

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019년 2월 14일 (14.02.2019)

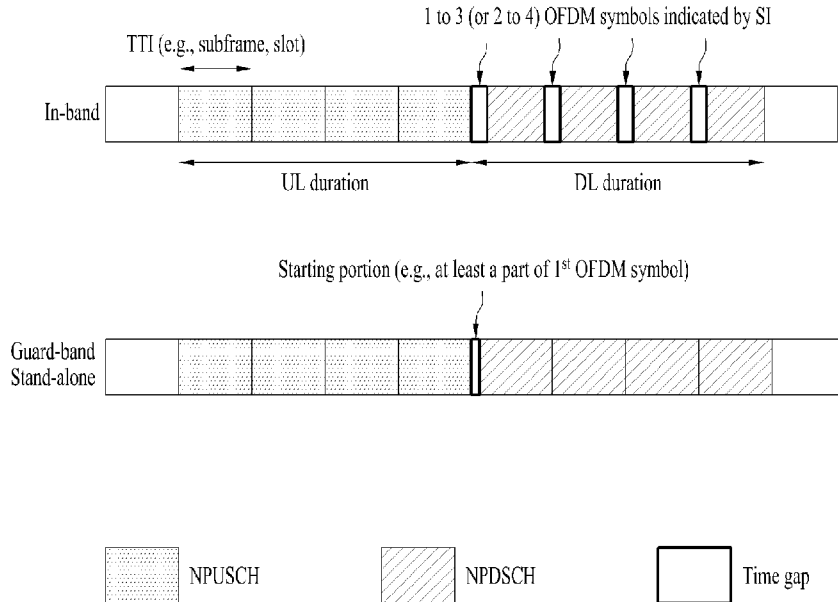


(10) 국제공개번호
WO 2019/031921 A1

- (51) 국제특허분류: *H04W 72/12* (2009.01) *H04L 1/18* (2006.01)
H04L 5/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/009187
- (22) 국제출원일: 2018년 8월 10일 (10.08.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 62/543,928 2017년 8월 10일 (10.08.2017) US
62/586,208 2017년 11월 15일 (15.11.2017) US
62/591,137 2017년 11월 27일 (27.11.2017) US
62/662,204 2018년 4월 24일 (24.04.2018) US
10-2018-0050204 2018년 4월 30일 (30.04.2018) KR
10-2018-0053607 2018년 5월 10일 (10.05.2018) KR
10-2018-0056995 2018년 5월 18일 (18.05.2018) KR
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 박창환 (PARK, Changhwan); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 신석민 (SHIN, Seokmin); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 안준기 (AHN, Joonkui); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 양석철 (YANG, Suckchel); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 황승계 (HWANG, Seunggye); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 김용인 등 (KIM, Yong In et al.); 05556 서울시 송파구 올림픽로 82, 7층 KBK특허법률사무소, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR WIRELESS SIGNAL TRANSMISSION OR RECEPTION IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 무선 신호 송수신 방법 및 장치



(57) Abstract: The present invention relates to a wireless communication system and, specifically, to a method comprising the steps of: repeatedly transmitting a PUSCH; and repeatedly receiving the PDSCH in a DL duration immediately following after repeated transmission of the PDSCH, wherein when a terminal operates in an in-band mode, each PDSCH is received from an OFDM symbol subsequent to a k-th OFDM symbol in each corresponding time unit within the DL duration (k>1), and in the case where the terminal operates in a guard-band mode or a stand-alone mode, signal reception is skipped at a starting portion of the DL duration when the PDSCH is repeatedly received.

(57) 요약서: 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 구체적으로 PUSCH을 반복 전송하는 단계; 및 상기 PUSCH의 반복 전송 이후에 바로 연이어 있는 DL 구간에서 PDSCH를 반복 수신하는 단계를 포함하되, 상기 단말이 인-밴드 모드로 동작하는 경우, 각 PDSCH는 상기 DL 구간 내의 대응되는 각 시간 유닛에서 k-번째 이후의 OFDM 심볼로부터 수신되며(k>1), 상기 단말이 가드-밴드 또는 스탠드-얼론 모드로 동작하는 경우, 상기 PDSCH의 반복 수신 시에 상기 DL 구간의 시작 부분에서 신호 수신이 스킵되는 방법이 제공된다.

[다음 쪽 계속]

WO 2019/031921 A1

AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, 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, 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, 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).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 무선 신호 송수신 방법 및 장치 기술분야

- [1] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 무선 신호 송수신 방법 및 장치에 관한 것이다. 무선 통신 시스템은 NB-IoT(Narrowband Internet of Things)-기반 무선 통신 시스템을 포함한다.

배경기술

- [2] 무선 통신 시스템이 음성이나 데이터 등과 같은 다양한 종류의 통신 서비스를 제공하기 위해 광범위하게 전개되고 있다. 일반적으로 무선통신 시스템은 가용한 시스템 자원(대역폭, 전송 파워 등)을 공유하여 다중 사용자와의 통신을 지원할 수 있는 다중 접속(multiple access) 시스템이다. 다중 접속 시스템의 예들로는 CDMA(code division multiple access) 시스템, FDMA(frequency division multiple access) 시스템, TDMA(time division multiple access) 시스템, OFDMA(orthogonal frequency division multiple access) 시스템, SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 시스템 등이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [3] 본 발명의 목적은 무선 신호 송수신 과정을 효율적으로 수행하는 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는데 있다.
- [4] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 상기 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [5] 본 발명의 일 양상으로, 무선 통신 시스템에서 단말이 신호를 수신하는 방법에 있어서, PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)을 반복 전송하는 단계; 및 상기 PUSCH의 반복 전송 이후에 바로 연이어 있는 DL 구간에서 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)을 반복 수신하는 단계를 포함하되, 상기 단말이 인-밴드 모드로 동작하는 경우, 각 PDSCH는 상기 DL 구간 내의 대응되는 각 시간 유닛에서 k-번째 이후의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼로부터 수신되며(k>1), 상기 단말이 가드-밴드 또는 스탠드-얼론 모드로 동작하는 경우, 상기 PDSCH의 반복 수신 시에 상기 DL 구간의 시작 부분에서 신호 수신에 스킵되는 방법이 제공된다.
- [6] 본 발명의 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에 사용되는 단말에 있어서, RF(Radio Frequency) 모듈; 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)을 반복 전송하고, 상기 PUSCH의 반복

전송 이후에 바로 연이어 있는 DL 구간에서 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)을 반복 수신하도록 구성되며, 상기 단말이 인-밴드 모드로 동작하는 경우, 각 PDSCH는 상기 DL 구간 내의 대응되는 각 시간 유닛에서 k-번째 이후의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼로부터 수신되며(k>1), 상기 단말이 가드-밴드 또는 스탠드-얼론 모드로 동작하는 경우, 상기 PDSCH의 반복 수신 시에 상기 DL 구간의 시작 부분에서 신호 수신에 스킵되는 단말이 제공된다.

- [7] 바람직하게, 상기 단말은 NB-IoT(Narrowband Internet of Things) 단말을 포함할 수 있다.
- [8] 바람직하게, 상기 단말이 가드-밴드 또는 스탠드-얼론 모드로 동작하는 경우, 상기 PDSCH의 반복 수신 시에 상기 DL 구간의 첫 번째 시간 유닛의 적어도 첫 번째 OFDM 심볼의 일부에서 신호 수신에 스킵될 수 있다. 이때, 상기 PDSCH의 반복 수신 시에 상기 DL 구간 내의 연속된 시간 유닛들 중 두 번째 이후의 시간 유닛에서는 첫 번째 OFDM 심볼로부터 신호가 수신될 수 있다.
- [9] 바람직하게, 상기 PUSCH의 반복 전송과 상기 PDSCH의 반복 수신은 동일한 캐리어 상에서 TDM(Time Division Multiplexing) 방식으로 수행될 수 있다.
- [10] 바람직하게, 상기 PUSCH는 NPUSCH(Narrowband PUSCH)를 포함하고, 상기 PDSCH는 NPDSCH(Narrowband PDSCH)를 포함하며, 상기 NPDSCH의 전송에 사용되는 부반송파 간격은 15kHz일 수 있다.
- [11] 바람직하게, 상기 무선 통신 시스템은 3GPP(3rd Generation Partnership Project)-기반 무선 통신 시스템을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [12] 본 발명에 의하면, 무선 통신 시스템에서 무선 신호 송수신을 효율적으로 수행할 수 있다.
- [13] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [14] 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.
- [15] 도 1은 무선 통신 시스템의 일례인 3GPP LTE(-A) 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 예시한다.
- [16] 도 2는 무선 프레임(radio frame)의 구조를 예시한다.
- [17] 도 3은 하향링크 슬롯의 자원 그리드(resource grid)를 예시한다.
- [18] 도 4는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [19] 도 5는 LTE(-A)에서 사용되는 상향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.

- [20] 도 6은 자기-완비(self-contained) 서브프레임의 구조를 예시한다.
- [21] 도 7은 3GPP NR에 정의된 프레임 구조를 예시한다.
- [22] 도 8은 LTE 대역폭 10MHz에서 인-밴드 앵커 캐리어의 배치를 예시한다.
- [23] 도 9는 FDD LTE 시스템에서 NB-IoT 하향링크 물리 채널/신호가 전송되는 위치를 예시한다.
- [24] 도 10은 인-밴드 모드에서 NB-IoT 신호와 LTE 신호의 자원 할당을 예시한다.
- [25] 도 11은 멀티-캐리어가 구성된 경우의 스케줄링을 예시한다.
- [26] 도 12~15는 본 발명에 따른 신호 송수신을 예시한다.
- [27] 도 16은 본 발명에 적용될 수 있는 기지국 및 단말을 예시한다.

발명의 실시를 위한 형태

- [28] 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)은 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부이고 LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화된 버전이다. 설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [29] 무선 통신 시스템에서 단말은 기지국으로부터 하향링크(Downlink, DL)를 통해 정보를 수신하고, 단말은 기지국으로 상향링크(Uplink, UL)를 통해 정보를 전송한다. 기지국과 단말이 송수신하는 정보는 데이터 및 다양한 제어 정보를 포함하고, 이들이 송수신 하는 정보의 종류/용도에 따라 다양한 물리 채널이 존재한다.
- [30] 도 1은 3GPP LTE(-A) 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [31] 전원이 꺼진 상태에서 다시 전원이 켜지거나, 새로이 셀에 진입한 단말은 단계 S101에서 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색(Initial cell search) 작업을 수행한다. 이를 위해 단말은 기지국으로부터 주동기 채널(Primary Synchronization Channel, P-SCH) 및 부동기 채널(Secondary Synchronization Channel, S-SCH)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID(cell identity) 등의

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

- [32] 초기 셀 탐색을 마친 단말은 단계 S102에서 물리 하향링크 제어 채널(Physical Downlink Control Channel, PDCCH) 및 물리 하향링크 제어 채널 정보에 따른 물리 하향링크 공유 채널(Physical Downlink Control Channel, PDSCH)을 수신하여 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다.
- [33] 이후, 단말은 기지국에 접속을 완료하기 위해 단계 S103 내지 단계 S106과 같은 임의의 접속 과정(Random Access Procedure)을 수행할 수 있다. 이를 위해 단말은 물리 임의의 접속 채널(Physical Random Access Channel, PRACH)을 통해 프리앰블(preamble)을 전송하고(S103), 물리 하향링크 제어 채널 및 이에 대응하는 물리 하향링크 공유 채널을 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S104). 경쟁 기반 임의의 접속(Contention based random access)의 경우 추가적인 물리 임의의 접속 채널의 전송(S105) 및 물리 하향링크 제어 채널 및 이에 대응하는 물리 하향링크 공유 채널 수신(S106)과 같은 충돌 해결 절차(Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.
- [34] 상술한 바와 같은 절차를 수행한 단말은 이후 일반적인 상향/하향링크 신호 전송 절차로서 물리 하향링크 제어 채널/물리 하향링크 공유 채널 수신(S107) 및 물리 상향링크 공유 채널(Physical Uplink Shared Channel, PUSCH)/물리 상향링크 제어 채널(Physical Uplink Control Channel, PUCCH) 전송(S108)을 수행할 수 있다. 단말이 기지국으로 전송하는 제어 정보를 통칭하여 상향링크 제어 정보(Uplink Control Information, UCI)라고 지칭한다. UCI는 HARQ ACK/NACK(Hybrid Automatic Repeat and reQuest Acknowledgement/Negative-ACK), SR(Scheduling Request), CSI(Channel State Information) 등을 포함한다. CSI는 CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator), RI(Rank Indication) 등을 포함한다. UCI는 일반적으로 PUCCH를 통해 전송되지만, 제어 정보와 트래픽 데이터가 동시에 전송되어야 할 경우 PUSCH를 통해 전송될 수 있다. 또한, 네트워크의 요청/지시에 의해 PUSCH를 통해 UCI를 비주기적으로 전송할 수 있다.
- [35] 도 2는 무선 프레임(radio frame)의 구조를 예시한다. 상향/하향링크 데이터 패킷 전송은 서브프레임 단위로 이루어지며, 서브프레임은 다수의 심볼을 포함하는 시간 구간으로 정의된다. 3GPP LTE 표준에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조와 TDD(Time Division Duplex)에 적용 가능한 타입 2의 무선 프레임 구조를 지원한다.
- [36] 도 2(a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 예시한다. 하향링크 무선 프레임은 10개의 서브프레임으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 시간 도메인(time

domain)에서 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)라 한다. 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(Resource Block, RB)을 포함한다. 3GPP LTE 시스템에서는 하향링크에서 OFDM을 사용하므로, OFDM 심볼이 하나의 심볼 구간을 나타낸다. OFDM 심볼은 또한 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간으로 지칭될 수 있다. 자원 할당 단위로서의 자원 블록(RB)은 하나의 슬롯에서 복수의 연속적인 부반송파(subcarrier)를 포함할 수 있다.

- [37] 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 CP(Cyclic Prefix)의 구성(configuration)에 따라 달라질 수 있다. CP에는 확장 CP(extended CP)와 노멀 CP(normal CP)가 있다. 예를 들어, OFDM 심볼이 노멀 CP에 의해 구성된 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 7개일 수 있다. OFDM 심볼이 확장된 CP에 의해 구성된 경우, 한 OFDM 심볼의 길이가 늘어나므로, 한 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 노멀 CP인 경우보다 적다. 예를 들어, 확장 CP의 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 6개일 수 있다. 단말이 빠른 속도로 이동하는 등의 경우와 같이 채널상태가 불안정한 경우, 심볼간 간섭을 더욱 줄이기 위해 확장 CP가 사용될 수 있다.
- [38] 노멀 CP가 사용되는 경우, 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하므로, 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼을 포함한다. 서브프레임의 처음 최대 3 개의 OFDM 심볼은 PDCCH(physical downlink control channel)에 할당되고, 나머지 OFDM 심볼은 PDSCH(physical downlink shared channel)에 할당될 수 있다.
- [39] 도 2(b)는 타입 2 무선 프레임의 구조를 예시한다. 타입 2 무선 프레임은 2개의 하프 프레임(half frame)으로 구성된다. 하프 프레임은 4(5)개의 일반 서브프레임과 1(0)개의 스페셜 서브프레임을 포함한다. 일반 서브프레임은 UL-DL 구성(Uplink-Downlink Configuration)에 따라 상향링크 또는 하향링크에 사용된다. 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다.
- [40] 표 1은 UL-DL 구성에 따른 무선 프레임 내 서브프레임 구성을 예시한다.

[41] [표1]

Uplink-downlink 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

[42] 표에서 D는 하향링크 서브프레임을, U는 상향링크 서브프레임을, S는 스페셜(special) 서브프레임을 나타낸다. 스페셜 서브프레임은 DwPTS(Downlink Pilot TimeSlot), GP(Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot TimeSlot)를 포함한다.

DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다.

UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향링크 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 보호 구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

[43] 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에서 서브프레임의 수, 슬롯의 수, 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

[44] 도 3은 하향링크 슬롯의 자원 그리드를 예시한다.

[45] 도 3을 참조하면, 하향링크 슬롯은 시간 도메인에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 여기에서, 하나의 하향링크 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원블록(RB)은 주파수 도메인에서 12개의 부반송파를 포함하는 것으로 예시되었다. 그러나, 본 발명이 이로 제한되는 것은 아니다. 자원 그리드 상에서 각각의 요소는 자원요소(Resource Element, RE)로 지칭된다. 하나의 RB는 12×7 RE들을 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함된 RB의 개수 NDL는 하향링크 전송 대역에 의존한다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

[46] 도 4는 하향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.

[47] 도 4를 참조하면, 서브프레임 내에서 첫 번째 슬롯의 앞에 위치한 최대 3(4)개의 OFDM 심볼이 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 해당한다. 남은 OFDM 심볼은 PDSCH(physical downlink shared channel)가 할당되는 데이터 영역에 해당하며, 데이터 영역의 기본 자원 단위는 RB이다. LTE 에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 예는 PCFICH(physical control format indicator channel), PDCCH(physical

downlink control channel), PHICH(physical hybrid ARQ indicator channel) 등을 포함한다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되며 서브프레임 내에서 제어 채널의 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 관한 정보를 나른다. PHICH는 상향링크 전송에 대한 응답이고 HARQ ACK/NACK(acknowledgment/negative-acknowledgment) 신호를 나른다. PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보는 DCI(downlink control information)라고 지칭된다. DCI는 상향링크 또는 하향링크 스케줄링 정보 또는 임의의 단말 그룹을 위한 상향링크 전송 전력 제어 명령(Transmit Power Control Command)를 포함한다.

[48] PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 DCI(Downlink Control Information)라고 한다. DCI 포맷(format)은 상향링크용으로 포맷 0, 3, 3A, 4, 하향링크용으로 포맷 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 2B, 2C 등의 포맷이 정의되어 있다. DCI 포맷에 따라 정보 필드의 종류, 정보 필드의 개수, 각 정보 필드의 비트 수 등이 달라진다. 예를 들어, DCI 포맷은 용도에 따라 호핑 플래그(hopping flag), RB 할당(assignment), MCS(modulation coding scheme), RV(redundancy version), NDI(new data indicator), TPC(transmit power control), HARQ 프로세스 번호, PMI(precoding matrix indicator) 확인(confirmation) 등의 정보를 선택적으로 포함한다. 따라서, DCI 포맷에 따라 DCI 포맷에 정합되는 제어 정보의 사이즈(size)가 달라진다. 한편, 임의의 DCI 포맷은 두 종류 이상의 제어 정보 전송에 사용될 수 있다. 예를 들어, DCI 포맷 0/1A는 DCI 포맷 0 또는 DCI 포맷 1을 나르는데 사용되며, 이들은 플래그 필드(flag field)에 의해 구분된다.

[49] PDCCH는 DL-SCH(downlink shared channel)의 전송 포맷 및 자원 할당, UL-SCH(uplink shared channel)에 대한 자원 할당 정보, PCH(paging channel)에 대한 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보(system information), PDSCH 상에서 전송되는 랜덤 접속 응답과 같은 상위-계층 제어 메시지의 자원 할당 정보, 임의의 단말 그룹 내에서 개별 단말에 대한 전송 전력 제어 명령, VoIP(voice over IP)의 활성화(activation) 등을 나른다. 제어 영역 내에서 복수의 PDCCH가 전송될 수 있다. 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링 할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 복수의 연속된 CCE(consecutive control channel element)의 집합(aggregation) 상에서 전송된다. CCE는 무선 채널의 상태에 따라 소정 부호율(coding rate)의 PDCCH를 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 REG(resource element group)에 대응한다. PDCCH의 포맷 및 가용한 PDCCH의 비트 수는 CCE의 개수와 CCE에 의해 제공되는 부호율 사이의 상관 관계에 따라 결정된다. 기지국은 단말에게 전송될 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, CRC(cyclic redundancy check)를 제어 정보에 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 사용 용도에 따라 유일 식별자(RNTI(radio network temporary identifier)로 지칭됨)로 마스킹 된다. PDCCH가 특정 단말을 위한 것이라면, 해당 단말의 유일 식별자(예, C-RNTI(cell-RNTI))가 CRC에 마스킹 된다. 다른 예로, PDCCH가 페이징 메시지를 위한 것이라면, 페이징 지시 식별자(예, P-RNTI(paging-RNTI))가

CRC에 마스킹 된다. PDCCH가 시스템 정보 (보다 구체적으로, 후술하는 SIB(system information block))에 관한 것이라면, 시스템 정보 식별자(예, SI-RNTI(system information RNTI))가 CRC에 마스킹 된다. 단말의 랜덤 접속 프리앰블의 전송에 대한 응답인, 랜덤 접속 응답을 지시하기 위해 RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹 된다.

