

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015년 9월 3일 (03.09.2015)



(10) 국제공개번호
WO 2015/130005 A1

- (51) 국제특허분류: H04B 7/26 (2006.01) H04B 17/00 (2015.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/000010
- (22) 국제출원일: 2015년 1월 2일 (02.01.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
 - 61/945,066 2014년 2월 26일 (26.02.2014) US
 - 61/952,873 2014년 3월 14일 (14.03.2014) US
 - 61/973,897 2014년 4월 2일 (02.04.2014) US
 - 62/002,177 2014년 5월 22일 (22.05.2014) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 150-721 서울 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 유향선 (YOU, Hyangsun); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11길 19 엘지전자 주식회사 서초 R&D 캠퍼스, Seoul (KR). 이윤경 (YI, Yunjung); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11길 19 엘지전자 주식회사 서

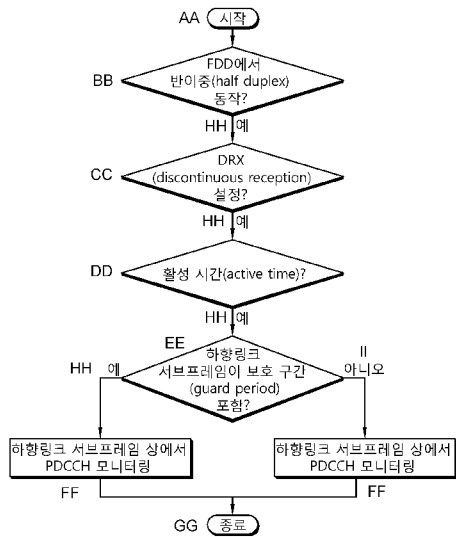
초 R&D 캠퍼스, Seoul (KR). 양석철 (YANG, Suckchel); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11길 19 엘지전자 주식회사 서초 R&D 캠퍼스, Seoul (KR). 안준기 (AHN, Joonkui); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11길 19 엘지전자 주식회사 서초 R&D 캠퍼스, Seoul (KR). 박종현 (PARK, Jonghyun); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11길 19 엘지전자 주식회사 서초 R&D 캠퍼스, Seoul (KR).

- (74) 대리인: 에스앤아이피 특허법인 (S&IP PATENT & LAW FIRM); 135-080 서울시 강남구 테헤란로 14길 5 (역삼동 삼흥역삼빌딩 2층), 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR MONITORING PDCCH IN FDD HALF-DUPLEX COMMUNICATION AND TERMINAL THEREOF

(54) 발명의 명칭 : FDD 반이중 통신에서 PDCCH 모니터링 방법 및 그 단말



(57) Abstract: One embodiment of the present description provides a method for monitoring a physical downlink control channel (PDCCH). The method for monitoring a PDCCH can comprise the steps of: performing a frequency division duplex (FDD) half-duplex operation; and determining whether to monitor the PDCCH if discontinuous reception (DRX) is set. Here, when a downlink subframe of a downlink carrier is positioned immediately before an uplink subframe of an uplink carrier, the PDCCH can be monitored in the downlink subframe during an active time.

(57) 요약서: 본 명세서의 일 개시는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel) 모니터링 방법을 제공한다. 상기 PDCCH 모니터링 방법은 FDD(frequency division duplex) 반이중(half-duplex) 동작을 수행하는 단계와; DRX(discontinuous reception)가 설정된 경우, PDCCH를 모니터링 할지 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 여기서, 하향링크 반송파의 하향링크 서브프레임이 상향링크 반송파의 상향링크 서브프레임 바로 이전에 위치하는 경우, 활성 시간(active time) 동안에 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링할 수 있다.

- AA ... Start
- BB ... Is half-duplex operation in FDD performed?
- CC ... Is DRX (discontinuous reception) set?
- DD ... Is it active time?
- EE ... Does downlink subframe include guard period?
- FF ... Monitor PDCCH in downlink subframe
- GG ... End
- HH ... Yes
- II ... No

WO 2015/130005 A1



SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: FDD 반이중 통신에서 PDCCH 모니터링 방법 및 그 단말

기술분야

[1] 본 발명은 이동통신에 관한 것이다.

배경기술

[2] UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 향상인 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 3GPP 릴리즈(release) 8로 소개되고 있다. 3GPP LTE는 하향링크에서 OFDMA(orthogonal frequency division multiple access)를 사용하고, 상향링크에서 SC-FDMA(Single Carrier-frequency division multiple access)를 사용한다. 최대 4개의 안테나를 갖는 MIMO(multiple input multiple output)를 채용한다. 최근에는 3GPP LTE의 진화인 3GPP LTE-A(LTE-Advanced)에 대한 논의가 진행 중이다.

[3] 3GPP TS 36.211 V10.4.0 (2011-12) "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 10)"에 개시된 바와 같이, LTE에서 물리채널은 하향링크 채널인 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)와 PDCCH(Physical Downlink Control Channel), 상향링크 채널인 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)와 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)로 나눌 수 있다.

[4] 한편, 최근에는 사람과의 상호 작용(human interaction) 없이, 즉 사람의 개입 없이 장치간 또는 장치와 서버간에 일어나는 통신, 즉 MTC(Machine Type Communication)에 대한 연구가 활발히 되고 있다. 상기 MTC는 인간이 사용하는 단말이 아닌 기계 장치가 기존 무선 통신 네트워크를 이용하여 통신하는 개념을 일컫는다.

[5] MTC를 이용한 기기의 특이성은 전송 데이터량이 적고 상/하향 링크 데이터 송수신이 가끔씩 발생하기 때문에 이러한 낮은 데이터 전송률에 맞춰서 MTC 기기의 단가를 낮추는 대신 보급율을 높이는 것이 나올 수 있다. 예컨대, 반이중(half-duplex: HD) 통신을 적용함으로써 MTC 기기의 제조 단가를 낮추고 그로 인해 보급율을 높일 수 있다. 이때, LTE/LTE-A는 TDD 방식과 FDD 방식으로 구분되는데, 상기 MTC 기기는 반이중(HD) 통신 기반의 FDD 방식을 사용할 수 있다.

[6] 그런데, 기존에 반이중(HD) 통신 기반의 FDD 방식이 기술적으로 구현되어 있지 않아, 사실상 어려움이 있었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[7] 따라서, 본 명세서의 개시는 전술한 문제점을 해결하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [8] 전술한 목적을 달성하기 위하여, 본 명세서의 일 개시는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel) 모니터링 방법을 제공한다. 상기 PDCCH 모니터링 방법은 FDD(frequency division duplex) 반이중(half-duplex) 동작을 수행하는 단계와; DRX(discontinuous reception)가 설정된 경우, PDCCH를 모니터링할지 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 여기서, 하향링크 반송파의 하향링크 서브프레임이 상향링크 반송파의 상향링크 서브프레임 바로 이전에 위치하는 경우, 활성 시간(active time) 동안에 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링할 수 있다.
- [9] 한편, 전술한 목적을 달성하기 위하여, 본 명세서의 일 개시는 PDCCH를 모니터링하는 단말이 또한 제공된다. 상기 단말은 RF부와; 상기 RF부를 제어하여 FDD(frequency division duplex) 반이중(half-duplex) 동작을 수행하는 중에, DRX(discontinuous reception)가 설정된 경우, PDCCH를 모니터링할지 결정하는 프로세서를 포함할 수 있다. 여기서, 하향링크 반송파의 하향링크 서브프레임이 상향링크 반송파의 상향링크 서브프레임 바로 이전에 위치하는 경우, 활성 시간(active time) 동안에 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링할 수 있다.
- [10] 상기 하향링크 반송파의 상기 하향링크 서브프레임이 상기 상향링크 반송파의 상기 상향링크 서브프레임 바로 이전에 위치하는 경우, 상기 하향링크 서브프레임의 일부 또는 전체를 수신하지 않음으로써, 상기 하향링크 서브프레임 내에 보호 구간이 생성될 수 있다. 상기 하향링크 서브프레임이 보호 구간 서브프레임에 해당하는 경우, 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링하지 않을 수 있다.
- [11] 상기 하향링크 반송파의 상기 하향링크 서브프레임이 상기 상향링크 반송파의 상기 상향링크 서브프레임 직후에 위치하지 않는 경우, 활성 시간(active time) 동안에 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링할 수 있다. 여기서, 상기 하향링크 반송파의 상기 하향링크 서브프레임이 상기 상향링크 반송파의 상기 상향링크 서브프레임 직후에 위치한 경우, 상기 하향링크 서브프레임의 일부 또는 전체를 수신하지 않음으로써, 상기 하향링크 서브프레임 내에 보호 구간이 생성될 수 있다. 여기서, 상기 하향링크 서브프레임이 보호 구간 서브프레임에 해당하는 경우, 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링하지 않을 수 있다.
- [12] 상기 FDD 반이중(half duplex) 동작을 수행함에 따라, 상기 하향링크 반송파의 상기 하향링크 서브프레임 상에서의 수신과 상기 상향링크 반송파의 상기 상향링크 서브프레임 상에서의 송신에 동시에 불가능하게 될 수 있다.
- [13] 상기 하향링크 반송파 상에서 무선 프레임은 10개의 하향링크 서브프레임들을 포함하고, 상기 상향링크 반송파 상에서 무선 프레임은 10개의 상향링크

서브프레임 들을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [14] 본 명세서의 개시에 의하면, 전술한 종래 기술의 문제점이 해결되게 된다.

도면의 간단한 설명

- [15] 도 1은 무선 통신 시스템이다.
- [16] 도 2는 3GPP LTE에서 FDD에 따른 무선 프레임(radio frame)의 구조를 나타낸다.
- [17] 도 3은 3GPP LTE에서 TDD에 따른 하향링크 무선 프레임의 구조를 나타낸다.
- [18] 도 4는 3GPP LTE에서 하나의 상향링크 또는 하향링크슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도이다.
- [19] 도 5는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [20] 도 6은 DRX 사이클을 나타낸다.
- [21] 도 7은 3GPP LTE에서 활성 시간을 나타낸다.
- [22] 도 8은 참조 신호들 중 CSI-RS가 맵핑되는 RB의 일 예를 나타낸다.
- [23] 도 9는 3GPP LTE에서 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [24] 도 10a는 MTC(Machine Type communication) 통신의 일 예를 나타낸다.
- [25] 도 10b는 MTC 기기를 위한 셀 커버리지 확장의 예시이다.
- [26] 도 11a 및 11b은 PDCCH의 묶음과 PDSCH의 묶음의 전송되는 예를 나타낸 예시도이다.
- [27] 도 12a와 12b는 하향링크 반송파와 상향링크 반송파 상에서의 HD FDD 동작을 나타낸 일 예이다.
- [28] 도 13a 및 도 13b는 HD-FDD를 위한 보호 구간을 나타낸 예시도이다.
- [29] 도 14a 및 도 14b은 HD-FDD를 위한 보호 구간을 나타낸 다른 예시도이다.
- [30] 도 15는 보호 구간으로 인하여 PDCCH를 수신할 수 없는 예를 나타낸 예시도이다.
- [31] 도 16은 보호 구간을 포함하는 하나의 서브프레임을 나타낸 예시도이다.
- [32] 도 17은 일 실시예에 따른 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [33] 도 18a 및 도 18b는 PUCCH와 PHICH가 서로 충돌되는 예를 나타낸다.
- [34] 도 19a는 커버리지 확장이 필요치 않은 MTC 기기를 위한 HD-FDD 동작의 일 예를 나타낸 예시도이다.
- [35] 도 19b는 커버리지 확장이 필요치 않은 MTC 기기를 위한 HD-FDD 동작의 다른 예를 나타낸 예시도이다.
- [36] 도 20은 커버리지 확장이 필요치 않은 MTC 기기를 위한 HD-FDD 동작의 또 다른 예를 나타낸 예시도이다.
- [37] 도 21은 하향링크/상향링크 서브프레임 패턴의 일 예를 나타낸다.
- [38] 도 22a 및 도 22b는 커버리지 확장이 필요한 MTC 기기를 위한 HD-FDD 동작의 일 예를 나타낸 예시도이다.

[39] 도 23a 및 도 23b는 커버리지 확장이 필요한 MTC 기기를 위한 HD-FDD 동작의 다른 일 예를 나타낸 예시도이다.

[40] 도 24는 본 명세서의 개시가 구현되는 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
발명의 실시를 위한 형태

[41] 이하에서는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 3GPP LTE(long term evolution) 또는 3GPP LTE-A(LTE-Advanced)를 기반으로 본 발명이 적용되는 것을 기술한다. 이는 예시에 불과하고, 본 발명은 다양한 무선 통신 시스템에 적용될 수 있다. 이하에서, LTE라 함은 LTE 및/또는 LTE-A를 포함한다.

[42] 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아님을 유의해야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 본 명세서에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 하며, 과도하게 포괄적인 의미로 해석되거나, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적인 용어가 본 발명의 사상을 정확하게 표현하지 못하는 잘못된 기술적 용어일 때에는, 당업자가 올바르게 이해할 수 있는 기술적 용어로 대체되어 이해되어야 할 것이다. 또한, 본 발명에서 사용되는 일반적인 용어는 사전에 정의되어 있는 바에 따라, 또는 전후 문맥상에 따라 해석되어야 하며, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.

[43] 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "구성된다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.

[44] 또한, 본 명세서에서 사용되는 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[45] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

- [46] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 발명의 사상을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일뿐, 첨부된 도면에 의해 본 발명의 사상이 제한되는 것으로 해석되어서는 아니됨을 유의해야 한다. 본 발명의 사상은 첨부된 도면외에 모든 변경, 균등물 내지 대체물에 까지도 확장되는 것으로 해석되어야 한다.
- [47] 이하에서 사용되는 용어인 기지국은, 일반적으로 무선기기와 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, eNodeB(evolved-NodeB), eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [48] 그리고 이하, 사용되는 용어인 UE(User Equipment)는, 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, 기기(Device), 무선기기(Wireless Device), 단말(Terminal), MS(mobile station), UT(user terminal), SS(subscriber station), MT(mobile terminal) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [49] 도 1은 무선 통신 시스템이다.
- [50] 도 1을 참조하여 알 수 있는 바와 같이, 무선 통신 시스템은 적어도 하나의 기지국(base station: BS)(20)을 포함한다. 각 기지국(20)은 특정한 지리적 영역(일반적으로 셀이라고 함)(20a, 20b, 20c)에 대해 통신 서비스를 제공한다. 셀은 다시 다수의 영역(섹터라고 함)으로 나누어질 수 있다..
- [51] UE은 통상적으로 하나의 셀에 속하는데, UE이 속한 셀을 서빙 셀(serving cell)이라 한다. 서빙 셀에 대해 통신 서비스를 제공하는 기지국을 서빙 기지국(serving BS)이라 한다. 무선 통신 시스템은 셀룰러 시스템(cellular system)이므로, 서빙 셀에 인접하는 다른 셀이 존재한다. 서빙 셀에 인접하는 다른 셀을 인접 셀(neighbor cell)이라 한다. 인접 셀에 대해 통신 서비스를 제공하는 기지국을 인접기지국(neighbor BS)이라 한다. 서빙 셀 및 인접 셀은 UE을 기준으로 상대적으로 결정된다.
- [52] 이하에서, 하향링크는 기지국(20)에서 UE(10)로의 통신을 의미하며, 상향링크는 UE(10)에서 기지국(20)으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 송신기는 기지국(20)의 일부이고, 수신기는 UE(10)의 일부일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 UE(10)의 일부이고, 수신기는 기지국(20)의 일부일 수 있다.
- [53] 한편, 무선 통신 시스템은 크게 FDD(frequency division duplex) 방식과 TDD(time division duplex) 방식으로 나눌 수 있다. FDD 방식에 의하면 상향링크 전송과 하향링크 전송이 서로 다른 주파수 대역을 차지하면서 이루어진다. TDD 방식에 의하면 상향링크 전송과 하향링크 전송이 같은 주파수 대역을 차지하면서 서로

다른 시간에 이루어진다. TDD 방식의 채널 응답은 실질적으로 상호적(reciprocal)이다. 이는 주어진 주파수 영역에서 하향링크 채널 응답과 상향링크 채널 응답이 거의 동일하다는 것이다. 따라서, TDD에 기반한 무선통신 시스템에서 하향링크 채널 응답은 상향링크 채널 응답으로부터 얻어질 수 있는 장점이 있다. TDD 방식은 전체 주파수 대역을 상향링크 전송과 하향링크 전송이 시분할되므로 기지국에 의한 하향링크 전송과 UE에 의한 상향링크 전송이 동시에 수행될 수 없다. 상향링크 전송과 하향링크 전송이 서브프레임 단위로 구분되는 TDD 시스템에서, 상향링크 전송과 하향링크 전송은 서로 다른 서브프레임에서 수행된다.

- [54] 이하에서는, LTE 시스템에 대해서 보다 상세하게 알아보기로 한다.
- [55] 도 2는 3GPP LTE에서 FDD에 따른 무선 프레임(radio frame)의 구조를 나타낸다.
- [56] 도 2에 도시된 무선 프레임은 3GPP TS 36.211 V10.4.0 (2011-12) "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 10)"의 5절을 참조할 수 있다.
- [57] 도 2를 참조하면, 무선 프레임은 10개의 서브프레임(subframe)을 포함하고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(slot)을 포함한다. 무선 프레임 내 슬롯은 0부터 19까지 슬롯 번호가 매겨진다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 전송시간구간(Transmission Time interval: TTI)라 한다. TTI는 데이터 전송을 위한 스케줄링 단위라 할 수 있다. 예를 들어, 하나의 무선 프레임의 길이는 10ms이고, 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다.
- [58] 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수 등은 다양하게 변경될 수 있다.
- [59] 한편, 하나의 슬롯은 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌을 포함할 수 있다. 하나의 슬롯에 몇개의 OFDM 심벌이 포함되는지는 순환전치(cyclic prefix: CP)에 따라 달라질 수 있다. 노멀(normal) CP에서 1 슬롯은 7 OFDM 심벌을 포함하고, 확장(extended) CP에서 1 슬롯은 6 OFDM 심벌을 포함한다. 여기서, OFDM 심벌은 3GPP LTE가 하향링크(downlink, DL)에서 OFDMA(orthogonal frequency division multiple access)를 사용하므로, 시간 영역에서 하나의 심벌 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것에 불과할 뿐, 다중 접속 방식이나 명칭에 제한을 두는 것은 아니다. 예를 들어, OFDM 심벌은 SC-FDMA(single carrier-frequency division multiple access) 심벌, 심벌 구간 등 다른 명칭으로 불릴 수 있다.
- [60] 도 3은 3GPP LTE에서 TDD에 따른 하향링크 무선 프레임의 구조를 나타낸다.
- [61] 이는 3GPP TS 36.211 V10.4.0 (2011-12) "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 10)"의 4절을 참조할 수 있으며, TDD(Time Division Duplex)를 위한 것이다.
- [62] 인덱스 #1과 인덱스 #6을 갖는 서브프레임은 스페셜 서브프레임이라고 하며,

DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), GP(Guard Period) 및 UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)을 포함한다. DwPTS는 UE에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 UE의 상향 전송 동기를 맞추는데 사용된다. GP은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

[63] TDD에서는 하나의 무선 프레임에 DL(downlink) 서브프레임과 UL(Uplink) 서브프레임이 공존한다. 표 1은 무선 프레임의 설정(configuration)의 일 예를 나타낸다.

[64] 표 1

[Table 1]

UL-DL 설정	스위치 포인트 주기(Switch-point periodicity)	서브프레임 인덱스									
		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

[65] 'D'는 DL 서브프레임, 'U'는 UL 서브프레임, 'S'는 스페셜 서브프레임을 나타낸다. 기지국으로부터 UL-DL 설정을 수신하면, UE은 무선 프레임의 설정에 따라 어느 서브프레임이 DL 서브프레임 또는 UL 서브프레임인지를 알 수 있다.

[66] 표 2

[Table 2]

스페셜 서브프레임 설정	하향링크에서 노멀 CP			하향링크에서 확장 CP		
	DwPTS	UpPTS		DwPTS	DwPTS	
		상향링크에서 노멀 CP	상향링크에서 확장 CP		상향링크에서 노멀 CP	상향링크에서 확장 CP
0	6592* T_s	2192* T_s	2560* T_s	7680* T_s	2192* T_s	2560* T_s
1	19760* T_s			20480* T_s		
2	21952* T_s			23040* T_s		
3	24144* T_s			25600* T_s		
4	26336* T_s			7680* T_s	4384* T_s	5120* T_s
5	6592* T_s	4384* T_s	5120* t_s	20480* T_s		
6	19760* T_s			23040* T_s		
7	21952* T_s			-		
8	24144* T_s			-		

[67]

[68] 도 4는 3GPP LTE에서 하나의 상향링크 또는 하향링크슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도이다.

[69] 도 4를 참조하면, 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌을 포함하고, 주파수 영역(frequency domain)에서 NRB 개의 자원블록(RB)을 포함한다. 예를 들어, LTE 시스템에서 자원블록(RB)의 개수, 즉 NRB은 6 내지 110 중 어느 하나일 수 있다.

[70] 자원블록(resource block: RB)은 자원 할당 단위로, 하나의 슬롯에서 복수의 부반송파를 포함한다. 예를 들어, 하나의 슬롯이 시간 영역에서 7개의 OFDM 심벌을 포함하고, 자원블록은 주파수 영역에서 12개의 부반송파를 포함한다면, 하나의 자원블록은 7×12개의 자원요소(resource element: RE)를 포함할 수 있다.

[71] 한편, 하나의 OFDM 심벌에서 부반송파의 수는 128, 256, 512, 1024, 1536 및

- 2048 중 하나를 선정하여 사용할 수 있다.
- [72] 도 4의 3GPP LTE에서 하나의 상향링크 슬롯에 대한 자원 그리드는 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드에도 적용될 수 있다.
- [73] 도 5는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [74] 도 5에서는 노멀 CP를 가정하여 예시적으로 하나의 슬롯 내에 7 OFDM 심벌이 포함하는 것으로 도시하였다.
- [75] DL(downlink) 서브프레임은 시간 영역에서 제어영역(control region)과 데이터영역(data region)으로 나누어진다. 제어영역은 서브프레임내의 첫 번째 슬롯의 앞선 최대 3개의 OFDM 심벌을 포함하나, 제어영역에 포함되는 OFDM 심벌의 개수는 바뀔 수 있다. 제어영역에는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel) 및 다른 제어채널이 할당되고, 데이터영역에는 PDSCH가 할당된다.
- [76] 3GPP LTE에서 물리채널은 데이터 채널인 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)와 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 및 제어채널인 PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 및 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)로 나눌 수 있다.
- [77] 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심벌에서 전송되는 PCFICH는 서브프레임내에서 제어채널들의 전송에 사용되는 OFDM 심벌의 수(즉, 제어영역의 크기)에 관한 CFI(control format indicator)를 나른다. 무선기기는 먼저 PCFICH 상으로 CFI를 수신한 후, PDCCH를 모니터링한다.
- [78] PDCCH와 달리, PCFICH는 블라인드 복호를 사용하지 않고, 서브프레임의 고정된 PCFICH 자원을 통해 전송된다.
- [79] PHICH는 UL HARQ(hybrid automatic repeat request)를 위한 ACK(positive-acknowledgement)/NACK(negative-acknowledgement) 신호를 나른다. 무선기기에 의해 전송되는 PUSCH 상의 UL(uplink) 데이터에 대한 ACK/NACK 신호는 PHICH 상으로 전송된다.
- [80] PBCH(Physical Broadcast Channel)은 무선 프레임의 첫 번째 서브프레임의 두 번째 슬롯의 앞선 4개의 OFDM 심벌에서 전송된다. PBCH는 무선기기가 기지국과 통신하는데 필수적인 시스템 정보를 나르며, PBCH를 통해 전송되는 시스템 정보를 MIB(master information block)라 한다. 이와 비교하여, PDCCH에 의해 지시되는 PDSCH 상으로 전송되는 시스템 정보를 SIB(system information block)라 한다.
- [81] PDCCH는 DL-SCH(downlink-shared channel)의 자원 할당 및 전송 포맷, UL-SCH(uplink shared channel)의 자원 할당 정보, PCH 상의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 랜덤 액세스 응답과 같은 상위 계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 UE 그룹 내 개별 UE들에 대한 전송 파워 제어 명령의 집합 및 VoIP(voice over internet protocol)의 활성화 등을 나눌 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있으며, UE은 복수의

PDCCH를 모니터링 할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE(control channel elements)의 집합(aggregation) 상으로 전송된다. CCE는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group)에 대응된다. CCE의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트수가 결정된다.

