의 프로세서(11)는 상기 프로세서(11) 또는 상기 프로세서(11)와 연결된 스케줄러로부터 스케줄링되어 외부로 전송될 신호 및/또는 데이터에 대하여 소정의 부호화(coding) 및 변조(modulation)를 수행한 후 RF 유닛(13)에 전송한다.

- 예를 들어, 프로세서(11)는 전송하고자 하는 데이터 열을 역다중화 및 채널 부호화, 스크램블링, 변조과정 등을 거쳐 K개의 레이어로 변환한다. 부호화된 데이터 열은 코드워드로 지칭되기도 하며, MAC 계층이 제공하는 데이터 블록인 전송 블록과 동가이다. 일 전송블록(transport block, TB)는 일 코드워드로 부호화되며, 각 코드워드는 하나 이상의 레이어의 형태로 UE에 전송되게 된다. 주파수 상향 변환을 위해 RF 유닛(13)은 오실레이터를 포함할 수 있다. RF 유닛(13)은  $N_t$ 개( $N_t$ 는 1보다 이상의 양의 정수)의 송신 안테나를 포함할 수 있다.
- [186] UE(20)의 신호 처리 과정은 BS(10)의 신호 처리 과정의 역으로 구성된다. 프로세서(21)의 제어 하에, UE(20)의 RF 유닛(23)은 BS(10)에 의해 전송된 무선 신호를 수신한다. 상기 RF 유닛(23)은  $N_r$ 개의 수신 안테나를 포함할 수 있으며, 상기 RF 유닛(23)은 수신 안테나를 통해 수신된 신호 각각을 주파수 하향 변환하여(frequency down-convert) 기저대역 신호로 복원한다. 상기 프로세서(21)는 수신 안테나를 통하여 수신된 무선 신호에 대한 복호(decoding) 및 복조(demodulation)를 수행하여, BS(10)가 본래 전송하고자 했던 데이터를 복원할 수 있다.
- [187] RF 유닛(13, 23)은 하나 이상의 안테나를 구비한다. 안테나는, 프로세서(11, 21)의 제어 하에 본 발명의 일 실시예에 따라, RF 유닛(13, 23)에 의해 처리된 신호를 외부로 전송하거나, 외부로부터 무선 신호를 수신하여 RF 유닛(13, 23)으로 전달하는 기능을 수행한다. 안테나는 안테나 포트도 불리기도 한다. 각 안테나는 하나의 물리 안테나에 해당하거나 하나보다 많은 물리 안테나 요소(element)의 조합에 의해 구성될 수 있다. 각 안테나로부터 전송된 신호는 UE(20)에 의해 더 이상 분해될 수 없다. 해당 안테나에 대응하여 전송된 참조신호는 UE(20)의 관점에서 본 안테나를 정의하며, 채널이 일 물리 안테나로부터의 단일(single) 무선 채널인지 혹은 상기 안테나를 포함하는 복수의 물리 안테나 요소(element)들로부터의 합성(composite) 채널인지에 관계없이, 상기 UE(20)로 하여금 상기 안테나에 대한 채널 추정을 가능하게 한다. 즉, 안테나는 상기 안테나 상의 심볼을 전달하는 채널이 상기 동일 안테나 상의 다른 심볼이 전달되는 상기 채널로부터 도출될 수 있도록 정의된다. 다수의 안테나를 이용하여 데이터를 송수신하는 다중 입출력(Multi-Input Multi-Output, MIMO) 기능을 지원하는 RF 유닛의 경우에는 2개 이상의 안테나와 연결될 수 있다.
- [188] 본 발명에 따른 BS(10)의 프로세서(11)는 본 발명의 일 실시예에 따라 CSRSS, USRSS, BTSS 중 적어도 하나를 구성할 수 있다. 상기 프로세서(11)는 상기 CSRSS, USRSS 및/또는 BTSS의 구성정보를 상기 BS(10)의 커버리지 내 UE(20)에게 전송하도록 상기 BS(10)의 RF 유닛(13)을 제어한다.
- [189] 상기 프로세서(11)는 CSRSS를 셀-특정적으로 구성하며, 상기 BS에 연결된 UE(20)에게 상기 CSRSS의 구성정보를 전송하도록 상기 RF 유닛(13)을 제어한다. 상기 프로세서(11)는 상기 BS(10)와 상기 BS(10)에 인접한 다른 BS가

