

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 8월 4일 (04.08.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/122242 A2

- (51) 국제특허분류:
H04L 5/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/000982
- (22) 국제출원일: 2016년 1월 29일 (29.01.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
62/109,067 2015년 1월 29일 (29.01.2015) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 유향선 (YOU, Hyangsun); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 서한별 (SEO, Hanbyul); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 이윤정 (YI, Yunjung); 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).
- (74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 05556 서울시 송파구 올림피로 82, 7층 KBK 특허법률사무소, Seoul (KR).

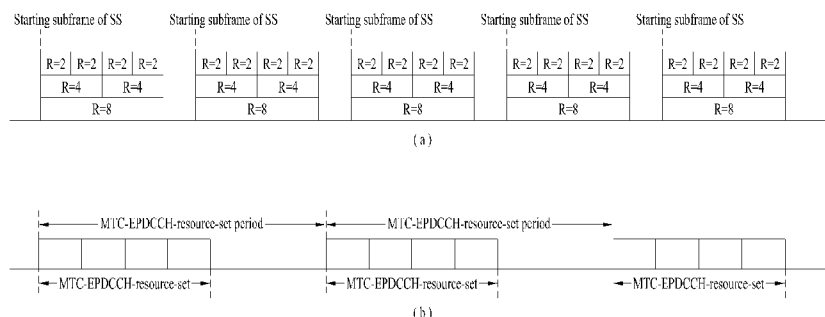
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, 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, 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:

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

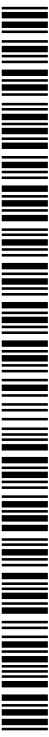
(54) Title: UPLINK CONTROL INFORMATION RECEPTION METHOD AND USER EQUIPMENT, AND DOWNLINK CONTROL INFORMATION TRANSMISSION METHOD AND BASE STATION

(54) 발명의 명칭: 하향링크 제어 정보 수신 방법 및 사용자기기와, 하향링크 제어 정보 전송 방법 및 기지국



(57) Abstract: A search space for a user equipment can be set over a plurality of subframes. The starting positions of the starting subframe of the search space and a control channel for the user equipment may be different. The start of the search space is limited to a set of specific subframes. The search space may occur cyclically. The cycle of the search space is pre-fixed, or may be set for the user equipment by means of system information or an upper layer signal.

(57) 요약서: 복수의 서브프레임들에 걸쳐 사용자기기를 위한 탐색 공간이 설정될 수 있다. 상기 탐색 공간의 시작 서브프레임과 상기 사용자기기를 위한 제어 채널의 시작 위치가 다를 수 있다. 상기 탐색 공간의 시작은 특정 서브프레임들의 세트로 제한된다. 상기 탐색 공간은 주기적으로 발생할 수 있다. 상기 탐색 공간의 주기는 기고정되거나, 시스템 정보 또는 상위 계층 신호에 의해 상기 사용자기기에 설정될 수 있다.