- [50] PDCCH는 DCI(Downlink Control Information)로 알려진 메시지를 나르고, DCI는 하나의 단말 또는 단말 그룹을 위한 자원 할당 및 다른 제어 정보를 포함한다. 일반적으로, 복수의 PDCCH가 하나의 서브프레임 내에서 전송될 수 있다. 각각의 PDCCH는 하나 이상의 CCE(Control Channel Element)를 이용해 전송되고, 각각의 CCE는 9세트의 4개 자원요소에 대응한다. 4개 자원요소는 REG(Resource Element Group)로 지칭된다. 4개의 QPSK 심볼이 한 REG에 매핑된다. 참조 신호에 할당된 자원요소는 REG에 포함되지 않으며, 이로 인해 주어진 OFDM 심볼 내에서 REG의 총 개수는 셀-특정(cell-specific) 참조 신호의 존재 여부에 따라 달라진다. REG 개념(즉, 그룹 단위 매핑, 각 그룹은 4개의 자원요소를 포함)은 다른 하향링크 제어 채널 (PCFICH 및 PHICH)에도 사용된다. 즉, REG는 제어 영역의 기본 자원 단위로 사용된다. 4개의 PDCCH 포맷이 표 2에 나열된 바와 같이 지원된다.

[51] [표2]

PDCCH format	Number of CCEs (n)	Number of REGs	Number of PDCCH bits
0	1	9	72
1	2	8	144
2	4	36	288
3	5	72	576

- [52] CCE들은 연속적으로 번호가 매겨져 사용되고, 디코딩 프로세스를 단순화 하기 위해, n CCEs로 구성된 포맷을 갖는 PDCCH는 n의 배수와 동일한 수를 갖는 CCE에서만 시작될 수 있다. 특정 PDCCH의 전송을 위해 사용되는 CCE의 개수는 채널 조건에 따라 기지국에 의해 결정된다. 예를 들어, PDCCH가 좋은 하향링크 채널(예, 기지국에 가까움)을 갖는 단말을 위한 것인 경우, 하나의 CCE로도 충분할 수 있다. 그러나, 나쁜 채널(예, 셀 경계에 가까움)을 갖는 단말의 경우, 충분한 로버스트(robustness)를 얻기 위해 8개의 CCE가 사용될 수 있다. 또한, PDCCH의 파워 레벨이 채널 조건에 맞춰 조절될 수 있다.
- [53] LTE에 도입된 방안은 각각의 단말을 위해 PDCCH가 위치할 수 있는 제한된 세트의 CCE 위치를 정의하는 것이다. 단말이 자신의 PDCCH를 찾을 수 있는 제한된 세트의 CCE 위치는 검색 공간(Search Space, SS)으로 지칭될 수 있다. LTE에서, 검색 공간은 각각의 PDCCH 포맷에 따라 다른 크기를 갖는다. 또한,

UE-특정(UE-specific) 및 공통(common) 검색 공간이 별도로 정의된다. UE-특정 검색 공간(UE-Specific Search Space, USS)은 각 단말을 위해 개별적으로 설정되고, 공통 검색 공간(Common Search Space, CSS)의 범위는 모든 단말에게 알려진다. UE-특정 및 공통 검색 공간은 주어진 단말에 대해 오버랩 될 수 있다. 상당히 작은 검색 공간을 가진 경우, 특정 단말을 위한 검색 공간에서 일부 CCE 위치가 할당된 경우 남은 CCE가 없기 때문에, 주어진 서브프레임 내에서 기지국은 가능한 모든 단말에게 PDCCH를 전송할 CCE 자원들을 찾지 못할 수 있다. 위와 같은 블로킹이 다음 서브프레임으로 이어질 가능성을 최소화하기 위하여 UE-특정 검색 공간의 시작 위치에 단말-특정 호핑 시퀀스가 적용된다.

[54] 표 3은 공통 및 UE-특정 검색 공간의 크기를 나타낸다.

[55] [표3]

PDCCH format	Number of CCEs (n)	Number of candidates in common search space	Number of candidates in dedicated search space
0	1	-	6
1	2	-	6
2	4	4	2
3	8	2	2

[56] 블라인드 디코딩(Blind Decoding, BD)의 총 회수에 따른 계산 부하를 통제 하에 두기 위해, 단말은 정의된 모든 DCI 포맷을 동시에 검색하도록 요구되지 않는다. 일반적으로, UE-특정 검색 공간 내에서 단말은 항상 포맷 0과 1A를 검색한다. 포맷 0과 1A는 동일 크기를 가지며 메시지 내의 플래그에 의해 구분된다. 또한, 단말은 추가 포맷을 수신하도록 요구될 수 있다 (예, 기지국에 의해 설정된 PDSCH 전송모드에 따라 1, 1B 또는 2). 공통 검색 공간에서 단말은 포맷 1A 및 1C를 서치한다. 또한, 단말은 포맷 3 또는 3A를 서치하도록 설정될 수 있다. 포맷 3 및 3A는 포맷 0 및 1A와 동일한 크기를 가지며, 단말-특정 식별자 보다는, 서로 다른 (공통) 식별자로 CRC를 스크램블함으로써 구분될 수 있다. 전송모드에 따른 PDSCH 전송 기법과, DCI 포맷들의 정보 콘텐츠를 아래에 나열하였다.

[57] 전송모드(Transmission Mode, TM)

- [58] ● 전송모드 1: 단일 기지국 안테나포트로부터의 전송
- [59] ● 전송모드 2: 전송 다이버시티
- [60] ● 전송모드 3: 개-루프 공간 다중화
- [61] ● 전송모드 4: 폐-루프 공간 다중화
- [62] ● 전송모드 5: 다중-사용자 MIMO
- [63] ● 전송모드 6: 폐-루프 랭크-1 프리코딩

- [64] ● 전송모드 7: 단일-안테나 포트(포트 5) 전송
- [65] ● 전송모드 8: 이중 레이어 전송(포트 7 및 8) 또는 단일-안테나 포트(포트 7 또는 8) 전송
- [66] ● 전송모드 9: 최대 8개의 레이어 전송(포트 7 ~14) 또는 단일-안테나 포트(포트 7 또는 8) 전송
- [67] DCI 포맷
- [68] ● 포맷 0: PUSCH 전송 (상향링크)을 위한 자원 그랜트
- [69] ● 포맷 1: 단일 코드워드 PDSCH 전송 (전송모드 1, 2 및 7)을 위한 자원 할당
- [70] ● 포맷 1A: 단일 코드워드 PDSCH (모든 모드)를 위한 자원 할당의 콤팩트 시그널링
- [71] ● 포맷 1B: 랭크-1 페-루프 프리코딩을 이용하는 PDSCH (모드 6)를 위한 콤팩트 자원 할당
- [72] ● 포맷 1C: PDSCH (예, 페이징/브로드캐스트 시스템 정보)를 위한 매우 콤팩트한 자원 할당
- [73] ● 포맷 1D: 다중-사용자 MIMO를 이용하는 PDSCH (모드 5)를 위한 콤팩트 자원 할당
- [74] ● 포맷 2: 페-루트 MIMO 동작의 PDSCH (모드 4)를 위한 자원 할당
- [75] ● 포맷 2A: 개-루프 MIMO 동작의 PDSCH (모드 3)를 위한 자원 할당
- [76] ● 포맷 3/3A: PUCCH 및 PUSCH를 위해 2-비트/1-비트 파워 조정 값을 갖는 파워 콘트롤 커맨드
- [77] 도 5는 LTE(-A)에서 사용되는 상향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.
- [78] 도 5를 참조하면, 서브프레임(500)은 두 개의 0.5ms 슬롯(501)으로 구성된다. 보통(Normal) 순환 전치(Cyclic Prefix, CP)의 길이를 가정할 때, 각 슬롯은 7개의 심볼(502)로 구성되며 하나의 심볼은 하나의 SC-FDMA 심볼에 대응된다. 자원 블록(Resource Block, RB)(503)은 주파수 영역에서 12개의 부반송파, 그리고 시간 영역에서 한 슬롯에 해당되는 자원 할당 단위이다. LTE(-A)의 상향링크 서브프레임의 구조는 크게 데이터 영역(504)과 제어 영역(505)으로 구분된다. 데이터 영역은 각 단말로 전송되는 음성, 패킷 등의 데이터를 송신함에 있어 사용되는 통신 자원을 의미하며 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)을 포함한다. 제어 영역은 상향링크 제어 신호, 예를 들어 각 단말로부터의 하향링크 채널 품질보고, 하향링크 신호에 대한 수신 ACK/NACK, 상향링크 스케줄링 요청 등을 전송하는데 사용되는 통신 자원을 의미하며 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)을 포함한다. 사운드링 참조 신호(Sounding Reference Signal, SRS)는 하나의 서브프레임에서 시간 축 상에서 가장 마지막에 위치하는 SC-FDMA 심볼을 통하여 전송된다. 동일한 서브프레임의 마지막 SC-FDMA로 전송되는 여러 단말의 SRS들은 주파수 위치/시퀀스에 따라 구분이 가능하다. SRS는 상향링크 채널 상태를 기지국에게 전송하는데 사용되며, 상위 계층(예, RRC 계층)에 의해 설정된 서브프레임 주기/오프셋에 따라 주기적으로

전송되거나, 기지국의 요청에 따라 비주기적으로 전송된다.

- [79] 한편, 차세대 RAT(Radio Access Technology)에서는 데이터 전송 레이턴시를 최소화 하기 위하여 자기-완비(self-contained) 서브프레임이 고려되고 있다. 도 6은 자기-완비 서브프레임의 구조를 예시한다. 도 6에서 빗금 영역은 DL 제어 영역을 나타내고, 검정색 부분은 UL 제어 영역을 나타낸다. 표시가 없는 영역은 DL 데이터 전송을 위해 사용될 수도 있고, UL 데이터 전송을 위해 사용될 수도 있다. 한 개의 서브프레임 내에서 DL 전송과 UL 전송이 순차적으로 진행되므로 서브프레임 내에서 DL 데이터를 보내고, UL ACK/NACK도 받을 수 있다. 결과적으로 데이터 전송 에러 발생 시에 데이터 재전송까지 걸리는 시간이 줄게 되어 최종 데이터의 전달 레이턴시를 최소화 할 수 있다.
- [80] 구성/설정 가능한 자기-완비 서브프레임 타입의 예로, 적어도 다음의 4가지 서브프레임 타입을 고려할 수 있다. 각 구간은 시간 순서대로 나열되었다.
- [81] - DL 제어 구간 + DL 데이터 구간 + GP(Guard Period) + UL 제어 구간
- [82] - DL 제어 구간 + DL 데이터 구간
- [83] - DL 제어 구간 + GP + UL 데이터 구간 + UL 제어 구간
- [84] - DL 제어 구간 + GP + UL 데이터 구간
- [85] DL 제어 구간에서는 PDFICH, PHICH, PDCCH가 전송될 수 있고, DL 데이터 구간에서는 PDSCH가 전송될 수 있다. UL 제어 구간에서는 PUCCH가 전송될 수 있고, UL 데이터 구간에서는 PUSCH가 전송될 수 있다. GP는 기지국과 단말이 송신 모드에서 수신 모드로 전환하는 과정 또는 수신 모드에서 송신 모드로 전환하는 과정에서 시간 갭을 제공한다. 서브프레임 내에서 DL에서 UL로 전환되는 시점의 일부 OFDM 심볼이 GP로 설정될 수 있다.
- [86] 3GPP NR 시스템 환경에서는 하나의 단말에게 병합되는 복수의 셀들간에 OFDM 뉴모놀로지, 예를 들어 부반송파 스페이싱(SCS) 및 이에 기반한 OFDM 심볼(OS) 구간(duration)이 상이하게 설정될 수 있다. 이에 따라, 동일한 개수의 심볼로 구성된 시간 자원(예, SF, 슬롯 또는 TTI)(편의상, TU(Time Unit)로 통칭)의 (절대 시간) 구간이 병합된 셀들간에 상이하게 설정될 수 있다. 여기서, 심볼은 OFDM 심볼, SC-FDMA 심볼을 포함할 수 있다.
- [87] 도 7은 3GPP NR에 정의된 프레임 구조를 예시한다. LTE/LTE-A의 무선 프레임 구조와 같이(도 2 참조), 3GPP NR에서 하나의 무선 프레임은 10개의 서브프레임으로 구성되며 각 서브프레임은 1ms의 길이를 가진다. 하나의 서브프레임은 하나 이상의 슬롯을 포함하며 슬롯 길이는 SCS에 따라 달라진다. 3GPP NR은 15KHz, 30KHz, 60KHz, 120KHz, 240KHz의 SCS를 지원한다. 여기서, 슬롯은 도 6의 TTI에 대응한다.
- [88] 표 4는 SCS에 따라 슬롯 별 심볼의 개수, 프레임 별 슬롯의 개수와 서브프레임 별 슬롯의 개수가 달라지는 것을 예시한다.

[89] [표4]

SCS (15*2 ^u)	슬롯 내심볼의 개수	프레임 내슬롯의 개수	서브프레임 내슬롯의 개수
15KHz (u=0)	14	10	1
30KHz (u=1)	14	20	2
60KHz (u=2)	14	40	4
120KHz (u=3)	14	80	8
240KHz (u=4)	14	160	16

[90] 이하, NB-IoT(Narrow Band - Internet of Things)에 대해 설명한다. 편의상, 3GPP LTE 표준에 기반한 NB-IoT에 대해 중점적으로 설명하나, 이하의 설명은 3GPP NR 표준에도 동일하게 적용될 수 있다. 이를 위해, 일부 기술 구성들은 변경되어 해석될 수 있다(예, LTE 대역->NR 대역, 서브프레임->슬롯).

[91] NB-IoT는 인-밴드, 가드-밴드, 스탠드-얼론의 세가지 운용 모드를 지원하며, 각 모드 별로 동일한 요구 사항이 적용된다.

[92] (1) 인-밴드 모드: LTE 대역 내 자원 중 일부를 NB-IoT에 할당한다.

[93] (2) 가드-밴드 모드: LTE의 보호 주파수 대역을 활용하며, NB-IoT 캐리어는 LTE의 가장자리 부반송파에 되도록 가깝게 배치된다.

[94] (3) 스탠드-얼론 모드: GSM 대역 내 일부 캐리어를 NB-IoT에 할당한다.

[95] NB-IoT 단말은 초기 동기화를 위해 100kHz 단위로 앵커(anchor) 캐리어를 탐색하며, 인-밴드 및 가드-밴드에서 앵커 캐리어의 중심 주파수는 100kHz 채널 래스터(channel raster)로부터 ±7.5kHz 이내에 위치해야 한다. 또한, LTE PRB들 중 가운데 6개 PRB는 NB-IoT에 할당되지 않는다. 따라서 앵커 캐리어는 특정 PRB에만 위치할 수 있다.

[96] 도 8은 LTE 대역폭 10MHz에서 인-밴드 앵커 캐리어의 배치를 예시한다.

[97] 도 8을 참조하면, DC(Direct Current) 부반송파는 채널 래스터에 위치한다. 인접 PRB들간의 중심 주파수 간격은 180kHz이므로 PRB 인덱스 4, 9, 14, 19, 30, 35, 40, 45는 채널 래스터로부터 ±2.5kHz에 중심 주파수가 위치한다. 유사하게, LTE 대역폭 20MHz에서 앵커 캐리어로 적합한 PRB의 중심 주파수는 채널 래스터로부터 ±2.5kHz에 위치하며, LTE 대역폭 3MHz, 5MHz, 15MHz에서 앵커 캐리어로 적합한 PRB의 중심 주파수는 채널 래스터로부터 ±7.5kHz에 위치한다.

[98] 가드-밴드 모드의 경우, 대역폭 10MHz와 20MHz에서 LTE의 가장자리 PRB에 바로 인접한 PRB가 채널 래스터로부터 ±2.5kHz에 중심 주파수가 위치한다. 대역폭 3MHz, 5MHz, 15MHz의 경우에는 가장자리 PRB로부터 3개의 부반송파에 해당하는 보호 주파수 대역을 사용함으로써 채널 래스터로부터 ±7.5kHz에 앵커 캐리어의 중심 주파수를 위치시킬 수 있다.

[99] 스탠드-얼론 모드의 앵커 캐리어는 100kHz 채널 래스터에 정렬되며, DC

캐리어를 포함한 모든 GSM 캐리어를 NB-IoT 앵커 캐리어로 활용할 수 있다.

[100] NB-IoT는 멀티-캐리어를 지원하며, 인-밴드 + 인-밴드, 인-밴드 + 가드-밴드, guard band + 가드-밴드, 스탠드-얼론 + 스탠드-얼론의 조합이 사용될 수 있다.

[101] NB-IoT 하향링크는 15kHz 부반송파 간격을 갖는 OFDMA 방식을 사용한다. 이는 부반송파간 직교성을 제공하여 LTE 시스템과의 공존을 원활하게 한다.

[102] NB-IoT 하향링크에는 NPBCH(Narrowband Physical Broadcast Channel), NPDSCH(Narrowband Physical Downlink Shared Channel), NPDCCH(Narrowband Physical Downlink Control Channel)와 같은 물리 채널이 제공되며, NPSS(Narrowband Primary Synchronization Signal), NSSS(Narrowband Primary Synchronization Signal), NRS(Narrowband Reference Signal)와 같은 물리 신호가 제공된다.

[103] NPBCH는 NB-IoT 단말이 시스템 접속에 필요한 최소한의 시스템 정보인 MIB-NB(Master Information Block-Narrowband)를 단말에게 전달한다. NPBCH 신호는 커버리지 향상을 위해 총 8번의 반복 전송이 가능하다. MIB-NB의 TBS(Transport Block Size)는 34 비트이고, 640ms TTI 주기마다 새로 업데이트 된다. MIB-NB는 운용 모드, SFN(System Frame Number), Hyper-SFN, CRS(Cell-specific Reference Signal) 포트 개수, 채널 래스터 오프셋 등의 정보를 포함한다.

[104] NPSS는 시퀀스의 길이가 11이며 루트 인덱스(root index)가 5인 ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스로 구성된다. NPSS는 하기 수학식에 따라 생성될 수 있다.

[105] [수식1]

$$d_l(n) = S(l) \cdot e^{-j \frac{\pi n(n+1)}{11}}, \quad n = 0, 1, \dots, 10$$

[106] 여기서, OFDM 심볼 인덱스 l에 대한 S(l)은 표 5와 같이 정의될 수 있다.

[107] [표5]

Cyclic prefix length	S(3),...,S(13)										
Normal	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1

[108] NSSS는 시퀀스의 길이가 131인 ZC 시퀀스와 Hadamard 시퀀스와 같은 이진 스크램블링(binary scrambling) 시퀀스의 조합으로 구성된다. NSSS는 셀 내 NB-IoT 단말들에게 상기 시퀀스들의 조합을 통해 PCID를 지시한다.

[109] NSSS는 하기의 수학식에 따라 생성될 수 있다.

[110] [수식2]

$$d(n) = b_q(m) e^{-j2\pi\theta_f n} e^{-j \frac{\pi n'(n'+1)}{131}}$$

[111] 여기서, 수학식 2에 적용되는 변수들은 다음과 같이 정의될 수 있다.

제공되며 LTE와 동일한 방식으로 생성된다. 다만, 초기화를 위한 초기값으로 NB-PCID(Narrowband-Physical Cell ID)(또는 NCell ID, NB-IoT 기지국 ID)를 사용한다. NRS는 하나 또는 두 개의 안테나 포트를 통해 전송된다($p = 2000, 2001$).