FDD 모드로 동작하거나 동일한 TDD DL-UL 구성을 가질 때 혹은 서로 다른 TDD DL-UL 구성을 가질 때 상기 CSRSS를 구성할 수 있으며, 상기 BS(10)의 DL 전송과 상기 다른 BS의 DL 전송하는 충돌하는 서브프레임들 중 강한 간섭을 겪는 서브프레임(들)을 이용하여 상기 CSRSS를 구성할 수 있다. 상기 프로세서(11)가 CSRSS를 구성한 경우, 상기 프로세서(11)는 상기 CSRSS에 속하는 서브프레임에서는 특정 DL 신호(들)만 전송하도록 RF 유닛(13)을 제어하고, 상기 특정 DL 신호를 제외한 나머지 DL 신호를 전송하도록 상기 RF 유닛(13)을 제어하지 않을 수 있다. 혹은 CSRSS에 속하는 서브프레임에서는 상기 특정 DL 신호(들)을 제외한 나머지 DL 신호를 낮은 전송전력으로 전송하도록 상기 RF 유닛(13)을 제어할 수 있다. 상기 CSRSS의 구성정보를 수신한 UE(20)의 프로세서(21)는 상기 CSRSS에 속한 서브프레임에서는 특정 DL 신호(들)만을 검출 혹은 수신하도록 상기 UE(20)의 RF 유닛(23)을 제어하며, 나머지 DL 신호의 검출 혹은 수신하도록 상기 RF 유닛(23)을 제어하지 않을 수 있다. 예를 들어, PHICH가 상기 특정 DL 신호가 될 수 있다. 상기 UE(20)가 상기 BS(10)로 전송한 UL 데이터에 대한 PHICH 전송시점이 상기 CSRSS에 위치하는 경우, 상기 프로세서(21)는 상기 PHICH를 검출/수신하도록 상기 RF 유닛(23)을 제어한다.

- [190] 상기 프로세서(11)는 USRSS를 UE 혹은 UE-그룹 특징적으로 구성하며, 상기 UE 혹은 상기 UE-그룹에 속한 UE(20)에게 상기 USRSS의 구성정보를 전송하도록 상기 RF 유닛(13)을 제어한다. 상기 프로세서(11)는 상기 BS(10)와 상기 BS(10)에 인접한 다른 BS가 서로 다른 TDD DL-UL 구성을 가질 때 상기 USRSS를 구성할 수 있으며, 상기 BS(10)의 DL 전송과 상기 다른 BS에 연결된 UE의 UL 전송이 충돌하는 서브프레임들 중 강한 간섭을 겪는 서브프레임(들)을 이용하여 상기 USRSS를 구성할 수 있다. 다만, 상기 프로세서(11)는 상기 BS(10)와 상기 BS(10)에 인접한 다른 BS가 FDD 모드로 동작하거나 동일한 TDD DL-UL 구성을 갖더라도, 상기 BS(10)의 DL 전송과 상기 다른 BS의 DL 전송이 충돌하여 상호 혹은 일방으로 강한 간섭이 일어나는 서브프레임(들)을 이용하여 상기 USRSS를 구성할 수도 있다. 상기 프로세서(11)가 상기 UE(20)를 위한 USRSS를 구성한 경우, 상기 프로세서(12)는 상기 USRSS에 속한 서브프레임에서는 특정 DL 신호만 전송하도록 RF 유닛(13)을 제어하고, 상기 특정 DL 신호를 제외한 나머지 DL 신호를 전송하도록 상기 RF 유닛(13)을 제어하지 않거나, 낮은 전송 전력으로 전송하도록 상기 RF 유닛(13)을 제어할 수 있다. 특히, 상기 프로세서(12)는 상기 UE가 전송한 UL 데이터에 대한 ACK/NACK의 전송시점이 USRSS에 속한 서브프레임에 해당하는 경우, 상기 전송시점에 상기 ACK/NACK 전송을 드랍할 수 있다. 즉, 상기 프로세서(11)는 상기 ACK/NACK 정보를 나르는 PHICH의 전송시점이 USRS와 충돌하는 경우, 상기 PHICH의 전송을 드랍하며, 이에 따라, 상기 PHICH를 전송하도록 상기 RF 유닛(13)을 제어하지 않는다. 상기 프로세서(11)는 상기 드랍된 ACK/NACK