- [82] PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(downlink control information: DCI)라고 한다. DCI는 PDSCH의 자원 할당(이를 DL 그랜트(downlink grant)라고도 한다), PUSCH의 자원 할당(이를 UL 그랜트(uplink grant)라고도 한다), 임의의 UE 그룹내 개별 UE들에 대한 전송 파워 제어 명령의 집합 및/또는 VoIP(Voice over Internet Protocol)의 활성화를 포함할 수 있다.
- [83] 기지국은 UE에게 보내려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(cyclic redundancy check)를 붙인다. CRC에는 PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(radio network temporary identifier: RNTI)가 마스킹된다. 특정 UE을 위한 PDCCH라면 UE의 고유 식별자, 예를 들어 C-RNTI(cell-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, 페이징 메시지를 위한 PDCCH라면 페이징 지시 식별자, 예를 들어 P-RNTI(paging-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 시스템 정보 블록(system information block: SIB)을 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자, SI-RNTI(system information-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. UE의 랜덤 액세스 프리앰블의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위해 RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.
- [84] 3GPP LTE에서는 PDCCH의 검출을 위해 블라인드 복호를 사용한다. 블라인드 복호는 수신되는 PDCCH(이를 후보(candidate) PDCCH라 함)의 CRC(Cyclic Redundancy Check)에 원하는 식별자를 디마스킹하고, CRC 오류를 체크하여 해당 PDCCH가 자신의 제어채널인지 아닌지를 확인하는 방식이다. 기지국은 무선기기에게 보내려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정한 후 DCI에 CRC를 붙이고, PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(RNTI)를 CRC에 마스킹한다.
- [85] 한편, 단말이 C-RNTI를 기반으로 PDCCH를 모니터링할 때, PDSCH의 전송 모드(transmission mode: TM)에 따라 모니터링할 DCI 포맷과 검색 공간이 결정된다. 다음 표는 C-RNTI가 설정된 PDCCH 모니터링의 예를 나타낸다.
- [86] 표 3

[Table 3]

전송모드	DCI 포맷	검색 공간	PDCCH에 따른 PDSCH의 전송모드
전송 모드 1	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	단일 안테나 포트, 포트 0
	DCI 포맷 1	단말 특정	단일 안테나 포트, 포트 0
전송 모드 2	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티(transmit diversity)
	DCI 포맷 1	단말 특정	전송 다이버시티
전송 모드 3	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 2A	단말 특정	CDD(Cyclic Delay Diversity) 또는 전송 다이버시티
전송 모드 4	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 2	단말 특정	폐루프 공간 다중화(closed-loop spatial multiplexing)
전송 모드 5	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 1D	단말 특정	MU-MIMO(Multi-user Multiple Input Multiple Output)
모드 6	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 1B	단말 특정	폐루프 공간 다중화
전송 모드 7	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	PBCH 전송 포트의 수가 1이면, 싱글 안테나 포트, 포트 0, 아니면, 전송 다이버시티
	DCI 포맷 1	단말 특정	단일 안테나 포트, 포트 5
전송 모드 8	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	PBCH 전송 포트의 수가 1이면, 싱글 안테나 포트, 포트 0, 아니면, 전송 다이버시티
	DCI 포맷 2B	단말 특정	이중 계층(dual layer) 전송(포트 7 또는 8), 또는 싱글 안테나 포트, 포트 7 또는 8

전송 모드 9	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	비-MBSFN 서브프레임: PBCH 안테나 포트의 개수가 1이면, 단독의 안테나 포트로서 포트 0이 사용되고, 그렇지 않으면, 전송 다이버시티(Transmit Diversity)MBSFN 서브프레임: 단독의 안테나 포트로서, 포트 7
	DCI 포맷 2C	단말 특정	8개까지의 전송 레이어, 포트7-14가 사용됨 또는 단독의 안테나 포트로서 포트 7 또는 포트 8이 사용됨
전송 모드 10	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	비-MBSFN 서브프레임: PBCH 안테나 포트의 개수가 1이면, 단독의 안테나 포트로서 포트 0이 사용되고, 그렇지 않으면, 전송 다이버시티(Transmit Diversity)MBSFN 서브프레임: 단독의 안테나 포트로서, 포트 7
	DCI 포맷 2D	단말 특정	8개까지의 전송 레이어, 포트7-14가 사용됨 또는 단독의 안테나 포트로서 포트 7 또는 포트 8이 사용됨

[87] DCI 포맷의 용도는 다음 표와 같이 구분된다.

[88] 표 4

[Table 4]

DCI 포맷	내 용
DCI 포맷 0	PUSCH 스케줄링에 사용
DCI 포맷 1	하나의 PDSCH 코드워드(codeword)의 스케줄링에 사용
DCI 포맷 1A	하나의 PDSCH 코드워드의 간단(compact) 스케줄링 및 랜덤 액세스 과정에 사용
DCI 포맷 1B	프리코딩 정보를 가진 하나의 PDSCH 코드워드의 간단 스케줄링에 사용
DCI 포맷 1C	하나의 PDSCH 코드워드(codeword)의 매우 간단(very compact) 스케줄링에 사용
DCI 포맷 1D	프리코딩 및 전력 오프셋(power offset) 정보를 가진 하나의 PDSCH 코드워드의 간단 스케줄링에 사용
DCI 포맷 2	폐루프 공간 다중화 모드로 설정된 단말들의 PDSCH 스케줄링에 사용
DCI 포맷 2A	개루프(open-loop) 공간 다중화 모드로 설정된 단말들의 PDSCH 스케줄링에 사용
DCI 포맷 2B	DCI 포맷 2B는 PDSCH의 듀얼 레이어(dual-layer) 빔포밍을 위한 자원 할당을 위해 사용된다.
DCI 포맷 2C	DCI 포맷 2C는 8개 레이어(layer)까지의 폐-루프 SU-MIMO 또는 MU-MIMO 동작을 위한 자원 할당을 위해서 사용된다.
DCI 포맷 2D	DCI 포맷 2C는 8개 레이어 까지의 자원 할당을 위해서 사용된다.
DCI 포맷 3	2비트 전력 조정(power adjustments)을 가진 PUCCH 및 PUSCH의 TPC 명령의 전송에 사용
DCI 포맷 3A	1비트 전력 조정을 가진 PUCCH 및 PUSCH의 TPC 명령의 전송에 사용
DCI 포맷 4	다중 안테나 포트 전송 모드로 동작하는 상향링크(UL) 셀의 PUSCH 스케줄링에 사용

[89] 이제 DRX에 대해 설명한다.

[90] DRX(Discontinuous Reception)는 단말이 불연속적으로 하향링크 채널을 모니터링하도록 하여 배터리 소모를 줄이는 기법이다. DRX가 설정되면, 단말은 하향링크 채널을 불연속적으로(discontinuously) 모니터링한다. 그렇지 않으면, 단말은 하향링크 채널을 연속적으로 모니터링한다.

[91] 최근 많은 어플리케이션들은 always-on 특성을 필요로 하고 있다.

- Always-on이란 단말이 항상 네트워크에 접속되어 있어 필요한 경우 바로 데이터를 전송할 수 있는 특성을 말한다.
- [92] 하지만, 단말이 네트워크 접속을 계속 유지할 경우 배터리 소모가 심하기 때문에, 해당 어플리케이션에 적합한 DRX를 설정하는 것이 배터리 소모를 줄이면서도 always-on 특성을 보장할 수 있다.
- [93] 도 6은 DRX 사이클을 나타낸다.
- [94] DRX 사이클은 휴지(inactivity)의 가능한 구간이 이어지는 On-구간(On-Duration)의 주기적인 반복을 특징한다. DRX 사이클은 On-구간과 Off-구간을 포함한다. On-구간은 DRX 사이클 내에서 단말이 PDCCH를 모니터링하는 구간이다.
- [95] DRX가 설정되면 단말은 On-구간에서만 PDCCH를 모니터링하고, Off-구간에서는 PDCCH를 모니터링하지 않을 수 있다.
- [96] On-구간을 정의하는데 사용되는 것이 onDuration 타이머이다. On-구간은 onDuration 타이머가 동작 중인 구간으로 정의될 수 있다. onDuration 타이머는 DRX 사이클의 시작시점에 연속적인 PDCCH-서브프레임의 개수를 특징한다. PDCCH-서브프레임은 PDCCH가 모니터링되는 서브프레임을 가리킨다.
- [97] DRX 사이클외에도 PDCCH가 모니터링되는 구간이 더 정의될 수 있다. PDCCH가 모니터링되는 구간을 총칭하여, 활성 시간(active time)이라 정의한다.
- [98] drx-Inactivity 타이머는 DRX를 비활성화한다. drx-Inactivity 타이머가 동작중이면 DRX 사이클에 상관없이 단말은 PDCCH를 계속적으로 모니터링한다. drx-Inactivity 타이머는 초기 UL 그랜트 또는 DL 그랜트가 PDCCH 상으로 수신되면 개시된다. drx-Inactivity 타이머는 해당 UE를 위한 초기의 UL 또는 DL 사용자 데이터 전송을 지시하는 PDCCH를 성공적으로 디코딩한 이후의 연속적인 PDCCH-서브프레임의 개수를 특정할 수 있다.
- [99] HARQ RTT 타이머는 단말이 DL HARQ 재전송을 기대하는 최소 구간을 정의한다. HARQ RTT 타이머는 단말에 의하여 기대되는 DL HARQ 재전송 이전 서브프레임의 최소량을 특정할 수 있다.
- [100] drx-Retransmission 타이머는 단말이 DL 재전송을 기대하는 동안 PDCCH를 모니터링하는 구간을 정의한다. drx-Retransmission 타이머는 단말에 의하여 DL 재전송이 기대되는 직후 연속적인 PDCCH-서브프레임의 최대 개수를 특정할 수 있다. 초기 DL 전송이 있는 후, 단말은 HARQ RTT 타이머를 구동한다. 단말은 초기 DL 전송에 대해 오류가 발견되면 NACK를 기지국으로 전송하고, HARQ RTT 타이머를 중단하고, drx-Retransmission 타이머를 구동한다. 단말은 drx-Retransmission 타이머가 동작 중인 동안 기지국으로부터의 DL 재전송을 위한 PDCCH를 모니터링한다.
- [101] 활성 시간은 주기적으로 PDCCH를 모니터링하는 On-구간과 이벤트 발생으로 인해 PDCCH를 모니터링하는 구간을 포함할 수 있다.

- [102] DRX 사이클이 설정되면, 활성 시간은 아래와 같은 시간을 포함할 수 있다:
- [103] - onDuration 타이머, drx-Inactivity 타이머, drx-Retransmission 타이머 및/또는 구동중인 mac-ContentionResolution 타이머;
- [104] - 스케줄링 요청(Scheduling Request)가 PUCCH상으로 전송되고 및 펜딩(pending)중인 시간;
- [105] - 펜딩중인 HARQ 재전송을 위한 UL 그랜트가 발생할 수 있고 해당하는 HARQ 버퍼 내에 데이터가 있는 시간;
- [106] - 단말의 C-RNTI로 향하는 새로운 전송을 지시하는 PDCCH가 단말에 의하여 선택된 프리앰블을 위한 랜덤 액세스 응답의 성공적인 수신 이후에 수신되지 않는 시간.
- [107] 도 7은 3GPP LTE에서 활성 시간을 나타낸다.
- [108] DRX가 설정되면, 단말은 각 서브프레임에 대하여 아래와 같은 운영을 수행해야 한다:
- [109] - HARQ RTT 타이머가 이 서브프레임에서 만료되고 해당하는 HARQ 프로세스의 데이터가 성공적으로 디코딩되지 않은 경우;
- [110] - 해당하는 HARQ 프로세스를 위한 drx-Retransmission 타이머를 구동한다.
- [111] - DRX Command MAC CE (control element)가 수신되면:
- [112] - onDuration 타이머 및 drx-Inactivity 타이머를 중단한다.
- [113] - drx-Inactivity 타이머가 만료되거나 또는 DRX Command MAC CE가 이 서브프레임 내에 수신되면:
- [114] - 짧은 DRX 사이클이 설정된 경우: drx-ShortCycle 타이머를 시작 또는 재시작하고 및 짧은 DRX 사이클을 사용한다.
- [115] - 그렇지 않은 경우: 긴 DRX 사이클을 사용한다.
- [116] - drx-ShortCycle 타이머가 이 서브프레임 내에 만료되면:
- [117] - 긴 DRX 사이클을 사용한다.
- [118] - 짧은 DRX 사이클이 사용되고 및 $[(SFN * 10) + \text{subframe number}] \bmod (\text{shortDRX-Cycle}) = (\text{drxStartOffset}) \bmod (\text{shortDRX-Cycle})$ 가 만족되거나; 또는
- [119] - 긴 DRX 사이클이 사용되고 및 $[(SFN * 10) + \text{subframe number}] \bmod (\text{longDRX-Cycle}) = \text{drxStartOffset}$ 이 만족되면:
- [120] - onDuration 타이머를 구동한다.
- [121] - 활성 시간동안, PDCCH-서브프레임에 대하여, 상기 서브 프레임이 반이중(half-duplex) FDD 단말 운영을 위한 UL 전송에 요구되지 않고 그리고, 상기 서브 프레임이 설정된 측정 갭(configured measurement gap)의 일부가 아니면:
- [122] - PDCCH를 모니터링한다;
- [123] - PDCCH가 DL 전송을 지시하거나 또는 이 서브 프레임에 대하여 DL 할당이 설정되었다면:
- [124] - 해당하는 HARQ 프로세스를 위한 HARQ RTT 타이머를 구동한다;

- [125] - 해당하는 HARQ 프로세스를 위한 drx-Retransmission 타이머를 중단한다.
- [126] - PDCCH가 새로운 (DL 또는 UL) 전송을 지시하면:
- [127] - drx-Inactivity 타이머를 구동 또는 재구동 한다.
- [128] DRX 사이클은 긴 DRX 사이클과 짧은 DRX 사이클의 두 종류가 있다. 긴 주기의 긴 DRX 사이클은 단말의 배터리 소모를 최소화할 수 있으며, 짧은 주기의 짧은 DRX 사이클은 데이터 전송 지연을 최소화할 수 있다.
- [129]
- [130] 한편, 이하 참조 신호에 대해서 설명하기로 한다.
- [131] 일반적으로 전송 정보 예컨대, 데이터는 무선채널을 통해 전송되는 동안 쉽게 왜곡, 변경된다. 따라서, 이러한 전송 정보를 오류없이 복조하기 위해서는 참조신호가 필요하다. 참조신호는 전송기와 수신기 사이에 미리 알고 있는 신호로 전송 정보와 함께 전송된다. 전송기로부터 전송되는 전송 정보는 각 전송 안테나마다 또는 레이어마다 대응하는 채널을 겪기 때문에, 참조신호는 각 전송 안테나별 또는 레이어별로 할당될 수 있다. 각 전송 안테나별 또는 레이어별 참조신호는 시간, 주파수, 코드 등의 자원을 이용하여 구별될 수 있다. 참조신호는 2가지 목적 즉, 전송 정보의 복조(demodulation)와 채널 추정을 위해 사용될 수 있다.
- [132] 참조신호는 참조신호를 미리 알고 있는 수신기의 범위에 따라 2가지 종류로 나눌 수 있다. 첫째는 특정한 수신기(예를 들어 특정 단말)만 알고 있는 참조신호로 이러한 참조신호를 전용 참조신호(dedicated RS, DRS)라 칭한다. 전용 참조신호는 이러한 의미에서 단말 특정적 참조신호(UE-specific RS)라 칭하기도 한다. 둘째는 셀 내의 모든 수신기 예컨대, 모든 단말이 알고 있는 참조신호로 이러한 참조신호를 공용 참조신호(common RS, CRS)라 칭한다. 공용 참조신호는 셀 특정적 참조신호(cell-specific RS)라 칭하기도 한다.
- [133] 또한, 참조신호는 용도에 따라 분류될 수도 있다. 예를 들어, 데이터의 복조를 위해 사용되는 참조신호를 복조 참조신호(demodulation RS, DM-RS)라 칭한다. CQI/PMI/RI 등의 채널 상태를 나타내는 피드백 정보를 위해 사용되는 참조신호를 CSI-RS(channel state information-RS)라 칭한다. 상술한 전용 참조신호(DRS)는 복조 참조신호(DM-RS)로 사용될 수 있다. 이하에서 DM-RS는 DRS임을 전제로 한다.
- [134]
- [135] 도 8은 참조 신호들 중 CSI-RS가 맵핑되는 RB의 일 예를 나타낸다.
- [136] CSI-RS는 LTE-A 단말의 PDSCH에 대한 채널 추정, 채널 정보 생성을 위한 채널 측정에 사용된다. CSI-RS는 주파수 영역 또는 시간 영역에서 비교적 드물게(sparse) 배치되며, 일반 서브프레임 또는 MBSFN 서브프레임의 데이터 영역에서는 생략(punctured)될 수 있다. CSI의 추정을 통해 필요한 경우에 CQI, PMI 및 RI 등이 단말로부터 보고될 수 있다.
- [137] CSI-RS는 1개, 2개, 4개 또는 8개의 안테나 포트를 통하여 전송된다. 이때

사용되는 안테나 포트는 각각 $p=15$, $p=15, 16$, $p=15, \dots, 18$ 및 $p=15, \dots, 22$ 이다. 즉, CSI-RS는 1, 2, 4, 8개의 안테나 포트를 통해 전송될 수 있다. CSI-RS는 부반송파 간격 $\Delta f=15\text{kHz}$ 에 대해서만 정의될 수 있다. CSI-RS는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TS 36.211 V10.1.0 (2011-03) "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (Release 8)"의 6.10.5절을 참조할 수 있다.

- [138] CSI-RS의 전송에 있어서, 이종 네트워크(HetNet; heterogeneous network) 환경을 포함하여 멀티 셀 환경에서 셀간 간섭(ICI; inter-cell interference)을 줄이기 위하여 최대 32개의 서로 다른 구성(configuration)이 제안될 수 있다. CSI-RS 구성은 셀 내의 안테나 포트의 개수 및 CP에 따라 서로 다르며, 인접한 셀은 최대한 다른 구성을 가질 수 있다. 또한, CSI-RS 구성은 프레임 구조에 따라 FDD 프레임과 TDD 프레임에 모두 적용하는 경우와 TDD 프레임에만 적용하는 경우로 나뉘질 수 있다. 하나의 셀에서 복수의 CSI-RS 구성이 사용될 수 있다. 비영 전력(non-zero power) CSI-RS를 가정하는 단말에 대하여 0개 또는 1개의 CSI-RS 구성이, 영전력(zero power) CSI-RS를 가정하는 단말에 대하여 0개 또는 여러 개의 CSI-RS 구성이 사용될 수 있다.
- [139] CSI-RS 구성은 상위 계층에 의해 지시될 수 있다. 예를 들어, 상위 계층을 통해 전송되는 CSI-RS-Config IE(information element)가 CSI-RS 구성을 지시할 수 있다. 아래의 표는 CSI-RS-Config IE의 일 예를 나타낸다.

[140] 표 5

[Table 5]

```

CSI-RS-Config-r10 ::= SEQUENCE {
  csi-RS-r10 CHOICE {
    release NULL,
    setup SEQUENCE {
      antennaPortsCount-r10 ENUMERATED {an1, an2, an4, an8},
      resourceConfig-r10 INTEGER (0..31),
      subframeConfig-r10 INTEGER (0..154),
      p-C-r10 INTEGER (-8..15) } }
  OPTIONAL, -- Need ON
  zeroTxPowerCSI-RS-r10 CHOICE {
    release NULL,
    setup SEQUENCE {
      zeroTxPowerResourceConfigList-r10 BIT STRING (SIZE (16)),
      zeroTxPowerSubframeConfig-r10 INTEGER (0..154) } }
  OPTIONAL -- Need ON}-- ASN1STOP
    
```

- [141] 위 표를 참조하면, ‘antennaPortsCount’ 필드는 CSI-RS의 전송을 위하여 사용되는 안테나 포트들의 개수를 지시한다. ‘resourceConfig’ 필드는 CSI-RS 구성을 지시한다. ‘SubframeConfig’ 필드 및 ‘zeroTxPowerSubframeConfig’ 필드는 CSI-RS가 전송되는 서브프레임 구성을 지시한다.
- [142] ‘zeroTxPowerResourceConfigList’ 필드는 영전력 CSI-RS의 구성을 지시한다. ‘zeroTxPowerResourceConfigList’ 필드를 구성하는 16비트의 비트맵(bitmap)에서 1로 설정된 비트에 대응되는 CSI-RS 구성이 영전력 CSI-RS로 설정될 수 있다.
- [143] CSI-RS에 대한 시퀀스 $r_{l,ns(m)}$ 은 다음 식과 같이 생성될 수 있다.
- [144] 수학적 식 1

$$r_{l,n_s}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m+1)), \quad m = 0, \dots, N_{RB}^{\max, DL} - 1$$

$$\text{where, } c_{init} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{ID}^{cell} + 1) + 2 \cdot N_{ID}^{cell} + N_{CP}$$

$$N_{CP} = \begin{cases} 1 & \text{for normal CP} \\ 0 & \text{for extended CP} \end{cases}$$

- [145] 상기 식에서 n_s 는 무선 프레임 내에서 슬롯 넘버이고, l 은 슬롯 내에서의 OFDM 심벌 넘버이다. $c(i)$ 는 의사 랜덤 시퀀스(pseudo random sequence)이며 식 1에 표시된 c_{init} 로 각 OFDM 심벌에서 시작된다. N_{ID}^{cell} 은 물리적 셀 ID를 의미한다.
- [146] CSI-RS를 전송하도록 설정된 서브프레임들에서, 참조 신호 시퀀스 $r_{l,n_s}(m)$ 는 안테나 포트 p 에 대한 참조 심벌로 사용되는 복소값 변조 심벌 $a_{k,l}^{(p)}$ 에 맵핑된다.
- [147] $r_{l,n_s}(m)$ 와 $a_{k,l}^{(p)}$ 의 관계는 다음 식과 같다.
- [148] 수학적식 2

$$a_{k,l}^{(p)} = w_{l''} \cdot r(m)$$

여기서,

$$k = k' + 12m + \begin{cases} -0 & \text{for } p \in \{5,16\}, \text{ normal cyclic prefix} \\ -6 & \text{for } p \in \{7,18\}, \text{ normal cyclic prefix} \\ -1 & \text{for } p \in \{19,20\}, \text{ normal cyclic prefix} \\ -7 & \text{for } p \in \{21,22\}, \text{ normal cyclic prefix} \\ -0 & \text{for } p \in \{5,16\}, \text{ extended cyclic prefix} \\ -3 & \text{for } p \in \{7,18\}, \text{ extended cyclic prefix} \\ -6 & \text{for } p \in \{19,20\}, \text{ extended cyclic prefix} \\ -9 & \text{for } p \in \{21,22\}, \text{ extended cyclic prefix} \end{cases}$$

$$l = l' + \begin{cases} l'' & \text{CSI reference signal configurations 0-19, normal cyclic prefix} \\ 2l'' & \text{CSI reference signal configurations 20-31, normal cyclic prefix} \\ l'' & \text{CSI reference signal configurations 0-27, extended cyclic prefix} \end{cases}$$

$$w_{l''} = \begin{cases} 1 & p \in \{5,17,19,21\} \\ (-1)^{l''} & p \in \{6,18,20,22\} \end{cases}$$

$$l'' = 0,1$$

$$m = 0,1,\dots,N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1$$

$$m' = m + \left\lfloor \frac{N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}}{2} \right\rfloor$$

[149] 상기 수학식에서 (k' , l' 과 n_s 는 후술하는 표 5 및 표 6에서 주어진다. CSI-RS는 ($n_s \bmod 2$)가 후술하는 표 5 및 표 6의 조건을 만족하는 하향링크 슬롯에서 전송될 수 있다(여기서, \bmod 는 모듈러 연산을 의미한다. 즉, ($n_s \bmod 2$)는 2로 n_s 를 나눈 나머지를 의미한다).

[150] 아래의 표는 노멀 CP에서의 CSI-RS의 구성을, 표 6은 확장 CP에서의 CSI-RS의 구성을 나타낸다.