- [118] NPDCCH는 NPBCH와 동일한 송신 안테나 구성을 가지며 DCI를 나른다. 3종류의 DCI 포맷을 지원한다. DCI 포맷 N0는 NPUSCH(Narrowband Physical Uplink Shared Channel) 스케줄링 정보를 포함하며, DCI 포맷 N1과 N2는 NPDSCH 스케줄링 정보를 포함한다. NPDCCH는 커버리지 향상을 위해 최대 2048번의 반복 전송이 가능하다.
- [119] NPDSCH는 DL-SCH(Downlink-Shared Channel), PCH(Paging Channel)와 같은 전송 채널의 데이터(예, TB)를 전송하는데 사용된다. 최대 TBS는 680비트이고, 커버리지 향상을 위해 최대 2048번 반복 전송이 가능하다.
- [120] 도 9는 FDD LTE 시스템에서 NB-IoT 하향링크 물리 채널/신호가 전송되는 위치를 예시한다.
- [121] 도 9를 참조하면, NPBCH는 매 프레임의 1번째 서브프레임, NPSS는 매 프레임의 6번째 서브프레임, NSSS는 매 짝수 프레임의 마지막(예, 10번째) 서브프레임에서 전송된다. NB-IoT 단말은 동기 신호(NPSS, NSSS)를 이용해 주파수, 심볼, 프레임 동기를 획득하고 504개의 PCID(Physical Cell ID)(즉, 기지국 ID)를 탐색한다. LTE 동기 신호는 6개 PRB를 통해 전송되고, NB-IoT 동기 신호는 1개 PRB를 통해 전송된다.
- [122] NB-IoT에서 상향링크 물리채널은 NPRACH(Narrowband Physical Random Access Channel)과 NPUSCH로 구성되며, 싱글-톤 전송과 멀티-톤 전송을 지원한다. 싱글-톤 전송은 3.5kHz와 15kHz의 부반송파 간격에 대해서 지원되며, 멀티-톤 전송은 15kHz 부반송파 간격에 대해서만 지원된다. 상향링크에서 15Hz 부반송파 간격은 LTE와의 직교성을 유지할 수 있어 최적의 성능을 제공할 수 있지만, 3.75kHz 부반송파 간격은 직교성이 와해되어 간섭으로 인한 성능열화가 발생할 수 있다.
- [123] NPRACH 프리앰블은 4개 심볼 그룹으로 구성되며, 각 심볼 그룹은 CP와 5개의 (SC-FDMA) 심볼로 구성된다. NPRACH는 3.75kHz 부반송파 간격의 싱글-톤 전송만 지원하며, 서로 다른 셀 반경을 지원하기 위해 66.7 μ s과 266.67 μ s 길이의 CP를 제공한다. 각 심볼 그룹은 주파수 도약을 수행하며 도약 패턴은 다음과 같다. 첫 번째 심볼 그룹을 전송하는 부반송파는 의사 랜덤(pseudo-random) 방식으로 결정된다. 두 번째 심볼 그룹은 1부반송파 도약, 세 번째 심볼 그룹은 6부반송파 도약, 그리고 네 번째 심볼 그룹은 1부반송파 도약을 한다. 반복 전송의 경우에는 주파수 호핑 절차를 반복 적용하며, 커버리지 향상을 위해 NPRACH 프리앰블은 최대 128번까지 반복 전송이 가능하다.
- [124] NPUSCH는 두 가지 포맷을 지원한다. NPUSCH 포맷 1은 UL-SCH 전송에 사용되며 최대 TBS는 1000비트이다. NPUSCH 포맷 2는 HARQ ACK 시그널링과

같은 상향링크 제어정보 전송에 사용된다. NPUSCH 포맷 1은 싱글-/멀티-톤 전송을 지원하며, NPUSCH 포맷 2는 싱글-톤 전송만 지원된다. 싱글-톤 전송의 경우, PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)을 줄이기 위해 $\pi/2$ -BPSK(Binary Phase Shift Keying), $\pi/4$ -QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)를 사용한다.

- [125] 스탠드-얼론과 가드-밴드 모드에서는 1 PRB에 포함된 모든 자원을 NB-IoT에 할당할 수 있다. 하지만, 인-밴드 모드의 경우는 기존 LTE 신호와의 공존을 위해 자원 매핑에 제약이 따른다. 예를 들어, 인-밴드 모드에서 LTE 제어 채널 할당 영역으로 분류되는 자원(매 서브프레임의 0~2번 OFDM 심볼)은 NPSS/NSSS에 할당될 수 없으며, LTE CRS RE에 매핑된 NPSS/NSSS 심볼은 천공된다(puncturing).
- [126] 도 10은 인-밴드 모드에서 NB-IoT 신호와 LTE 신호의 자원 할당을 예시한다. 도 10을 참조하면, NPSS 및 NSSS는 구현의 용이함을 위해 운용 모드에 상관 없이 LTE 시스템의 제어 영역에 해당하는 OFDM 심볼들(예, 서브프레임 내 처음 3개 OFDM 심볼)에서는 전송되지 않는다. 또한, LTE CRS RE와 물리 자원 상에서 충돌되는 NPSS/NSS RE는 평처리되어 LTE 시스템에 영향을 주지 않도록 매핑된다.
- [127] 셀 탐색 후 NB-IoT 단말은 PCID 외의 시스템 정보가 없는 상황에서 NPBCH를 복조한다. 따라서, LTE 제어 채널 할당 영역에 NPBCH 심볼을 매핑할 수 없다. 그리고, 시스템 정보가 없는 상황에서 NB-IoT 단말은 4개의 LTE 안테나 포트(예, $p = 0, 1, 2, 3$), 2개의 NB-IoT 안테나 포트(예, $p = 2000, 2001$)를 가정하므로 그에 따른 CRS RE 및 NRS RE에는 NPBCH가 할당될 수 없다. 따라서, NPBCH는 주어지는 가용 자원에 맞게 레이트-매칭된다.
- [128] NPBCH 복조 후 NB-IoT 단말은 CRS 안테나 포트 수에 대한 정보를 획득하지만, 여전히 LTE 제어 채널 할당 영역에 관한 정보를 알 수 없다. 따라서, SIB1(System Information Block type 1) 데이터를 전송하는 NPDSCH는 LTE 제어 채널 할당 영역으로 분류된 자원에 매핑되지 않는다.
- [129] 그러나, NPBCH와 달리 LTE CRS에 실제 할당되지 않는 RE는 NPDSCH에 할당될 수 있다. SIB1 수신 후 NB-IoT 단말은 자원 매핑과 관련된 정보를 모두 획득한 상태이므로, 기지국은 LTE 제어 채널 정보와 CRS 안테나 포트 수에 기반하여 NPDSCH(SIB1을 전송하는 경우 제외)와 NPDCCH를 가용 자원에 매핑할 수 있다.
- [130] 도 11은 FDD NB-IoT에서 멀티-캐리어가 구성된 경우의 동작을 예시한다. FDD NB-IoT에서는 DL/UL 앵커-캐리어가 기본적으로 구성되며, DL (및 UL) 논-앵커 캐리어가 추가로 구성될 수 있다. RRCConnectionReconfiguration에 논-앵커 캐리어에 관한 정보가 포함될 수 있다. DL 논-앵커 캐리어가 구성되면, 단말은 데이터를 DL 논-앵커 캐리어에서만 수신한다. 반면, 동기 신호(NPSS, NSSS), 방송 신호(MIB, SIB) 및 페이징 신호는 앵커-캐리어에서만 제공된다. DL 논-앵커 캐리어가 구성되면, 단말은 RRC_CONNECTED 상태에 있는 동안은 DL 논-앵커

캐리어만을 청취한다(listen). 유사하게, UL 논-앵커 캐리어가 구성되면, 단말은 데이터를 UL 논-앵커 캐리어에서만 전송하며, UL 논-앵커 캐리어와 UL 앵커-캐리어에서 동시 전송은 허용되지 않는다. RRC_IDLE 상태로 천이되면, 단말은 앵커-캐리어로 돌아간다.

- [131] 도 11에서 UE1은 앵커-캐리어만 구성되고, UE2는 DL/UL 논-앵커 캐리어가 추가로 구성되고, UE3은 DL 논-앵커 캐리어가 추가로 구성된 경우를 나타낸다. 이에 따라, 각 UE에서 데이터가 송신/수신되는 캐리어는 다음과 같다.
- [132] - UE1: 데이터 수신 (DL 앵커-캐리어), 데이터 송신 (UL 앵커-캐리어)
- [133] - UE2: 데이터 수신 (DL 논-앵커-캐리어), 데이터 송신 (UL 논-앵커-캐리어)
- [134] - UE3: 데이터 수신 (DL 논-앵커-캐리어), 데이터 송신 (UL 앵커-캐리어)
- [135] NB-IoT 단말은 송신과 수신을 동시에 수행하지 못하며, 송신/수신 동작은 각각 하나의 밴드로 제한된다. 따라서, 멀티-캐리어가 구성되더라도, 단말은 180 kHz 대역의 송신/수신 체인을 하나만 요구한다.
- [136] 실시예: NB-IoT를 위한 셀간 간섭 완화
- [137] NB-IoT 시스템이 TDD에서 동작하는 경우, 상향링크 반복 전송과 하향링크 반복 수신 과정에 존재하는 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임을 효과적으로 사용하기 위한 방법이 필요하다. 또한, 단말의 전력 소비 향상과 효과적인 자원 운용을 위한 기법이 필요하다. 이를 해결하기 위해, 본 발명은 크게 (1) UL/DL 인터레이스드 스케줄링 방법, (2) 하향링크 조기 종료 방법, (3) 상향링크 조기 종료 방법, (4) 스위칭 시간 확보 방법에 대해서 제안한다.
- [138] 본 발명에서 제안하는 UL/DL 인터레이스드 스케줄링 방법은 하향링크와 상향링크 송/수신에 많은 반복을 지원하는 시스템에 적용될 수 있다. 특히, 반복 송/수신 중에 하향링크와 상향링크가 번갈아 가면서 존재하는 경우에는 더욱 효과적으로 적용될 수 있다. 설명의 편의를 위해, 본 발명은 3GPP LTE Rel-13과 Rel-14의 NB-IoT 시스템을 기준으로 기술하나, 이후 release 및 eMTC와 같이 반복 전송을 필요로 하는 시스템 및 다른 일반적인 시스템에도 적용될 수 있다. 또한, 본 발명은 TDD와 같이 하향링크와 상향링크 자원의 양이 UL/DL 구성에 따라 다른 경우에 효과적으로 적용될 수 있지만, 다른 듀플렉스 모드 시스템에서도 하향링크와 상향링크 자원이 반복 전송을 하기에 부족한 경우에 활용될 수 있다.
- [139] 이하의 설명에서 NPDCCH는 PDCCH 또는 (물리) 하향링크 제어 채널로 일반화 될 수 있고, NPDSCH는 PDSCH 또는 (물리) 하향링크 공유 채널, (물리) 하향링크 데이터 채널로 일반화 될 수 있다. 또한, NPUSCH는 PUSCH 또는 (물리) 상향링크 공유 채널, (물리) 상향링크 데이터 채널로 일반화 될 수 있다.
- [140] (1) UL/DL 인터레이스드 스케줄링 방법
- [141] TDD 시스템은 시간 영역에서 특정 주기(예, LTE의 경우, 5msec 또는 10msec) 단위로 하향링크와 상향링크가 교차해서 존재한다. 만약, 하나의 HARQ 프로세스에 대해 반복 전송을 특징으로 하는 NB-IoT와 같은 시스템에서

상향링크 전송을 완료하기 전에 하향링크 수신을 허용하지 않는다면, 특정 주기로 나타나는 하향링크 자원이 낭비될 수 있다. 또한, 하향링크 수신이 완료되기 전에 상향링크 송신을 허용하지 않는 경우에도 자원이 낭비될 수 있다. 이를 극복하기 위해, 상향링크와 하향링크를 교차하여 송/수신할 수 있는 UL/DL 인터레이스드 스케줄링 기법을 제안한다.

[142] [방법 #1: 싱글 DCI로 UL/DL 스케줄링을 하는 방법]

[143] 단말은 상향링크 데이터 전송과 하향링크 데이터 수신을 하기 위해서 하향링크 자원(예, 서브프레임 또는 슬롯)에서 UL 그랜트 및 DL 그랜트를 수신할 필요가 있다. TDD 시스템과 같이 하향링크 자원이 부족한 시스템에서는 UL 그랜트와 DL 그랜트를 각각 독립적으로 수신하는 것보다는 하나의 DCI에 UL 그랜트와 DL 그랜트를 모두 포함하는 방법이 필요하다. 이를 위해, 싱글 DCI로 UL/DL 스케줄링 하는 방법을 제안하며, 해당 DCI는 "UL 그랜트", "DL 그랜트" 또는 "UL/DL 그랜트"인지를 구분하기 위한 추가적인 필드를 필요로 할 수 있다. 다음의 사항을 고려할 수 있다.

[144] ■ "UL과 DL을 동시에 스케줄링 할 수 있는 DCI (이하, DL/UL joint DCI)"는 "UL과 DL을 각각 따로 스케줄링 할 수 있는 DCI"와 다른 포맷(예, 페이로드 사이즈)으로 정의될 수 있다. 단말은 특정 시간에 두 가지의 DCI 포맷을 동시에 검출 시도하지 않을 수 있다.

[145] ■ "UL과 DL을 동시에 스케줄링 할 수 있는 DCI"와 "UL과 DL을 각각 따로 스케줄링 할 수 있는 DCI"가 동일한 페이로드 사이즈로 정의되는 경우, DCI 내에 포맷을 구별하기 위해 2비트 플래그(flag)가 포함될 수 있다.

[146] ○ 1비트 플래그는 "포맷 N0/포맷 N1 구분(differentiation)을 위한 플래그"로 정의될 수 있다. 나머지 1비트 플래그는 UL/DL을 동시에 스케줄링 하는 포맷을 지시하기 위해 사용될 수 있다. DCI 포맷 N0는 NPUSCH(Narrowband Physical Uplink Shared Channel) 스케줄링 정보를 포함하며, DCI 포맷 N1은 NPDSCH 스케줄링 정보를 포함한다. DCI 포맷 N0와 DCI 포맷 N1은 동일한 페이로드 사이즈를 갖는다.

[147] ○ 2비트로 표현되는 0부터 3까지의 값은 각각 "DL 스케줄링", "UL 스케줄링", "UL/DL 스케줄링", "DL/UL 스케줄링"을 지시할 수 있다. UL/DL과 DL/UL은 DCI 이후에 UL이 먼저 시작될지 DL이 먼저 시작될지를 구분하기 위해 사용될 수 있다.

[148] ■ UL과 DL을 동시에 스케줄링 하는 경우, UL 스케줄링 딜레이(즉, DCI-to-NPUSCH 딜레이)와 DL ACK/NACK 딜레이(즉, NPDSCH-to-ACK/NACK 딜레이)를 공통 딜레이 정보/값으로부터 유도하여 사용할 수 있다. 즉, 하나의 딜레이 값으로 UL 스케줄링 딜레이와 DL ACK/NACK 딜레이를 동시에 설정하여 DCI 페이로드 사이즈를 효과적으로 줄일 수 있다.

[149] ○ (Opt.1) 싱글 DCI(DL/UL joint DCI)는 NPUSCH 스케줄링 딜레이(NPUSCH 전송 타이밍)만을 알려주고, NPDSCH에 대한 ACK/NACK은 항상 해당

NPUSCH에 피기백 될 수 있다. 한편, ACK/NACK 피기백 여부는 NPDSCH를 디코딩 완료한 이후에 시간 축에서 남아 있는 NPUSCH 포맷 1의 서브프레임 개수(즉, 반복 전송 횟수)에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, NPUSCH 포맷 1의 남은 반복 전송 횟수가 ACK/NACK을 반복 전송하기에 불충분한 경우, 일부 ACK/NACK 반복 전송은 남은 NPUSCH 포맷 1에 피기백 되고 나머지 ACK/NACK 반복 전송은 NPUSCH 포맷 2를 통해 수행될 수 있다. 만약, NPUSCH 포맷 1의 남은 반복 전송 횟수가 ACK/NACK을 반복 전송하기에 충분하면, NPUSCH 포맷 1에 ACK/NACK을 피기백 하여 전송하고, 남은 NPUSCH 포맷 1 반복 전송 구간 동안에 NPUSCH 포맷 1은 ACK/NACK 피기백 없이 전송될 수 있다.

- [150] ○ (Opt.2) 싱글 DCI(DL/UL joint DCI)는 딜레이와 관련하여 단일 값만을 알려주고, 해당 값은 ACK/NACK 딜레이(NPDSCH-to-ACK/NACK)와 UL 스케줄링 딜레이(DCI-to-NPUSCH 딜레이)에 공통적으로 적용될 수 있다. 여기서, 공통적으로 적용된다는 것은 (1) 단일 값으로부터 동일한 딜레이 정보가 유도되거나, (2) 단일 값으로부터 각각의 딜레이 정보가 독립적으로 유도되는 것을 의미할 수 있다. (2)의 경우, 단일 값으로부터 복수의 서로 다른 딜레이 정보가 유도될 수 있다.
- [151] 도 12~14는 Opt.2에 따른 신호 전송을 예시한다. 도면에서 SCH는 자원(즉, UL, DL)에 따라 NPUSCH 또는 NPDSCH를 의미하며, U/D 그랜트는 상향링크와 하향링크를 하나의 NPDCCH로 스케줄링한 경우를 의미한다(즉, DL/UL joint DCI). 도면에서 UL과 DL은 각각 UL 캐리어와 DL 캐리어를 의미하거나, 동일 캐리어의 UL 자원(예, 서브프레임, 슬롯)과 DL 자원(예, 서브프레임, 슬롯)을 의미할 수 있다. 또한, U/D 그랜트는 상향링크 스케줄링 정보와 하향링크 스케줄링 정보가 시간 상으로 중복되지 않은 시점에 NPDCCH를 통해 전달된 경우를 의미할 수 있다. k_0 는 U/D 그랜트를 통해 지시되며, NPDSCH-to-ACK/NACK 딜레이와 DCI-to-NPUSCH 딜레이 값으로 모두 활용될 수 있다. A/N은 DL-SCH 데이터(예, 전송블록)에 대한 ACK/NACK 정보를 의미한다. DL-SCH 데이터를 NPDSCH를 통해 전송되고, UL-SCH 데이터는 NPUSCH를 통해 전송될 수 있다. UL과 DL에서 해칭이 달라지는 것은 물리 채널이 반복 전송되는 도중에 스크램블링 시퀀스 및/또는 리던던시 버전 등의 변경된 것을 의미한다.
- [152] 도 12~14를 참조하면, DL-SCH(예, NPDSCH)의 마지막 서브프레임 수신 시점으로부터 NPDSCH-to-ACK/NACK 딜레이(예, k_0) 이후에 NPUSCH 포맷 1 서브프레임이 존재하는지 여부에 따라 DL-SCH에 대한 ACK/NACK은 NPUSCH 포맷 1에 피기백 되거나(도 12~13) 따로 전송될 수 있다(도 14). 도 12는 UL-SCH(예, NPUSCH)와 DL-SCH의 서브프레임이 유사한 시점에 종료되는 경우를, 도 13은 DL-SCH의 마지막 서브프레임 이후에 UL-SCH 서브프레임이 존재하는 경우를 나타낸다. 도 13의 경우, UL-SCH 서브프레임의 전송 도중에 DL

그랜트를 모니터링 할 수 있다. 도 14는 DL-SCH의 마지막 서브프레임 이후에 UL-SCH 서브프레임이 존재하지 않는 경우를 나타낸다.

[153] [방법 #2: Separate DCI로 UL과 DL을 독립적으로 스케줄링 하는 방법]

[154] ■ 단말이 UL 데이터를 반복 전송하고 있는 경우(하나의 UL HARQ 프로세스에서 UL 데이터를 계속해서 반복 전송하고 있으며, 단말의 UL HARQ 프로세스가 모두 스케줄링 된 경우), UL 데이터의 반복 전송이 완료되기 전에 DL 서브프레임에서 NPDCCH를 모니터링 할 수 있다(도 13 참조). 이때, 단말의 UL HARQ 프로세스가 모두 스케줄링 되어 상향링크 전송 중이라면, 단말은 (상향링크 전송 중에는) 새로운 상향링크 스케줄링을 기대하지 않을 수 있다. 이에 따라, 단말의 UL HARQ 프로세스가 모두 스케줄링 되어 상향링크 전송 중이고, DL HARQ 프로세스의 일부는 스케줄링 되지 않은 경우, 단말은 UL 데이터의 반복 전송 중에 하향링크 서브프레임 구간에서 추가로 모니터링 하는 NPDCCH의 DCI는 하향링크 스케줄링을 위한 것으로 기대할 수 있다. 하향링크 스케줄링을 위한 것으로 기대되는 DCI는 DL compact DCI 포맷일 수 있다. 한편, UL 데이터의 반복 전송이 완료된 이후에는 DL 그랜트 DCI 포맷과 UL 그랜트 DCI 포맷은 정상적으로 모니터링 될 수 있다.

[155] ○ 여기서, DL compact DCI 포맷은 UL 그랜트로 해석될 가능성이 없는 포맷이다. 예를 들어, DL compact DCI 포맷은 DCI 포맷 N0/N1에서 "포맷 N0/포맷 N1 구분을 위한 플래그"가 생략된 포맷일 수 있다. 기존에 DCI 포맷 N0와 DCI 포맷 N1은 동일한 페이로드 사이즈를 가지며, 포맷 N0/포맷 N1 구분을 위한 1-비트 플래그를 이용하여 구분된다.