정보를 다음 이용가능한 DL 서브프레임에서 상기 UE(20)에게 전송하도록 상기 RF 유닛(13)을 제어할 수 있다. 상기 USRSS의 구성정보를 수신한 UE(20)의 프로세서(21)는 상기 USRSS에 속한 서브프레임에서는 특정 DL 신호(들)을 검출 혹은 수신하도록 상기 UE(20)의 RF 유닛(23)을 제어하며, 나머지 DL 신호의 검출 혹은 수신하도록 상기 RF 유닛(23)을 제어하지 않을 수 있다. 특히, 상기 UE(20)가 상기 BS(10)에 전송한 UL 데이터에 대한 ACK/NACK 정보의 전송시점이 상기 USRSS에 위치하는 경우, 상기 프로세서(21)는 상기 USRSS에 위치한 상기 전송시점에서는 상기 ACK/NACK 정보를 검출 혹은 수신하도록 상기 RF 유닛(23)을 제어하지 않을 수 있다. 상기 프로세서(21)는 다음 이용가능한 DL 서브프레임에서 상기 ACK/NACK 정보를 검출 혹은 수신하도록 상기 RF 유닛(23)을 제어할 수 있다.

- [191] 상기 프로세서(11)는 BTSS를 UE 혹은 UE-그룹 특정적, 또는 셀-특정적으로 구성하며, 상기 BTSS의 구성정보를 해당 UE(20) 혹은 상기 BS(20)에 연결된 UE(20)에게 전송하도록 상기 RF 유닛(13)을 제어한다. 상기 프로세서(11)는 상기 BS(10)와 상기 BS(10)에 인접한 다른 BS가 서로 다른 TDD DL-UL 구성을 가질 때 상기 BTSS를 구성할 수 있으며, 상기 BS(10)에 연결된 UE(20)의 UL 전송과 상기 다른 BS의 DL 전송이 충돌하는 서브프레임들 중 강한 간섭을 겪는 서브프레임(들)을 이용하여 상기 BTSS를 구성할 수 있다. 상기 프로세서(11)는 상기 BS(10)와 상기 BS(10)에 인접한 다른 BS가 FDD 모드로 동작하거나 동일한 TDD DL-UL 구성을 갖더라도, 상기 BS(10)에 연결된 상기 UE(20)의 UL 전송과 상기 다른 BS에 연결된 UE의 UL 전송이 충돌하여 상호 혹은 일방으로 강한 간섭이 일어나는 서브프레임(들)을 이용하여 상기 BTSS를 구성할 수도 있다. 상기 BTSS의 구성정보를 수신한 UE(20)의 프로세서(21)는 상기 BTSS에 속한 서브프레임에서는 전송한 BTSS의 특성 1 내지 특성 3에 따라 소정 UL 신호의 전송을 드랍하거나, 혹은 상기 소정 UL 신호를 낮은 전송전력으로 전송하도록 상기 UE(20)의 RF 유닛(23)을 제어할 수 있다. 즉, 상기 프로세서(21)는 상기 BTS로 설정된 서브프레임에서는 소정 UL 신호를 전송하도록 상기 RF 유닛(23)을 제어하지 않거나, 혹은 낮은 전송전력으로 전송하도록 상기 RF 유닛(23)을 제어할 수 있다. 상기 프로세서(21)는 전송시점이 BTSS에 속한 서브프레임에 해당하여 상기 전송시점에서 드랍된 UL 신호를, 도 11 내지 도 13의 실시예들 중 어느 하나에 따라 결정되는, UL 서브프레임에서 전송하도록 상기 RF 유닛(23)을 제어할 수 있다. 상기 프로세서(11)가 특정 UE(20) 혹은 해당 셀의 UE(20)을 위해 BTSS를 구성한 경우, 상기 프로세서(12)는 상기 BTSS에 속한 서브프레임에서는 해당 UE(20)가 소정 UL 신호를 전송하지 않을 것을 알고 있다. 따라서, 상기 프로세서(12)는 상기 BTSS에 속한 서브프레임에서는 소정 UL 신호를 검출/수신하도록 상기 BS(10)의 RF 유닛(13)을 제어하지 않을 수 있다. 상기 프로세서(12)는 상기 소정 신호를 도 11 내지 도 13의 실시예들 중 어느 하나에 따라 결정되는 UL 서브프레임에서 수신하도록 상기 RF 유닛(13)을