[151] 표 6

[Table 6]

		구성되는 CSI-RS의 개수					
		1 or 2		4		8	
CSI-RS 구성 인덱스		(k',l')	$n_s \text{ mod } 2$	(k',l')	$n_s \text{ mod } 2$	(k',l')	$n_s \text{ mod } 2$
TDD 및 FDD 프레임	0	(9,5)	0	(9,5)	0	(9,5)	0
	1	(11,2)	1	(11,2)	1	(11,2)	1
	2	(9,2)	1	(9,2)	1	(9,2)	1
	3	(7,2)	1	(7,2)	1	(7,2)	1
	4	(9,5)	1	(9,5)	1	(9,5)	1
	5	(8,5)	0	(8,5)	0		
	6	(10,2)	1	(10,2)	1		
	7	(8,2)	1	(8,2)	1		
	8	(6,2)	1	(6,2)	1		
	9	(8,5)	1	(8,5)	1		
	10	(3,5)	0				
	11	(2,5)	0				
	12	(5,2)	1				
	13	(4,2)	1				
	14	(3,2)	1				
	15	(2,2)	1				
	16	(1,2)	1				
	17	(0,2)	1				
	18	(3,5)	1				
	19	(2,5)	1				

TDD프레임	20	(11,1)	1	(11,1)	1	(11,1)	1
	21	(9,1)	1	(9,1)	1	(9,1)	1
	22	(7,1)	1	(7,1)	1	(7,1)	1
	23	(10,1)	1	(10,1)	1		
	24	(8,1)	1	(8,1)	1		
	25	(6,1)	1	(6,1)	1		
	26	(5,1)	1				
	27	(4,1)	1				
	28	(3,1)	1				
	29	(2,1)	1				
	30	(1,1)	1				
	31	(0,1)	1				

[152] 표 7

[Table 7]

		구성되는 CSI-RS의 개수					
		1 or 2		4		8	
CSI-RS 구성 인덱스		(k',l')	$n_s \text{ mod } 2$	(k',l')	$n_s \text{ mod } 2$	(k',l')	$n_s \text{ mod } 2$
TDD 및 FDD 프레임	0	(11,4)	0	(11,4)	0	(11,4)	0
	1	(9,4)	0	(9,4)	0	(9,4)	0
	2	(10,4)	1	(10,4)	1	(10,4)	1
	3	(9,4)	1	(9,4)	1	(9,4)	1
	4	(5,4)	0	(5,4)	0		
	5	(3,4)	0	(3,4)	0		
	6	(4,4)	1	(4,4)	1		
	7	(3,4)	1	(3,4)	1		
	8	(8,4)	0				
	9	(6,4)	0				
	10	(2,4)	0				
	11	(0,4)	0				
	12	(7,4)	1				
	13	(6,4)	1				
	14	(1,4)	1				
	15	(0,4)	1				

TDD 프레임	16	(11,1)	1	(11,1)	1	(11,1)	1
	17	(10,1)	1	(10,1)	1	(10,1)	1
	18	(9,1)	1	(9,1)	1	(9,1)	1
	19	(5,1)	1	(5,1)	1		
	20	(4,1)	1	(4,1)	1		
	21	(3,1)	1	(3,1)	1		
	22	(8,1)	1				
	23	(7,1)	1				
	24	(6,1)	1				
	25	(2,1)	1				
	26	(1,1)	1				
	27	(0,1)	1				

[153] 단말은 위 두 표에서 $n, \text{mod } 2$ 의 조건을 만족하는 하향링크 슬롯에서만 CSI-RS를 전송할 수 있다. 또한, 단말은 TDD 프레임의 특수 서브프레임(special subframe), CSI-RS의 전송이 동기화 신호(synchronization signal), PBCH(physical broadcast channel), 시스템 정보 블록 타입 1(SystemInformationBlockType1)과 충돌하는 서브프레임 또는 페이징 메시지가 전송되는 서브프레임에서는 CSI-RS를 전송하지 않는다. 또한, $S=\{15\}$, $S=\{15, 16\}$, $S=\{17, 18\}$, $S=\{19, 20\}$ 또는 $S=\{21, 22\}$ 인 집합 S 에서, 하나의 안테나 포트의 CSI-RS가 전송되는 자원 요소는 PDSCH나 다른 안테나 포트의 CSI-RS의 전송에 사용되지 않는다.

[154] 아래의 표는 CSI-RS가 전송되는 서브프레임 구성의 일 예를 나타낸다.

[155] 표 8

[Table 8]

CSI-RS-SubframeConfig _{CSI-RS}	CSI-RS 주기 $T_{\text{CSI-RS}}$ (서브프레임)	CSI-RS 서브프레임 오프셋 $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ (subframes)
0 - 4	5	$I_{\text{CSI-RS}}$
5 - 14	10	$I_{\text{CSI-RS}-5}$
15 - 34	20	$I_{\text{CSI-RS}-15}$
35 - 74	40	$I_{\text{CSI-RS}-35}$
75 - 154	80	$I_{\text{CSI-RS}-75}$

[156] 위 표를 참조하면, CSI-RS 서브프레임 구성($I_{\text{CSI-RS}}$)에 따라 CSI-RS가 전송되는 서브프레임의 주기($T_{\text{CSI-RS}}$) 및 오프셋($\Delta_{\text{CSI-RS}}$)가 결정될 수 있다. 위 표의 CSI-RS 서브프레임 구성은 표 5의 CSI-RS-Config IE의 SubframeConfig 필드 또는

ZeroTxPowerSubframeConfig 필드 중 어느 하나일 수 있다. CSI-RS 서브프레임 구성은 비영 전력 CSI-RS 및 영전력 CSI-RS에 대하여 분리되어(separately) 구성될 수 있다.

- [157] 한편, 도 8은 노멀 CP 구조에서 CSI-RS 구성 인덱스가 0일 때, CSI-RS를 위하여 사용되는 자원 요소들을 나타낸다. R_p 는 안테나 포트 p 상의 CSI-RS 전송에 사용되는 자원 요소를 나타낸다. 도 8을 참조하면, 안테나 포트 15 및 16에 대한 CSI-RS는 제1 슬롯의 6번째 및 7번째 OFDM 심벌(OFDM 심벌 인덱스 5, 6)의 3번째 부반송파(부반송파 인덱스 2)에 해당하는 자원 요소를 통해 전송된다. 안테나 포트 17 및 18에 대한 CSI-RS는 제1 슬롯의 6번째 및 7번째 OFDM 심벌(OFDM 심벌 인덱스 5, 6)의 9번째 부반송파(부반송파 인덱스 8)에 해당하는 자원 요소를 통해 전송된다. 안테나 포트 19 및 20에 대한 CSI-RS는 안테나 포트 15 및 16에 대한 CSI-RS가 전송되는 동일한 자원 요소를 통해, 안테나 포트 21 및 22에 대한 CSI-RS는 안테나 포트 17 및 18에 대한 CSI-RS가 전송되는 동일한 자원 요소를 통해 전송된다.
- [158] 만약, 단말에게 8개의 안테나 포트를 통한 CSI-RS가 전송된다면, 단말은 R15 내지 R22가 맵핑된 RB를 수신하게 될 것이다. 즉, 특정 패턴을 가지는 CSI-RS를 수신하게 될 것이다.
- [159] 도 9는 3GPP LTE에서 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [160] 도 9를 참조하면, 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나뉠 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보가 전송되기 위한 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)가 할당된다. 데이터 영역은 데이터(경우에 따라 제어 정보도 함께 전송될 수 있다)가 전송되기 위한 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)가 할당된다.
- [161] 하나의 UE에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)으로 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각에서 서로 다른 부반송파를 차지한다. PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍에 속하는 자원블록이 차지하는 주파수는 슬롯 경계(slot boundary)를 기준으로 변경된다. 이를 PUCCH에 할당되는 RB 쌍이 슬롯 경계에서 주파수가 홉핑(frequency-hopped)되었다고 한다.
- [162] UE이 상향링크 제어 정보를 시간에 따라 서로 다른 부반송파를 통해 전송함으로써, 주파수 다이버시티(frequency diversity) 이득을 얻을 수 있다. m 은 서브프레임 내에서 PUCCH에 할당된 자원블록 쌍의 논리적인 주파수 영역 위치를 나타내는 위치 인덱스이다.
- [163] PUCCH 상으로 전송되는 상향링크 제어정보에는 HARQ(hybrid automatic repeat request) ACK(acknowledgement)/NACK(non-acknowledgement), 하향링크 채널 상태를 나타내는 CQI(channel quality indicator), 상향링크 무선 자원 할당 요청인 SR(scheduling request) 등이 있다.
- [164] PUSCH는 전송 채널(transport channel)인 UL-SCH에 맵핑된다. PUSCH 상으로

전송되는 상향링크 데이터는 전송시간구간(TTI) 동안 전송되는 UL-SCH를 위한 데이터 블록인 전송 블록(transport block)일 수 있다. 상기 전송 블록은 사용자 정보일 수 있다. 또는, 상향링크 데이터는 다중화된(multiplexed) 데이터일 수 있다. 다중화된 데이터는 UL-SCH를 위한 전송 블록과 제어정보가 다중화된 것일 수 있다. 예를 들어, 데이터에 다중화되는 제어정보에는 CQI, PMI(precoding matrix indicator), HARQ, RI (rank indicator) 등이 있을 수 있다. 또는 상향링크 데이터는 제어정보만으로 구성될 수도 있다.

[165]

[166] 이하, CQI(channel quality indicator)에 대해서 설명한다. CQI에 대한 설명은 3GPP TS 36.213 V10.1.0 (2011-03)의 7.2.3절을 참조할 수 있다.

[167] 먼저, 단말은 CRS 또는 CSI-RS를 기반으로 CQI를 측정할 수 있다.

[168] 측정을 위한 CSI-RS의 자원은 다음과 같이 정의될 수 있다. 주파수 영역에서 CSI-RS의 자원은 유도되는 CQI 값이 관계되는 대역에 대응되는 하향링크 PRB들의 그룹으로 정의될 수 있다. 시간 영역에서 CSI-RS의 자원은 하나의 하향링크 서브프레임 $n\text{-}n_{\text{CQI_ref}}$ 로 정의될 수 있다. 주기적 CSI 보고의 경우, $n_{\text{CQI_ref}}$ 는 4와 같거나 그보다 큰 가장 작은 값이며, 유효 하향링크 서브프레임에 대응될 수 있다. 또는, 비주기적 CSI 보고의 경우, $n_{\text{CQI_ref}}$ 는 상향링크 DCI 포맷 내의 대응되는 CSI 요청과 같이 CSI-RS의 자원이 동일한 유효 하향링크 서브프레임 내에 있도록 될 수 있다. 또는, 비주기적 CSI 보고의 경우, $n_{\text{CQI_ref}}$ 는 4이며, 하향링크 서브프레임 $n\text{-}n_{\text{CQI_ref}}$ 는 유효한 하향링크 서브프레임에 대응될 수 있다. 이때 하향링크 서브프레임 $n\text{-}n_{\text{CQI_ref}}$ 는 랜덤 액세스 응답 그랜트(random access response grant) 내의 대응되는 CSI 요청이 있는 서브프레임 이후에 수신될 수 있다.

[169] 서빙 셀 내의 하향링크 서브프레임은 다음 조건을 만족하는 경우 유효한 것으로 간주된다.

[170] 1) 해당 하향링크 서브프레임이 해당 단말을 위한 하향링크 서브프레임으로 구성되며,

[171] 2) 해당 하향링크 서브프레임이 전송 모드 9에 있지 않고 MBSFN 서브프레임이 아니며,

[172] 3) DwPTS의 길이가 7680Ts와 같거나 그보다 작은 경우, 해당 하향링크 서브프레임이 DwPTS 필드를 포함하고 있지 않으며,

[173] 4) 해당 하향링크 서브프레임이 해당 단말을 위한 구성된 측정 갭(configured measurement gap) 내에 있지 않으며,

[174] 5) 주기적 CSI 보고에서, 해당 단말이 주기적 CSI 보고와 연결된 CSI 서브프레임 집합으로 구성되는 경우 해당 하향링크 서브프레임이 CSI 서브프레임 집합의 요소이면 해당 하향링크 서브프레임은 유효한 것으로 간주된다. 서빙 셀 내에 CSI-RS의 자원을 위한 유효한 하향링크 서브프레임이 없는 경우, CSI 보고는 상향링크 서브프레임 n 에서 생략될 수 있다.

- [175]
- [176] 이제 반송파 집성(carrier aggregation: CA) 시스템에 대해 설명한다.
- [177] 반송파 집성 시스템은 다수의 요소 반송파(component carrier: CC)를 집성하는 것을 의미한다. 이러한 반송파 집성에 의해서, 기존의 셀의 의미가 변경되었다. 반송파 집성에 의하면, 셀이라 함은 하향링크 요소 반송파와 상향링크 요소 반송파의 조합, 또는 단독의 하향링크 요소 반송파를 의미할 수 있다.
- [178] 또한, 반송파 집성에서 셀은 프라이머리 셀(primary cell)과 세컨더리 셀(secondary cell), 서빙 셀(serving cell)로 구분될 수 있다. 프라이머리 셀은 프라이머리 주파수에서 동작하는 셀을 의미하며, UE이 기지국과의 최초 연결 확립 과정(initial connection establishment procedure) 또는 연결 재확립 과정을 수행하는 셀, 또는 핸드오버 과정에서 프라이머리 셀로 지시된 셀을 의미한다. 세컨더리 셀은 세컨더리 주파수에서 동작하는 셀을 의미하며, 일단 RRC 연결이 확립되면 설정되고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용된다.
- [179] 상술한 바와 같이 반송파 집성 시스템에서는 단일 반송파 시스템과 달리 복수의 요소 반송파(CC), 즉, 복수의 서빙 셀을 지원할 수 있다.
- [180] 이러한 반송파 집성 시스템은 교차 반송파 스케줄링을 지원할 수 있다. 교차 반송파 스케줄링(cross-carrier scheduling)은 특정 요소 반송파를 통해 전송되는 PDCCH를 통해 다른 요소 반송파를 통해 전송되는 PDSCH의 자원 할당 및/또는 상기 특정 요소 반송파와 기본적으로 링크되어 있는 요소 반송파 이외의 다른 요소 반송파를 통해 전송되는 PUSCH의 자원 할당을 할 수 있는 스케줄링 방법이다.
- [181]
- [182] 한편, 이하 MTC에 대해서 설명하기로 한다.
- [183] 도 10a는 MTC(Machine Type communication) 통신의 일 예를 나타낸다.
- [184] MTC(Machine Type Communication)는 인간 상호작용(human interaction)을 수반하지 않은 MTC 기기(100)들 간에 기지국(200)을 통한 정보 교환 또는 MTC 기기(100)와 MTC 서버(700) 간에 기지국을 통한 정보 교환을 말한다.
- [185] MTC 서버(700)는 MTC 기기(100)와 통신하는 개체(entity)이다. MTC 서버(700)는 MTC 애플리케이션을 실행하고, MTC 기기에게 MTC 특정 서비스를 제공한다.
- [186] MTC 기기(100)는 MTC 통신을 제공하는 무선 기기로, 고정되거나 이동성을 가질 수 있다.
- [187] MTC를 통해 제공되는 서비스는 기존의 사람이 개입하는 통신에서의 서비스와는 차별성을 가지며, 추적(Tracking), 계량(Metering), 지불(Payment), 의료 분야 서비스, 원격 조정 등 다양한 범주의 서비스가 존재한다. 보다 구체적으로, MTC를 통해 제공되는 서비스는 계량기 검침, 수위측정, 감시 카메라의 활용, 자판기의 재고보고 등이 있을 수 있다.
- [188] MTC 기기의 특이성은 전송 데이터량이 적고 상/하향 링크 데이터 송수신이

가끔씩 발생하기 때문에 이러한 낮은 데이터 전송률에 맞춰서 MTC 기기의 단가를 낮추고 배터리 소모를 줄이는 것이 효율적이다. 이러한 MTC 기기는 이동성이 적은 것을 특징으로 하며, 따라서 채널 환경이 거의 변하지 않는 특성을 지니고 있다.

- [189] 도 10b는 MTC 기기를 위한 셀 커버리지 확장의 예시이다.
- [190] 최근에는, MTC 기기(100)를 위해서 기지국의 셀 커버리지를 확장하는 것을 고려하고 있으며, 셀 커버리지 확장을 위한 다양한 기법들의 논의되고 있다.
- [191] 그런데, 셀의 커버리지가 확장될 경우에, 기지국이 일반적인 UE에게 전송하듯이 PDSCH와 상기 PDSCH에 대한 스케줄링 정보를 포함하는 PDCCH를 상기 커버리지 확장 지역에 위치하는 MTC 기기에게 전송하면, 상기 MTC 기기는 이를 수신하는데 어려움을 겪게 된다.
- [192] <본 명세서의 제1 개시>
- [193] 따라서, 본 명세서의 제1 개시는 이러한 문제점을 해결하는 방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.
- [194] 전술한 문제점을 해결하기 위해, 본 명세서의 일 개시는 기지국이 커버리지 확장 영역에 위치하는 MTC 기기(100)에게 PDSCH 및 PDCCH를 전송하는 경우에 여러 서브프레임들(예컨대 묶음(bundle) 서브프레임) 상에서 반복적으로 전송하도록 한다. 따라서, 상기 MTC 기기는 여러 서브프레임들을 통해 PDCCH의 묶음을 수신하고, 상기 PDCCH의 묶음을 디코딩함으로써, 디코딩 성공율을 높일 수 있다. 즉, 여러 서브프레임들을 통해 수신되는 PDCCH의 묶음들 중 일부 또는 전체를 이용하여, PDCCH를 성공적으로 디코딩할 수 있다. 다시 말해서, MTC 기기는 동일한 PDCCH가 반복되어 있는 PDCCH의 묶음을 결합하여 디코딩함으로써, 디코딩 성공율을 높일 수 있다. 마찬가지로, 상기 MTC 기기는 여러 서브프레임들을 통해 PDSCH의 묶음을 수신하고, 상기 PDSCH의 묶음 중 일부 또는 전체를 디코딩함으로써, 디코딩 성공율을 높일 수 있다. 마찬가지로, 커버리지 확장 지역에 위치하는 MTC 기기는 PUCCH의 묶음을 여러 서브프레임들을 통해 전송할 수 있다. 마찬가지로, MTC 기기는 PUSCH의 묶음을 여러 서브프레임들을 통해 전송할 수 있다.
- [195] 도 11a 및 11b는 PDCCH의 묶음과 PDSCH의 묶음의 전송되는 예를 나타낸 예시도이다.
- [196] 도 11a를 참조하면, 기지국은 커버리지 확장 지역에 위치하는 MTC 기기를 위해 복수(예컨대, N개)의 서브프레임 상에 동일한 PDCCH가 반복되어 있는 PDCCH의 묶음을 전송할 수 있다. 또한, 기지국은 복수(예컨대, D개)의 서브프레임 상에 동일한 PDSCH가 반복되어 있는 PDSCH의 묶음을 전송할 수 있다. 이때, 상기 PDSCH의 묶음은 상기 PDCCH의 묶음의 전송이 완료된 후, 소정 갭, 예컨대 G 개의 서브프레임 이후에 전송될 수 있다.
- [197] 한편, 도 11b를 참조하면, 상기 기지국은 커버리지 확장 지역에 위치하는 MTC 기기를 위해 N개의 서브프레임 동안에 PDCCH의 묶음을 전송하고, 상기

PDCCH의 묶음이 시작된 다음부터 K 서브프레임이 이후에 PDSCH의 묶음을 D개의 서브프레임 동안에 전송할 수 있다.

- [198] 상기 PDCCH의 묶음이 전송 시작되는 서브프레임의 위치는 기존과 같이 자유롭지 않고, 사전에 약속된 서브프레임 위치 상에서만 전송이 시작될 수 있다. 이러한 서브프레임 위치는 고정된 값으로 정의될 수 있다. 이때, 상기 고정된 값은 MIB를 통해 상기 MTC 기기에게 전달될 수도 있다. 예를 들어, 상기 PDCCH의 묶음이 SFN(System Frame Number) % N = 0에서만 전송 시작한다고 가정할 경우, N 값(예컨대, N = 20)을 MIB를 통해 상기 MTC 기기에게 전달할 수 있다. 혹은, 상기 PDCCH의 묶음이 SFN % N = offset에서만 전송 시작한다고 가정할 경우, 상기 오프셋(offset)의 값은 MIB를 통해 상기 MTC 기기에게 전달될 수도 있다. 예를 들어 커버리지 확장 지역에 위치하는 MTC 기기를 위한 PDCCH의 묶음 전송은 100의 배수 (0번, 100번, 200번, 300번, ...)에 해당하는 서브프레임 or SFN 위치를 통해서만 시작될 수 있다. 이때, 상기 MTC 기기는 100의 배수에 해당하는 서브프레임 또는 SFN 위치에서부터 N개의 서브프레임을 통해 PDCCH 묶음을 수신 시도할 수 있다. 여기서, PDCCH 묶음이 전송이 시작될 수 있는 서브프레임 위치는 MTC 기기 별로 상이할 수 있다.

[199]

[200] <본 명세서의 제2 개시>

- [201] 다른 한편, 앞서 설명한 바와 같이 MTC 기기는 전송 데이터량이 적고 상/하향 링크 데이터 송수신이 가끔씩 발생하는 점을 감안하면, MTC 기기의 성능을 낮춤으로써 제조 단가를 낮추고 그로 인해 보급율을 높일 수 있다. 예컨대, 반이중(half-duplex: HD) 통신을 적용함으로써 MTC 기기의 제조 단가를 낮추고 그로 인해 보급율을 높일 수 있다. 이때, LTE/LTE-A는 TDD 방식과 FDD 방식으로 구분되는데, 상기 MTC 기기는 반이중(HD) 통신 기반의 FDD 방식을 사용할 수 있다.

- [202] 한편, 이하에서는 반이중 통신 기반의 FDD 방식(이하, HD-FDD라 함)을 가능하게 하는 기법들에 대해 설명하기로 한다.

[203] I. HD-FDD에서의 전환 시간(보호 구간(guard period: GP))

- [204] HD-FDD를 도입할 경우, MTC 기기는 송신과 수신을 서로 다른 반송파 주파수상에서 수행해야 한다. 즉, 상기 MTC 기기는 수신을 위해서는 RF부를 하향링크 반송파 주파수에 맞추어 튜닝하고, 송신을 위해서는 상기 RF부를 상향링크 반송파 주파수에 맞추어 튜닝해야 한다.

[205] A. 전환 서브프레임의 구성 1

- [206] MTC 기기가 하향링크 반송파 상에서 수신하다가 이후 상향링크 반송파 상에서 송신하려 할 경우, 상기 MTC 기기는 주파수를 전환(switching 또는 transiting)하고 아울러 기지국과의 거리에 따라 상향링크의 전송을 하향링크 수신 타이밍 보다 앞당겨 수행하는 TA(timing advance)를 수행해야 하므로, 최대 2msec의 시간이 소모/요구될 수 있다.