WO 2016/122242 A2

명세서

발명의 명칭: 하향링크 제어 정보 수신 방법 및 사용자기기와, 하향링크 제어 정보 전송 방법 및 기지국

기술분야

- [1] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 특히, 하향링크 제어 정보를 전송/수신하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 기기간(Machine-to-Machine, M2M) 통신과, 높은 데이터 전송량을 요구하는 스마트폰, 태블릿 PC 등의 다양한 장치 및 기술이 출현 및 보급되고 있다. 이에 따라, 셀룰러 망에서 처리될 것이 요구되는 데이터 양이 매우 빠르게 증가하고 있다. 이와 같이 빠르게 증가하는 데이터 처리 요구량을 만족시키기 위해, 더 많은 주파수 대역을 효율적으로 사용하기 위한 반송파 집성(carrier aggregation) 기술, 인지무선(cognitive radio) 기술 등과, 한정된 주파수 내에서 전송되는 데이터 용량을 높이기 위한 다중 안테나 기술, 다중 기지국 협력 기술 등이 발전하고 있다.
- [3] 일반적인 무선 통신 시스템은 하나의 하향링크(downlink, DL) 대역과 이에 대응하는 하나의 상향링크(uplink, UL) 대역을 통해 데이터 송/수신을 수행(주파수 분할 듀플렉스(frequency division duplex, FDD) 모드)의 경우)하거나, 소정 무선 프레임(Radio Frame)을 시간 도메인(time domain)에서 상향링크 시간 유닛과 하향링크 시간 유닛으로 구분하고, 상/하향링크 시간 유닛을 통해 데이터 송/수신을 수행(시 분할 듀플렉스(time division duplex, TDD) 모드)의 경우)한다. 기지국(base station, BS)와 사용자기기(user equipment, UE)는 소정 시간 유닛(unit), 예를 들어, 서브프레임(subframe, SF) 내에서 스케줄링된 데이터 및/또는 제어 정보를 송수신한다. 데이터는 상/하향링크 서브프레임에 설정된 데이터 영역을 통해 송수신되고, 제어 정보는 상/하향링크 서브프레임에 설정된 제어 영역을 통해 송수신된다. 이를 위해, 무선 신호를 나르는 다양한 물리 채널이 상/하향링크 서브프레임에 설정된다. 이에 반해 반송파 집성 기술은 보다 넓은 주파수 대역을 사용하기 위하여 복수의 상/하향링크 주파수 블록들을 모아 더 큰 상/하향링크 대역폭을 사용함으로써 단일 반송파가 사용될 때에 비해 많은 양의 신호가 동시에 처리될 수 있다.
- [4] 한편, UE가 주변에서 접속(access)할 수 있는 노드(node)의 밀도가 높아지는 방향으로 통신 환경이 진화하고 있다. 노드라 함은 하나 이상의 안테나를 구비하여 UE와 무선 신호를 전송/수신할 수 있는 고정된 지점(point)을 말한다. 높은 밀도의 노드를 구비한 통신 시스템은 노드들 간의 협력에 의해 더 높은 성능의 통신 서비스를 UE에게 제공할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 새로운 무선 통신 기술의 도입에 따라, 기지국이 소정 자원영역에서 서비스를 제공해야 하는 UE들의 개수가 증가할 뿐만 아니라, 상기 기지국이 서비스를 제공하는 UE들과 전송/수신하는 데이터와 제어정보의 양이 증가하고 있다. 기지국이 UE(들)과의 통신에 이용 가능한 무선 자원의 양은 유한하므로, 기지국이 유한한 무선 자원을 이용하여 상/하향링크 데이터 및/또는 상/하향링크 제어정보를 UE(들)로부터/에게 효율적으로 수신/전송하기 위한 새로운 방안이 요구된다.
- [6] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [7] 복수의 서브프레임들에 걸쳐 사용자기기를 위한 탐색 공간이 설정될 수 있다. 상기 탐색 공간의 시작 서브프레임과 상기 사용자기기를 위한 제어 채널의 시작 위치가 다를 수 있다. 상기 탐색 공간의 시작은 특정 서브프레임들의 세트로 제한된다. 상기 탐색 공간은 주기적으로 발생할 수 있다. 상기 탐색 공간의 주기는 기고정되거나, 시스템 정보 또는 상위 계층 신호에 의해 상기 사용자기기에게 설정될 수 있다.
- [8] 본 발명의 일 양상으로, 사용자기기가 하향링크 제어 정보를 수신함에 있어서, 상기 사용자기기를 위한 탐색 공간(search space)의 설정 정보를 수신; 및 상기 설정 정보를 기초로 상기 탐색 공간 내 하향링크 제어 채널 후보를 통해 상기 하향링크 제어 정보를 수신하는 것을 포함하며, 상기 탐색 공간은 복수의 서브프레임들에 걸쳐 구성되고, 상기 설정 정보는 상기 탐색 공간의 주기를 나타내는 정보를 포함하는, 하향링크 제어 정보 수신 방법이 제공된다.
- [9] 본 발명의 다른 양상으로, 사용자기기가 하향링크 제어 정보를 수신함에 있어서, 무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛과, 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는: 상기 사용자기기를 위한 탐색 공간(search space)의 설정 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어; 및 상기 설정 정보를 기초로 상기 탐색 공간 내 하향링크 제어 채널 후보를 통해 상기 하향링크 제어 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되며, 상기 탐색 공간은 복수의 서브프레임들에 걸쳐 구성되고, 상기 설정 정보는 상기 탐색 공간의 주기를 나타내는 정보를 포함하는, 사용자기기가 제공된다.
- [10] 본 발명의 또 다른 양상으로, 기지국이 하향링크 제어 정보를 전송함에 있어서, 사용자기기를 위한 탐색 공간(search space)의 설정 정보를 전송; 및 상기 설정 정보를 기초로 상기 탐색 공간 내 하향링크 제어 채널 후보를 통해 상기 하향링크 제어 정보를 전송하는 것을 포함하며, 상기 탐색 공간은 복수의