제어할 수 있다.

- [192] 상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

### **산업상 이용가능성**

- [193] 본 발명의 실시예들은 무선 통신 시스템에서, 기지국 또는 사용자기기, 기타 다른 장비에 사용될 수 있다.

## 청구범위

- [청구항 1] 사용자기가 기지국으로 상향링크 신호를 전송함에 있어서, 상기 기지국으로부터 하나 이상의 서브프레임으로 구성된 서브프레임 서브세트를 지시하는 정보를 수신하고, 상기 상향링크 신호의 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하는 서브프레임인 경우, 상기 전송시점에서 상기 상향링크 신호를 드랍하고, 상기 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하지 않는 서브프레임인 경우, 상기 전송시점에 상기 상향링크 신호를 상기 기지국으로 전송하는, 상향링크 신호 전송방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 사용자기는 시분할듀플렉스(time division duplex, TDD)로 동작하는, 상향링크 신호 전송방법.
- [청구항 3] 제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하는 서브프레임인 경우, 상기 상향링크 신호를 상기 전송시점 이후에 위치한 상향링크 서브프레임에서 상기 기지국으로 전송하는, 상향링크 신호 전송방법.
- [청구항 4] 기지국이 사용자기로부터 상향링크 신호를 수신함에 있어서, 상기 사용자기로 하나 이상의 서브프레임으로 구성된 서브프레임 서브세트를 지시하는 정보를 전송하고, 상기 상향링크 신호의 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하는 서브프레임인 경우, 상기 전송시점에서 상기 상향링크 신호를 수신하지 않고, 상기 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하지 않는 서브프레임인 경우, 상기 상향링크 신호의 상기 전송시점에 상기 상향링크 신호를 수신하는, 상향링크 신호 수신방법.
- [청구항 5] 제4항에 있어서, 상기 기지국은 시분할듀플렉스(time division duplex, TDD) 모드로 동작하는, 상향링크 신호 수신방법.
- [청구항 6] 제5항에 있어서, 상기 기지국은 상기 기지국과 인접한 다른 기지국의 TDD 하향링크-상향링크 구성과는 다른 TDD 하향링크-상향링크 구성을 갖는, 상향링크 신호 수신방법.