- [207] 반면, 하향링크 반송파 주파수와 상향링크 반송파 주파수가 서로 다른 대역(inter-band)에 위치한 경우, MTC 기기가 상향링크 반송파 상에서 송신하다가 이후 하향링크 반송파 상에서 수신하려 할 경우, 주파수를 전환(switching 또는 transiting)하는데 최대 1msec의 시간이 소모/요구된다.
- [208] 이하, 도 12a 및 12b를 참조하여 설명하기로 한다.
- [209] 도 12a와 12b는 하향링크 반송파와 상향링크 반송파 상에서의 HD FDD 동작을 나타낸 일 예이다.
- [210] 도 12a를 참조하여 알 수 있는 바와 같이, MTC 기기가 하향링크 반송파 상에서 수신하다가 이후 상향링크 반송파 상에서 송신하려 할 경우, 주파수를 전환(switching 또는 transiting)하고 TA를 수행하는 것을 고려하면, 최대 2msec의 시간이 소모/요구된다.
- [211] 즉, 도 12a에서와 같이 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임 사이에는 2개의 서브프레임을 전환 서브프레임으로 둘 수 있다.
- [212] 반면, 도 12b를 참조하여 알 수 있는 바와 같이, MTC 기기가 상향링크 반송파 상에서 송신하다가 이후 하향링크 반송파 상에서 수신하려 할 경우, 주파수를 전환(switching 또는 transiting)하는데 최대 1msec의 시간이 소모/요구된다.
- [213] 즉, 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임 사이에 1개의 서브프레임을 전환 서브프레임으로 둘 수 있다.
- [214] 도 12a 및 도 12b에 나타난 전환 서브프레임을 보호 구간(guard period: GP)로 정의할 수 있다. 이러한 전환 서브프레임, 즉 상기 보호 구간 동안에는 하향링크/상향링크의 신호(또는 채널)의 송수신이 이루어지지 않고, MTC 기기가 하향링크에서 상향링크로의 전환을 수행하고 상향링크 전송 타이밍을 맞추는데 사용될 수 있다.
- [215] B. 전환 서브프레임의 구성 2
- [216] 앞서 설명한 바와 같이, HD-FDD 동작을 수행할 경우, MTC 기기가 하향링크 수신에서 상향링크 전송으로 전환 시 전환 시간은 최대 1msec이 요구되지만, TA를 수행시 1msec씩이나 필요한 것은 아니다. 더구나, 도 3을 참조하여 알 수 있는 바와 같이, TDD에서는 1msec의 스페셜 서브프레임(special subframe)을 모두 보호 구간으로 두지 않고, 일부를 OFDM 심볼들을 DwPTS, UpPTS로 사용하고 있다. 이때, 스페셜 서브프레임의 보호 구간(즉, guard period = 1msec ? DwPTS ? UpPTS)는 앞선 표 3을 통해 알 수 있듯이 노멀 CP를 사용하는 경우 스페셜 서브프레임 설정에 따라 최소 1개 OFDM 심볼의 길이에서부터 최대 10개 OFDM 심볼의 길이까지 존재한다.
- [217] 따라서 일 실시예에 따르면 HD-FDD에서 MTC 기기가 하향링크에서 상향링크로의 전환 시, 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임 사이에 총 2msec으로 이루어진 DwPTS, 보호 구간, UpPTS 구간을 둘 것을 제안한다. 이에 대해서 도 13a 및 도 13b를 참조하여 설명하기로 한다.
- [218] 도 13a 및 도 13b는 HD-FDD를 위한 보호 구간을 나타낸 예시도이다.

- [219] 도 13a를 참조하면, 앞서 설명한 바와 같이, 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임 사이에 2msec의 전환 서브프레임을 두되, 상기 전환 서브프레임은 DwPTS, 보호 구간, UpPTS를 포함할 수 있다. 이때, 특징적으로 DwPTS와 UpPTS의 길이는 위의 표 2와 같이 TDD에서의 길이와 동일하게 구성될 수 있다.
- [220] 또는 도 13b를 참조하여 알 수 있는 바와 같이, 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임 사이에 총 2msec으로 이루어진 전환 서브프레임을 두되, 상기 전환 서브프레임은 DwPTS와 보호 구간을 포함할 수 있다. 이때, DwPTS의 길이는 표 2과 같이 TDD에서의 길이와 동일할 수 있다. 또는 DwPTS의 길이는 표 2에서의 DwPTS와 UpPTS의 길이를 합한 만큼의 길이와 동일할 수 있다.
- [221] 한편, MTC 기기가 상향링크에서 하향링크로의 전환 시에는, 상향링크 서브프레임과 하향링크 서브프레임 사이에 총 1msec으로 이루어진 전환 서브프레임, 즉 보호 구간을 두되, 해당 전환 서브프레임은 보호 구간만을 포함할 수 있다.
- [222] C. 하향링크 수신에서 상향링크 송신으로의 전환 및 상향링크 송신에서 하향링크 수신으로의 전환을 위한 보호 구간
- [223] 낮은 복잡도(저가)를 위한 HD-FDD MTC 기기가 단독의 오실레이터(oscillator)만을 포함할 경우, 하향링크 수신에서 상향링크 송신으로의 전환 및 상향링크 송신에서 하향링크 수신으로의 전환을 위해서는 최소 1msec의 보호 구간이 필요할 수 있다.
- [224] 상기 보호 구간은 서브프레임을 앞서는(preceding) 하향링크 서브프레임, 즉 상향링크 서브프레임 직전의 하향링크 서브프레임 상의 마지막 부분을 상기 MTC 기기가 상향링크 수신하지 않음으로써, 생성될 수 있다. 구체적으로는 도 14a 및 도 14b을 참조하여 설명하기로 한다.
- [225] 도 14a 및 도 14b은 HD-FDD를 위한 보호 구간을 나타낸 다른 예시도이다.
- [226] 도 14a을 참조하여 알 수 있는 바와 같이, MTC 기기가 하향링크 수신에서 상향링크 송신으로의 전환을 수행하려 할 경우 필요한 보호 구간은 상향링크 서브프레임 전의 하향링크 서브프레임의 마지막 부분을 상기 MTC 기기가 수신하지 않음으로써 생성할 수 있다. 또는 MTC 기기는 상향링크 서브프레임 전의 하향링크 서브프레임 전체를 수신하지 않음으로써 상기 보호 구간을 생성할 수 있다.
- [227] 마찬가지로 도 14b을 참조하여 알 수 있는 바와 같이, MTC 기기는 상향링크 송신에서 하향링크 수신으로의 전환을 수행하려 할 경우 필요한 보호 구간은 상향링크 서브프레임 직후의 하향링크 서브프레임의 앞 부분을 수신하지 않음으로써 생성할 수 있다. 또는 MTC 기기는 상향링크 서브프레임 다음의 하향링크 서브프레임 전체를 수신하지 않음으로써 상기 보호 구간을 생성할 수 있다.
- [228] 한편, 예를 들어 MTC 기기가 서브프레임 n, n+1, n+2을 각각 상향링크, 하향링크, 상향링크 서브프레임으로 사용하는 경우(즉, MTC 기기가 서빙

셀로부터 서브프레임 n , $n+1$, $n+2$ 을 각각 상향링크, 하향링크, 상향링크로 할당 받은 경우), 서브프레임 $n+1$ 에 위치한 하향링크 서브프레임에서 보호 구간을 생성하지 않을 수 있다. 또는 서브프레임 $n+1$ 에서 상기 MTC 기기는 하향링크 동작을 수행하지 않을 수 있다. 즉, 서브프레임 $n+1$ 에서 상기 MTC 기기는 하향링크 채널/신호를 수신하지 않을 수 있다. 이는 n 번째 상향링크 서브프레임에서 $n+1$ 번째 하향링크 서브프레임으로 전환을 위해 상기 $n+1$ 번째 하향링크 서브프레임에서 보호 구간을 생성하고, 다시 $n+1$ 번째 하향링크 서브프레임에서 $n+2$ 번째 상향링크 서브프레임으로 전환하기 위해 상기 $n+1$ 번째 하향링크 서브프레임에서 보호 구간을 생성할 경우, MTC 기기는 상기 $n+1$ 번째 하향링크 서브프레임의 대부분 또는 전체를 수신하지 못하게 되기 때문이다. 또는, MTC 기기가 n 번째 서브프레임과 $n+2$ 번째 서브프레임을 모두 상향링크 서브프레임으로 사용하는 경우(즉, MTC 기기가 서빙 셀로부터 n 번째 서브프레임과 $n+2$ 번째 서브프레임을 모두 상향링크로 할당 받은 경우), $n+1$ 번째 서브프레임을 포함하여 해당 두 상향링크 서브프레임 사이에서 보호 구간을 생성하지 않을 수 있다. 또는 상기 MTC 기기는 $n+1$ 번째 서브프레임에서 하향링크 채널/신호를 수신하지 않을 수 있다.

[229] 다른 한편, 예를 들어 MTC 기기가 n 번째 서브프레임, $n+1$ 번째 서브프레임, $n+2$ 번째 서브프레임을 각각 상향링크, 하향링크, 상향링크로 사용하는 경우(즉, MTC 기기가 서빙 셀로부터 n 번째 서브프레임, $n+1$ 번째 서브프레임, $n+2$ 번째 서브프레임을 각각 상향링크, 하향링크, 상향링크로 할당 받은 경우), $n+1$ 번째 서브프레임인 하향링크 서브프레임을 상향링크 서브프레임으로 간주/가정하여 상향링크 동작을 수행 할 수 있다. 또는, MTC 기기는 n 번째 및 $n+2$ 번째 서브프레임들을 모두 상향링크 서브프레임으로 사용하는 경우, 서브프레임 $n+1$ 을 상향링크 서브프레임으로 간주/가정하여 상향링크 동작을 수행 할 수 있다.

[230] 동일한 원리로, MTC 기기가 n 번째, $n+1$ 번째, $n+2$ 번째 서브프레임들을 각각 상향링크, 하향링크, 하향링크 서브프레임으로 사용하는 경우, 서브프레임 $n+1$ 에 위치한 하향링크 서브프레임에서 guard period를 생성할 수 있다.

[231] 마찬가지로 동일한 원리로, MTC 기기가 n 번째, $n+1$ 번째, $n+2$ 번째, $n+3$ 번째 서브프레임들을 각각 상향링크, 하향링크, 하향링크, 상향링크로 사용하는 경우, MTC 기기는 $n+1$ 번째 및 $n+2$ 번째 서브프레임에 위치한 하향링크 서브프레임에서 보호 구간을 생성하지 않을 수 있다. 또는 MTC 기기는 $n+1$ 번째 및 $n+2$ 번째 서브프레임에서 하향링크 채널/신호를 수신하지 않을 수 있다. 그 이유는, n 번째 상향링크 서브프레임에서 $n+1$ 번째 하향링크 서브프레임으로 전환을 위해 $n+1$ 번째 하향링크 서브프레임에서 보호 구간 생성하고, 다시 $n+2$ 번째 하향링크 서브프레임에서 $n+3$ 번째 상향링크 서브프레임으로 전환하기 위해 $n+2$ 번째 하향링크 서브프레임에서 보호 구간을 생성하게 되면, 상기 MTC 기기는 하향링크에 해당하는 $n+1$ 번째 및 $n+2$ 번째 서브프레임의 대부분 또는

전체를 수신하지 못하게 되기 때문이다. 또는, MTC 기기가 n 번째 및 $n+3$ 번째 서브프레임들을 모두 상향링크 서브프레임으로 사용하는 경우, n 번째 및 $n+3$ 번째 상향링크 서브프레임 사이에 존재하는 $n+1$ 번째 및 $n+2$ 번째 하향링크 서브프레임 상에서 보호 구간을 생성하지 않을 수 있다. 또는 $n+1$ 번째 및 $n+2$ 번째 하향링크 서브프레임 상에서 하향링크 채널/신호를 수신하지 않을 수 있다.

[232] 또한, MTC 기기는 n 번째, $n+1$ 번째, $n+2$ 번째 및 $n+3$ 번째 서브프레임들을 각각 상향링크, 하향링크, 하향링크, 상향링크로 사용하는 경우, $n+1$ 번째 및 $n+2$ 번째 하향링크 서브프레임을 상향링크 서브프레임으로 간주/가정하여 상향링크 동작을 수행 할 수 있다. 또는, MTC 기기는 n 번째 및 $n+3$ 번째 서브프레임을 모두 상향링크 서브프레임으로 사용하는 경우, 서브프레임 $n+1$ 번째 및 $n+2$ 번째 서브프레임을 상향링크로 간주/가정하여 상향링크 동작을 수행 할 수 있다.

[233]

[234] D. HD-FDD를 위한 PDCCH-서브프레임

[235] 일반적으로, PDCCH가 포함된 서브프레임을 PDCCH 서브프레임이라고 한다. FDD의 경우 임의의 서브프레임을 PDCCH 서브프레임이라고 할 수 있지만, TDD의 경우의 경우 반송파 집성(CA)에 의해 복수의 셀들과 동시 송수신이 가능한 경우에, 일반적인 하향링크 서브프레임 뿐만 아니라, schedulingCellId가 설정된 서빙 셀을 제외한 모든 셀의 DwPTS를 포함하는 서브프레임을 PDCCH 서브프레임이라고 할 수 있다. 혹은 PDCCH 서브프레임은 반송파 집성(CA)에서 프라이머리 셀(Pcell)의 하향링크 서브프레임 또는 DwPTS을 포함하는 서브프레임을 의미할 수 있다.

[236] 상기 PDCCH 서브프레임에 해당하는 서브프레임이 HD-FDD를 위한 상향링크 전송을 위해 사용되지 않고, 해당 서브프레임이 측정 갭(measurement gap)의 일부가 아니라면, 상기 MTC 기기는 활성 시간(Active time) 동안 PDCCH를 모니터링할 수 있다.

[237] 이때, HD-FDD 환경에서, 하향링크 수신에서 상향링크 전송으로의 전환을 위한 보호 구간이 존재하는 하향링크 서브프레임에서, 상기 보호 구간은 상기 PDCCH를 수신할 수 없을 만큼 긴 경우가 발생할 수 있다.

[238] 즉, 예를 들어 상기 보호 구간이 하나의 서브프레임 길이인 1msec이어서, 하나의 서브프레임 전체에서 어떤 채널/신호를 수신할 수 없을 수도 있다.

[239] 다른 예를 들어, 상기 보호 구간이 하나의 서브프레임 길이인 1msec 보다는 작지만, PDCCH를 수신할 수 없는 상황도 있을 수 있다. 예시적으로 도 15를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[240] 도 15는 보호 구간으로 인하여 PDCCH를 수신할 수 없는 예를 나타낸 예시도이다.

[241] 도 15를 참조하여 알 수 있는 바와 같이, 일반 CP에서 보호 구간으로서 12개 OFDM 심볼 이상이 필요하지만, PDCCH는 3개의 OFDM 심볼 상에서 수신되는

경우, 일부 심볼 상의 PDCCH를 제대로 수신할 수 없을 수 있다. 이러한 경우 해당 하향링크 서브프레임에서는 PDCCH를 수신할 수 없게 된다. 따라서 HD-FDD 환경에서 보호 구간으로 인해 PDCCH를 수신할 수 없는 하향링크 서브프레임은 PDCCH-서브프레임에서 제외할 수 있다.

- [242] 이때, 하향링크 서브프레임에서 보호 구간을 제외한 나머지 시간 영역 또는 OFDM 심볼 영역은 HD-DwPTS라고 정의될 수 있다. 이에 대해서 도 16를 참조하여 설명하기로 한다.
- [243] 도 16은 보호 구간을 포함하는 하나의 서브프레임을 나타낸 예시도이다.
- [244] 도 16을 참조하면, 하향링크 서브프레임에서 보호 구간을 제외한 나머지 시간 영역 또는 OFDM 심볼 영역이 HD-DwPTS로 표기되어 있다.
- [245] 이때, 보호 구간이 존재하지 않는 일반적인 하향링크 서브프레임은 HD-DwPTS의 길이가 일반 CP의 경우 14개 OFDM 심볼이고 확장 CP의 경우 12개의 심볼, 즉 1 msec이 된다. 만약 특정 하향링크 서브프레임에서 보호 구간이 1msec이라면 HD-DwPTS는 0 OFDM 심볼 또는 0 msec이 된다.
- [246] 한편, PDCCH-서브프레임에 대한 기존의 정의는 HD-FDD 환경에서 아래의 내용 중 하나 또는 여러 개의 조합으로 개선될 수 있다.
- [247] a) 보호 구간이 존재하지 않는 하향링크 서브프레임
- [248] b) 보호 구간이 X개의 OFDM 심볼(또는 X개의 OFDM 심볼에 해당하는 시간 길이) 보다 작거나 같은 하향링크 서브프레임(예컨대, X = 11)
- [249] c) 보호 구간이 X개의 OFDM 심볼(또는 X개의 OFDM 심볼에 해당하는 시간 길이) 보다 크거나 같은 경우, 보호 구간이 존재하지 않는 하향링크 서브프레임(예컨대, X=11)
- [250] d) 보호 구간이 X개의 OFDM 심볼(또는 X개의 OFDM 심볼에 해당하는 시간 길이) 보다 작거나 같은 경우, 임의(any) 하향링크 서브프레임(예컨대, X=11)
- [251] e) 보호 구간이 PDCCH 전송 OFDM 심볼 영역을 침범하지 않는 하향링크 서브프레임
- [252] f) HD-DwPTS의 길이가 1msec인(또는 일반 CP의 14개 OFDM 심볼 또는 확장 CP의 12개 심볼) 하향링크 서브프레임
- [253] g) HD-DwPTS의 길이가 Y개의 OFDM 심볼(또는 Y개의 OFDM 심볼에 해당하는 시간 길이) 보다 크거나 같은 하향링크 서브프레임(예컨대, Y=3)
- [254] h) HD-DwPTS 동안 PDCCH가 전송 될 수 있는 하향링크 서브프레임
- [255] 이 경우 DRX에서 활성 시간(ActiveTime)에 보호 구간으로 사용되는 서브프레임(non-PDCCH-monitoring 서브프레임)은 포함되지 않을 수 있다.
- [256] 예를 들어 설명하면, n번째, n+1번째, n+2번째 서브프레임들이 각기 상향링크, 하향링크, 상향링크로 설정된 경우, 두 상향링크 서브프레임들 사이에 존재하는 하향링크 서브프레임에서 MTC 기기는 일 실시예에 따라 하향링크 수신을 수행하지 않는 경우, 해당 하향링크 서브프레임은 상기 PDCCH-서브프레임에서 제외될 수 있다. 마찬가지로 n번째, n+1번째, n+2번째 및 n+3번째 서브프레임이

각기 상향링크, 하향링크, 하향링크, 상향링크로 설정된 경우(즉, n 번째 및 $n+3$ 번째 서브프레임이 상향링크로 설정된 경우), 두 상향링크 서브프레임들 사이에 존재하는 하향링크 서브프레임들 역시 이러한 PDCCH-서브프레임에서 제외될 수 있다.

- [257] 이때, 서빙셀과 MTC 기기가 인식하는 PDCCH-서브프레임이 동일하지 않다면, 특정 하향링크 서브프레임에서 MTC 기기는 PDCCH를 수신하였음에도, 서빙셀은 MTC 기기가 보호 구간 때문에 PDCCH를 수신하지 못하였다고 판단해버리는 오류를 범할 수 있다. 예를 들어, MTC 기기는 보호 구간으로 1개의 OFDM 심볼을 사용하지만, 서빙셀은 1개의 서브프레임을 사용한다고 가정한다면, PDCCH-모니터링 서브프레임에 대한 가정이 MTC 기기와 서빙셀 간에 달라질 수 있다. 이러한 불일치성(inconsistency)은 DRX 등의 동작에 영향을 줄 수도 있다. 서빙셀이 MTC 기기의 PDCCH-서브프레임을 명확하게 알기 위해서는 서빙셀과 MTC 기기가 동일한 보호 구간을 가정할 수 있어야 한다. 이를 위해 다음과 같은 방법을 사용할 것을 제안한다.
- [258] a) 서빙셀과 MTC 기기는 항상 보호 구간을 특정 값으로 가정할 수 있다. 예를 들어 서빙셀과 MTC 기기는 항상 보호 구간이 1msec라고 가정할 수 있다. 또는 상기 서빙셀은 이러한 보호 구간에 대한 정보를 상위 계층 시그널을 통해 MTC 기기에게 알려줄 수 있다. 이때, 상기 상위 계층 시그널은 TDD 스펙셜 서브프레임 설정의 형태일 수 있다. 또는 상기 서빙셀은 이러한 보호 구간에 대한 정보를 TDD 스펙셜 서브프레임 설정을 통해 상기 MTC 기기에게 알려줄 수 있다. 이때, 상기 서빙셀과 상기 MTC 기기는 상기 보호 구간만 사용하고, UpPTS는 없다고 가정할 수 있다. 따라서 UpPTS에 사용되는 OFDM 심볼은 하향링크로 사용된다고 가정할 수 있다.
- [259] b) 대안적으로 MTC 기기는 자신에게 필요한 보호 구간을 서빙셀에게 알려줄 수 있다. MTC 기기 자신이 필요한 보호 구간에 대한 정보는 랜덤 액세스 응답 수신 후의 스케줄링 전송(Msg 3라고도 함)을 통해 전달될 수 있다. 또는 상기 MTC 기기 자신이 필요한 보호 구간에 대한 정보는 PUSCH/RRC 혹은 성능 정보(capability Information)를 통해 전송될 수 있다. 이렇게 MTC 기기가 스스로 알려주는 경우에도 상기 서빙셀은 보호 구간의 값을 설정하여 MTC 기기에게 알려줄 수도 있다.
- [260] 다른 한편, PDCCH 서브프레임에 대한 정의를 바꾸지 않고 활성 시간(active time)에 대한 정의를 변경할 수 있다. 이 경우, 활성 시간의 정의는 다음과 같을 수 있다. 이 경우, DRX 사이클에 활성 시간은 보호 구간으로 사용되는 서브프레임도 포함할 수 있으나, MTC 기기는 PDCCH monitoring을 하지 않을 수 있다.
- [261] a) PDCCH 서브프레임에 해당하는 서브프레임이 HD-FDD를 위한 상향링크 전송을 위해 사용되지 않고, HD-DwPTS의 사이즈가 x (일반 CP를 위함) 혹은 y (확장 CP를 위함) 보다 크고, 해당 서브프레임이 측정 갭(measurement gap)의

일부가 아닌 경우, 상기 MTC 기기는 활성 시간(Active time) 동안 PDCCH를 모니터링할 수 있다.

- [262] b) PDCCH 서브프레임에 해당하는 서브프레임이 HD-FDD를 위한 상향링크 전송을 위해 사용되지 않고, 해당 서브프레임이 HD를 위한 보호 서브프레임(guard subframe)이 아니며, 해당 서브프레임이 측정 갭(measurement gap)의 일부가 아닌 경우, 상기 MTC 기기는 활성 시간(Active time) 동안 PDCCH를 모니터링할 수 있다.
- [263] 예를 들어, n 번째, $n+1$ 번째, $n+2$ 번째 서브프레임이 각기 상향링크, 하향링크, 상향링크로 설정된 경우(즉, n 번째 및 $n+2$ 번째 서브프레임은 상향링크로 설정된 경우), 두 상향링크 서브프레임들 사이에 존재하는 하향링크 서브프레임은 보호 구간을 포함하므로, 상기 하향링크 서브프레임 상에서는 MTC 기기는 일 실시예에 따라 하향링크 수신을 하지 않고, 나아가서는 PDCCH 모니터링도 수행하지 않을 수 있다. 다른 예를 들어, n 번째, $n+1$ 번째, $n+2$ 번째, $n+3$ 번째 서브프레임이 각기 상향링크, 하향링크, 하향링크, 상향링크로 설정된 경우(즉, n 번째 및 $n+3$ 번째 서브프레임이 상향링크로 설정된 경우), 두 상향링크 서브프레임들 사이에 존재하는 하향링크 서브프레임은 보호 구간을 포함하므로, 상기 하향링크 서브프레임 상에서는, 상기 MTC 기기는 일 실시예에 따라 하향링크 수신을 하지 않고, 나아가서는 PDCCH 모니터링을 수행하지 않을 수 있다.
- [264] 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- [265] 도 17은 일 실시예에 따른 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [266] 도 17을 참조하여 알 수 있는 바와 같이, FDD에서 반이중으로 동작하는 경우, MTC 기기는 DRX가 설정되었는지 확인한다. DRX가 설정된 경우, 지금이 활성 시간인지 판단한다. 활성 시간이라면, 현재 하향링크 서브프레임이 보호 구간을 포함하는지 확인한다. 즉, 상기 하향링크 서브프레임 직후가 상향링크 서브프레임인지 판단한다. 혹은 상기 하향링크 서브프레임 직전이 상향링크 서브프레임인지 판단한다. 상기 보호 구간을 포함한다면, 해당 하향링크 서브프레임 상에서는 PDCCH를 모니터링하지 않는다. 그러나 상기 보호 구간을 포함하지 않는다면, 해당 하향링크 서브프레임 상에서 PDCCH를 모니터링한다.
- [267]
- [268] II. CSI-RS를 이용한 CQI 측정
- [269] 앞서 도 8 및 도 9를 참조하여 설명한 바와 같이, CQI는 CRS 또는 CSI-RS를 기반으로 측정될 수 있다. 이하에서는 CSI-RS를 기반으로 CQI를 측정하는 것을 위주로 설명하기로 한다.
- [270] 앞선 도 14a에 나타난 바와 같이, HD-FDD 환경에서 MTC 기기가 수신에서 송신으로의 전환(Rx-to-Tx switching)을 수행하기 위해 상향링크 서브프레임 전의 하향링크 서브프레임의 마지막 부분을 보호 구간(GP)로 사용하는 경우, 상기 보호 구간에서는 CRS나 CSI-RS를 충분히 수신하지 못할 수 있다.