[156] ■ 단말이 DL 데이터를 반복 수신하고 있는 경우(하나의 DL HARQ 프로세스에서 DL 데이터를 계속해서 반복 수신하고 있는 경우), 반복 수신이 완료되기 이전 또는 반복 수신을 완료하였으나 아직 ACK/NACK을 보고하지 않은 경우에는 특정 DL 서브프레임 구간 동안 NPDCCH를 모니터링 할 수 있다. 이때, 단말의 DL HARQ 프로세스가 모두 스케줄링 되어 하향링크 수신 중이라면, 단말은 (하향링크 수신 중에는) 새로운 하향링크 스케줄링을 기대하지 않을 수 있다. 이에 따라, 단말의 DL HARQ 프로세스가 모두 스케줄링 되어 하향링크 수신 중이고, UL HARQ 프로세스 일부는 스케줄링 되지 않은 경우, 단말은 (특정 DL 서브프레임 구간 동안) 추가로 모니터링 하는 NPDCCH의 DCI는 상향링크 스케줄링을 위한 것으로 기대할 수 있다. 상향링크 스케줄링을 위한 것으로 기대되는 DCI는 UL compact DCI 포맷일 수 있다. 여기서, UL compact DCI는 UL 조기 종료를 위한 것으로 사용될 수 있다(예, 방법 #6~8 참조). 한편, DL 데이터의 반복 수신이 완료되고 DL 데이터에 대한 ACK/NACK이 보고된 경우, DL 그랜트 DCI 포맷과 UL 그랜트 DCI 포맷은 정상적으로 모니터링 될 수 있다.

[157] ○ 여기서, UL compact DCI 포맷은 DL 그랜트로 해석될 가능성이 없는 포맷이다. 예를 들어, UL compact DCI 포맷은 DCI 포맷 N0/N1에서 "포맷

- N0/포맷 N1 구분을 위한 플래그"가 생략된 포맷일 수 있다.
- [158] ○ 여기서, UL compact DCI 포맷은 수신 중이던 DL 데이터에 대한 ACK/NACK을 보고하라고 요청하기 위해 설계된 포맷일 수 있다. UL compact DCI 포맷을 수신한 경우에 단말은 최초 설정된 DL 데이터의 반복 횟수까지 모두 수신 완료하기 이전에 DL 데이터에 대한 ACK/NACK (또는 ACK인 경우에 한정해서)을 지시된 UL 자원(예, NPUSCH)을 이용하여 보고할 수 있다.
- [159] ■ 단말이 UL 데이터를 반복 전송하고 있으며(하나의 UL HARQ 프로세스에서 UL 데이터를 계속해서 반복 전송하고 있으며, 단말의 UL HARQ 프로세스가 모두 스케줄링 된 경우), 단말의 모든 DL HARQ 프로세스가 이미 스케줄링 되었거나, DL HARQ 프로세스에 대한 ACK/NACK 보고가 완료되지 않은 경우에는 DL 서브프레임 구간에서 NPDCCH 모니터링을 수행하지 않을 수 있다(예, NPDCCH 모니터링을 스킵).
- [160] [방법 #3: DCI 모니터링을 설정하는 방법]
- [161] ■ UL/DL 인터레이스드 스케줄링은 특정 CE(Coverage Enhancement) 레벨 이상(또는 이하)의 단말에게만 적용 가능할 수 있다. 3GPP LTE Rel-14를 참조하면, MME(Mobility Management Entity)는 최대 3개의 CE 레벨, 즉 CE 레벨 0~2까지 구성할 수 있다. CE 레벨 값에 따라 메시지들은 단말 위치에 따라 여러 번 반복 전송된다.
- [162] ○ 특정 CE 레벨 미만(또는 초과)의 단말은 스케줄링 받은 UL 또는 DL HARQ 프로세스가 완료 되기 이전에는 NPDCCH를 모니터링 하지 않을 수 있다(예, NPDCCH 모니터링을 스킵).
- [163] ○ 다만, 2 이상의 HARQ 프로세스를 갖는 단말은 스케줄링 받은 UL 또는 DL HARQ 프로세스가 완료 되기 이전에도 NPDCCH를 모니터링 할 수 있다.
- [164] ■ UL/DL 인터레이스드 스케줄링은 특정 R_{max} 이하(또는 이상)로 설정된 NPDCCH에 대해서만 적용 가능할 수 있다. 여기서, R_{max} 는 NPDCCH 반복 전송 횟수를 나타낸다.
- [165] ■ UL/DL 인터레이스드 스케줄링은 특정 반복 전송 횟수 이상(또는 이하)로만 NPUSCH 및/또는 NPDSCH를 스케줄링 할 수 있다.
- [166] ■ 설정된 반복 전송 횟수만큼의 NPUSCH 전송을 완료하기 이전에 특정 하향링크 서브프레임/슬롯 구간에서 NPDCCH 모니터링을 할 수 있다(예, 도 13 참조).
- [167] ○ NPUSCH 반복 전송이 특정 시간보다 긴 경우, 단말은 NPDCCH 모니터링 캐리어(도 11 참조)에서 NPDCCH 검출 시도를 일정 시간 동안 할 수 있다. 여기서, 특정 시간은, UL 갭이거나 하향링크 동기를 트래킹 하기 위해 허용된 값일 수 있다.
- [168] ○ NPUSCH 전송을 지시한 UL 그랜트에서 NPDCCH 모니터링을 위한 갭 구간을 직접 지시할 수 있다.
- [169] 상술한 바와 같이, UL/DL 인터레이스드 스케줄링은 시간 축에서 불연속적으로

교차하는 하향링크와 상향링크 서브프레임(슬롯)을 효과적으로 사용할 수 있다. 하지만, UL/DL 인터레이스드 스케줄링에는 추가적인 NPDCCH 모니터링이 필요하여 단말의 전력을 더욱 많이 소모시킬 수 있다. 이를 완화하기 위한 방법으로, 단말은 특정 조건에서만 UL/DL 인터레이스드 스케줄링을 기대하거나 추가적으로 NPDCCH 모니터링을 수행하도록 할 수 있다. 예를 들어, 상향링크 반복 전송 사이에 존재하는 하향링크 서브프레임의 수가 특정 값 (또는 비율)보다 작거나, NPDCCH 최대 반복 전송 횟수(R_{max})보다 같거나 작은 경우에만 단말은 추가적인 NPDCCH 모니터링을 기대/수행할 수 있다. 또는, NPUSCH 반복 전송 횟수가 특정 값보다 큰 경우 하향링크 동기 트래킹 등을 위해 NPUSCH 전송을 일부 구간 동안 연기(postpone)하는 조건이 발생되면, 해당 구간에서 NPDCCH를 추가로 모니터링 할 수 있다. 이는 단말의 UL/DL 스위칭 갭을 고려하여 설정될 수 있다. 또한, NPUSCH를 스케줄링한 UL 그랜트에서 NPUSCH 반복 전송 중에 NPDCCH를 모니터링 할 수 있는 특정 구간을 명시적으로 설정할 수도 있다.

[170] **(2) 하향링크 조기 종료 방법**

[171] 협밴드를 사용하면서 큰 MCL(Max Coupling Loss)을 지원하는 NB-IoT 시스템의 측정 정확도는 와이드밴드를 사용하는 시스템과 비교하여 상대적으로 나쁘다. 이로 인해, 기지국은 단말에서 측정한 부정확한 측정을 기반으로 NPDSCH 반복 전송 횟수를 과도하게 높은 값으로 설정할 수 있다. 이 경우, 단말은 설정된 반복 전송 횟수만큼 NPDSCH를 수신하기 전에 디코딩을 성공할 수 있다. 이와 같은 자원 낭비를 극복하기 위해서는 NPDSCH 반복 수신을 완료하기 이전에 DL ACK/NACK을 보고할 수 있는 방법이 필요하다. 특히, TDD 시스템과 같이 시간 축에서 상향링크와 하향링크 자원이 교차하는 경우에는 하향링크 반복 수신 중에 존재하는 상향링크 자원을 이용하여 ACK/NACK을 빠르게 보고할 수 있는 방법을 효과적으로 적용할 수 있다.

[172] **[방법 #4: DL 조기 종료 설정 방법]**

[173] ■ 상향링크와 하향링크 자원이 시간 영역에서 교차하여 존재하는 경우, 하향링크 반복 수신 중에 존재하는 상향링크 자원에서 ACK을 빠르게 보고할 수 있다.

[174] ○ 설정된 DL HARQ 프로세스의 반복 수신이 완료되기 이전에, 상향링크로 보고하는 DL 디코딩 결과는 ACK에 대해서만 허용될 수 있다.

[175] ■ DL 그랜트에서 스케줄드 DL HARQ 프로세스에 대해 복수의 ACK/NACK 보고 딜레이를 설정할 수 있다.

[176] ○ 단말은 NPDSCH 반복 수신 중에 ACK이 발생된 경우에 한하여, 가장 긴 ACK/NACK 보고 딜레이보다 빠른 ACK/NACK 보고 딜레이에 대응하는 상향링크 자원(예, 서브프레임, 슬롯)에 설정된 ACK/NACK 자원을 이용하여 ACK을 보고할 수 있다.

[177] ○ 가장 긴 ACK/NACK 보고 딜레이 이전에 ACK을 보고하지 않은 경우, 설정된

- 마지막 ACK/NACK 자원(즉, 가장 긴 ACK/NACK 보고 딜레이에 설정된 ACK/NACK 자원)을 이용하여 ACK 또는 NACK을 보고할 수 있다.
- [178] ○ 가장 긴 ACK/NACK 보고 딜레이 이전에 ACK을 보고했지만, 기지국으로부터 명시적/묵시적으로 해당 DL HARQ 프로세스에 대한 전송 중단 등의 지시가 없는 경우 설정된 마지막 ACK/NACK 자원을 이용하여 ACK 또는 NACK을 보고할 수 있다.
- [179] 예를 들어, 기지국은 DL 그랜트로 NPDSCH를 스케줄링 할 때, 복수의 DL ACK/NACK 보고 자원을 설정할 수 있다. 여기서, 각각의 DL ACK/NACK 보고 자원은 각각의 ACK/NACK 보고 딜레이에 대응될 수 있다. 복수의 DL ACK/NACK 보고 자원을 순차적으로 1 ~ N이라고 할 때($N > 1$), ACK/NACK 자원 1 ~ N-1은 수신 중이던 NPDSCH의 디코딩 결과가 ACK인 경우에만 사용될 수 있다. 한편, ACK/NACK 자원 1 ~ N-1을 이용하여 ACK을 한번도 보고하지 않았거나, ACK을 보고 하였지만 기지국에서 명시적으로 또는 묵시적으로 해당 DL HARQ 프로세스를 멈춘다고 지시하지 않는 경우, 단말은 ACK/NACK 자원 N을 이용하여 ACK 또는 NACK을 보고할 수 있다. 여기서, ACK/NACK 자원 N은 가장 긴 ACK/NACK 보고 딜레이에 대응한다.
- [180] ■ DL 반복 수신을 완료하기 이전에 ACK이 발생하였으며, UL 데이터 전송이 스케줄링 된 경우
- [181] ○ NPDSCH 반복 수신과 함께 NPUSCH 포맷 1 전송을 하고 있는 경우, NPDSCH 디코딩 결과 ACK이 발생하면, 전송 중이던 NPUSCH 포맷 1을 특정 시간 동안 멈추고, NPUSCH 포맷 2를 통해 ACK을 전송할 수 있다.
- [182] ○ 이와 달리, ACK은 전송 중에 있는 NPUSCH 포맷 1에 될 수 있으며, NPUSCH 포맷 1에서 ACK이 실리는 위치에 있는 데이터는 평처링 될 수 있다. 한편, NACK은 NPUSCH 포맷 1에 피기백 되지 않을 수 있다.
- [183] [방법 #5: ACK/NACK과 UL 데이터 동시 전송 방법]
- [184] ■ ACK/NACK과 UL 데이터가 다중화 될 수 있다(ACK/NACK 피기백)
- [185] ○ UL 데이터 전송을 위한 NPUSCH 포맷 1의 톤 수가 1RB (12개 톤)보다 작은 경우, NPUSCH 포맷 1과 ACK/NACK 보고를 위한 NPUSCH 포맷 2는 FDM 될 수 있다.
- [186] ○ ACK/NACK은 시간 축에서 NPUSCH 포맷 1의 DMRS 양 옆 OFDM 심볼에 매핑될 수 있으며, DMRS 양 옆의 NPUSCH 포맷 1 데이터는 평처링 될 수 있다.
- [187] ○ NPUSCH 포맷 1의 반복 전송을 일부 생략하고, ACK/NACK이 전송될 수 있다.
- [188] ○ NPUSCH 포맷 1의 톤 개수가 1RB보다 작은 경우, ACK(또는 ACK/NACK)을 피기백 해서 전송할 수 있는 자원과 ACK(또는 ACK/NACK)을 피기백 하지 않는 데이터 자원을 FDM으로 다중화하여 기지국에서 ACK(또는 ACK/NACK)과 데이터를 구분할 수 있다.
- [189] ○ ACK/NACK을 피기백 하는 NPUSCH 포맷 1은 ACK/NACK을 피기백 하지

않는 NPUSCH 포맷 1보다 높은 전력으로 전송될 수 있도록 허용될 수 있다.

[190] ■ ACK/NACK과 UL 데이터를 따로 전송할 수 있다.

[191] ○ DL 그랜트-to-ACK/NACK 딜레이와 UL 그랜트-to-NPUSCH 포맷 1 스케줄링 딜레이를 하나의 값으로 설정할 수 있다. 스케줄링 딜레이 이후에 ACK/NACK 보고를 위한 NPUSCH 포맷 2의 전송을 먼저 시작하고, NPUSCH 포맷 2의 반복 전송이 완료된 이후에 NPUSCH 포맷 1을 연이어 전송할 수 있다. 즉, NPUSCH 포맷 1과 ACK/NACK 보고를 위한 NPUSCH 포맷 2는 TDM 될 수 있다.

[192] ○ ACK/NACK을 스페셜 서브프레임에서 전송할 수 있다.

[193] ○ DL 그랜트에서 해당 DL HARQ 프로세스에 대해서 복수의 ACK/NACK 보고 딜레이를 설정할 수 있다. 단말은 NPDSCH 반복 수신 중에 ACK이 발생하는 경우에 한하여, 가장 긴 ACK/NACK 보고 딜레이보다 빠른 ACK/NACK 보고 딜레이에 할당된 ACK/NACK 자원을 이용하여 ACK을 보고할 수 있다. 가장 긴 ACK/NACK 보고 딜레이 이전에 ACK을 보고 하지 않은 경우, 설정된 마지막 ACK/NACK 자원(예, 가장 긴 ACK/NACK 보고 딜레이에 대응하는 상향링크 자원(예, 서브프레임, 슬롯)에 설정된 ACK/NACK 자원을 이용하여 ACK 또는 NACK을 항상 보고할 수 있다.

[194] (3) 상향링크 조기 종료 방법

[195] 협밴드를 사용하면서 큰 MCL을 지원하는 NB-IoT 시스템의 측정 정확도는 와이드밴드를 사용하는 시스템과 비교하여 상대적으로 나쁘다. 이에 따라, 기지국은 단말에서 측정한 부정확한 측정을 기반으로 NPUSCH 반복 전송 횟수를 과도하게 높은 값으로 설정할 수 있다. 따라서, 기지국은 설정된 반복 전송 횟수만큼 NPUSCH를 수신하기 전에 디코딩을 성공할 수 있다. 이 경우, UL 데이터에 대한 ACK을 하향링크로 빨리 피드백 하여 불필요한 UL 자원 사용을 줄이고 단말의 불필요한 전력 소모를 예방할 수 있다.

[196] [방법 #6: UL 조기 종료 설정 방법]

[197] ■ NPUSCH 반복 전송을 완료하기 이전에, 하향링크 서브프레임 구간에서 NPDCCH 모니터링을 할 수 있다.

[198] ○ 명시적(Explicit) ACK 채널을 모니터링 할 수 있다. NACK은 NPUSCH 반복 전송 완료 이전에 따로 전송하지 않을 수 있다.

[199] ○ UL 그랜트를 모니터링 하여 묵시적으로 ACK을 보고 받을 수 있다. 예를 들어, 전송 중이던 UL HARQ 프로세스에 대한 새로운 UL 그랜트가 설정되는 경우, 단말은 전송 중이던 UL HARQ 프로세스에 대해 ACK이 수신된 것으로 해석할 수 있다.

[200] ○ NPUSCH 반복 전송을 지시된 횟수만큼 완료하기 이전에 단말이 모니터링 하는 NPDCCH DCI는 UL 조기 종료 용으로 설계된 UL compact DCI일 수 있다. 예를 들어, 단말은 UL 조기 종료 용으로 설계된 UL compact DCI에 대해서만 블라인드 디코딩을 시도할 수 있다. 이때, UL compact DCI의 최대 반복 전송 횟수는 UL 그랜트를 위한 (normal) DCI의 최대 반복 전송 횟수보다 작을 수 있다.

- [201] ○ DL 그랜트를 모니터링 하여 묵시적으로(implicitly) ACK을 보고 받을 수 있다. 예를 들어, 1) UL 전송이 완료되기 전에, 또는 2) UL 전송을 완료하였지만 해당 UL HARQ 프로세스에 대한 ACK/NACK 정보를 수신하지 않은 경우에, DL 그랜트를 수신하면 단말은 전송 중이던 UL HARQ 프로세스에 대해 ACK이 수신된 것으로 해석할 수 있다.
- [202] ■ NPUSH 반복 전송이 특정 조건을 만족하지 않는 경우 UL 조기 종료를 위한 NPDCCH 모니터링을 시도하지 않을 수 있다. 단말이 NPUSCH 반복 전송 중에 존재하는 하향링크 서브프레임에서 항상 NPDCCH를 모니터링 하는 것은 불필요한 전력 소모를 발생시킬 수 있기 때문이다. 이에 따라, 반복 전송 중이던 NPUSCH가 ACK으로 디코딩 될 확률이 아주 적은 경우에는 UL 조기 종료를 위한 NPDCCH 모니터링을 생략할 수 있다. 예를 들어, 특정 조건은 다음과 같다.
- [203] ○ NPUSCH 반복 전송을 UL 그랜트에서 지시 받은 NPUSCH 반복 전송 횟수보다 특정 비율 이상 완료하지 않은 경우
- [204] ○ NPUSCH 반복 전송 중에 나타나는 NPDCCH 모니터링이 가능한 하향링크 서브프레임 구간이 특정 값보다 짧은 경우 (즉, UL 조기 종료를 위해서 ACK을 피드백 할 수 있는 하향링크 서브프레임 수가 일정 값 보다 작은 경우)
- [205] ○ UL 그랜트에서 지시 받은 NPUSCH 반복 전송 횟수가 특정 값보다 낮은 경우
- [206] ○ NPDSCH가 인터레이스드 스케줄링 되어 NPUSCH 전송과 NPDSCH 수신을 인터레이싱하여 진행하고 있는 경우. 즉, UL/DL 데이터가 인터레이스드 스케줄링 되서 송/수신 중인 경우에는 NPUSCH 반복 전송 중에 존재하는 하향링크 서브프레임 구간에서 NPDCCH 모니터링 대신 NPDSCH 수신을 우선적으로 수행할 수 있다.
- [207] [방법 #7: UL 전송 중에 명시적 ACK/NACK 모니터링 방법]
- [208] ■ NPUSCH 전송 시점과 특정 시간 간격을 가진 하향링크 서브프레임에서 UL HARQ 프로세스에 대한 ACK을 전송할 수 있다. NACK은 따로 전송되지 않을 수 있다. UL 조기 종료를 위해 NPUSCH 반복 전송 중에 모니터링 하는 ACK/NACK 채널은 명시적 ACK 채널(synchronous ACK/NACK)로 설계될 수 있다. 여기서, 명시적 ACK 채널은 NPUSCH 전송 자원과 특정 관계를 갖는 하향링크 자원/구간에서 항상 ACK을 보고하도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 명시적 ACK 채널을 위한 자원(예, 전송 시점/주파수 톤)은 UL HARQ 프로세스의 데이터를 전송하던 NPUSCH 포맷 1의 시작 서브프레임(또는 슬롯), 톤의 위치/수 및/또는 반복 전송 횟수와 특정한 관계로 정의되어 예약될 수 있다. 따라서, 단말은 NPUSCH 포맷 1의 전송 중, 약속된 특정 하향링크 자원에서 해당 UL HARQ 프로세스에 대한 ACK을 모니터링 할 수 있다. ACK이 검출되지 않으면, 단말은 전송 중이던 NPUSCH 포맷 1을 계속 전송할 수 있다.
- [209] [방법 #8: UL 전송 중에 묵시적 ACK/NACK(DCI) 모니터링 방법]
- [210] ■ 전송 중이던 NPUSCH 포맷 1의 UL HARQ 프로세스에 대한 NDI(New Data Indicator)가 토클되어 묵시적으로 ACK을 알려 주는 경우, 신규 데이터 전송을

생략할 수 있는지 여부를 따로 지시할 수 있다. 묵시적 ACK/NACK 방법은 전송 완료하거나 전송 중이던 UL HARQ 프로세스에 대한 NDI (UL 그랜트)를 토글링 함으로써 UL 데이터에 대한 ACK/NACK을 피드백 하는 것으로 해석하는 방법이다. 이때, UL HARQ 프로세스에 대한 NDI가 토글링되면, 해당 UL HARQ 프로세스에서 새로운 데이터를 전송하도록 지시/해석되며, NDI가 토글링 되지 않는다면 전송 완료하거나 전송 중이던 UL HARQ 프로세스를 재전송 또는 계속 전송하라는 의미로 지시/해석될 수 있다. 만약, UL HARQ 프로세스에 대해 ACK이 발생하였거나, 더 이상의 신규 데이터 전송을 필요로 하지 않는 경우에는 조기 UL 종료를 시킬 방법이 없거나, 효과가 줄어들 수 있다. 즉, HARQ-ACK 피드백이 ACK으로 해석되므로 단말은 해당 UL HARQ 프로세스에 대한 데이터 전송을 멈추겠지만, 전송할 새로운 데이터가 존재하는지 여부에 관계 없이 새로운 전송을 시작해야 하기 때문이다. 이를 해결하기 위해, UL 그랜트에서 UL HARQ 프로세스의 NDI와 함께 신규 데이터 전송을 생략할 수 있는지 여부를 명시적으로 알려줄 수 있다.