- [청구항 7] 제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하는  
서브프레임인 경우, 상기 상향링크 신호를 상기 전송시점 이후에  
위치한 상향링크 서브프레임에서 상기 상향링크 신호를 수신하는,  
상향링크 신호 수신방법.
- [청구항 8] 사용자기가 기지국으로 상향링크 신호를 전송함에 있어서,  
무선 신호를 송수신하도록 구성된 RF(radio frequency) 유닛; 및  
상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하며, 상기  
프로세서는 상기 기지국으로부터 하나 이상의 서브프레임으로  
구성된 서브프레임 서브세트를 지시하는 정보를 수신하도록 상기  
RF 유닛을 제어하고, 상기 상향링크 신호의 전송시점이 상기  
서브프레임 서브세트에 속하는 서브프레임인 경우, 상기  
전송시점에서 상기 상향링크 신호를 드랍하도록 구성되고, 상기  
전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하지 않는  
서브프레임인 경우, 상기 전송시점에 상기 상향링크 신호를 상기  
기지국으로 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하는,  
사용자기기
- [청구항 9] 제8항에 있어서,  
상기 사용자기기는 시분할듀플렉스(time division duplex, TDD)  
모드로 동작하는,  
사용자기기.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,  
상기 기지국은 상기 기지국과 인접한 다른 기지국의 TDD  
하향링크-상향링크 구성과는 다른 TDD 하향링크-상향링크  
구성을 갖는,  
사용자기기.
- [청구항 11] 제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하는  
서브프레임인 경우, 상기 프로세서는 상기 상향링크 신호를 상기  
전송시점 이후에 위치한 상향링크 서브프레임에서 상기  
기지국으로 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하는,  
사용자기기.
- [청구항 12] 기지국이 사용자기기로부터 상향링크 신호를 수신함에 있어서,  
무선 신호를 송수신하도록 구성된 RF(radio frequency) 유닛; 및  
상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하며, 상기  
프로세서는 상기 사용자기기로 하나 이상의 서브프레임으로  
구성된 서브프레임 서브세트를 지시하는 정보를 전송하도록 상기  
RF 유닛을 제어하고, 상기 상향링크 신호의 전송시점이 상기

서브프레임 서브세트에 속하는 서브프레임인 경우, 상기 전송시점에서 상기 상향링크 신호를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하지 않으며, 상기 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하지 않는 서브프레임인 경우, 상기 상향링크 신호의 상기 전송시점에 상기 상향링크 신호를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하는,

기지국.

[청구항 13]

제12항에 있어서,

상기 기지국은 시분할듀플렉스(time division duplex, TDD) 모드로 동작하는,

기지국.

[청구항 14]

제13항에 있어서,

상기 기지국은 상기 기지국과 인접한 다른 기지국의 TDD 하향링크-상향링크 구성과는 다른 TDD 하향링크-상향링크 구성을 갖는,

기지국.