마찬가지로, 도 14b에 도시된 것과 같이 상기 MTC 기기가 송신에서 수신으로의 전환(Tx-to-Rx switching)을 수행하기 위해 상향링크 서브프레임 다음 하향링크 서브프레임의 앞 부분을 보호 구간(GP)로 사용하는 경우, 상기 보호 구간에서는 CRS나 CSI-RS를 충분히 수신하지 못할 수 있다.

- [271] 따라서 보호 구간의 길이에 따라 상기 보호 구간이 존재하는 하향링크 서브프레임은 CQI 측정을 위한 유효(valid) 하향링크 서브프레임으로 지정되지 않는 것이 바람직할 수 있다. 따라서 일 실시예에 따르면 CQI 측정을 제대로 수행하기 어려운 경우(즉, CRS나 CSI-RS RE를 충분히 수신하지 못하는 경우), 해당 서브프레임을 유효 하향링크 서브프레임에서 제외할 것을 제안한다.
- [272] 결과적으로, 일 실시예에 따르면 CSI-RS 자원을 결정하기 위한, 유효 하향링크 서브프레임에 다음과 같은 조건을 포함시킬 수 있다.
- [273] a) 보호 구간으로 사용되지 않는(보호 구간이 존재하지 않는) 하향링크 서브프레임
- [274] b) X msec (Y OFDM 심볼) 보다 크거나 같은 보호 구간을 포함하지 않는 하향링크 서브프레임
- [275] c) X msec (Y OFDM 심볼) 보다 작거나 같은 보호 구간을 포함하는 하향링크 서브프레임
- [276] d) 모든 (또는 PRB 당 몇 개 이상의) CRS RE (또는 CSI-RS RE)를 수신할 수 있는 하향링크 서브프레임
- [277] e) HD-DwPTS의 길이가 X msec (Y OFDM 심볼) 보다 크거나 같은 하향링크 서브프레임
- [278] f) HD-DwPTS의 길이가 X msec (Y OFDM 심볼) 보다 작거나 같지 않은 하향링크 서브프레임
- [279] 예를 들어 설명하면, n번째, n+1번째, n+2번째 서브프레임들이 각기 상향링크, 하향링크, 상향링크로 설정된 경우(즉, n번째 및 n+2번째 서브프레임이 상향링크로 설정된 경우), 일 실시예에 따라 MTC 기기가 두 상향링크 서브프레임들 사이에 존재하는 하향링크 서브프레임에서 하향링크 채널/신호를 수신하지 않으므로, 이러한 하향링크 서브프레임 역시 CQI 혹은 CSI 측정을 위한 유효한 서브프레임에서 제외될 수 있다. 마찬가지로 n번째, n+1번째, n+2번째, n+3번째 서브프레임들이 각기 상향링크, 하향링크, 하향링크, 상향링크로 설정된 경우(즉, n번째 및 n+3번째 서브프레임들이 상향링크로 설정된 경우), 두 상향링크 서브프레임들 사이에 존재하는 하향링크 서브프레임 역시 CQI 혹은 CSI 측정을 위한 유효한 서브프레임에서 제외될 수 있다.
- [280]
- [281] III. 하향링크 채널과 상향링크 채널 간에 충돌 문제
- [282] HD-FDD 환경에서, 상향링크 채널/신호를 전송해야 하는 서브프레임상에서 하향링크 채널을 수신해야 하는 문제가 발생하거나 혹은 상향링크 전송을 위해 수신에서 송신으로 전환을 수행해야 하는 서브프레임에 하향링크 채널을

수신해야 하는 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어 PUCCH(CSI report)/SRS/PRACH를 전송해야 하는 서브프레임 또는 수신에서 송신으로 전환(Rx-to-Tx)을 수행해야 하는 서브프레임에서 PHICH/SPS를 수신해야 하는 상황이 발생할 수 있다.

[283] 이하에서는 하향링크 채널과 상향링크 채널 간에 충돌이 발생할 경우의 MTC 기기 동작을 제안한다.

[284] A. PUCCH와 PHICH 간의 충돌

[285] MTC 기기가 주기적/비주기적 CSI 보고를 포함하는 PUCCH를 전송해야 하는 타이밍(즉, 서브프레임)에 PHICH을 수신해야 해야 해서, PUCCH와 PHICH가 동일 타이밍(즉, 동일 위치의 서브프레임)에서 충돌될 수 있다. 또는 MTC 기기가 수신에서 송신으로 전환해야 하는 타이밍(즉, 보호 구간을 포함하는 서브프레임)에 PHICH을 전송해야 해야 해서, 보호 구간과 PHICH가 동일 타이밍(즉, 동일 위치의 서브프레임)에서 충돌될 수 있다.

[286]

[287] 도 18a 및 도 18b는 PUCCH와 PHICH가 서로 충돌되는 예를 나타낸다.

[288] 도 18a에 도시된 바와 같이 MTC 기기가 서빙 셀에게 PUSCH를 전송한 뒤 상기 PUSCH에 대한 PHICH를 수신해야 할 타이밍(또는 서브프레임)에 상기 MTC 기기는 주기적/비주기적 CSI 보고를 포함하는 PUCCH를 전송해야 해서, 상기 PHICH와 상기 PUCCH가 동일 타이밍(즉, 서브프레임)에서 충돌할 수 있다. 또는 도 18b에서와 같이 MTC 기기가 주기적/비주기적 CSI 보고를 포함하는 PUCCH를 전송하기 위해 수신에서 송신으로 전환해야 하는 타이밍(즉, 보호 구간을 포함하는 서브프레임)에 MTC 기기가 PHICH를 수신해야 해서, 보호 구간과 PHICH가 동일 타이밍(즉, 동일 위치의 서브프레임)에서 충돌될 수 있다.

[289] 이러한 충돌을 해결하기 위해 아래와 같이 MTC 기기가 동작할 것을 제안한다.

[290] a) MTC 기기는 CSI 보고를 포함하는 PUCCH 전송을 수행하지 않고, PHICH를 수신한다. CSI 보고는 다음 CSI 보고 타이밍에 도달하였을 때 전송하거나 비주기적(aperiodic) CSI 보고 요청에 있을때, 전송할 수 있다.

[291] b) MTC 기기는 PHICH를 수신하지 않고 PUCCH를 전송할 수 있다. 이때, MTC 기기는 PHICH를 복호(decoding)하지 않는 대신 NACK을 수신하였다고 가정할 수 있다. 따라서 MTC 기기는 이후 PUSCH를 재전송할 수 있다.

[292] B. PUCCH와 SPS PDSCH간의 충돌

[293] MTC 기기가 주기적/비주기적 CSI 보고를 포함하는 PUCCH를 전송해야 하는 타이밍(또는 서브프레임)에 서빙 셀로부터 SPS(semi-persistent scheduling) PDSCH를 수신해야 해서, 상기 PUCCH와 상기 SPS PDSCH가 동일 타이밍(서브프레임)에 서로 충돌될 수 있다. 또는, MTC 기기가 주기적/비주기적 CSI 보고를 포함하는 PUCCH를 전송하기 위해 수신에서 송신으로 전환해야 하는 타이밍(즉, 보호 구간을 포함하는 서브프레임)에 MTC 기기가 서빙 셀로부터 SPS PDSCH를 수신해야 해서, 보호 구간과 SPS PDSCH가 동일

타이밍(즉, 동일 위치의 서브프레임)에서 충돌될 수 있다. 예를 들어 MTC 기기가 서빙 셀에게 주기적 CSI report를 포함하는 PUCCH를 전송해야 할 타이밍(즉, 서브프레임)에 상기 서빙 셀에 의해 SPS PDSCH가 스케줄링된 상황이 있을 수 있다. 또는 SPS PDSCH가 스케줄링된 서브프레임의 다음 서브프레임에서 주기적 CSI 보고를 포함하는 PUCCH를 전송해야 하는 상황이 있을 수 있다. 이때, MTC 기기는 PUCCH를 전송하기 위해 수신에서 송신으로 전환하는 보호 구간 때문에 SPS PDSCH의 수신과 PUCCH의 전송을 모두 수행할 수 없는 경우가 발생할 수 있다.

[294] 이러한 충돌을 해결하기 위해 아래와 같이 MTC 기기가 동작할 것을 제안한다.

[295] a) MTC 기기는 CSI 보고를 포함하는 PUCCH를 전송하지 않고, SPS PDSCH를 수신한다. CSI 보고는 다음 CSI 보고 타이밍에 전송하거나 비주기적 CSI 보고 요청이 있을 경우에 전송할 수 있다.

[296] b) MTC 기기는 SPS PDSCH를 수신하지 않고 PUCCH를 전송할 수 있다. 이때, MTC 기기는 SPS PDSCH를 수신하지 않는 대신 해당 SPS PDSCH를 성공적으로 수신하지 못하였다고 가정하고 PUCCH를 통해 NACK을 전송할 수 있다.

[297] C. SRS와 PHICH간의 충돌

[298] MTC 기기가 SRS(sounding reference signal)를 전송해야 해야 할 타이밍(또는 서브프레임)에 서빙 셀로부터 PHICH를 수신해야 해서, 상기 SRS와 상기 PHICH가 동일 타이밍(즉, 서브프레임)에서 충돌할 수 있다. 또는 MTC 기기가 SRS를 전송하기 위해 수신에서 송신으로 전환해야 하는 타이밍(즉, 보호 구간을 포함하는 서브프레임)에 MTC 기기가 PHICH를 수신해야 해서, 보호 구간과 SRS가 동일 타이밍(즉, 동일 위치의 서브프레임)에서 충돌될 수 있다.

[299] 이러한 충돌을 해결하기 위해 아래와 같이 MTC 기기가 동작할 것을 제안한다.

[300] a) MTC 기기는 SRS 전송을 수행하지 않고, PHICH를 수신한다.

[301] b) MTC 기기는 PHICH를 수신하지 않고 SRS 전송을 수행한다. 이때, MTC 기기는 PHICH를 복호(decoding)하지 않는 대신 NACK을 수신하였다고 가정할 수 있다. 따라서 MTC 기기는 이후 PUSCH를 재전송할 수 있다.

[302] D. SRS와 SPS PDSCH간의 충돌

[303] MTC 기기가 SRS를 전송해야 하는 타이밍(또는 서브프레임)에 서빙 셀로부터 SPS PDSCH를 수신해야 해서, 상기 SRS와 상기 SPS PDSCH가 동일 타이밍(서브프레임)에 서로 충돌될 수 있다. 또는, MTC 기기가 SRS를 전송하기 위해 수신에서 송신으로 전환해야 하는 타이밍(즉, 보호 구간을 포함하는 서브프레임)에 MTC 기기가 서빙 셀로부터 SPS PDSCH를 수신해야 해서, 보호 구간과 SPS PDSCH가 동일 타이밍(즉, 동일 위치의 서브프레임)에서 충돌될 수 있다.

[304] 이러한 충돌을 해결하기 위해 아래와 같이 MTC 기기가 동작할 것을 제안한다.

[305] a) MTC 기기는 SRS를 전송하지 않고, SPS PDSCH를 수신한다.

[306] b) MTC 기기는 SPS PDSCH를 수신하지 않고 SRS 전송을 수행한다. 이때, MTC

기기는 SPS PDSCH를 수신하지 않는 대신 해당 SPS PDSCH를 성공적으로 수신하지 못하였다고 가정하고 PUCCH를 통해 NACK을 전송할 수 있다.

[307] IV. 커버리지 확장이 필요하지 않는 MTC 기기를 위한 HD-FDD 동작

[308] A. 전환 시간을 고려한 제어/데이터 채널의 전송

[309] A-1. 전환 서브프레임 구성 1을 적용할 경우

[310] HD-FDD 환경에서, 하향링크에서 상향링크로의 전환 시, 앞서 설명한 전환 서브프레임의 구성 1에 따른 전환 서브프레임(보호 구간)를 적용할 경우, 다음과 같은 상향링크/하향링크 제어/데이터 채널의 전송 제한을 둘 것을 제안한다.

[311] a) 하향링크 grant and/or 상향링크 grant는 연속 최대 2개 서브프레임을 통해서 전송될 수 있다. MTC 기기가 하향링크 grant 또는 상향링크 grant를 전송 받는 경우, 4개 서브프레임 뒤에 MTC 기기는 ACK/NACK정보 또는 PUSCH를 상향링크 상으로 eNodeB에게 전송해야 한다. 이하, 도 19a를 참조하여 설명하기로 한다.

[312] 도 19a는 커버리지 확장이 필요치 않은 MTC 기기를 위한 HD-FDD 동작의 일 예를 나타낸 예시도이다.

[313] 도 19a를 참조하여 알 수 있는 바와 같이, 하향링크에서 상향링크로의 전환을 위해서는 2개의 서브프레임 (2 msec)이 보호 구간으로서 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임 사이에서 필요하므로, 최대 2개의 연속적인 서브프레임을 통해 하향링크 그랜트 및/또는 상향링크 그랜트가 전송될 수 있다. 즉, 복잡성을 줄이기 위해서, 하향링크 제어/데이터 채널은 연속 최대 2개 서브프레임을 통해서 전송될 수 있다.

[314] b) 연속 최대 2개 서브프레임을 통해 하향링크 그랜트 및/또는 상향링크 그랜트를 전송하는 경우, 가장 마지막 그랜트를 전송한 뒤 최소 6개 서브프레임 이후에 하향링크 제어/데이터 채널의 전송이 수행될 수 있다. 이는 마지막 하향링크/상향링크 그랜트가 서브프레임 n에서 전송된 경우, 서브프레임 n+4에서 A/N 또는 PUSCH가 전송되고, 1msec의 전환 시간(즉, 보호 구간) 뒤에 MTC 기기가 하향링크를 수행할 수 있기 때문이다. 또는 연속 최대 2개 서브프레임을 통해 하향링크 그랜트 및/또는 상향링크 그랜트를 전송하는 경우, 가장 첫 번째 그랜트를 전송한 뒤 최소 8개 서브프레임 이후에 하향링크 제어/데이터 채널의 전송이 수행될 수 있다. 이는 하향링크 그랜트가 서브프레임 n에서 전송된 경우, 서브프레임 n+4에서 MTC 기기가 A/N을 전송하고, MTC 기기가 NACK을 전송한 경우 서브프레임 n+8 이후부터 재전송을 기대할 수 있기 때문이다. 또한 상향링크 그랜트가 서브프레임 n에서 전송된 경우, 서브프레임 n+4에서 PUSCH가 전송되고, 해당 PUSCH에 대한 ACK/NACK이 서브프레임 n+8에서 PHICH를 통해 전송되기 때문이다.

[315] c) MTC 기기는 PUCCH 및/또는 PUSCH를 연속 최대 3개 서브프레임을 통해 전송할 수 있다. MTC 기기가 PUCCH 또는 PUSCH로 NACK을 전송하는 경우, MTC 기기는 4개 서브프레임 이후 PDSCH의 재전송을 기대할 수 있다. 또한

MTC 기기가 PUSCH를 전송하는 경우, 4개 서브프레임 뒤에 MTC 기기는 서빙셀로부터 PHICH를 전송 받을 것을 기대할 수 있다. 이하, 도 19b를 참조하여 설명하기로 한다.

- [316] 도 19b는 커버리지 확장이 필요치 않은 MTC 기기를 위한 HD-FDD 동작의 다른 예를 나타낸 예시도이다.
- [317] 상향링크에서 하향링크로의 전환을 위해서는 상향링크 서브프레임과 하향링크 서브프레임 사이에 1개의 서브프레임의 길이(1 msec)에 해당하는 전환 시간(보호 구간)이 필요하므로, 도 19b에 도시된 것과 같이 최대 3개의 연속적인 서브프레임을 통해 PUCCH 및/또는 PUSCH가 전송될 수 있다. 즉, 복잡성을 줄이기 위해서, 상향링크 제어/데이터 채널은 연속 최대 3개 서브프레임을 통해서 전송될 수 있다.
- [318] A-2. 전환 서브프레임 구성 2를 적용할 경우
- [319] HD-FDD 환경에서, 하향링크에서 상향링크로의 전환 시, 앞서 설명한 전환 서브프레임의 구성 2에 따른 전환 서브프레임(보호 구간)를 적용할 경우, 전환 서브프레임의 DwPTS 동안 PDCCH가 전송될 수 있고, DwPTS의 길이에 따라 EPDCCH 및/또는 PDSCH의 전송도 가능할 수 있다.
- [320] 이러한 경우, 다음과 같은 상향링크/하향링크 제어/데이터 채널의 전송 제한을 둘 것을 제안한다.
- [321] a) 하향링크 그랜트 및/또는 상향링크 그랜트는 연속 최대 3개 서브프레임을 통해서 전송될 수 있다. MTC 기기가 하향링크 그랜트 또는 상향링크 그랜트를 전송 받는 경우, 4개 서브프레임 뒤에 MTC 기기는 ACK/NACK정보 또는 PUSCH를 상향링크 상으로 서빙셀에게 전송해야 한다. 이하 도 20을 참조하여 설명하기로 한다.
- [322] 도 20은 커버리지 확장이 필요치 않은 MTC 기기를 위한 HD-FDD 동작의 또 다른 예를 나타낸 예시도이다.
- [323] 도 20에 도시된 바와 같이 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임 사이에는 2개의 전환 서브프레임(T로 표기됨)이 필요하다. 전환 서브프레임에서의 하향링크 그랜트의 전송 가능 여부는 DwPTS 길이에 따라 달라진다. DwPTS가 짧을 경우에는 전환 서브프레임을 통해 하향링크 그랜트는 전송될 수 없다. 하지만 상향링크 그랜트는 DwPTS 동안 항상 전송될 수 있다. 앞서 설명한 전환 서브프레임 구성 1을 적용할 때와 달리 전환 서브프레임에서 PDCCH를 전송할 수 있는 경우 연속 최대 3개 서브프레임을 통해 하향링크 그랜트 및/또는 상향링크 그랜트가 전송될 수 있다. 복잡성을 간소화하기 위해, 하향링크 제어/데이터 채널은 연속 최대 3개 서브프레임을 통해서 전송될 수 있다.
- [324] b) 한편, 연속 최대 3개 서브프레임을 통해 하향링크 그랜트 및/또는 상향링크 그랜트를 전송하는 경우, 가장 마지막 그랜트를 전송한 뒤 최소 6개 서브프레임 이후에 하향링크 제어/데이터 채널의 전송이 수행될 수 있다. 이는 마지막

하향링크/상향링크 그랜트가 서브프레임 n 에서 전송된 경우, 서브프레임 $n+4$ 에서 A/N 또는 PUSCH가 전송되고, 1msec의 전환 시간(즉 보호 구간) 뒤에 MTC 기기가 하향링크를 수행할 수 있기 때문이다. 또는 연속 최대 3개 서브프레임을 통해 하향링크 그랜트 및/또는 상향링크 그랜트를 전송하는 경우, 가장 첫 번째 그랜트를 전송한 뒤 최소 8개 서브프레임 이후에 하향링크 제어/데이터 채널의 전송이 수행될 수 있다. 이는 하향링크 그랜트가 서브프레임 n 에서 전송된 경우, 서브프레임 $n+4$ 에서 MTC 기기가 A/N을 전송하고, MTC 기기가 NACK을 전송한 경우 서브프레임 $n+8$ 이후부터 재전송을 기대할 수 있기 때문이다. 또한 상향링크 그랜트가 서브프레임 n 에서 전송된 경우, 서브프레임 $n+4$ 에서 PUSCH가 전송되고, 해당 PUSCH에 대한 ACK/NACK이 서브프레임 $n+8$ 에서 PHICH를 통해 전송되기 때문이다.

- [325] c) MTC 기기는 PUCCH 및/또는 PUSCH를 연속 최대 3개 서브프레임을 통해 전송할 수 있다. MTC 기기가 PUCCH 또는 PUSCH로 NACK을 전송하는 경우, MTC 기기는 4개 서브프레임 이후 PDSCH의 재전송을 기대할 수 있다. 또한 MTC 기기가 PUSCH를 전송하는 경우, 4개 서브프레임 뒤에 MTC 기기는 eNodeB로부터 PHICH를 전송 받을 것을 기대할 수 있다. 이 경우 상향링크 서브프레임과 하향링크 서브프레임 사이에는 1개의 서브프레임 (1 msec)의 보호 구간이 필요하므로, 최대 3개의 연속적인 서브프레임을 통해 PUCCH 및/또는 PUSCH가 전송될 수 있다. 복잡성을 간소화하기 위해, 상향링크 제어/데이터 채널은 연속 최대 3개 서브프레임을 통해서 전송될 수 있다.
- [326] B. 하향링크를 기본 상태로 두는 동작 방법
- [327] HD-FDD에서의 MTC 기기 동작을 위한 방법으로, MTC 기기는 기본적으로 하향링크 상태에 있을 것을 제안한다. 이 경우, MTC 기기는 특별한 상황이 아니면 하향링크 반송파 주파수에서 하향링크 동작을 수행한다. 이때, 다음과 같은 상황에서 MTC 기기는 상향링크 동작을 수행할 수 있다.
- [328] i) 상향링크 그랜트 수신: 하향링크 상태에 있던 MTC 기기는 서빙 셀로부터 상향링크 그랜트를 수신하면, PUSCH를 전송하기 위해 상향링크 상태로 전환할 수 있다. 이때, 서브프레임 n 에서 상향링크 그랜트를 수신하면 MTC 기기는 서브프레임 $n+4$ 에서 PUSCH를 전송하며, 서브프레임 $n+1 \sim n+3$ 사이에 하향링크에서 상향링크로의 전환을 수행한다.
- [329] ii) 하향링크 그랜트/하향링크 데이터 수신: 하향링크 상태에 있던 MTC 기기는 서빙 셀로부터 하향링크 그랜트를 수신하고 PDSCH를 수신하면, 서빙 셀에게 ACK/NACK 정보를 전송하기 위해 상향링크 상태로 전환할 수 있다. 이때, 서브프레임 n 에서 하향링크 그랜트/하향링크 데이터를 수신하면 MTC 기기는 서브프레임 $n+4$ 에서 PUCCH 또는 PUSCH로 ACK/NACK를 전송하며, 서브프레임 $n+1 \sim n+3$ 사이에 하향링크에서 상향링크로의 전환을 수행한다.
- [330] iii) PRACH 전송: 하향링크 상태에 있던 MTC 기기는 서빙 셀에게 PRACH를 전송할 일이 생기면, 서빙 셀로부터 별도의 명령이 없어도 PRACH를 전송하기

위해 상향링크 상태로 전환할 수 있다.