[211] ■ UL 그랜트에서 지시 받은 NPUSCH 반복 전송 횟수만큼 NPUSCH 전송을 완료하기 이전에 새롭게 수신된 UL 그랜트에서 UL HARQ 프로세스에 대한 NDI가 토글 되더라도 해당 UL HARQ 프로세스에 대한 신규 데이터 전송은 하지 않을 수 있다. 예를 들어, UL 그랜트에서 지시 받은 NPUSCH 반복 전송을 모두 완료하기 이전에 새로운 UL 그랜트에서 전송 중이던 UL HARQ 프로세스의 NDI가 토글링 되는 경우, 단말은 전송 중이던 NPUSCH 포맷 1을 멈추고, 이전에 설정된 NPUSCH 포맷 1 반복 전송 횟수의 남은 시간만큼은 신규 데이터를 전송하지 않도록 할 수 있다.

[212] (4) UL/DL 인터레이싱간의 트랜시버(transceiver) 스위칭(DL-to-UL 및 UL-to-DL)을 위한 시간 갭을 확보하는 방법

[213] 일반적으로 DL-to-UL과 UL-to-DL 스위칭을 위해 트랜시버 스위칭 시간이 필요하다. 스위칭 시간이 확보되지 못한 경우, UL-to-DL 또는 DL-to-UL 인터레이스드 송/수신에서 앞서 전송되는 (물리) 채널의 마지막 구간 및/또는 뒤이어 전송되는 (물리) 채널의 처음 구간의 사용에 제약이 있을 수 있다. 이를 해결하기 위해, 시간 갭을 확보하는 방법이 필요하나, 운용 모드 등에 따라 구체적이 방법이 다르게 적용될 수 있다. 또한, 시간 갭을 확보하기 위해 사용되는 시간(즉, 단말이 하향링크 신호 수신을 기대하지 않거나, 상향링크 신호 전송이 허용되지 않는 구간)이, TTI 또는 하나의 물리 채널이 온전히 전송되기 위해 사용되는 기본 단위 시간(예, 서브프레임, 슬롯)에서 일부에 해당하는 경우, 기본 단위 시간 내에서 전송이 허용되거나 수신을 기대할 수 있는 시간 구간의 채널을 어떻게 구성할 것인가에 대해 다양한 방법이 있을 수 있다. 예를 들어, 시간 갭으로 사용되는 구간의 신호를 무시하거나, 시간 갭 구간을 고려해 전송/수신 채널의 레이트-매칭을 달리할 수 있다.

[214] [방법 #9: UL/DL 인터레이싱간의 트랜시버 스위칭(DL-to-UL 및 UL-to-DL)을

위한 시간 갭을 확보하는 방법]

- [215] ■ 인터레이스드 스케줄링 및 인터레이스드 채널의 송/수신은 운용 모드에 따라 상이한 시간 갭을 필요로 할 수 있다.
- [216] ○ 인-밴드 운용 모드인 경우,
- [217] - NPDCCH/NPDSCH 수신과 NPUSCH 송신 사이에 명시적 시간 갭은 필요 없을 수 있다. 따라서, NPDCCH/NPDSCH 수신과 NPUSCH 송신 사이에 명시적 시간 갭이 정의되지 않을 수 있다. 대신, DL과 UL 사이의 스페셜 서브프레임에 포함된 'GP + UpPTS' 구간이 시간 갭을 위한 가드 시간으로 활용될 수 있다(도 2(b) 참조). 또는, NPUSCH 송신 직전의 스페셜 서브프레임의 DwPTS에서는 단말이 NPDCCH/NPDSCH를 수신하지 않도록 설정될 수 있다. 이는 DwPTS 길이에 따라 달라질 수 있다. 또한, 수신하지 않는 DwPTS 구간의 NPDCCH/NPDSCH는 전체 반복 수에 포함되지 않을 수 있다.
- [218] - NPUSCH 송신과 NPDCCH/NPDSCH 수신 사이에 명시적 시간 갭은 필요 없을 수 있다. 따라서, NPUSCH 송신과 NPDCCH/NPDSCH 수신 사이에 명시적 시간 갭이 정의되지 않을 수 있다. 대신, UL 전송 (바로) 이후에 DL을 수신하는 처음 DL 서브프레임의 제어 영역(도 4, Control Area 참조)을 시간 갭을 위한 가드 시간으로 활용할 수 있다. 여기서, DL 서브프레임의 제어 영역 사이즈(예, 심볼 개수)에 관한 정보는 NB-IoT 시스템 정보 블록을 통해 전송될 수 있다. 한편, UL 전송 이후에 DL을 수신하는 처음 DL 서브프레임에서 제어 영역의 사이즈가 가드 시간을 충분히 수용하기 어려운 경우, UL 전송 (바로) 이후에 DL을 수신하는 처음 DL 서브프레임의 제어 영역 사이즈는 NB-IoT 시스템 정보 블록에서 설정된 값보다 큰 다른 값으로 설정될 수 있다. 즉, UL/DL 인터레이싱 동작을 하는 경우, 단말은 UL 전송 (바로) 이후에 DL을 수신하는 처음 DL 서브프레임에서 제어 영역을 시스템 정보 블록에서 방송된 값과 다르게(예, 크게) 해석할 수 있다. 한편, 처음 DL 서브프레임 이외의 DL 서브프레임에서는 제어 영역의 사이즈가 시스템 정보 블록에서 방송된 값과 동일하게 해석될 수 있다.
- [219] ○ 가드-밴드 및 스탠드-얼론 운용 모드인 경우,
- [220] - NPDCCH/NPDSCH 수신과 NPUSCH 송신 사이에 명시적 시간 갭은 필요 없을 수 있다. 따라서, NPUSCH 송신과 NPDCCH/NPDSCH 수신 사이에 명시적 시간 갭이 정의되지 않을 수 있다. 대신, DL과 UL 사이의 스페셜 서브프레임에 포함된 'GP + UpPTS' 구간이 시간 갭을 위한 가드 시간으로 활용될 수 있다. 따라서, UpPTS가 NPUSCH 전송에 사용될 수 있는 경우에도, DL 수신 이후에 뒤따르는 스페셜 서브프레임의 UpPTS는 사용되지 않을 수 있다. 즉, 단말은 스페셜 서브프레임의 UpPTS를 NPUSCH 전송에 사용하는지 여부를 UL/DL 인터레이싱이 적용/동작하는 경우와 아닌 경우에 따라 달리 선택/해석할 수 있다. 즉, UL/DL 인터레이싱의 적용/동작 시, UpPTS가 NPUSCH 전송에 사용될 수 있는 경우에도, DL 수신 이후에 뒤따르는 스페셜 서브프레임의 UpPTS는

사용되지 않는다. 반면, UL/DL 인터레이싱의 미적용/미동작 시, UpPTS가 NPUSCH 전송에 사용될 수 있는 경우라면, DL 수신 이후에 뒤따르는 스페셜 서브프레임의 UpPTS는 NPUSCH 전송에 사용될 수 있다.

- [221] - 다른 방안으로, NPUSCH 송신과 NPDCCH/NPDSCH 수신 사이에 명시적 갭이 정의될 수 있다. 이를 위해, 특정 서브프레임 또는 슬롯만큼을 온전히 가드 시간으로 할당하거나, 가상의 제어 영역을 설정하여 가드 시간으로 활용할 수 있다. 먼저, 특정 서브프레임 또는 슬롯을 가드 시간으로 활용하는 경우, UL/DL 인터레이싱의 적용/동작 여부에 따라 UL 서브프레임 (바로) 이후의 일부 연속된 DL 서브프레임 사용에 제약이 있을 수 있다. 다음으로, 가상의 제어 영역을 가드 시간으로 활용하는 경우, 해당 제어 영역을 구성하는 OFDM 심볼의 개수는 0이 아닌 임의의 값을 가질 수 있다. 즉, 가드-밴드 및 스탠드-얼론 운용 모드에서는 제어 영역의 심볼 개수가 0으로 가정되지만, UL/DL 인터레이싱이 적용/동작하는 경우, UL 전송(예, NPUSCH) (바로) 이후의 처음 DL 서브프레임 또는 연속한 DL 서브프레임의 제어 영역 크기를 0보다 큰 값으로 설정하여 해당 구간 동안 하향링크 신호(예, NPDCCH/NPDSCH) 수신을 기대하지 않게 할 수 있다. 이에 따라, 단말은 UL 전송(예, NPUSCH) (바로) 이후의 처음 DL 서브프레임의 시작 부분에서 하향링크 신호(예, NPDCCH/NPDSCH) 수신을 스킵할 수 있다. 한편, NPUSCH 송신과 NPDCCH/NPDSCH 수신 사이에 특정 개수의 심볼(예, 앞의 예에서 특정 값의 제어 영역 크기에 해당)이 항상 사용되지 않는다는 측면에서, 스위칭을 위한 가드 시간은 묵시적 갭으로 이해될 수 있다. 예를 들어, 운용 모드가 가드-밴드 또는 스탠드-얼론인 경우에는 트랜시버 스위칭을 위한 심볼 수는 독립적으로 시그널링 되지 않고, 특정 값으로 가정될 수 있다. 이에 따라, 단말은 UL 전송(예, NPUSCH) (바로) 이후의 처음 DL 서브프레임 (또는 연속한 DL 서브프레임)의 시작 부분에서 하향링크 신호(예, NPDCCH/NPDSCH) 수신을 스킵할 수 있다.

[222] 도 15는 본 발명에 따른 하향링크 신호 수신을 예시한다.

- [223] 도 15를 참조하면, 단말(예, NB-IoT 단말)은 UL 구간에서 PUSCH를 반복 전송할 수 있다. UL 구간은 복수의 시간 유닛(예, TTI, 서브프레임, 슬롯)을 포함하며, 각 PUSCH는 UL 구간에서 대응되는 시간 유닛을 통해 전송될 수 있다. 이후, 단말은 PUSCH의 반복 전송 이후에 바로 연이어 있는 DL 구간에서 PDSCH를 반복 수신하도록 스케줄링 될 수 있다. DL 구간도 복수의 시간 유닛(예, TTI, 서브프레임, 슬롯)을 포함하며, 각 PDSCH는 DL 구간에서 대응되는 시간 유닛을 통해 수신될 수 있다. 이때, 단말이 인-밴드 모드로 동작하는 경우, 각 PDSCH는 DL 구간 내의 대응되는 각 시간 유닛에서 k-번째 이후의 OFDM 심볼로부터 수신될 수 있다. k는 1보다 큰 정수이며, 시스템 정보(SI)(예, NB-IoT 시스템 정보 블록)를 통해 수신될 수 있다.

- [224] 한편, 단말이 가드-밴드 또는 스탠드-얼론 모드로 동작하는 경우, PDSCH의 반복 수신 시에 DL 구간의 시작 부분에서 신호 수신 (과정)이 스킵될 수 있다.

- 예를 들어, 첫 번째 PDSCH는 대응되는 시간 유닛의 적어도 첫 번째 OFDM 심볼의 일부에서 신호 수신(과정)이 스킵될 수 있다. 반면, 두 번째 이후의 PDSCH는 대응되는 시간 유닛에서 첫 번째 OFDM 심볼로부터 수신될 수 있다.
- [225] 여기서, PUSCH의 반복 전송과 PDSCH의 반복 수신은 동일한 캐리어 상에서 TDM 방식으로 수행될 수 있다. 캐리어 상의 UL/DL 자원 구성은 표 1의 UL/DL 구성에 의해 지시될 수 있다. NB-IoT의 경우, PUSCH는 NPUSCH를 포함하고, PDSCH는 NPDSCH를 포함할 수 있다. (N)PDSCH의 전송에 사용되는 부반송파 간격은 15kHz일 수 있다. 또한, 무선 통신 시스템은 3GPP-기반 무선 통신 시스템을 포함할 수 있다.
- [226] ○상기 방법들에서 트랜시버 스위칭을 위한 가드 시간 구간(예, 서브프레임, 슬롯, 심볼(들), 심볼 일부)은 평처링 또는 레이트-매칭으로 처리될 수 있다.
- [227] - 평처링 되는 시간 구간은 상향링크 구간의 가장 처음 심볼, 또는 상향링크 구간의 가장 마지막 심볼, 또는 하향링크 구간의 가장 처음 심볼, 또는 하향링크 구간의 가장 마지막 심볼, 또는 상기 열거된 구간의 상향링크와 하향링크의 조합으로 구성될 수 있다. 여기서, 평처링 되는 시간 구간에 참조 신호가 포함되는지 여부에 따라 상기 열거된 구간 중에서 평처링에 사용되는 구간이 다르게 적용될 수 있다.
- [228] - 상기 방법에서 상향링크 전송(예, NPUSCH 전송) 이후에 바로 연이어서 하향링크 신호(예, NPDCCH/NPDSCH)를 수신하는 경우, 하향링크 구간의 가장 처음 OFDM 심볼(즉, UL 서브프레임(바로) 이후의 DL 서브프레임의 처음 OFDM 심볼)은 실제로 기지국에서는 전송되지만, 단말은 하향링크 구간의 가장 처음 OFDM 심볼(또는, 처음 OFDM 심볼의 적어도 일부)에서 하향링크 신호 수신을 하지 않을 수 있다(즉, NPDCCH/NPDSCH 수신을 스킵). 즉, 특정 단말 입장에서는 해당 OFDM 심볼이 평처링 된 것으로 해석할 수 있다. 그러나, 기지국은 UL/DL 인터레이싱을 하지 않거나, 트랜시버 스위칭 시간을 많이 필요로 하지 않거나, 상향링크 전송 채널의 TA(Timing Advance) 값만큼의 오프셋으로 트랜시버 스위칭 시간이 충분히 흡수된 단말들을 위해 실제로는 해당 OFDM 심볼을 평처링 하지 않고 전송할 수 있다. 한편, 상향링크 전송 이후에 바로 연이어서 수신하는 하향링크 신호 사이에, UL 또는 DL invalid 서브프레임 등으로 인해 시간 갭이 발생된 경우에는 트랜시버 스위칭 시간이 필요하지 않을 수 있다. 이 경우, 단말은 (UL 전송 바로 이후의) 하향링크 수신 구간의 첫 번째 OFDM 심볼을 정상적으로 수신할 수 있다.
- [229] - 반복 전송이 설정된 서브프레임들에서 가드 시간이 포함된다면, 서브프레임 내에서 가드 시간 구간을 제외한 전송 구간에서 전송 채널의 데이터는 전송 채널의 반복 수에 따라 레이트-매칭되거나 평처링 될 수 있다. 예를 들어, 반복 수가 특정 값보다 작은 경우에는 가드 시간을 제외하고 남은 시간 구간의 자원(예, RE)를 고려하여 레이트-매칭 될 수 있다. 반면, 반복 수가 특정 값보다 큰 경우에는 가드 시간 구간을 평처링하고, 가드 시간을 제외하고 남은 시간

구간에 대해서는 레이트-매칭이 적용되지 않을 수 있다. 전송 채널의 반복 수가 많은 경우는 SNR(Signal to Noise Ratio)이 낮은 환경이기 때문에, 이럴 때에는 레이트-매칭으로 인한 코딩 이득보다는 반복 전송 사이에 동일한 매핑(즉, 평균치에 의해 반복 전송 사이에 동일한 RE에 동일한 정보가 매핑됨)이 더욱 효과적일 수 있기 때문이다.

- [230] - 트랜시버 스위칭 시간을 확보하기 위해 사용되는 구간 및 인터레이싱 스케줄링 제약 또는 송/수신 제약은 캐리어의 운용 모드에 따라 다를 수 있다. 한편, 주파수 리튜닝을 위한 시간은 주파수 리튜닝 이후에 사용되는 캐리어의 운용 모드에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 상향링크 캐리어에서 하향링크 캐리어로 주파수 리튜닝을 하는 경우, 하향링크 캐리어가 인-밴드 운용 모드인 경우에는 1msec 갭이 필요하지 않을 수 있다. 이런 경우에도 단말은 1msec 내에서 NB-IoT 채널의 처음 일부 심볼(예, NB-IoT 단말에게 시스템 정보로 설정된 LTE 레가시 단말의 CFI 값 이후의 처음 OFDM 심볼) 또는 처음 심볼의 일부에 대해 수신을 기대하지 않을 수 있다. 반면, 하향링크 캐리어가 가드-밴드 또는 스탠드-얼론 운용 모드인 경우, 단말은 처음 1msec 동안 NB-IoT 채널을 기대하지 않거나 슬롯 단위의 시간 동안 NB-IoT 채널을 기대하지 않을 수 있다. 즉, 주파수 리튜닝을 위한 시간에 NB-IoT 채널/신호를 수신 기대하지 않을 수 있는 구간이 포함되는지 여부에 따라 주파수 리튜닝 시간을 확보해 주는 구체적인 방법이 달라질 수 있다.
- [231] - 트랜시버 스위칭 시간을 확보하기 위해 사용되는 구간 및 인터레이싱 스케줄링 제약 또는 송/수신 제약은 캐리어가 앵커-캐리어인지 논-앵커 캐리어인지에 따라 다를 수 있다. 예를 들어, 상향링크 캐리어에서 하향링크 캐리어로 주파수 리튜닝을 하는 경우, 하향링크 캐리어가 논-앵커 캐리어인 경우에는 1msec 갭이 필요하지 않을 수 있다. 이런 경우에도 단말은 1msec 내에서 NB-IoT 채널의 처음 일부 심볼(즉, NB-IoT 단말에게 시스템 정보로 설정된 LTE 레가시 단말의 CFI 값 이후의 처음 OFDM 심볼) 또는 처음 심볼의 일부에 대해 수신을 기대하지 않도록 함으로써 명시적 가드 시간이 정의되지 않을 수 있다. 반면, 앵커캐리어인 경우에는 처음 1msec 동안 NB-IoT 채널을 기대하지 않거나 슬롯 단위의 시간 동안 NB-IoT 채널을 기대하지 않도록 명시적 가드 시간이 정의될 수 있다.
- [232] - 트랜시버 스위칭 시간을 확보하기 위해 사용되는 구간 및 인터레이싱 스케줄링 제약 또는 송/수신 제약은 UL-to-DL 스위칭에 필요한 가드 시간 구간이 valid 또는 invalid 서브프레임을 포함하는지 여부에 따라 달라질 수 있다.
- [233] - 트랜시버 스위칭 시간을 확보하기 위해서 사용되는 구간 및 인터레이싱 스케줄링 제약 또는 송/수신 제약은 UL-to-DL 구간의 UL 구간에서 단말이 전송하는 UL 채널에 TA가 적용되었는지 여부에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, NPRACH를 전송하는 경우에는 TA가 적용되지 않기 때문에, UL-to-DL 구간의 트랜시버 스위칭 갭을 위해 뒤 따르는 DL 서브프레임의 사용에 제약이 있을 수

있다. 즉, 일부 하향링크 OFDM 심볼 또는 일부 서브프레임(예, 1msec)은 사용에 제약(평처링 또는 레이트-매칭)이 필요할 수 있다. 또한, 필요한 DL 제약 구간은 단말이 전송한 NPRACH 포맷에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 단말이 전송하는 NPRACH가, NPDCCH order에 기반한 NPRACH인지, RRC_CONNECTED 모드에서 전송된 NPRACH인지, 경쟁-기반(Contention based) NPRACH인지, 비-경쟁-기반(Contention free based) NPRACH인지에 따라, DL 제약 구간은 다른 값(예, 평처링 되거나 레이트-매칭 되는 구간)으로 설정될 수 있다. 반면, TA가 적용되는 NPUSCH 전송 이후에 뒤 따르는 DL 채널/신호는 단말이 수신하도록 정의될 수 있다. 물론, 상기 열거된 조건(운용 모드, 앵커/논-앵커 캐리어, valid/invalid 서브프레임 등)에 따라 DL 채널/신호를 수신하지 않을 수 있는 구체적인 조건이 정의될 수도 있다.