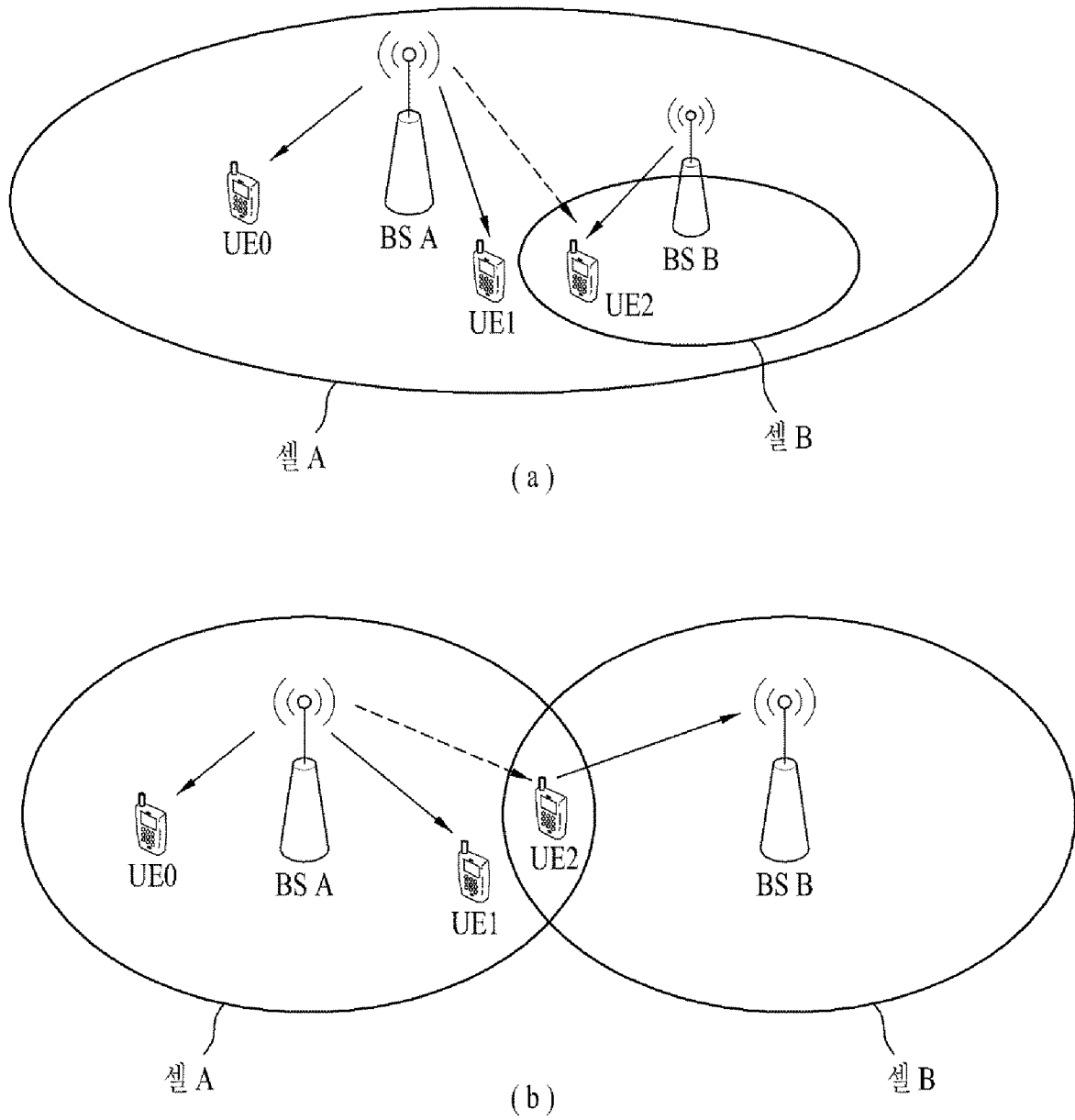
[청구항 15]

제12항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전송시점이 상기 서브프레임 서브세트에 속하는 서브프레임인 경우, 상기 프로세서는 상기 상향링크 신호를 상기 전송시점 이후에 위치한 상향링크 서브프레임에서 상기 상향링크 신호를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하는,

기지국.

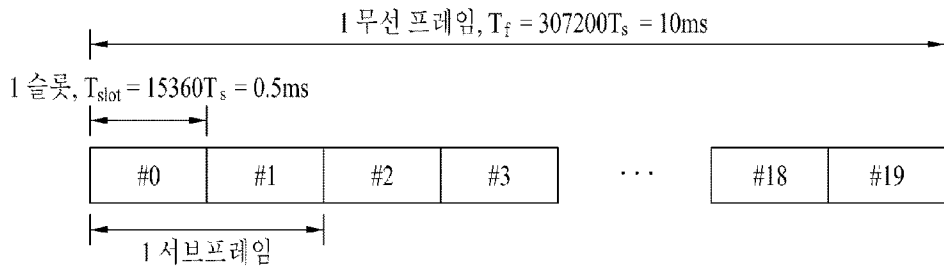
[Fig. 1]