- [331] iv) SR (scheduling request) 전송: 하향링크 상태에 있던 MTC 기기가 서빙 셀에게 전송하고자 하는 data가 생기면 MTC 기기는 다음과 같은 방법으로 서빙 셀에게 SR을 전송할 수 있다.
- [332] iv-1) SR를 전송할 수 있는 상향링크 서브프레임을 설정할 것을 제안한다. 서브프레임들의 특정 세트는 항상 상향링크 상태에 존재할 수 있으며, MTC 기기는 해당 서브프레임들을 통해 SR을 전송할 수 있다. 이러한 특정 세트는 서빙 셀로부터 SIB, RRC 신호 등을 통해 설정받을 수 있다. 이러한 특정 세트는 주기로 offset 값으로 정의될 수 있다.
- [333] iv-2) MTC 기기는 상위 계층 신호를 통해 하나의 안테나 또는 2개의 안테나로 SR을 전송하도록 설정될 수 있는데, 이러한 경우 MTC 기기는 상기 상위 계층 신호를 통해 SR을 보낼 수 있는 주기와 offset도 함께 설정받을 수 있다. 이렇게 SR을 보낼 수 있는 서브프레임의 위치에서 MTC 기기는 SR을 전송할 수 있으며, 해당 서브프레임들에서 MTC 기기는 상향링크 상태에 있을 수 있다.
- [334] iv-3) MTC 기기는 서빙 셀에게 PUCCH를 전송하는 때에 SR을 해당 PUCCH를 통해 함께 전송할 수 있다. 이 경우, 별도의 SR 전송 가능 서브프레임이 존재하지 않으며, MTC 기기는 서빙 셀에게 PUCCH를 전송하는 경우에 SR을 전송할 수 있다.
- [335] d) MTC 기기는 서빙 셀에게 SR을 전송할 수 없다. 또는 MTC 기기는 상위 계층 시그널을 통해 SR의 전송을 설정받지 않을 수 있다. 이 경우 MTC 기기는 PRACH를 전송함으로써 서빙 셀에게 데이터 전송을 요청할 수 있다.
- [336]
- [337] D. 하향링크 및 상향링크를 위한 서브프레임 패턴
- [338] HD-FDD를 사용하는 MTC 기기가 각 서브프레임을 하향링크 서브프레임으로 사용할지 상향링크 서브프레임으로 사용할지의 여부는 서빙 셀의 스케줄링으로 인해 자연스럽게 정해질 수 있다. 하지만 서빙 셀이 많은 MTC 기기의 하향링크/상향링크 타이밍을 고려하여 스케줄링을 수행해야 한다면 서빙 셀의 스케줄링 복잡도가 증가할 수 있다. 또한 서빙 셀이 MTC 기기의 상향링크/하향링크 상태를 잘못 인식하여 불필요하게 데이터를 전송하는 문제가 생길 수도 있다. 이를 방지하기 위해 특정 MTC 기기의 각 서브프레임이 상향링크 서브프레임으로 사용될지 하향링크 서브프레임으로 사용될지의 여부가 사전에 정해질 수 있다. 즉, HD-FDD를 위한 하향링크와 상향링크를 위한 서브프레임 패턴이 사전에 정의되어 사용될 수 있다.
- [339] 도 21은 하향링크/상향링크 서브프레임 패턴의 일 예를 나타낸다.
- [340] 도 21을 참조하면, HD-FDD를 사용하는 MTC 기기의 상향링크/하향링크 전환 시간 (guard time)을 고려하여 40msec 주기의 서브프레임 패턴이 사용될 수 있다. 도 20에서 D는 하향링크 서브프레임을 뜻하며, U는 상향링크 서브프레임을 뜻한다. T1은 2msec의 전환 시간을 뜻하며, DwPTS, 보호 구간을 포함하거나,

혹은 DwPTS, 보호 구간, UpPTS를 포함할 수 있다. T2는 1msec의 전환 시간을 뜻한다.

- [341] 이러한 서브프레임 패턴은 MTC 기기 별로 상이할 수 있다. 각 MTC 기기의 서브프레임 패턴은 RAR 또는 RRC 시그널을 통해 MTC 기기에게 설정될 수 있다. 더불어 이러한 서브프레임 패턴은 동적 시그널링을 통해서 동적으로 변화할 수 있다. 예를 들어, 서브프레임 패턴은 TDD DL/UL 설정 중 하나로 설정할 수 있다. 따라서, 예컨대, HARQ-ACK 및 PUSCH의 전송 타이밍은 상기 TDD DL/UL 설정에 따라서 결정될 수 있다. 더불어 보호 구간 때문에 사용되지 못하는 서브프레임이 생기는 경우, 서빙 셀은 이를 상위 계층 시그널을 통해 비트맵 형태로 MTC 기기에게 알려줄 수 있다.
- [342]
- [343] V. 커버리지 확장이 필요한 MTC 기기를 위한 HD-FDD 동작
- [344] 이하에서는, 커버리지 확장이 필요한 경우 MTC 기기의 HD-FDD 동작을 위해 필요한 사항에 대해서 설명하기로 한다.
- [345] A. 반복 전송을 위해 제한되는 전송들
- [346] A-1. 하향링크 그랜트와 상향링크 그랜트의 동시 전송 제한
- [347] 커버리지 확장이 필요한 MTC 기기가 HD-FDD로 동작하는 경우, 서빙 셀은 하향링크 그랜트와 상향링크 그랜트를 동시에 전송하지 않을 것을 제안한다. 이는 하향링크 그랜트와 상향링크 그랜트가 동일 서브프레임을 통해 전송되지 않음을 뜻한다. 또는 이는 하향링크(상향링크) 그랜트가 전송되는 (E)PDCCH 묶음(bundle)의 전송을 마치기 전에 상향링크(하향링크) 그랜트가 전송되는 (E)PDCCH 묶음이 전송될 수 없음을 뜻한다. 이하 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [348] 도 22a 및 도 22b는 커버리지 확장이 필요한 MTC 기기를 위한 HD-FDD 동작의 일 예를 나타낸 예시도이다.
- [349] 앞서 설명한 바와 같이, 하향링크 그랜트와 상향링크 그랜트가 MTC 기기에게 동시에 전송이 되면, MTC 기기는 동일한 서브프레임 영역에서 PDSCH의 수신과 PUSCH의 전송을 동시에 수행해야 하는 문제가 생길 수 있다. 따라서 이러한 상황이 발생하는 것을 방지하기 위해, 도 22a 및 도 22b에 도시된 바와 같이 하향링크 그랜트와 상향링크 그랜트가 동시에 전송되지 않을 것을 제안한다.
- [350] 도 23a 및 도 23b는 커버리지 확장이 필요한 MTC 기기를 위한 HD-FDD 동작의 다른 일 예를 나타낸 예시도이다.
- [351] PDSCH 묶음의 전송이 종료되는 서브프레임을 서브프레임 n이라 할 때, 서브프레임 n-3 이전에 상향링크 그랜트의 전송이 완료(종료)되지 않을 것을 제안한다. 즉, PDSCH bundle의 전송 중 상향링크 그랜트가 전송되는 (E)PDCCH 묶음이 동시에 전송되는 경우, 해당 상향링크 그랜트가 전송되는 (E)PDCCH 묶음의 전송은 서브프레임 n-2 이후에 완료되어야 한다. 도 23a 및 23b에 나타나 있듯이, PDSCH 묶음의 전송이 완료되는 서브프레임의 2개 서브프레임 이후에

상향링크 그랜트의 전송이 완료되면 MTC 기기는 상향링크 그랜트와 PDSCH의 수신을 모두 완료한 뒤, 하향링크에서 상향링크로의 전환 수행하고, 그 뒤 PUSCH의 전송을 안정적으로 수행할 수 있기 때문이다. 복잡성을 간소화하기 위해, PDSCH 묶음이 전송이 종료되는 서브프레임 이전에 상향링크 그랜트의 전송이 완료될 수 없다.

- [352] 한편, PDSCH 묶음이 전송되는 동안, 하향링크 그랜트를 전송하지 않을 것을 제안한다. 예를 들어 서브프레임 n 에서 PDSCH 묶음의 전송이 완료되면 MTC 기기는 하향링크에서 상향링크로 상태를 전환하여 서브프레임 $n+4$ 에서부터 ACK/NACK을 서빙셀에게 전송해야 한다. 이때, PDSCH 묶음이 전송되는 동안 하향링크 그랜트가 함께 전송되면, MTC 기기는 PDSCH에 대한 ACK/NACK을 전송해야 하는 타이밍에 새로운 하향링크 그랜트에 대한 PDSCH 묶음을 수신해야 할 수 있다. HD-FDD 환경에서 동작하는 MTC 기기는 이와 같은 동작을 수행할 수 없다. 따라서 PDSCH 묶음이 전송되는 동안, (E)PDCCH를 통해 또 다른 PDSCH를 전송하기 위한 하향링크 그랜트는 전송될 수 없다.
- [353] 또한, PHICH 묶음이 전송되는 동안, 하향링크 그랜트를 전송하지 않을 것을 제안한다. 예를 들어 서브프레임 n 에서 PHICH 묶음의 전송이 완료되고 해당 PHICH를 통해 NACK이 전송되면 MTC 기기는 하향링크에서 상향링크로 상태를 전환하여 서브프레임 $n+4$ 에서부터 PUSCH를 서빙셀에게 재전송해야 한다. 이때, PHICH 묶음이 전송되는 동안 하향링크 그랜트가 함께 전송되면, MTC 기기는 PUSCH 재전송을 수행해야 하는 타이밍에 새로운 하향링크 그랜트에 대한 PDSCH 묶음을 수신해야 할 수 있다. HD-FDD 환경에서 동작하는 MTC 기기는 이와 같은 동작을 수행할 수 없다. 따라서 PHICH 묶음이 전송되는 동안, (E)PDCCH를 통해 하향링크 그랜트는 전송될 수 없다.
- [354] 지금까지 설명한, 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 구체적으로는 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [355] 도 24는 본 명세서의 개시가 구현되는 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [356] 기지국(200)은 프로세서(processor, 201), 메모리(memory, 202) 및 RF부(RF(radio 주파수) unit, 203)을 포함한다. 메모리(202)는 프로세서(201)와 연결되어, 프로세서(201)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(203)는 프로세서(201)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 프로세서(201)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 전술한 실시 예에서 기지국의 동작은 프로세서(201)에 의해 구현될 수 있다.
- [357] MTC 기기(100)는 프로세서(101), 메모리(102) 및 RF부(103)을 포함한다. 메모리(102)는 프로세서(101)와 연결되어, 프로세서(101)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(103)는 프로세서(101)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 프로세서(101)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을

구현한다.

- [358] 프로세서는 ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로 및/또는 데이터 처리 장치를 포함할 수 있다. 메모리는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부는 무선 신호를 처리하기 위한 베이스밴드 회로를 포함할 수 있다. 실시예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리에 저장되고, 프로세서에 의해 실행될 수 있다. 메모리는 프로세서 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서와 연결될 수 있다.
- [359] 상술한 예시적인 시스템에서, 방법들은 일련의 단계 또는 블록으로써 순서도를 기초로 설명되고 있지만, 본 발명은 단계들의 순서에 한정되는 것은 아니며, 어떤 단계는 상술한 바와 다른 단계와 다른 순서로 또는 동시에 발생할 수 있다. 또한, 당업자라면 순서도에 나타낸 단계들이 배타적이지 않고, 다른 단계가 포함되거나 순서도의 하나 또는 그 이상의 단계가 본 발명의 범위에 영향을 미치지 않고 삭제될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

청구범위

- [청구항 1] PDCCH(Physical Downlink Control Channel) 모니터링 방법으로서, FDD(frequency division duplex) 반이중(half-duplex) 동작을 수행하는 단계와;
DRX(discontinuous reception)가 설정된 경우, PDCCH를 모니터링할지 결정하는 단계를 포함하고,
여기서, 하향링크 반송파의 하향링크 서브프레임이 상향링크 반송파의 상향링크 서브프레임 바로 이전에 위치하는 경우, 활성 시간(active time) 동안에 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 PDCCH 모니터링 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링하는 것은
상기 하향링크 서브프레임이 반이중(half-duplex) FDD 단말 운영을 위한 상향링크(UL) 전송에 요구되지 않는 경우, 상기 하향링크 서브프레임이 설정된 측정 갭(configured measurement gap)의 일부가 아닌 경우, 그리고 상기 하향링크 반송파의 하향링크 서브프레임이 상향링크 반송파의 상향링크 서브프레임 바로 이전에 위치하는 경우에 수행되는 것을 특징으로 하는 PDCCH 모니터링 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 하향링크 반송파의 상기 하향링크 서브프레임이 상기 상향링크 반송파의 상기 상향링크 서브프레임 바로 이전에 위치하는 경우, 상기 하향링크 서브프레임의 일부 또는 전체를 수신하지 않음으로써, 상기 하향링크 서브프레임 내에 보호 구간이 생성되는 것을 특징으로 하는 PDCCH 모니터링 방법.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 하향링크 서브프레임이 보호 구간 서브프레임에 해당하는 경우, 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링하지 않는 것을 특징으로 하는 PDCCH 모니터링 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 하향링크 반송파의 상기 하향링크 서브프레임이 상기 상향링크 반송파의 상기 상향링크 서브프레임 직후에 위치하지 않는 경우, 활성 시간(active time) 동안에 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 PDCCH 모니터링 방법.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,

상기 하향링크 반송파의 상기 하향링크 서브프레임이 상기 상향링크 반송파의 상기 상향링크 서브프레임 직후에 위치한 경우, 상기 하향링크 서브프레임의 일부 또는 전체를 수신하지 않음으로써, 상기 하향링크 서브프레임 내에 보호 구간이 생성되는 것을 특징으로 하는 PDCCH 모니터링 방법.

[청구항 7]

제6항에 있어서,

상기 하향링크 서브프레임이 보호 구간 서브프레임에 해당하는 경우, 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링하지 않는 것을 특징으로 하는 PDCCH 모니터링 방법.

[청구항 8]

제1항에 있어서,

상기 FDD 반이중(half duplex) 동작을 수행함에 따라, 상기 하향링크 반송파의 상기 하향링크 서브프레임 상에서의 수신과 상기 상향링크 반송파의 상기 상향링크 서브프레임 상에서의 송신에 동시에 불가능하게 되는 것을 특징으로 하는 PDCCH 모니터링 방법.

[청구항 9]

제1항에 있어서,

상기 하향링크 반송파 상에서 무선 프레임은 10개의 하향링크 서브프레임들을 포함하고,
상기 상향링크 반송파 상에서 무선 프레임은 10개의 상향링크 서브프레임 들을 포함하는 것을 특징으로 하는 PDCCH 모니터링 방법.

[청구항 10]

PDCCH(Physical Downlink Control Channel) 모니터링하는 단말로서,

RF부와;

상기 RF부를 제어하여 FDD(frequency division duplex) 반이중(half-duplex) 동작을 수행하는 중에, DRX(discontinuous reception)가 설정된 경우, PDCCH를 모니터링할지 결정하는 프로세서를 포함하고;

여기서, 하향링크 반송파의 하향링크 서브프레임이 상향링크 반송파의 상향링크 서브프레임 바로 이전에 위치하는 경우, 활성 시간(active time) 동안에 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 단말.

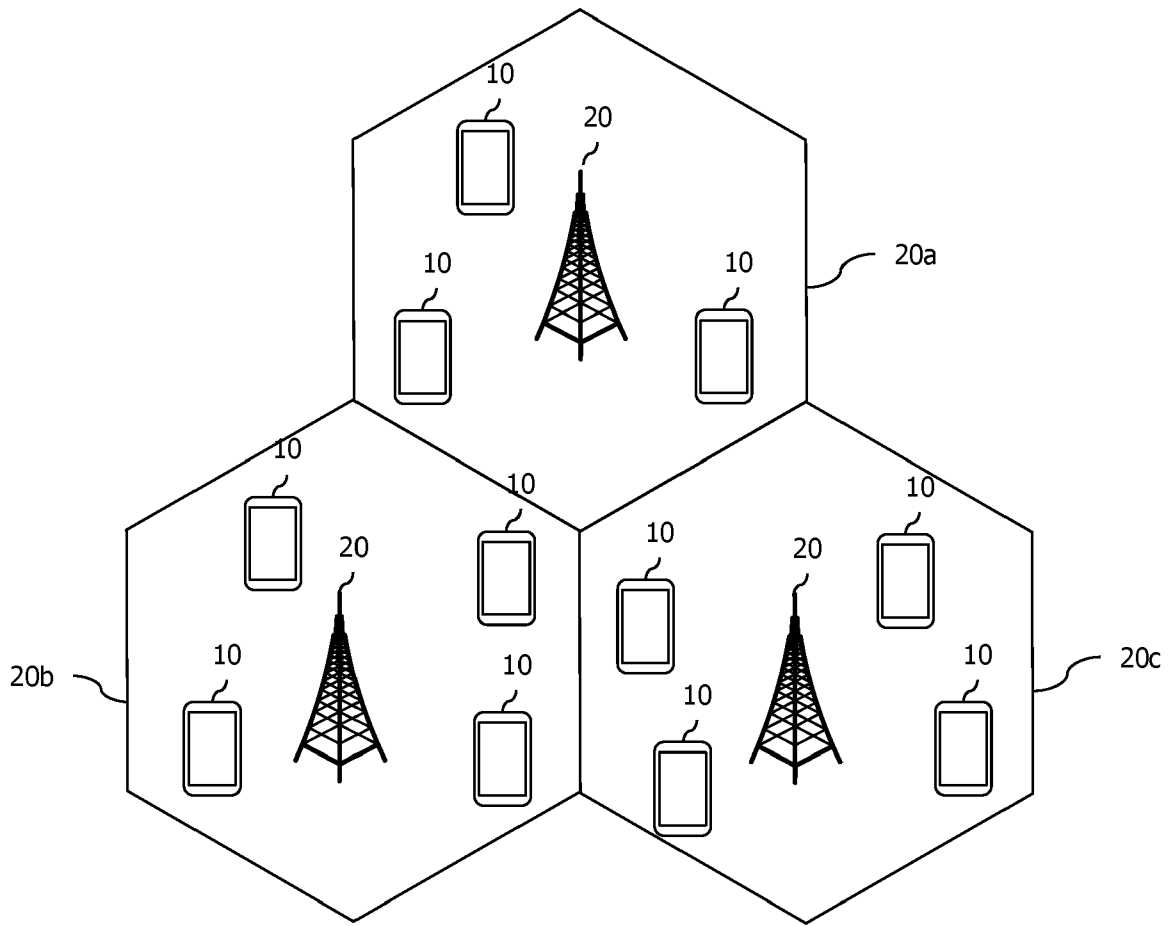
[청구항 11]

제10항에 있어서, 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링하는 것은

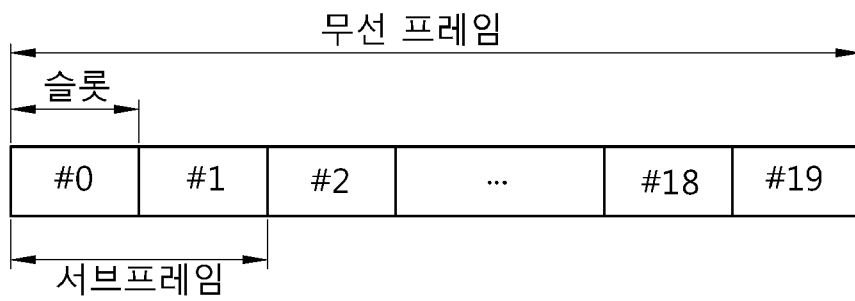
상기 하향링크 서브 프레임이 반이중(half-duplex) FDD 단말 운영을 위한 상향링크(UL) 전송에 요구되지 않는 경우, 상기 하향링크 서브 프레임이 설정된 측정 갭(configured measurement gap)의 일부가 아닌 경우, 그리고 상기 하향링크 반송파의

- 하향링크 서브프레임이 상향링크 반송파의 상향링크 서브프레임 바로 이전에 위치하는 경우에 수행되는 것을 특징으로 하는 단말.
- [청구항 12] 제10항에 있어서,
 상기 하향링크 반송파의 상기 하향링크 서브프레임이 상기 상향링크 반송파의 상기 상향링크 서브프레임 바로 이전에 위치하는 경우, 상기 하향링크 서브프레임의 일부 또는 전체를 수신하지 않음으로써, 상기 하향링크 서브프레임 내에 보호 구간이 생성되는 것을 특징으로 하는 단말.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,
 상기 하향링크 서브프레임이 보호 구간 서브프레임에 해당하는 경우, 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링하지 않는 것을 특징으로 하는 단말.
- [청구항 14] 제10항에 있어서,
 상기 하향링크 반송파의 상기 하향링크 서브프레임이 상기 상향링크 반송파의 상기 상향링크 서브프레임 직후에 위치하지 않는 경우, 활성 시간(active time) 동안에 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 단말.
- [청구항 15] 제14항에 있어서,
 상기 하향링크 반송파의 상기 하향링크 서브프레임이 상기 상향링크 반송파의 상기 상향링크 서브프레임 직후에 위치한 경우, 상기 하향링크 서브프레임의 일부 또는 전체를 수신하지 않음으로써, 상기 하향링크 서브프레임 내에 보호 구간이 생성되는 것을 특징으로 하는 단말.
- [청구항 16] 제15항에 있어서,
 상기 하향링크 서브프레임이 보호 구간 서브프레임에 해당하는 경우, 상기 하향링크 서브프레임 상에서 상기 PDCCH를 모니터링하지 않는 것을 특징으로 하는 단말.

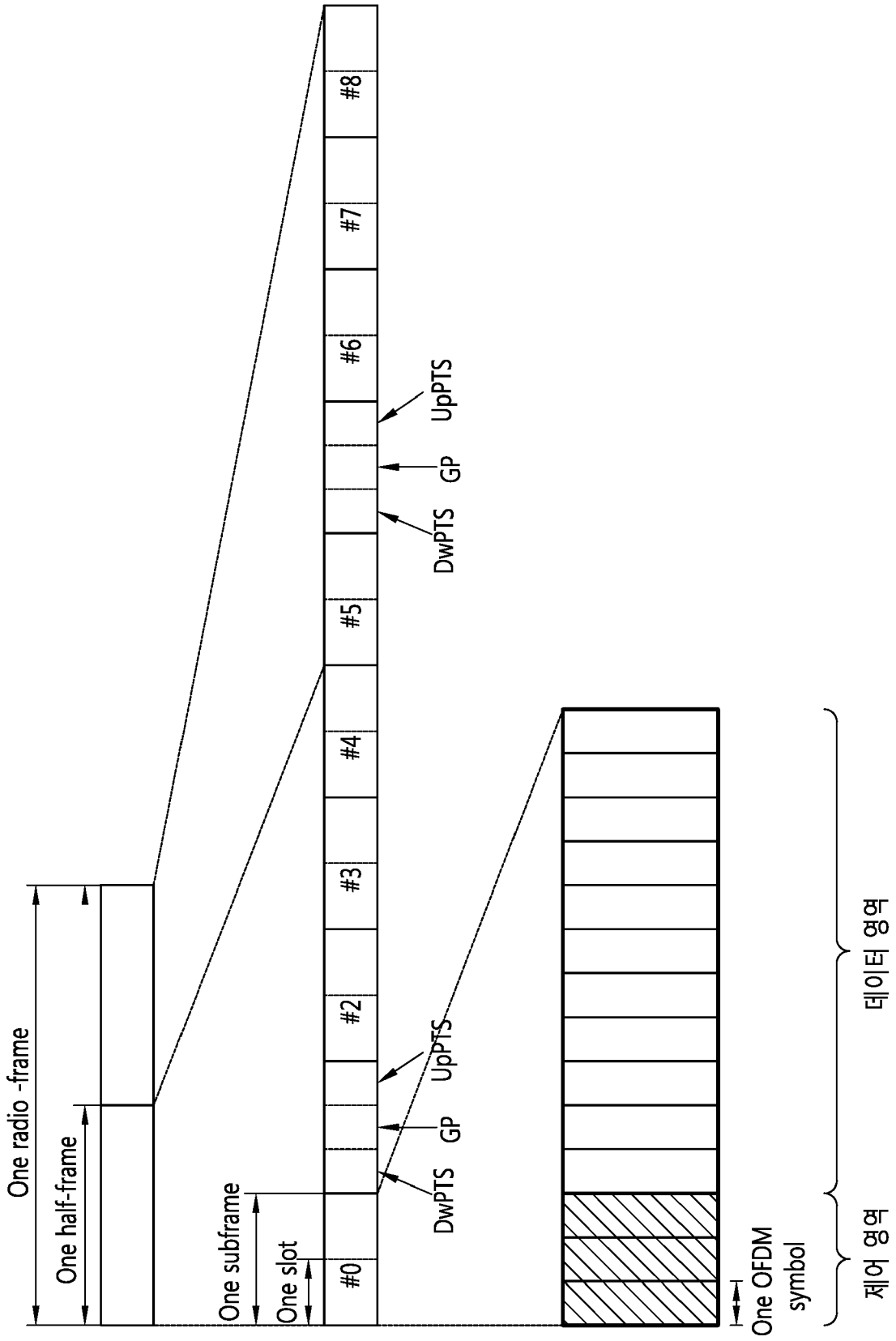
[Fig. 1]