- [234] 방법 #9는 아래 방법 #10이 적용되거나 기존 LTE 단말의 SRS 전송을 회피하기 위해서 npusch-AllSymbols과 srs-SubframeConfig이 설정된 상황에서는 적용되지 않도록 정의될 수 있다. 예를 들어, 방법 #9는 DL valid 서브프레임 수신 바로 이전 UL valid 서브프레임에서 단말이 UL을 전송할 때, (하나 이상의) 마지막 심볼 전송을 생략하도록 지시된 경우에는 적용되지 않을 수 있다. 여기서, DL valid 서브프레임은 NPDCCH 또는 NPDSCH 전송이 수행될 수 있는 서브프레임을 의미하고, UL valid 서브프레임은 NPUSCH 전송이 수행될 수 있는 서브프레임을 의미한다. 이에 따라, 도 15의 경우를 예로 들면, NPDSCH 수신된 서브프레임의 바로 이전 UL 서브프레임(즉, 4번째 NPUSCH 전송이 수행되는 서브프레임)에서 단말이 NPUSCH를 전송할 때, (하나 이상의) 마지막 심볼 전송을 생략하도록 지시/설정될 수 있다. 이때, 인-밴드 동작 모드의 경우, 단말 동작은 도 15와 동일하다. 반면, 가드-밴드/스탠드-얼론 동작 모드의 경우, 단말은 NPUSCH가 전송된 서브프레임의 바로 이후에 있는 DL 서브프레임의 시작 부분에서 신호 수신(과정)이 스킵되는 것은 적용되지 않는다. 즉, 단말은 NPUSCH가 전송된 서브프레임의 바로 이후에 있는 DL 서브프레임의 첫 번째 심볼부터 NPDSCH 신호를 수신할 수 있다.

- [235] [방법 #10: SRS 구간 설정을 활용하여 트랜시버 스위칭(DL-to-UL 및 UL-to-DL)을 위한 시간 갭 및/또는 RF 스위칭 갭을 확보하는 방법]

- [236] 트랜시버 스위칭 갭 및 RF 스위칭 갭을 위해 묵시적 시간 갭을 설정하는 방법 외에 SRS 전송 구간을 설정해서 스위칭 갭을 확보하는 방법이 있을 수 있다. 방법 #9는 스위칭 및 천이(transition) 이후에 하향링크 신호의 일부를 단말이 수신하지 않도록 하는 방법이다. 반면, SRS 전송 구간을 활용해서 시간 갭을 확보하는 방법은 스위칭 이전의 상향링크 신호 일부를 단말이 전송하지 않도록 허용/약속하여 시간 갭을 확보하는 방법이다.

- [237] 표 7은 기존 LTE 단말의 SRS 전송을 회피하기 위해서 npusch-AllSymbols과 srs-SubframeConfig를 설정하는 예를 나타낸다.

[238] [표7]

When higher layer parameter npusch-AllSymbols is set to false, resource elements in SC-FDMA symbols overlapping with a symbol configured with SRS according to srs-SubframeConfig shall be counted in the NPUSCH mapping but not used for transmission of the NPUSCH. When higher layer parameter npusch-AllSymbols is set to true, all symbols are transmitted

- [239] npusch-AllSymbols이 false인 경우에 srs-SubframeConfig에 따라 (레가시 단말의) SRS 자원으로 설정된 특정 상향링크 서브프레임/심볼 구간은 NPUSCH 전송 시에 단말이 전송하지 않는다. srs-SubframeConfig는 셀 내에서 SRS 전송이 설정된 서브프레임 세트를 정의하는데 사용되는 서브프레임 주기/오프셋을 나타낸다. 표 7의 방법은 레가시 UE의 SRS 전송을 보호하기 위함이지만, 본 예에서는 다른 용도 즉, NB-IoT 단말의 스위칭 시간을 확보하는 방법으로 사용될 수 있다. 이를 위해 srs-SubframeConfig의 정의 및 값이 변경될 수 있다.
- [240] 다른 예로, srs-SubframeConfig를 직접 사용하지 않고 예를 들어 npusch-AllSymbols 만을 사용하거나 이와 유사한 정보를 활용해서 UL-to-DL 스위칭 갭을 확보하도록 정의할 수 있다. 예를 들어, npusch-AllSymbols (또는 이와 유사한 파라미터, 즉 NPUSCH 마지막 심볼을 전송하지 않도록 지시하는, 또는 연속된 UL valid 서브프레임의 마지막 심볼을 전송하지 않도록 지시하는, 또는 UL valid 서브프레임과 DL valid 서브프레임이 인접한 구간의 UL valid 서브프레임에 마지막 심볼을 전송하지 않도록 지시하는)가 false인 경우, UL valid 서브프레임의 마지막 심볼 전송을 생략하도록 지시할 수 있다. 제안된 해석/지시는 다음에 국한하여 적용될 수 있다. 다음의 사항들은 조합될 수 있다.
- [241] - UL/DL 인터레이싱이 설정되거나 수행하는 단말에게만 적용될 수 있다. 즉, 해당 정보가 셀 내에 공통으로 구성되는 경우에도 실제로 UL/DL 인터레이싱 동작을 하도록 설정된 단말들만 해당 UL 마지막 심볼 전송을 생략할 수 있다.
- [242] - UL valid 서브프레임과 DL valid 서브프레임이 인접한 경우에만 적용될 수 있다. 즉, UL valid 서브프레임과 DL valid 서브프레임 사이에 갭이 없거나, UL valid 서브프레임 이후의 DL valid 서브프레임에서 제어 영역 심볼 수가 '0'이거나 특정 값보다 작은 경우에만 단말들은 해당 UL 마지막 심볼 전송을 생략할 수 있다. 한편, UL valid 서브프레임과 DL valid 서브프레임이 연속한 경우에도 단말이 UL 전송 바로 이후의 (인접한) 처음 DL valid 서브프레임에서 수신을 하지 않도록 기대되는 구간이 있는 경우 (및 구간의 사이즈가 특정 값보다 큰 경우) UL 마지막 심볼 전송을 생략하는 동작이 적용되지 않을 수 있다. 예를 들어, NPUSCH 포맷 2 전송 이후에 NPDCCH 모니터링 구간은 1msec 이상의 갭이 설정되거나, UL 전송 이후에 바로 이어지는 valid DL 서브프레임에서 단말이 수신을 하지 않도록 허용된 구간이 있는 경우, UL 마지막 심볼 전송을 생략하는 동작이 적용되지 않을 수 있다.

- [243] - NB-IoT 운용 모드에 따라 달리 적용될 수 있다. 예를 들어, 인-밴드 운용 모드에서는 서브프레임의 제어 영역이 UL-to-DL 갭에 활용될 수 있으므로 UL 마지막 심볼 전송을 생략하는 동작이 적용되지 않을 수 있다. 따라서, 가드-밴드/스탠드얼론 운용 모드에서만 UL 마지막 심볼 전송을 생략하는 동작이 적용될 수 있다.
- [244] 또한, 방법 #9가 적용되는 경우에는 방법 #10이 구성되지 않거나 방법 #10의 동작을 생략하도록 정의될 수 있다.
- [245] 제안된 방법 #9와 #10은 트랜시버 스위칭 갭 및 RF 스위칭 갭을 확보하기 위해서뿐만 아니라, NB-IoT/eMTC 릴레이가 도입되는 경우에 기지국-릴레이의 링크/채널과 릴레이-단말 링크/채널과 릴레이-릴레이 링크/채널 사이의 간섭을 완화시키기 위해서도 사용될 수 있다. 즉, 릴레이는 시간을 구분해서 1) 기지국과 통신을 수행하거나 또는 2) 릴레이가 서비스하는 단말과 통신을 수행하거나 또는 3) 다음 hop의 릴레이와 통신을 수행함에 있어서, 1), 2), 3) 구간 사이에 시간 갭이 필요할 수 있으며, 이를 확보하기 위해 제안 방법 #9와 #10이 활용될 수 있다.
- [246] 본 발명에서 제안하는 UL/DL 인터레이스드 스케줄링 기법은 단말 능력에 해당할 수 있으며, 예를 들어 HARQ 프로세스 수와 관계될 수 있다. 즉, 싱글-HARQ만 지원하는 단말은 인터레이스드 스케줄링을 기대하지 않을 수 있다. 다만, TDD 시스템에서는 UL/DL 구성에 따라 2-HARQ로 얻을 수 있는 쓰루풋 향상보다 인터레이스드 스케줄링을 통해 얻을 수 있는 쓰루풋 향상이 더욱 클 수 있다. 따라서, 싱글-HARQ 프로세스만 지원하는 단말도 별도의 능력 신호로 인터레이스드 스케줄링을 지원함을 알릴 수 있다. 또한, HARQ 프로세스 및 단말의 버퍼/메모리(예, 수신기의 소프트-버퍼와 송신기의 소프트-버퍼를 공유하는 경우) 복잡도를 고려하여, 특정한 방식 또는 특정 조건을 만족하는 방법으로 인터레이스드 스케줄링을 지원할 수 있다. 기지국은 이와 같은 특정한 방식 또는 특정 조건을 만족시키는 경우에만 인터레이스드 스케줄링을 할 수도 있다. 예를 들어, 기지국은 단말에게 스케줄링 할 NPDSCH와 상향링크로 스케줄링 할 NPUSCH를 특정 메모리 사이즈(예, 단말의 HARQ 프로세스 능력을 고려하여 싱글-HARQ 버퍼를 기준으로 설정된 레퍼런스 메모리 사이즈 또는 2-HARQ 버퍼를 기준으로 설정된 레퍼런스 메모리 사이즈)를 넘지 않도록 인터레이스드 스케줄링을 할 수 있다. 이때, NPDSCH를 먼저 스케줄링 했지만, 해당 NPDSCH에 대한 ACK/NACK을 수신하지 않았거나 검출 실패한 상황에서 NPUSCH를 스케줄링 하는 경우에는 스케줄링 했던 NPDSCH가 모두 단말의 버퍼/메모리에 있다고 가정하고, 남은 버퍼/메모리 공간만을 사용할 수 있는 NPUSCH를 스케줄링 할 수 있다. 이때, 단말의 수신 소프트-버퍼는 각 정보 비트 별로 LLR를 표현하기 위한 비트 수를 기지국에서 또는 표준에서 특정 값으로 지정하여 계산할 수 있다. 만약, 단말이 이를 만족시키지 않는 인터리브드 스케줄링을 수신하는 경우에는 해당 버퍼의 일부 또는 전체 영역을 새로 수신된

또는 송신한 정보로 오버라이트 할 수 있으며, 또는 뒤 늦게 수신된 인터리브드 스케줄링을 무시할 수 있다.

[247] 도 16은 본 발명에 적용될 수 있는 기지국 및 단말을 예시한다.

[248] 도 16을 참조하면, 무선 통신 시스템은 기지국(BS, 110) 및 단말(UE, 120)을 포함한다. 무선 통신 시스템이 릴레이를 포함하는 경우, 기지국 또는 단말은 릴레이로 대체될 수 있다.

[249] 기지국(110)은 프로세서(112), 메모리(114) 및 무선 주파수(Radio Frequency: RF) 유닛(116)을 포함한다. 프로세서(112)는 본 발명에서 제안한 절차 및/또는 방법들을 구현하도록 구성될 수 있다. 메모리(114)는 프로세서(112)와 연결되고 프로세서(112)의 동작과 관련한 다양한 정보를 저장한다. RF 유닛(116)은 프로세서(112)와 연결되고 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 단말(120)은 프로세서(122), 메모리(124) 및 무선 주파수 유닛(126)을 포함한다. 프로세서(122)는 본 발명에서 제안한 절차 및/또는 방법들을 구현하도록 구성될 수 있다. 메모리(124)는 프로세서(122)와 연결되고 프로세서(122)의 동작과 관련한 다양한 정보를 저장한다. RF 유닛(126)은 프로세서(122)와 연결되고 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

[250] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

[251] 본 문서에서 본 발명의 실시예들은 주로 단말과 기지국 간의 신호 송수신 관계를 중심으로 설명되었다. 이러한 송수신 관계는 단말과 릴레이 또는 기지국과 릴레이간의 신호 송수신에도 동일/유사하게 확장된다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행된다고 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 그 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수 있다. 즉, 기지국을 포함하는 복수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. 기지국은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, 단말은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station) 등의 용어로 대체될 수 있다.

[252] 본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware),

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

[253] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단 등에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

[254] 본 발명은 본 발명의 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

산업상 이용가능성

[255] 본 발명은 무선 이동 통신 시스템의 단말, 기지국, 또는 기타 다른 장비에 사용될 수 있다.

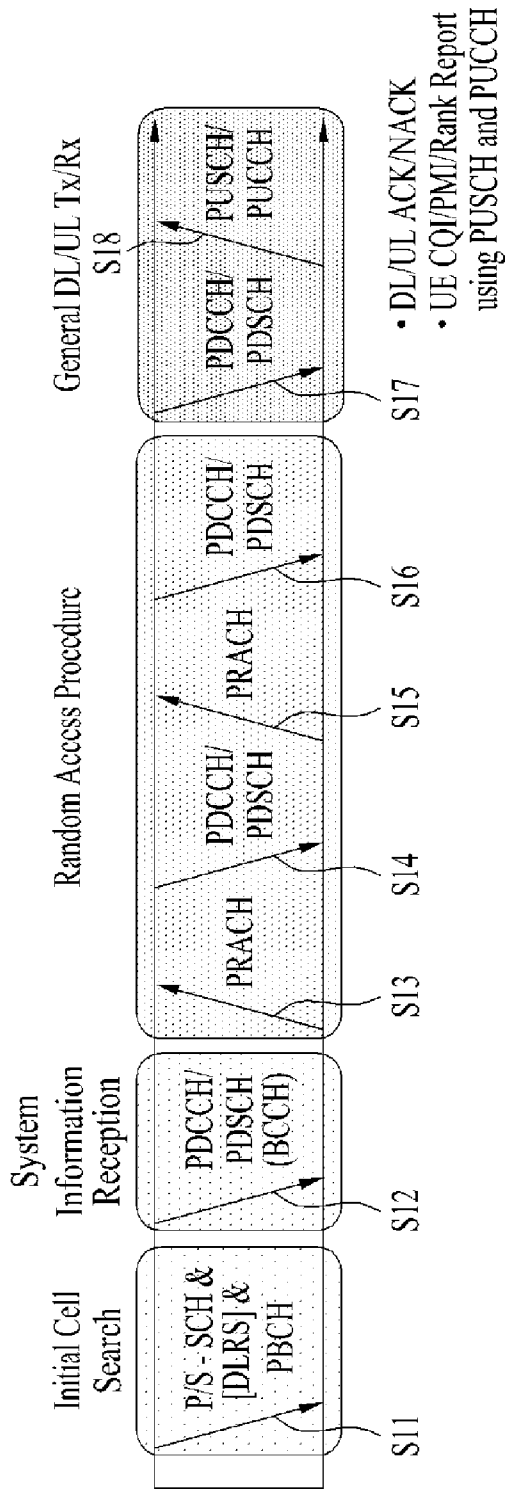
청구범위

- [청구항 1] 무선 통신 시스템에서 단말이 신호를 수신하는 방법에 있어서, PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)을 반복 전송하는 단계; 및 상기 PUSCH의 반복 전송 이후에 바로 연이어 있는 DL 구간에서 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)을 반복 수신하는 단계를 포함하되, 상기 단말이 인-밴드 모드로 동작하는 경우, 각 PDSCH는 상기 DL 구간 내의 대응되는 각 시간 유닛에서 k-번째 이후의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼로부터 수신되며(k>1), 상기 단말이 가드-밴드 또는 스탠드-얼론 모드로 동작하는 경우, 상기 PDSCH의 반복 수신 시에 상기 DL 구간의 시작 부분에서 신호 수신에 스킵되는 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 단말은 NB-IoT(Narrowband Internet of Things) 단말을 포함하는 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 단말이 가드-밴드 또는 스탠드-얼론 모드로 동작하는 경우, 상기 PDSCH의 반복 수신 시에 상기 DL 구간의 첫 번째 시간 유닛의 적어도 첫 번째 OFDM 심볼의 일부에서 신호 수신에 스킵되는 방법.
- [청구항 4] 제3항에 있어서, 상기 단말이 가드-밴드 또는 스탠드-얼론 모드로 동작하는 경우, 상기 PDSCH의 반복 수신 시에 상기 DL 구간 내의 연속된 시간 유닛들 중 두 번째 이후의 시간 유닛에서는 첫 번째 OFDM 심볼로부터 신호가 수신되는 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 PUSCH의 반복 전송과 상기 PDSCH의 반복 수신은 동일한 캐리어 상에서 TDM(Time Division Multiplexing) 방식으로 수행되는 방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서, 상기 PUSCH는 NPUSCH(Narrowband PUSCH)를 포함하고, 상기 PDSCH는 NPDSCH(Narrowband PDSCH)를 포함하며, 상기 NPDSCH의 전송에 사용되는 부반송파 간격은 15kHz인 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서, 상기 무선 통신 시스템은 3GPP(3rd Generation Partnership Project)-기반 무선 통신 시스템을 포함하는 방법.
- [청구항 8] 무선 통신 시스템에 사용되는 단말에 있어서, RF(Radio Frequency) 모듈; 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)을 반복 전송하고, 상기 PUSCH의

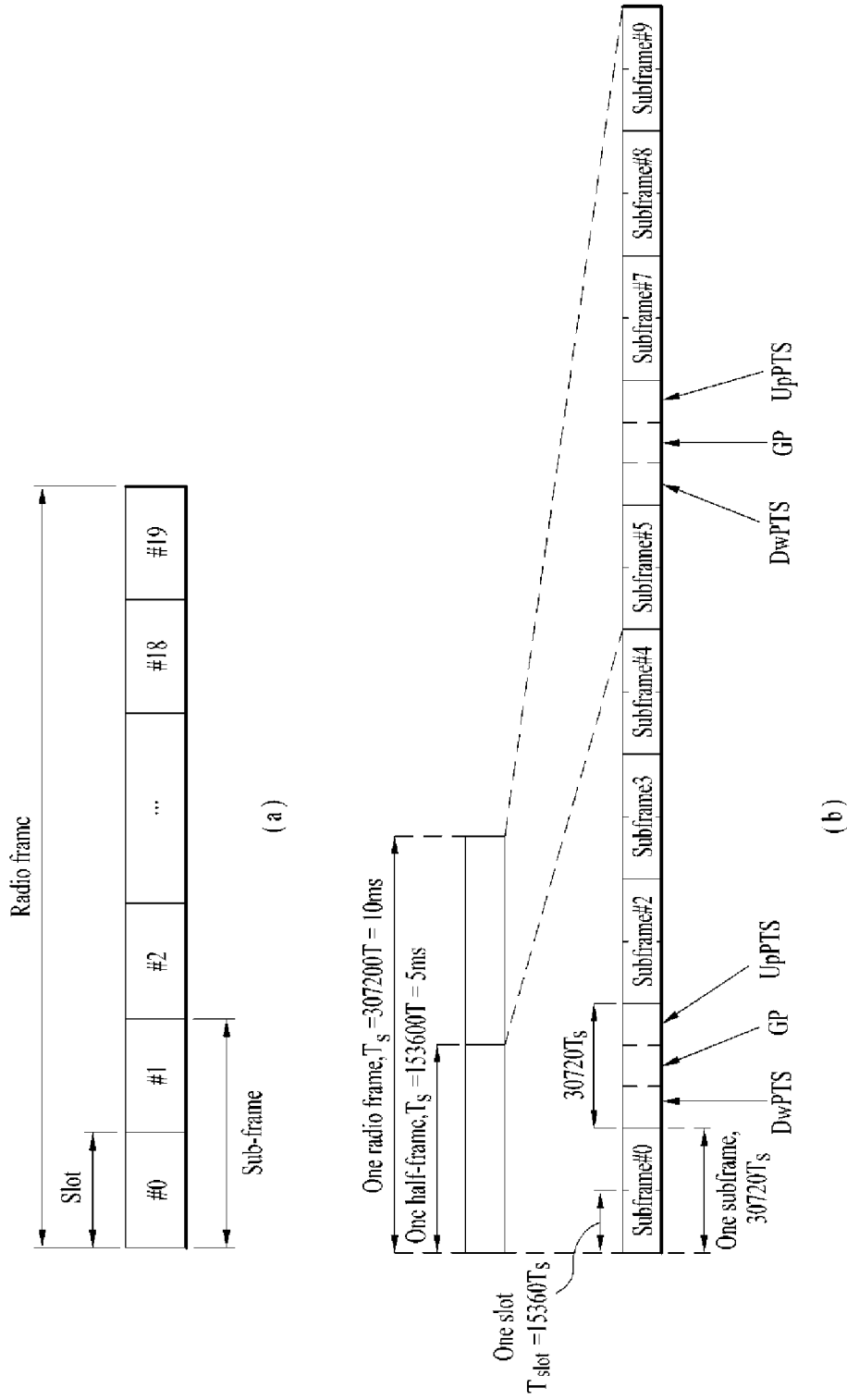
반복 전송 이후에 바로 연이어 있는 DL 구간에서 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)을 반복 수신하도록 구성되며, 상기 단말이 인-밴드 모드로 동작하는 경우, 각 PDSCH는 상기 DL 구간 내의 대응되는 각 시간 유닛에서 k-번째 이후의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼로부터 수신되며($k > 1$), 상기 단말이 가드-밴드 또는 스탠드-얼론 모드로 동작하는 경우, 상기 PDSCH의 반복 수신 시에 상기 DL 구간의 시작 부분에서 신호 수신은 스킵되는 단말.