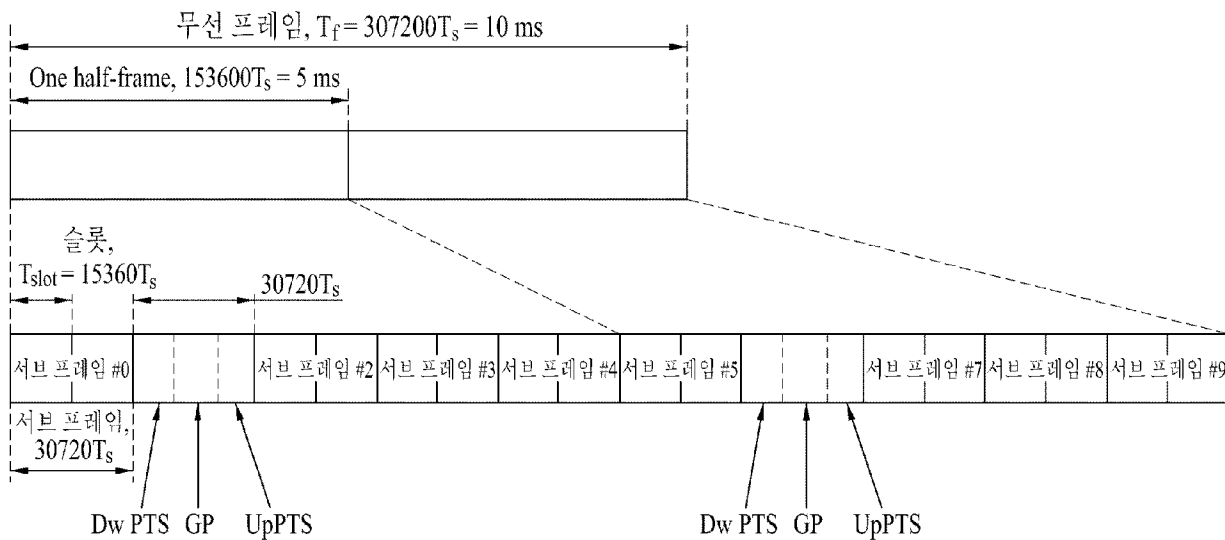
----> 간섭신호(interference signal)

—> 비간섭신호(non-interference signal)

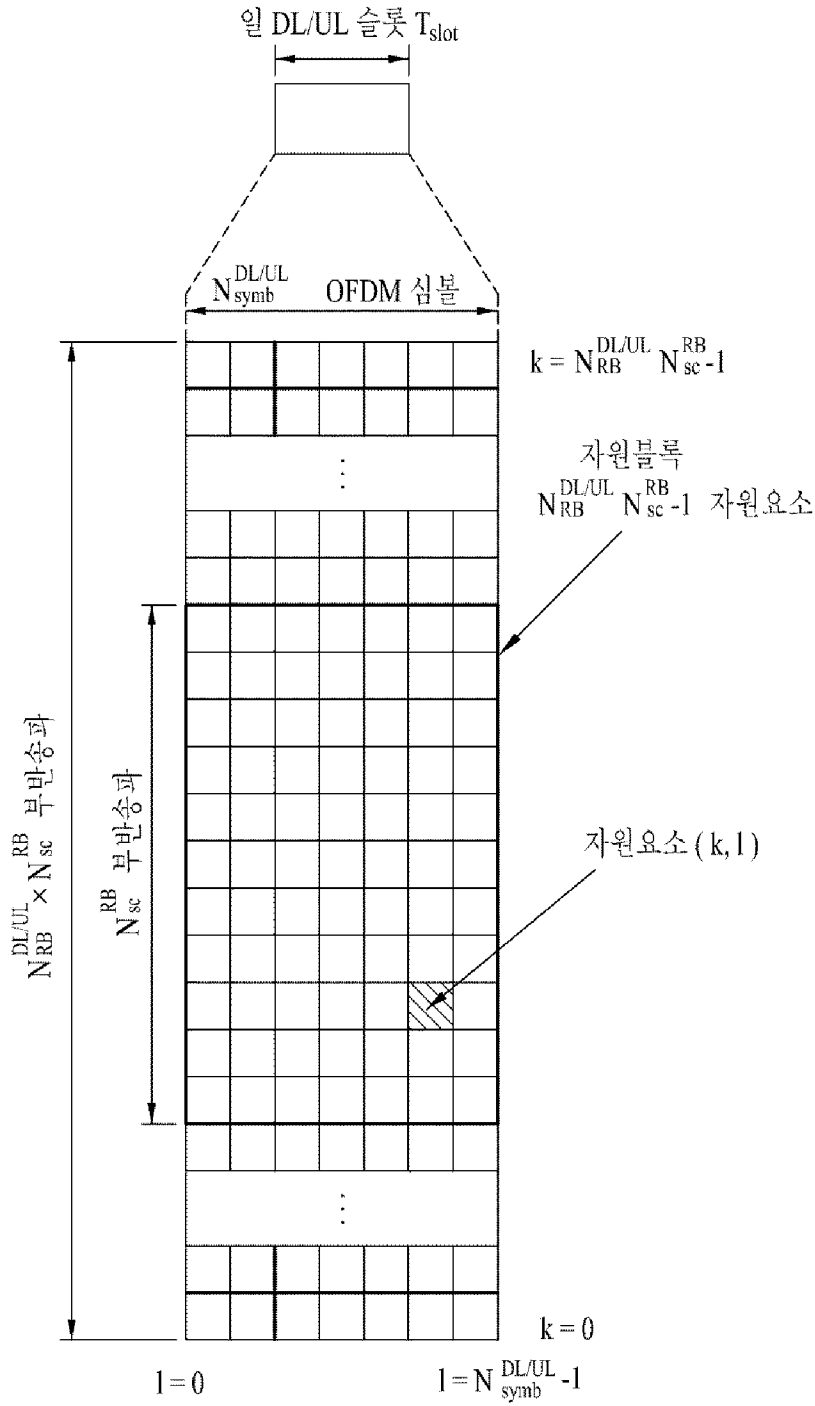
[Fig. 2]