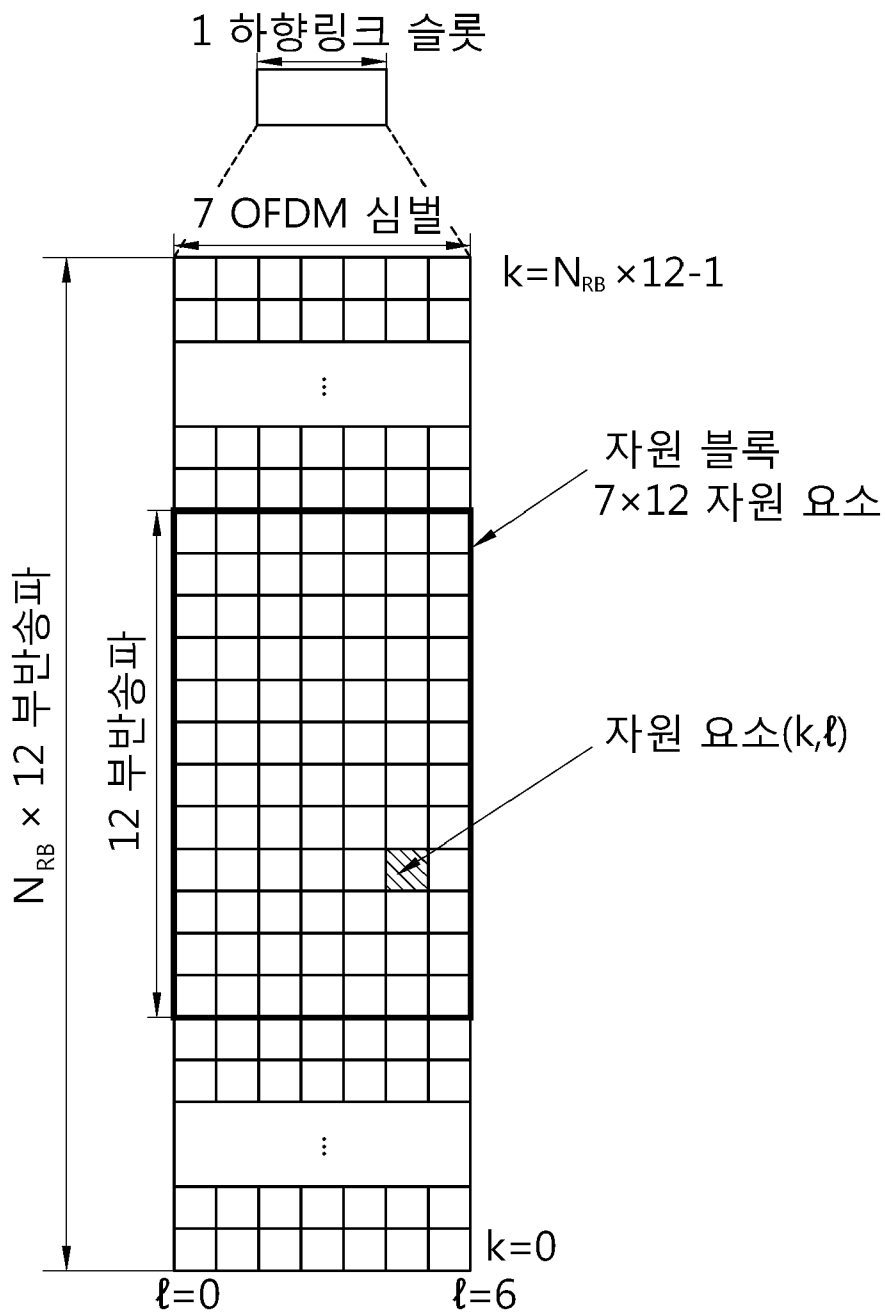
[Fig. 2]



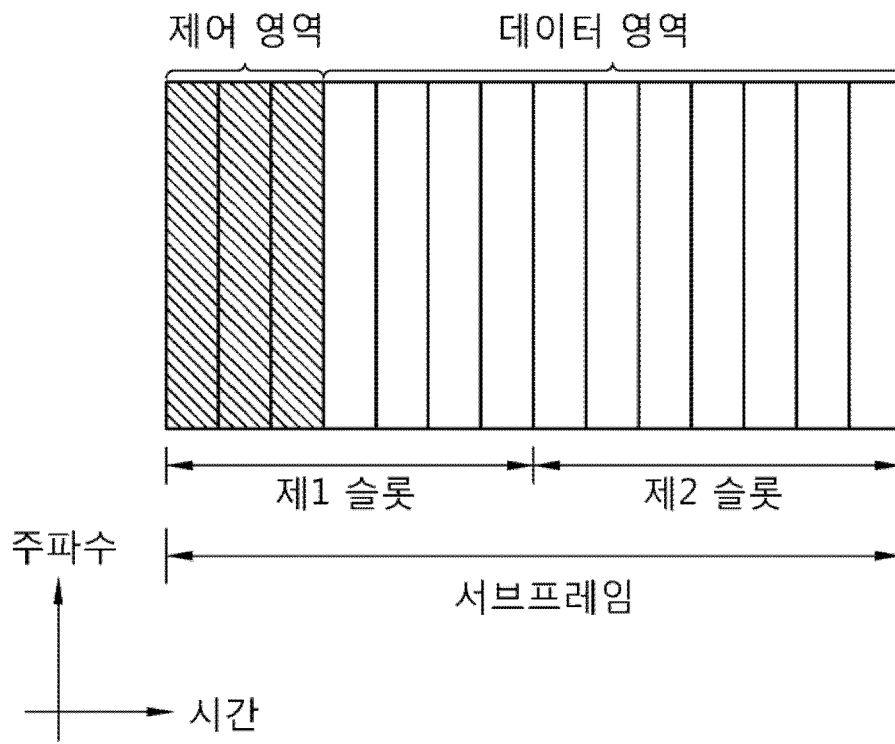
[Fig. 3]



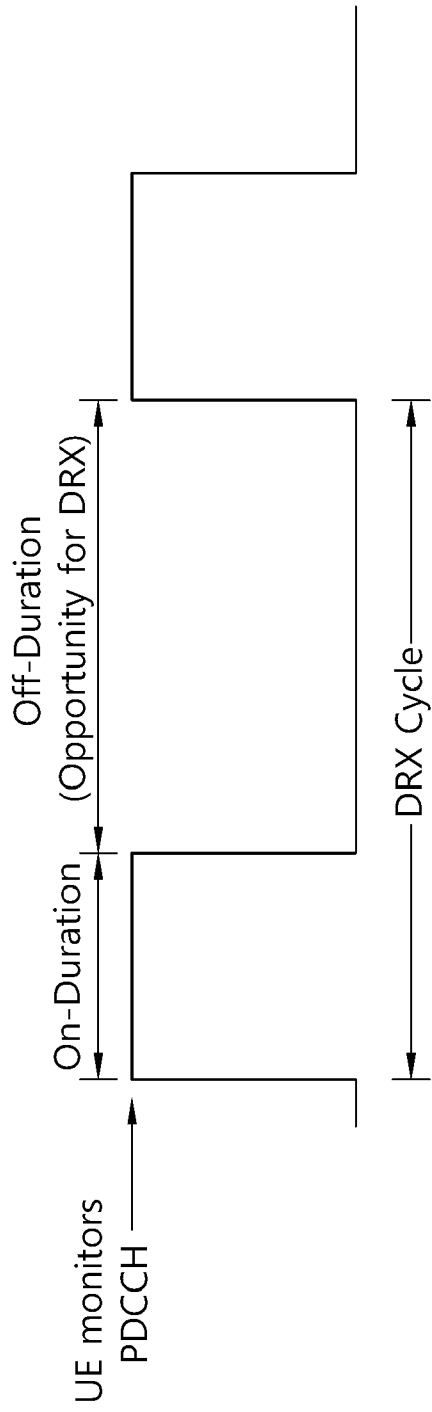
[Fig. 4]



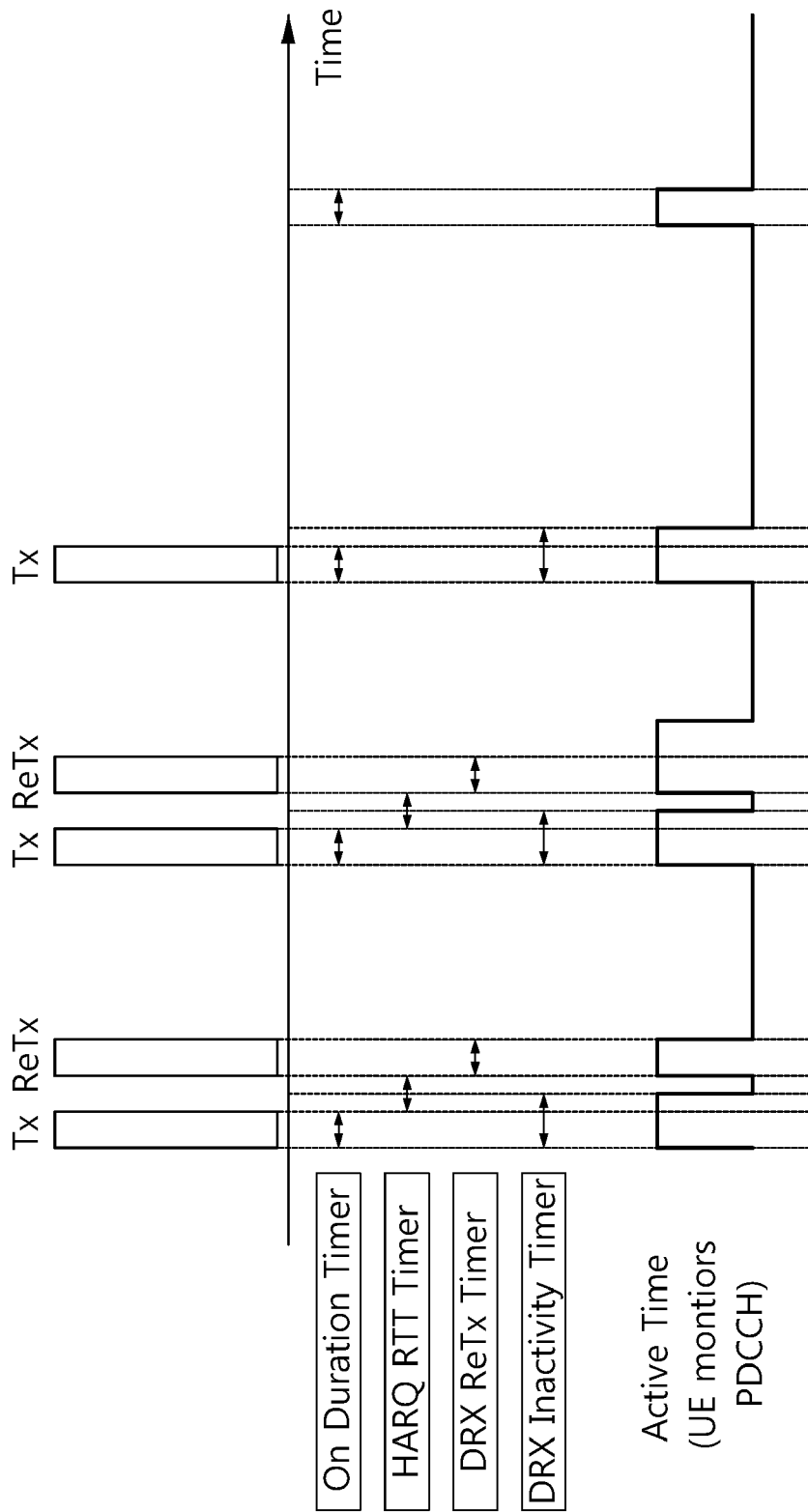
[Fig. 5]



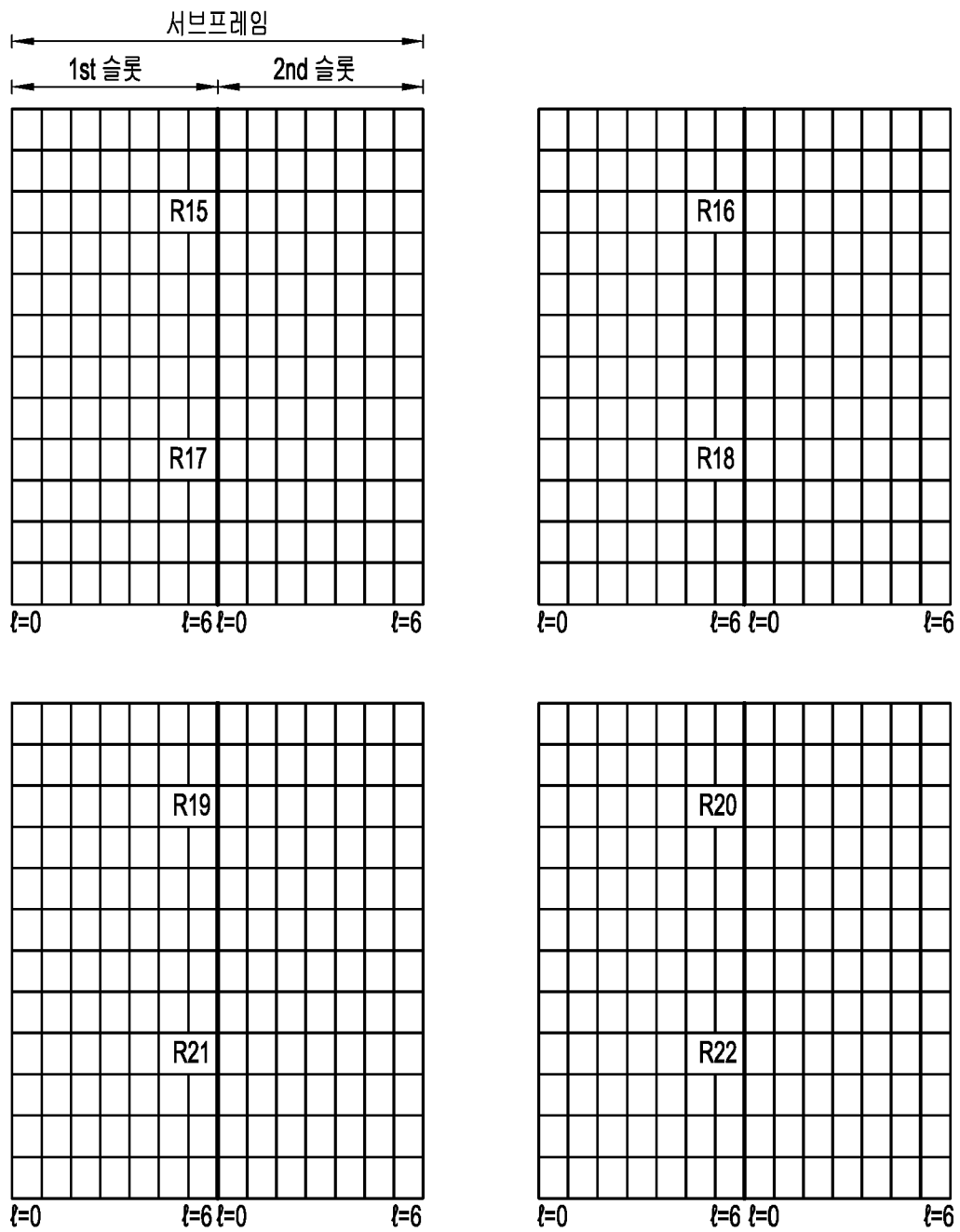
[Fig. 6]



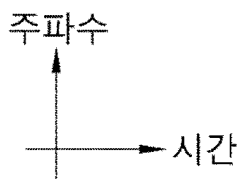
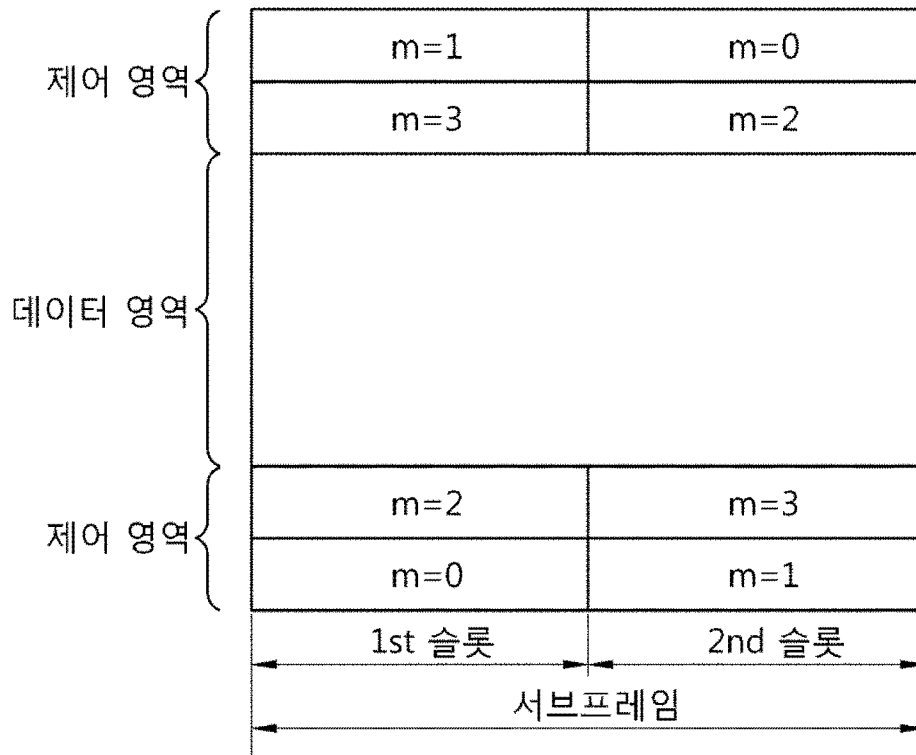
[Fig. 7]



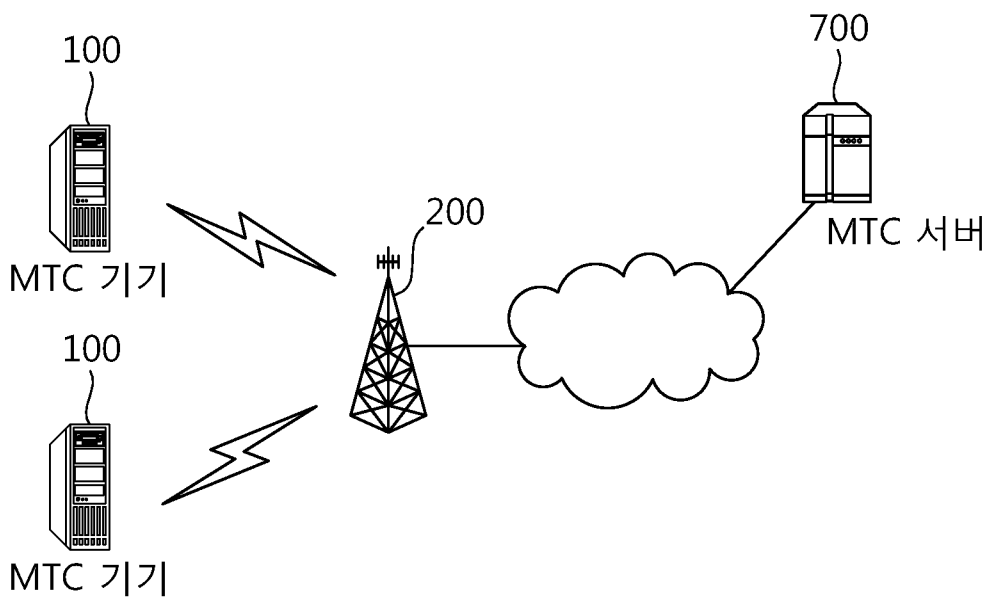
[Fig. 8]



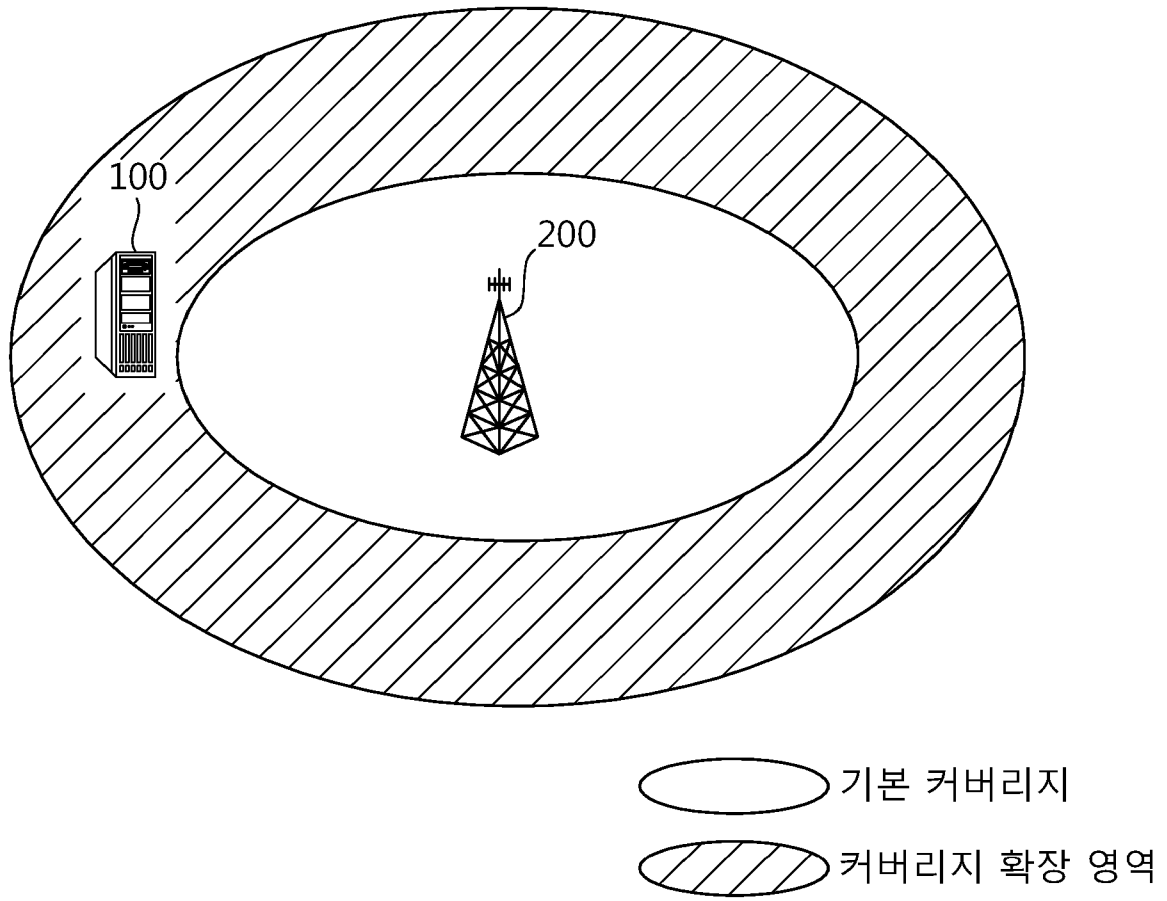
[Fig. 9]



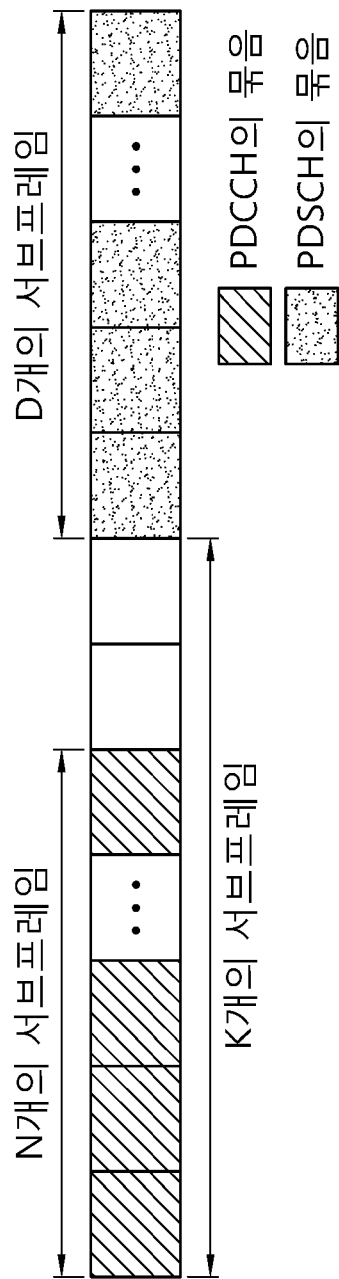
[Fig. 10a]



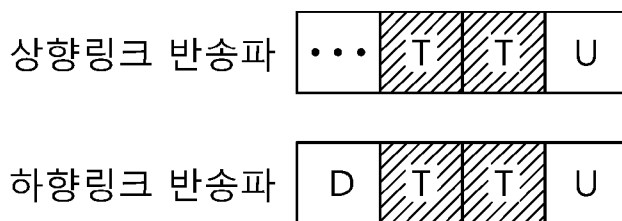
[Fig. 10b]