- [청구항 9] 제8항에 있어서,
상기 단말은 NB-IoT(Narrowband Internet of Things) 단말을 포함하는 단말.
- [청구항 10] 제8항에 있어서,
상기 단말이 가드-밴드 또는 스탠드-얼론 모드로 동작하는 경우, 상기 PDSCH의 반복 수신 시에 상기 DL 구간의 첫 번째 시간 유닛의 적어도 첫 번째 OFDM 심볼의 일부에서 신호 수신은 스킵되는 단말.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 단말이 가드-밴드 또는 스탠드-얼론 모드로 동작하는 경우, 상기 PDSCH의 반복 수신 시에 상기 DL 구간 내의 연속된 시간 유닛들 중 두 번째 이후의 시간 유닛에서는 첫 번째 OFDM 심볼로부터 신호가 수신되는 단말.
- [청구항 12] 제8항에 있어서,
상기 PUSCH의 반복 전송과 상기 PDSCH의 반복 수신은 동일한 캐리어 상에서 TDM(Time Division Multiplexing) 방식으로 수행되는 단말.
- [청구항 13] 제8항에 있어서,
상기 PUSCH는 NPUSCH(Narrowband PUSCH)를 포함하고, 상기 PDSCH는 NPDSCH(Narrowband PDSCH)를 포함하며, 상기 NPDSCH의 전송에 사용되는 부반송파 간격은 15kHz인 단말.
- [청구항 14] 제8항에 있어서,
상기 무선 통신 시스템은 3GPP(3rd Generation Partnership Project)-기반 무선 통신 시스템을 포함하는 단말.

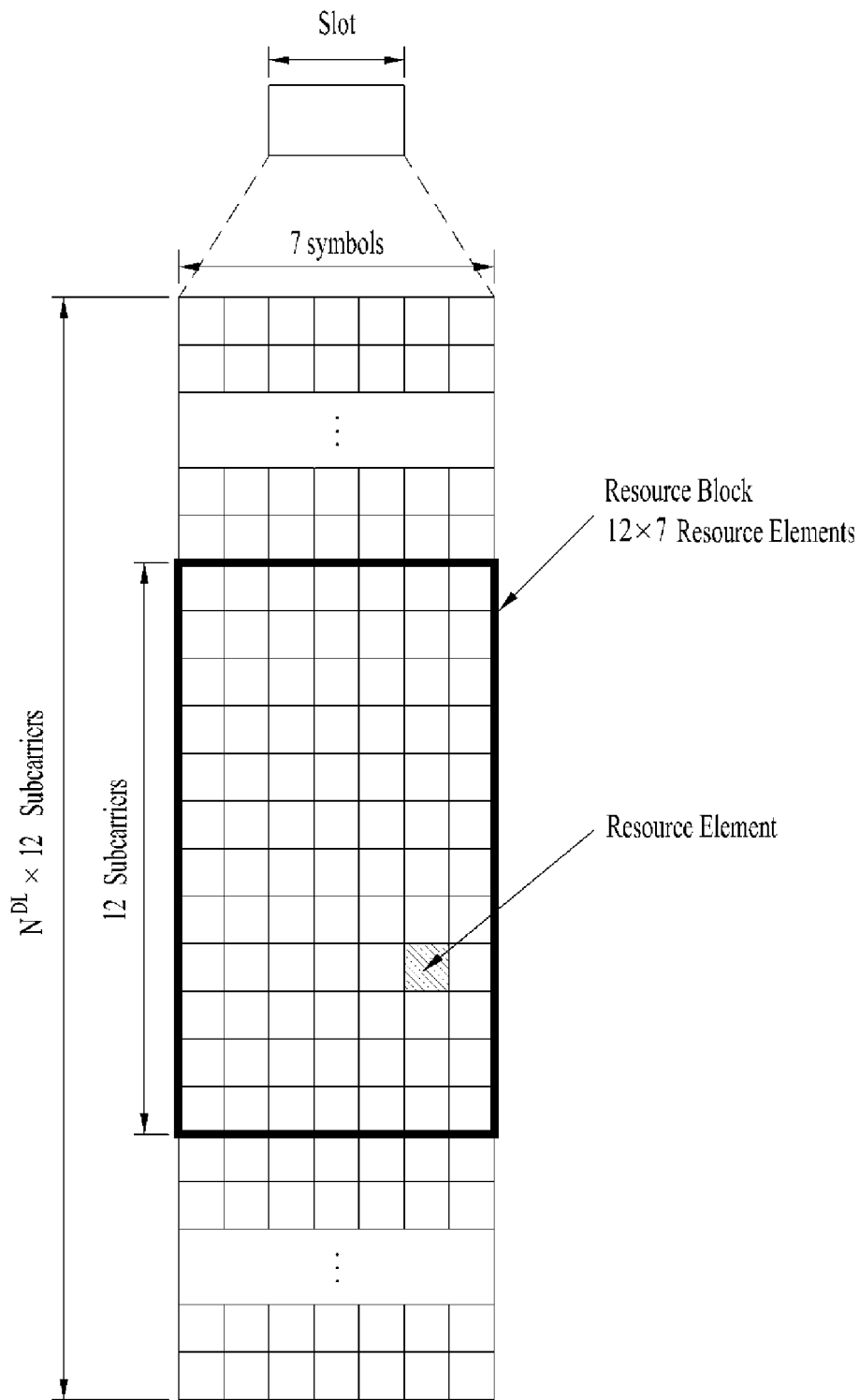
[도 1]



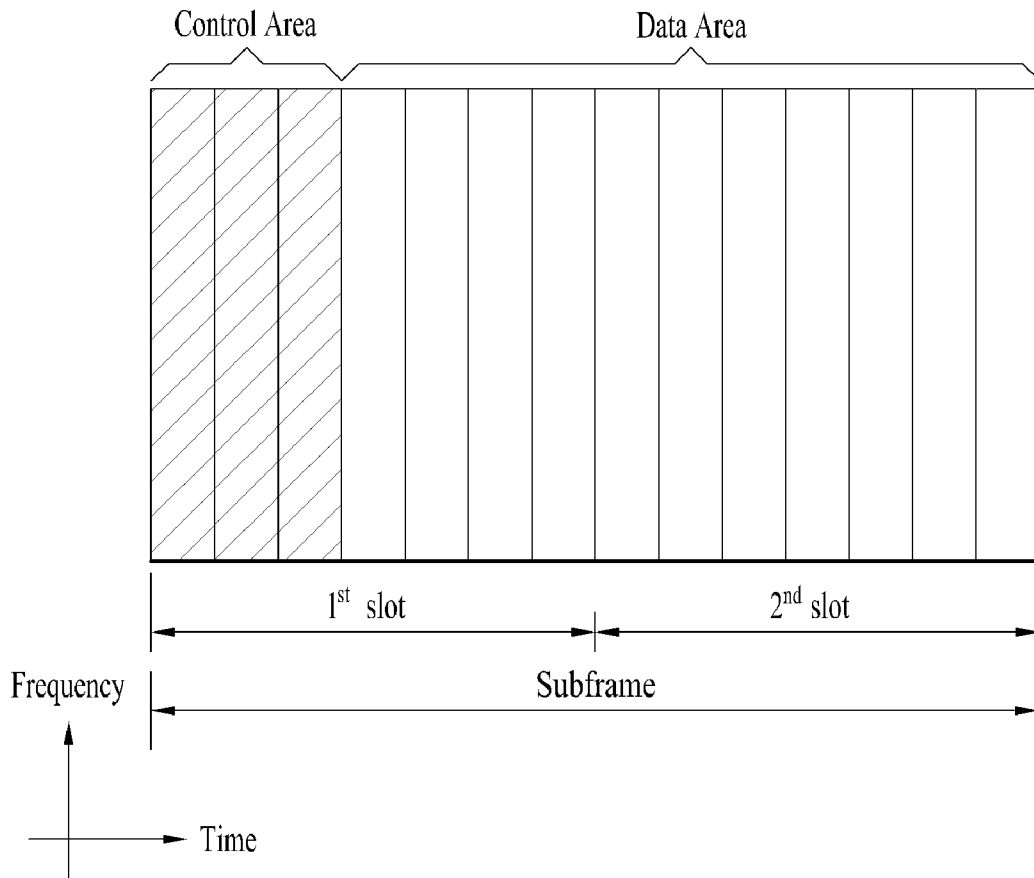
[도2]



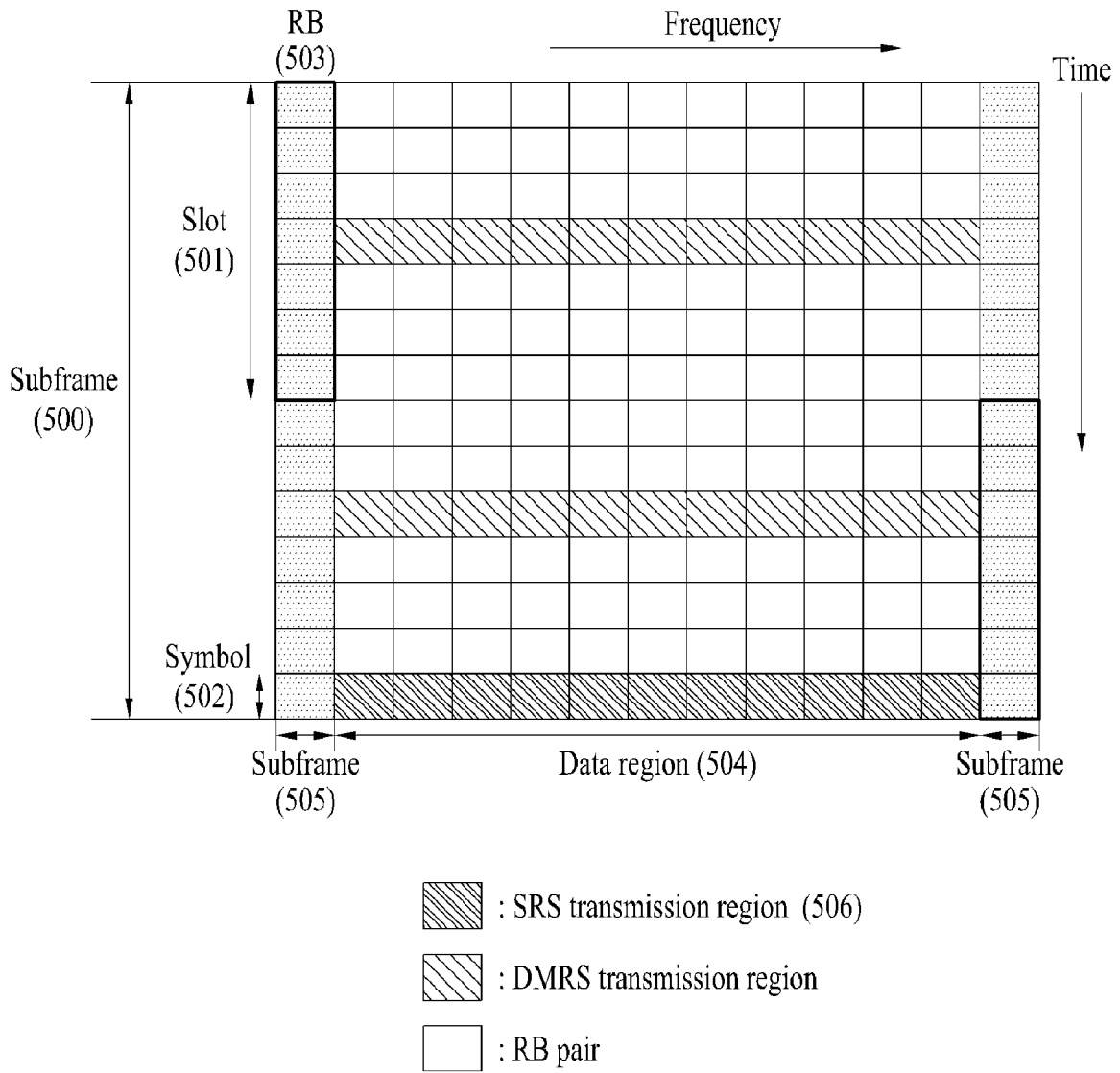
[도3]



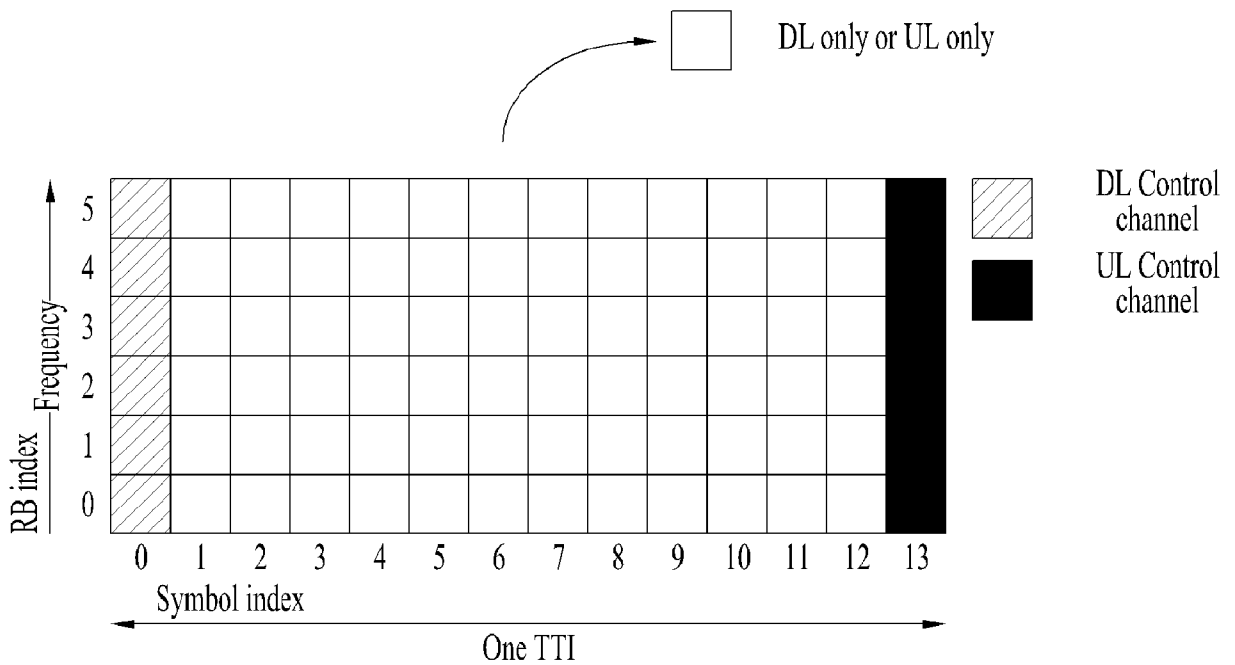
[도4]



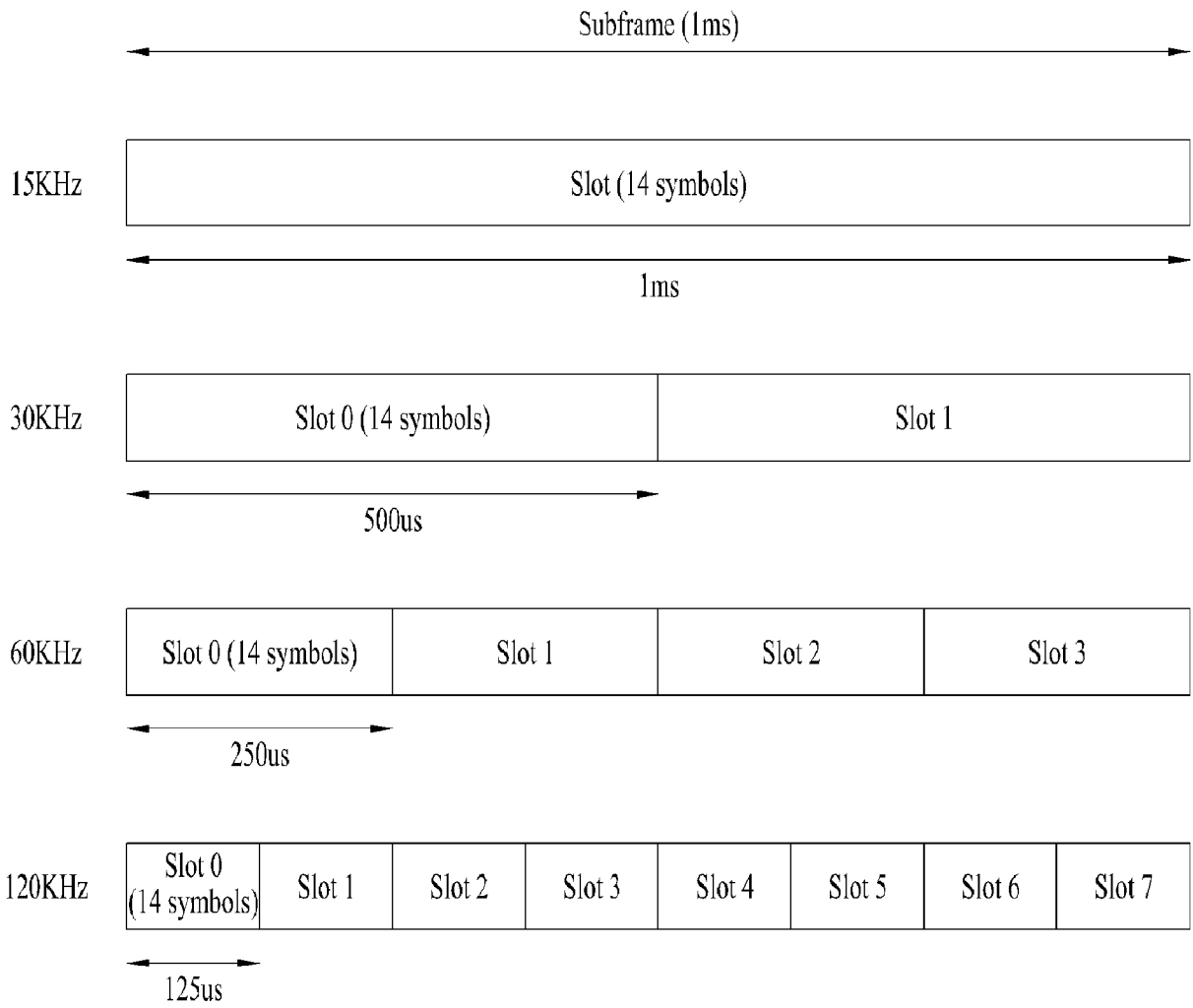
[도5]