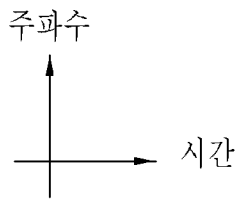
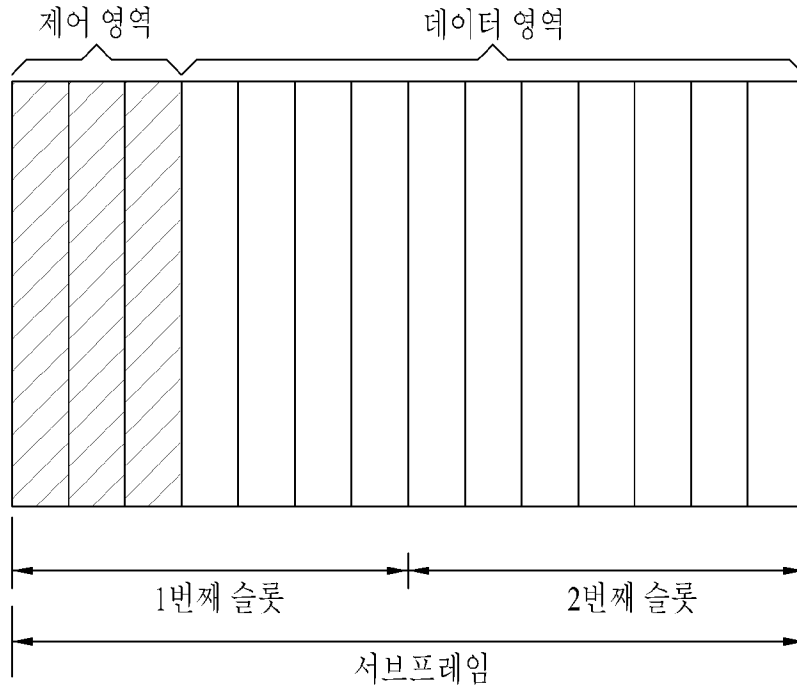
(a)



[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]