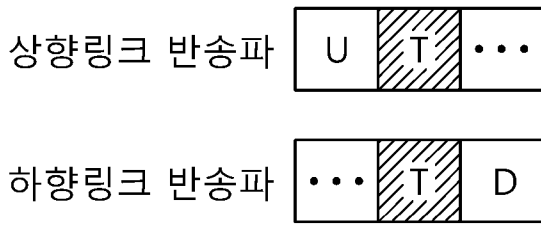
[Fig. 11b]



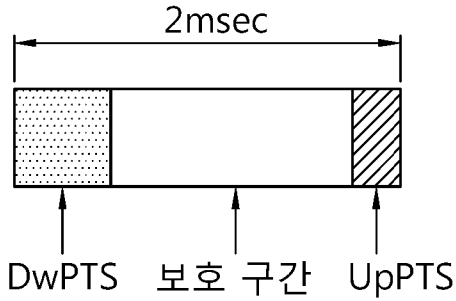
[Fig. 12a]



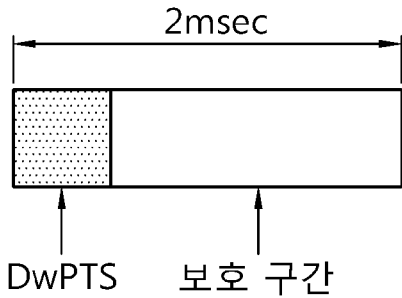
[Fig. 12b]



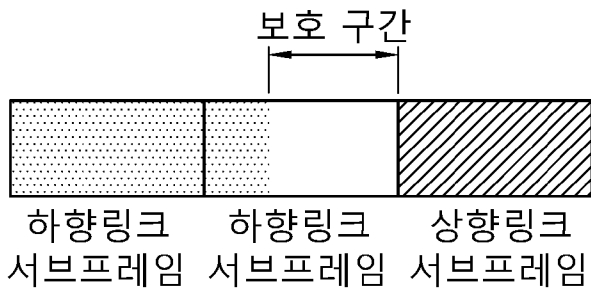
[Fig. 13a]



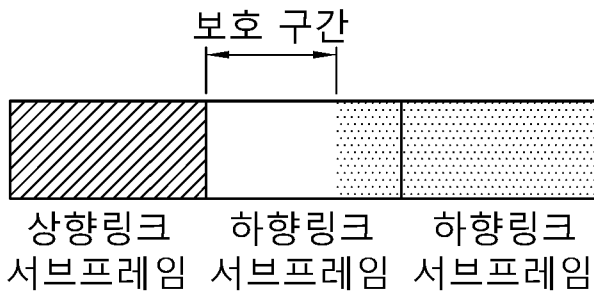
[Fig. 13b]



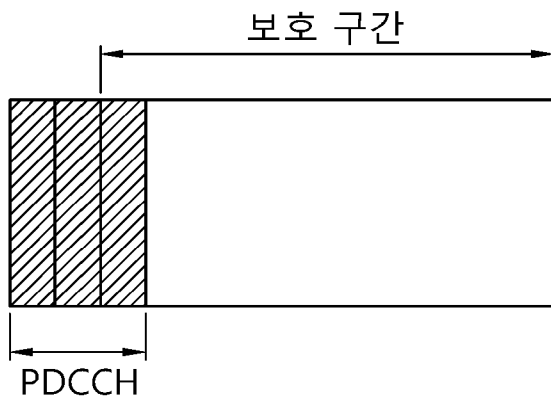
[Fig. 14a]



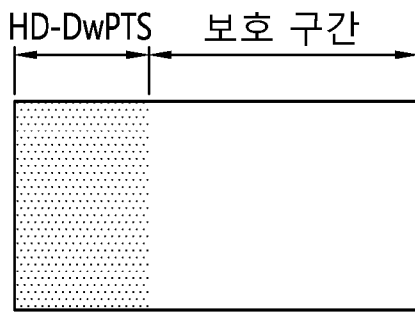
[Fig. 14b]



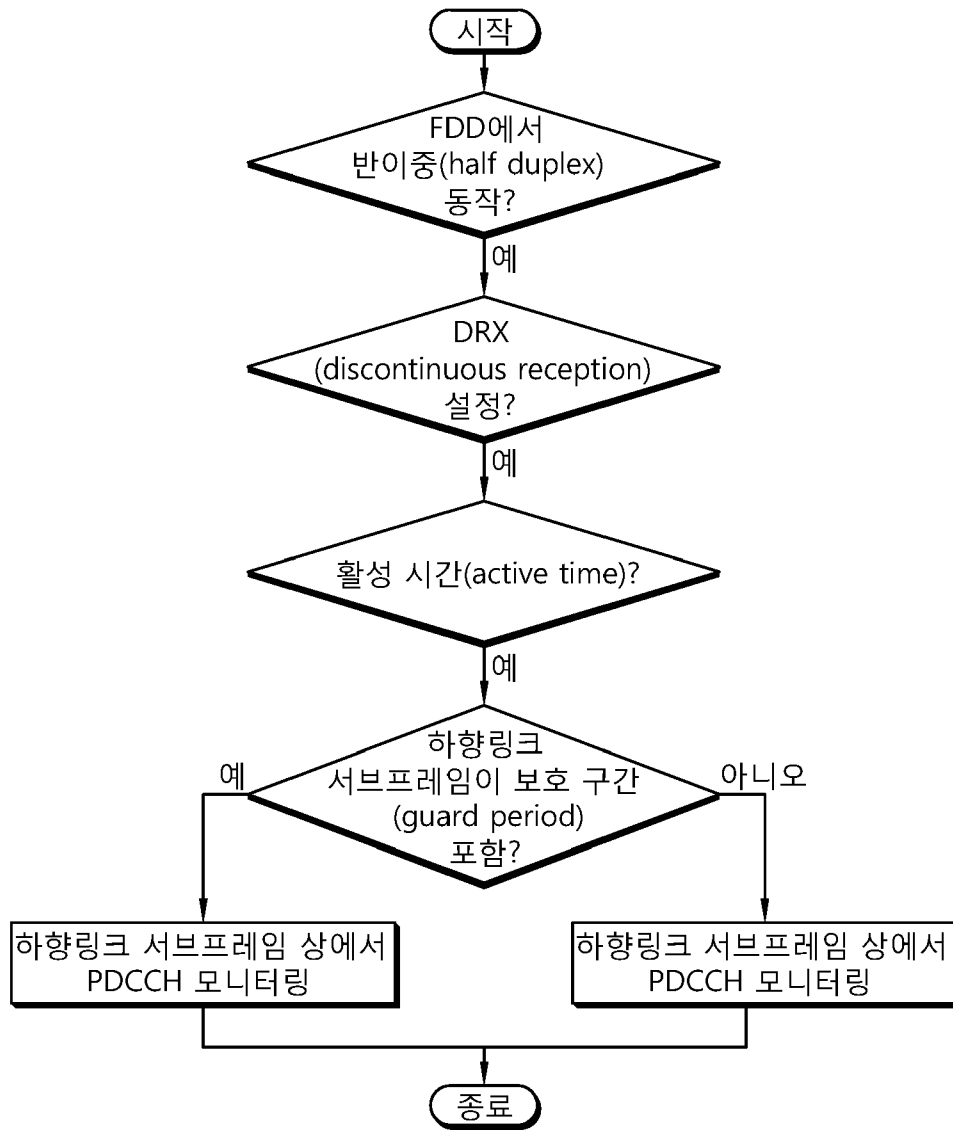
[Fig. 15]



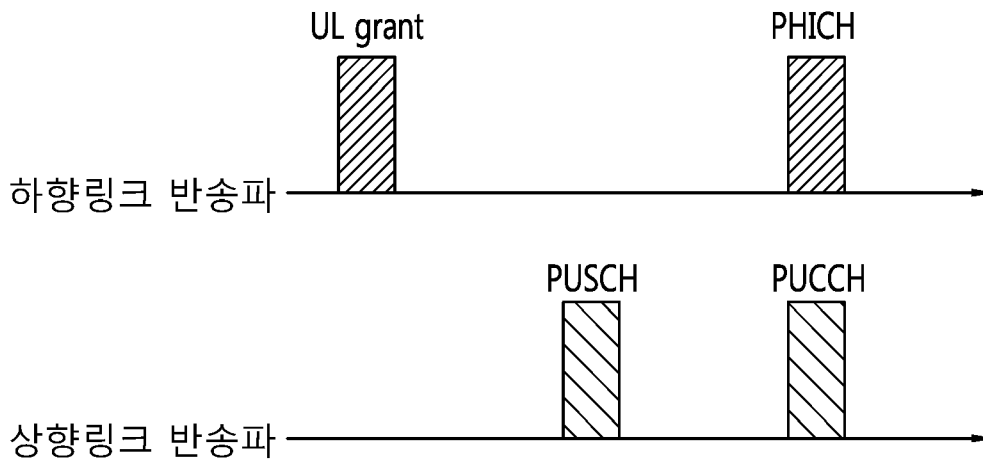
[Fig. 16]



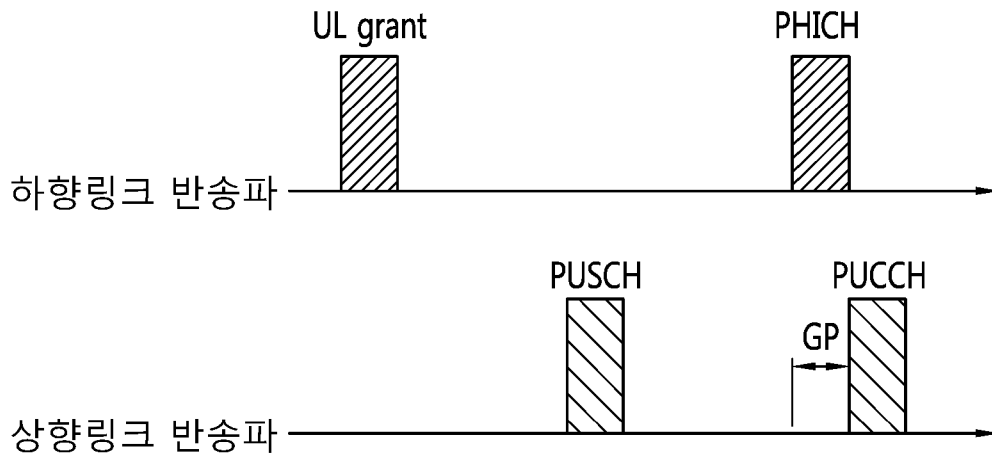
[Fig. 17]



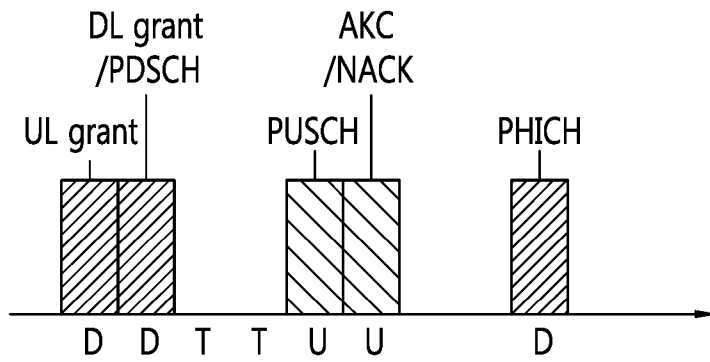
[Fig. 18a]



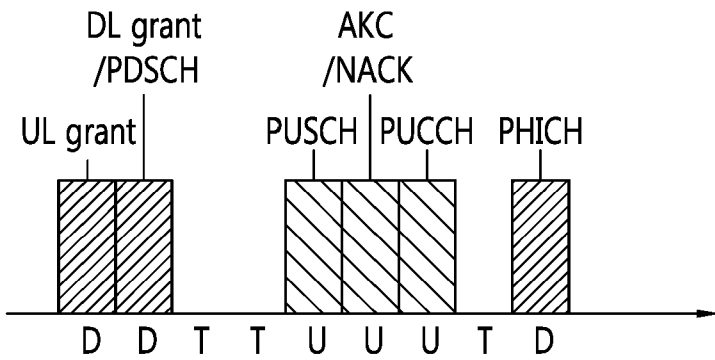
[Fig. 18b]



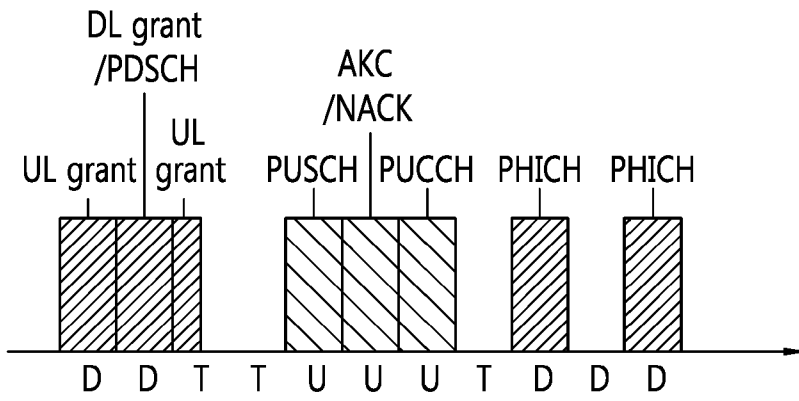
[Fig. 19a]



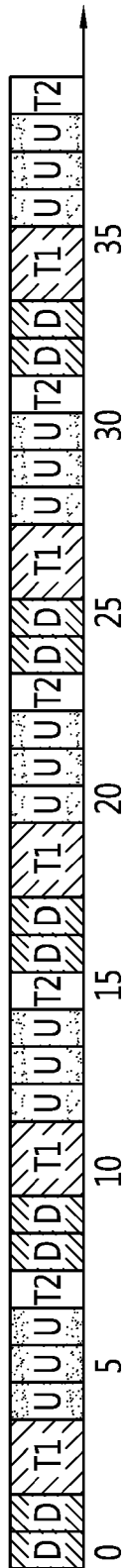
[Fig. 19b]



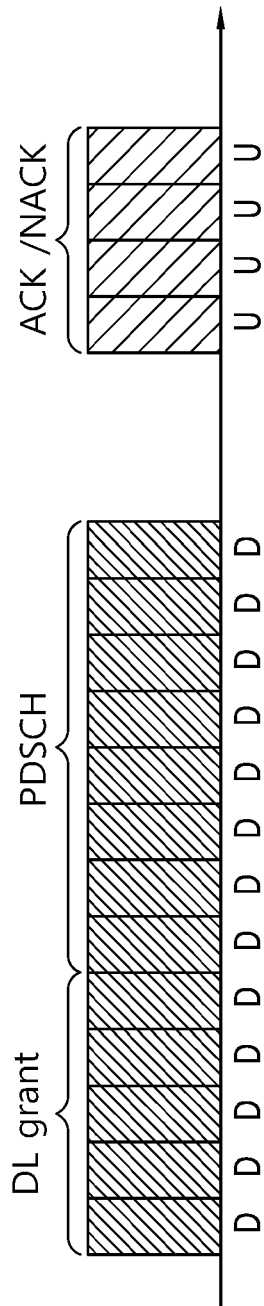
[Fig. 20]



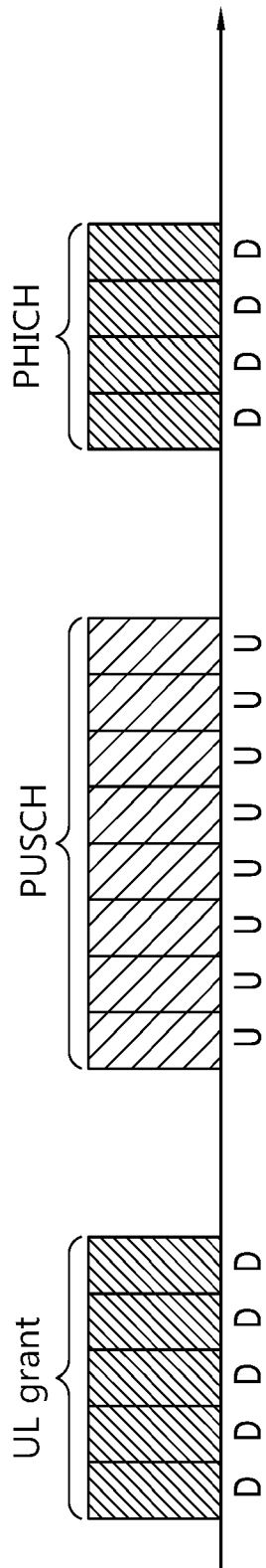
[Fig. 21]



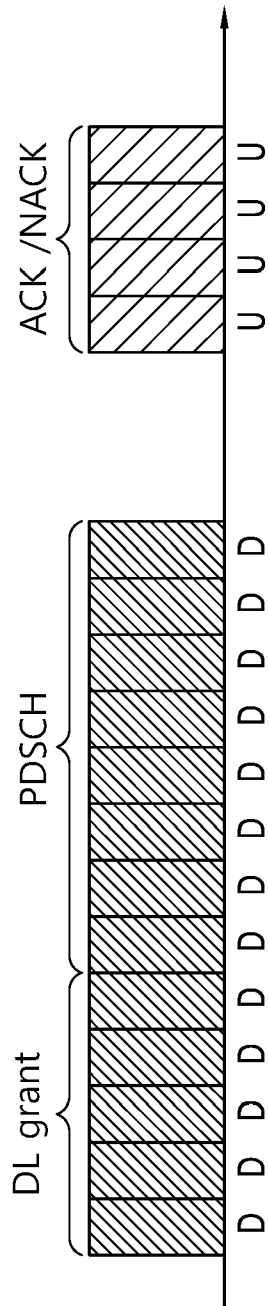
[Fig. 22a]



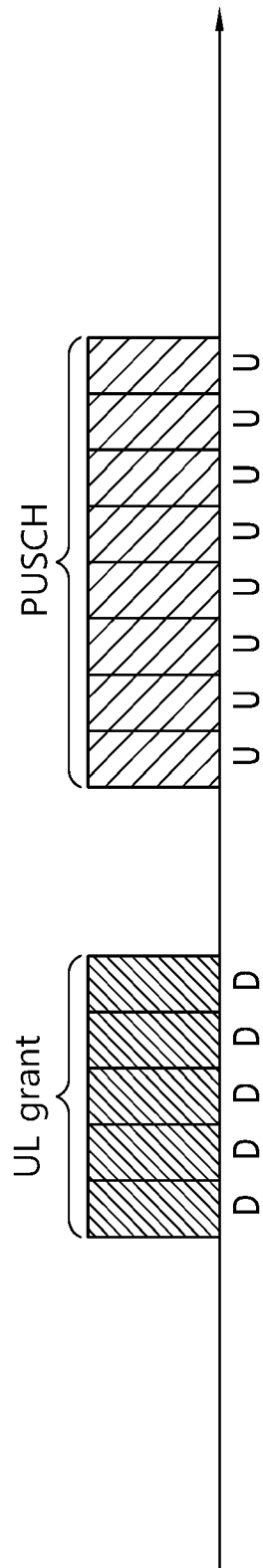
[Fig. 22b]



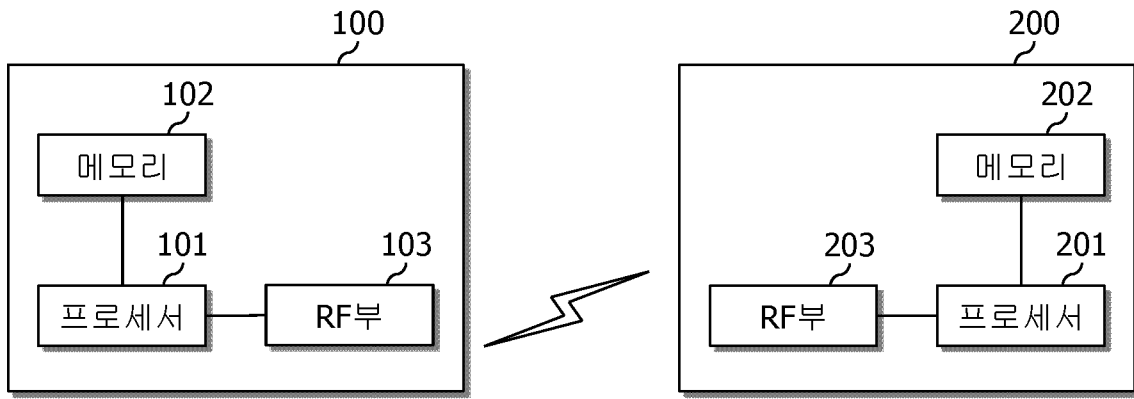
[Fig. 23a]



[Fig. 23b]



[Fig. 24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/000010

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 7/26(2006.01)i, H04B 17/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B 7/26; H04W 76/04; H04B 17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: PDCCH monitoring, FDD half-duplex, DRX, active time, pre-subframe, post-subframe, guard period

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ERICSSON et al., "Half-duplex operations support with aggregation of TDD carriers with different UL/DL configurations", R1-124773, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #71, New Orleans, USA, 02 November 2012 See pages 1-3; and figure 1.	1,3,8-10,12
A		2,4-7,11,13-16
A	HUAWEI et al., "DRX operation for half-duplex UE in different TDD UL-DL configurations", R2-125530, 3GPP TSG-RAN WG2 Meeting #80, New Orleans, USA, 02 November 2012 See pages 1-4.	1-16
A	ERICSSON et al., "MAC layer support of half-duplex UEs in TDD inter-band CA", R2-125504, 3GPP TSG-RAN WG2 Meeting #80, New Orleans, USA, 02 November 2012 See pages 1-3.	1-16
A	LG ELECTRONICS INC., "Half-duplex operation for cell-specific TDD configuration", R2-125739, 3GPP TSG-RAN WG2 Meeting #80, New Orleans, USA, 03 November 2012 See pages 1-3.	1-16
A	US 2013-0301421 A1 (YI, Seung June et al.) 14 November 2013 See paragraphs [0049]-[0111]; and figures 4-7.	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family


Date of the actual completion of the international search

23 MARCH 2015 (23.03.2015)

Date of mailing of the international search report

24 MARCH 2015 (24.03.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR


 Korean Intellectual Property Office
 Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
 Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/000010

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2013-0301421 A1	14/11/2013	EP 2692073 A2	05/02/2014
		EP 2692073 A4	27/08/2014
		WO 2012-134219 A2	04/10/2012
		WO 2012-134219 A3	03/01/2013

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
H04B 7/26(2006.01)i, H04B 17/00(2006.01)i

B. 조사된 분야
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H04B 7/26; H04W 76/04; H04B 17/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드:PDCCH 모니터링, FDD half-duplex, DRX, active time, 직전 서브프레임, 직후 서브프레임, 보호 구간

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	ERICSSON 외 1명, 'Half-duplex operations support with aggregation of TDD carriers with different UL/DL configurations', R1-124773, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #71, New Orleans, USA, 2012.11.02 페이지 1-3; 및 도면 1 참조.	1,3,8-10,12
A		2,4-7,11,13-16
A	HUAWEI 외 1명, 'DRX operation for half-duplex UE in different TDD UL-DL configurations', R2-125530, 3GPP TSG-RAN WG2 Meeting #80, New Orleans, USA, 2012.11.02 페이지 1-4 참조.	1-16
A	ERICSSON 외 1명, 'MAC layer support of half-duplex UEs in TDD inter-band CA', R2-125504, 3GPP TSG-RAN WG2 Meeting #80, New Orleans, USA, 2012.11.02 페이지 1-3 참조.	1-16
A	LG ELECTRONICS INC., 'Half-duplex operation for cell-specific TDD configuration', R2-125739, 3GPP TSG-RAN WG2 Meeting #80, New Orleans, USA, 2012.11.03 페이지 1-3 참조.	1-16
A	US 2013-0301421 A1 (SEUNG JUNE YI 외 4명) 2013.11.14 단락 [0049]-[0111]; 및 도면 4-7 참조.	1-16

추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:
 "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
 "T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
 "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
 "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일 2015년 03월 23일 (23.03.2015)	국제조사보고서 발송일 2015년 03월 24일 (24.03.2015)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 ++82 42 472 7140	심사관 강희국 전화번호 +82-42-481-8264
--	------------------------------------

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2015/000010

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2013-0301421 A1	2013/11/14	EP 2692073 A2 EP 2692073 A4 WO 2012-134219 A2 WO 2012-134219 A3	2014/02/05 2014/08/27 2012/10/04 2013/01/03