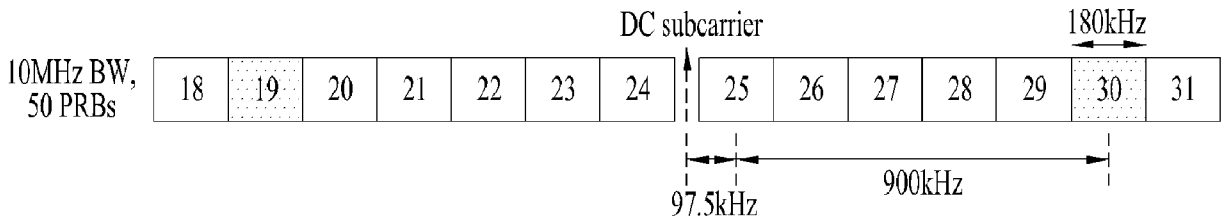
[도6]



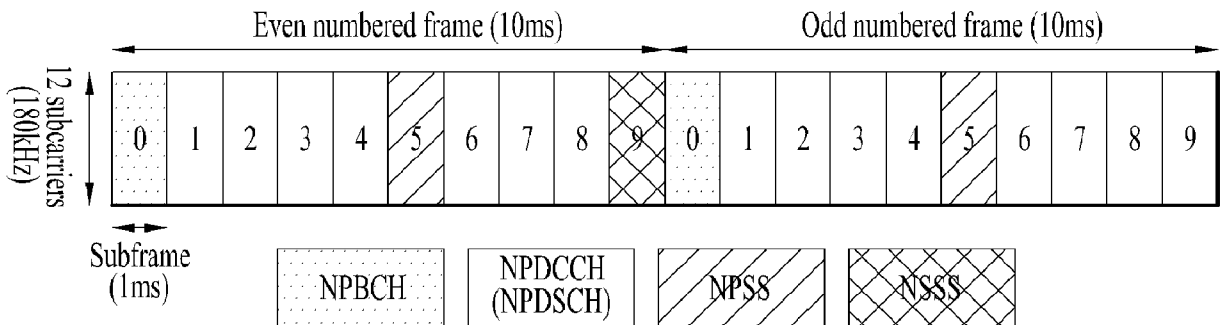
[도7]



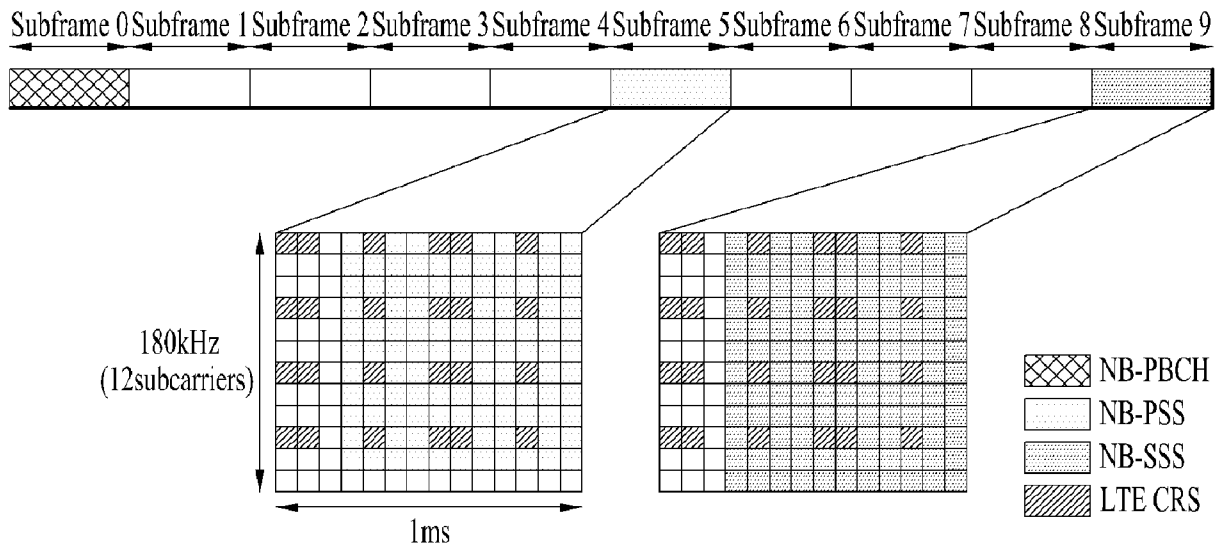
[도8]



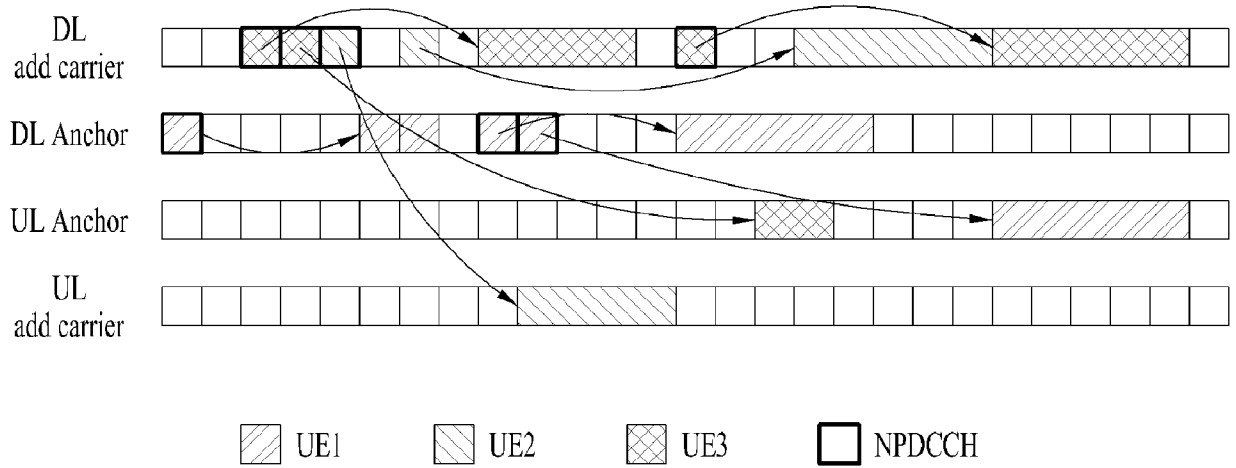
[도9]



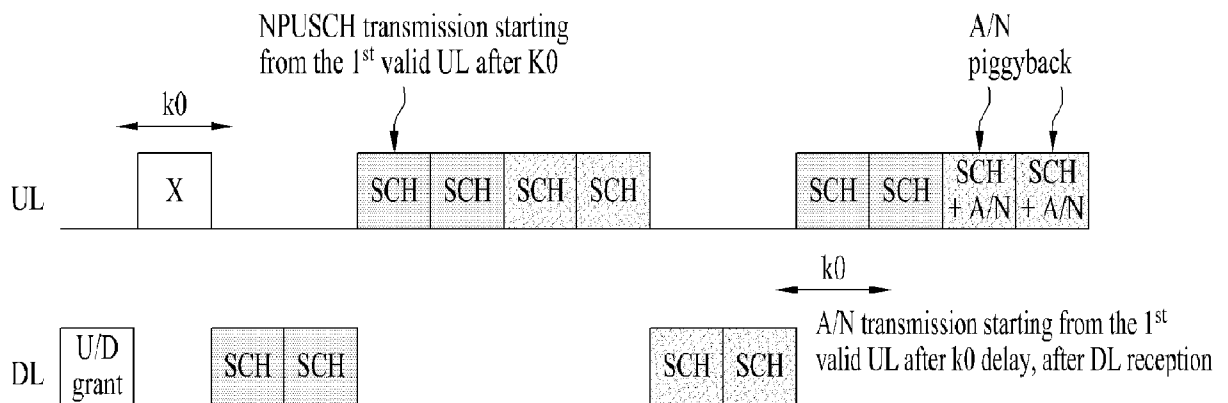
[도 10]



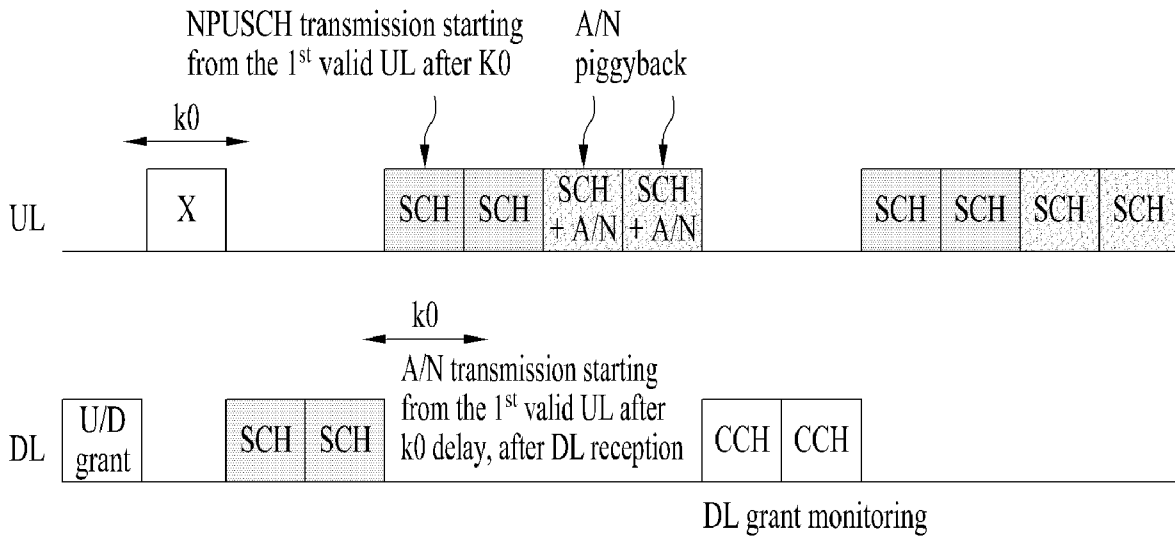
[도 11]



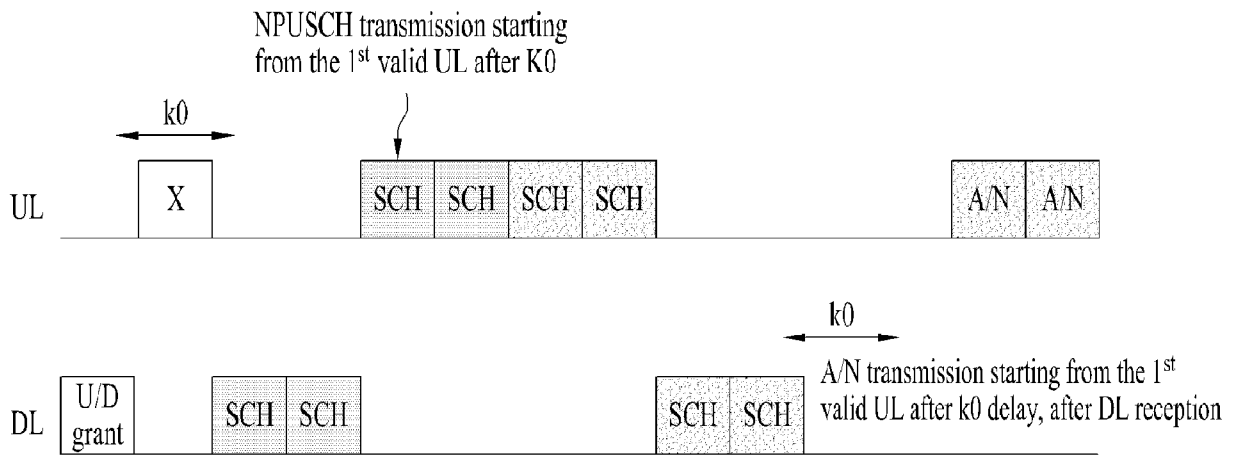
[도 12]



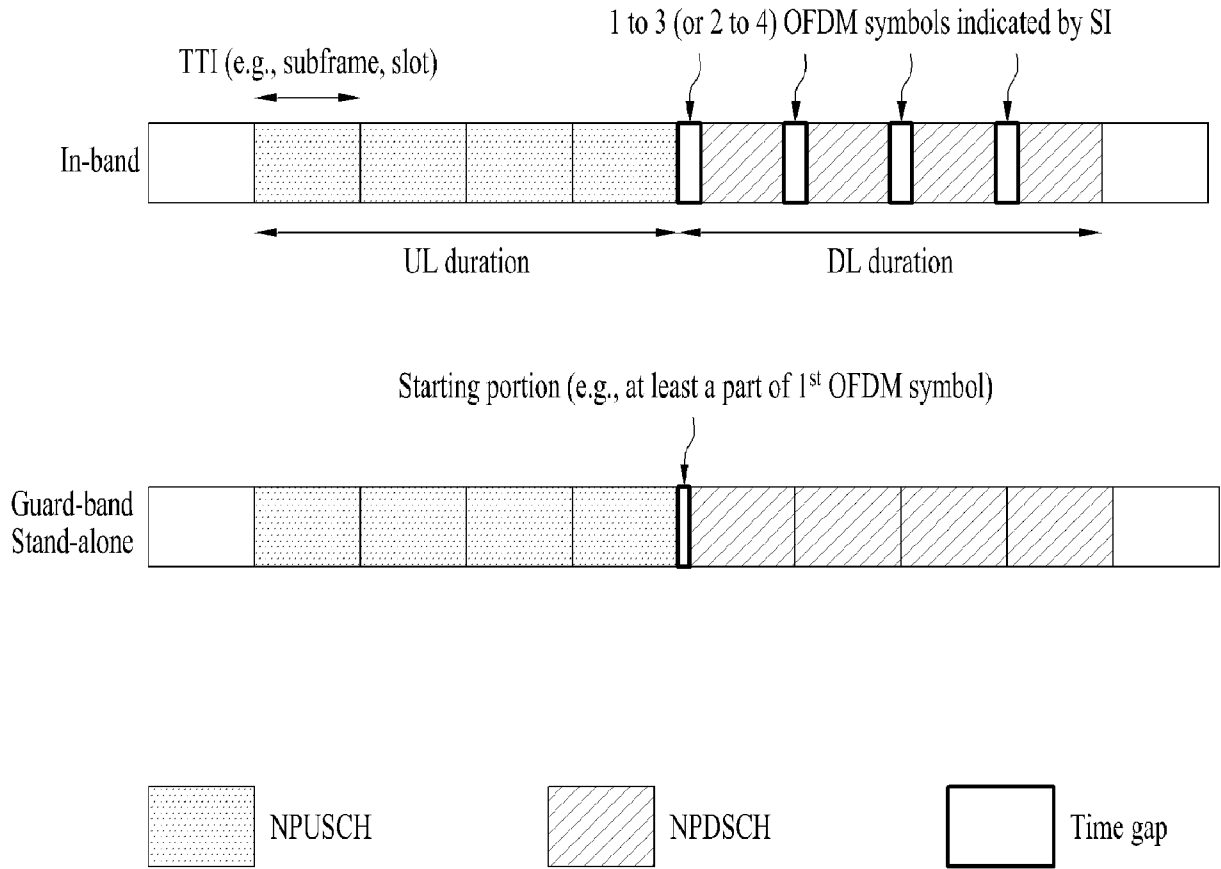
[도 13]



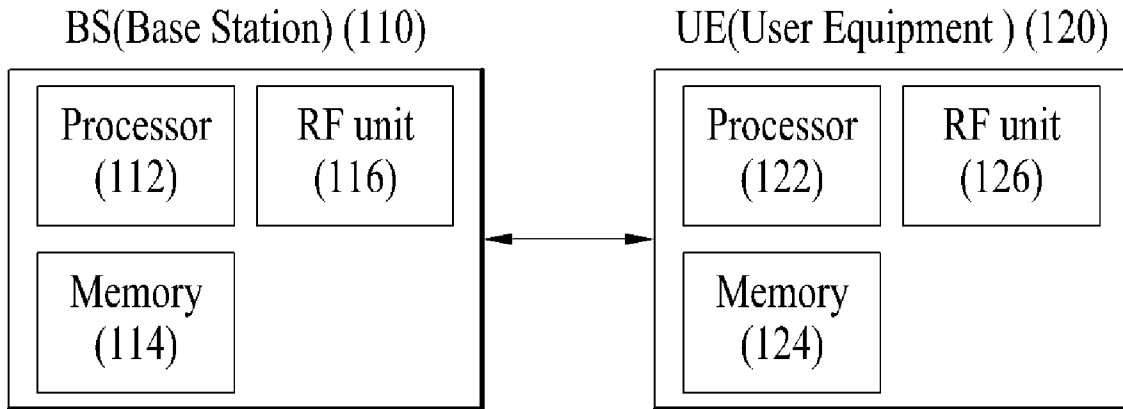
[도 14]



[도 15]



[도 16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/009187

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 72/12(2009.01)i, H04L 5/00(2006.01)i, H04L 1/18(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)

H04W 72/12; H04L 27/26; H04L 5/00; H04L 1/18

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: DL, PDSCH, in-band, guard-band, stand alone, OFDM

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PARK, Dong Hyeon et al., "The Trend of NB-IoT Related Standardization in 3GPP", Telecommunications Technology Association, TTA Journal, Vol. 166, July 2016 See page 62, right column, line 15-page 63, left column, line 8; page 64, left column, lines 13-18.	1-14
A	LG ELECTRONICS, "SPS Support in NB-IoT", R1-1707573, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #89, Hangzhou, China, 06 May 2017 See pages 1-2.	1-14
A	NOKIA et al., "On Resource Allocation and TBS Determination for PDSCH and CP-OFDM Based PUSCH in NR", R1-1708521, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #89, Hangzhou, China, 06 May 2017 See sections 1-5.	1-14
A	WO 2017-069470 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 27 April 2017 See paragraphs [0165], [0194]-[0195], [0218]; and figure 10.	1-14
A	CATT, "NB-PUSCH/NB-PDSCH Coding and Repetition for NB-IoT", R1-161955, 3GPP TSG RAN WG1 NB-IoT Ad-Hoc Meeting, Sophia Antipolis, France, 16 March 2016 See sections 1-3.	1-14



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

"T" 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

15 NOVEMBER 2018 (15.11.2018)

Date of mailing of the international search report

15 NOVEMBER 2018 (15.11.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2018/009187

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 2017-069470 A1	27/04/2017	CN 108141341 A	08/06/2018
		CN 108352953 A	31/07/2018
		EP 3367601 A1	29/08/2018
		EP 3367602 A1	29/08/2018
		KR 10-2018-0057631 A	30/05/2018
		KR 10-2018-0057635 A	30/05/2018
		WO 2017-069474 A1	27/04/2017

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
H04W 72/12(2009.01)i, H04L 5/00(2006.01)i, H04L 1/18(2006.01)i

B. 조사된 분야
 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
 H04W 72/12; H04L 27/26; H04L 5/00; H04L 1/18

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: DL, PDSCH, 인-밴드(in-band), 가드-밴드(guard-band), 스탠드-얼론(stand alone), OFDM

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	박동현 등, `3GPP에서의 NB-IoT 관련 표준화 동향`, 한국정보통신기술협회, TTA Journal, Vol. 166, 2016.07 페이지 62, 오른쪽 컬럼, 라인 15 - 페이지 63, 왼쪽 컬럼, 라인 8; 페이지 64, 왼쪽 컬럼, 라인 13-18 참조.	1-14
A	LG ELECTRONICS, `SPS support in NB-IoT`, R1-1707573, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #89, Hangzhou, China, 2017.05.06 페이지 1-2 참조.	1-14
A	NOKIA 등, `On resource allocation and TBS determination for PDSCH and CP-OFDM based PUSCH in NR`, R1-1708521, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #89, Hangzhou, China, 2017.05.06 섹션 1-5 참조.	1-14
A	WO 2017-069470 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 2017.04.27 단락 [0165], [0194]-[0195], [0218]; 및 도면 10 참조.	1-14
A	CATT, `NB-PUSCH/NB-PDSCH coding and repetition for NB-IoT`, R1-161955, 3GPP TSG RAN WG1 NB-IoT Ad-Hoc Meeting, Sophia Antipolis, France, 2016.03.16 섹션 1-3 참조.	1-14

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

국제조사의 실제 완료일 2018년 11월 15일 (15.11.2018)	국제조사보고서 발송일 2018년 11월 15일 (15.11.2018)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 강희국 전화번호 +82-42-481-8264
---	------------------------------------

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 2017-069470 A1	2017/04/27	CN 108141341 A	2018/06/08
		CN 108352953 A	2018/07/31
		EP 3367601 A1	2018/08/29
		EP 3367602 A1	2018/08/29
		KR 10-2018-0057631 A	2018/05/30
		KR 10-2018-0057635 A	2018/05/30
		WO 2017-069474 A1	2017/04/27