서브프레임들에 걸쳐 구성되고, 상기 설정 정보는 상기 탐색 공간의 주기를 나타내는 정보를 포함하는, 하향링크 제어 정보 전송 방법이 제공된다.

- [11] 본 발명의 또 다른 양상으로, 기지국이 하향링크 제어 정보를 전송함에 있어서, 무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛과, 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는: 사용자기기를 위한 탐색 공간(search space)의 설정 정보를 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어; 및 상기 설정 정보를 기초로 상기 탐색 공간 내 하향링크 제어 채널 후보를 통해 상기 하향링크 제어 정보를 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되며, 상기 탐색 공간은 복수의 서브프레임들에 걸쳐 구성되고, 상기 설정 정보는 상기 탐색 공간의 주기를 나타내는 정보를 포함하는, 기지국이 제공된다.
- [12] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 탐색 공간의 주기는 상기 탐색 공간의 지속기간(duration)보다 크거나 같을 수 있다.
- [13] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 설정 정보는 상기 탐색 공간의 시작 서브프레임을 나타내는 정보를 포함할 수 있다.
- [14] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 탐색 공간은 복수의 하향링크 제어 채널 후보들 포함하고, 상기 하향링크 제어 정보는 상기 복수의 하향링크 제어 채널 후보들 중 둘 이상의 하향링크 제어 채널 후보 각각을 통해 수신될 수 있다.
- [15] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 하향링크 제어 채널 후보는 하나 이상의 서브프레임 번들 내에 설정될 수 있다. 상기 하나 이상의 서브프레임 번들 각각은 상기 탐색 공간을 위한 상기 복수의 서브프레임들 중 하나 이상의 서브프레임으로 구성될 수 있다.
- [16] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 탐색 공간의 마지막 서브프레임 n 후 서브프레임 $n+k$ 에서 상기 하향링크 제어 정보에 따른 하향링크 데이터의 전송을 시작할 수 있다. 여기서, k 는 양의 정수일 수 있다.
- [17] 상기 복수의 서브프레임들 각각은 시간 도메인에서 하나 이상의 선두 심볼로 구성된 제어 영역과 상기 제어 영역에 속하지 않은 심볼들로 구성된 데이터 영역으로 구분되고, 상기 하향링크 제어 채널 후보는 상기 복수의 서브프레임들 중 하나 이상의 서브프레임의 데이터 영역 내 자원으로 이루어질 수 있다.
- [18] 상기 과제 해결방법들은 본 발명의 실시예들 중 일부에 불과하며, 본원 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

발명의 효과

- [19] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 무선 통신 신호가 효율적으로 전송/수신될 수 있다. 이에 따라, 무선 통신 시스템의 전체 처리량(throughput)이 높아질 수 있다.
- [20] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 기존 시스템과의 호환성을 유지하면서, 저가/저비용 사용자기기가 기지국과 통신할 수 있다.

- [21] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 사용자기가 저가/저비용으로 구현될 수 있다.
- [22] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [23] 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.
- [24] 도 1은 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다.
- [25] 도 2는 무선 통신 시스템에서 하향링크(downlink, DL)/상향링크(uplink, UL) 슬롯 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [26] 도 3은 동기 신호(synchronization signal, SS)의 전송을 위한 무선 프레임 구조를 예시한 것이다.
- [27] 도 4는 무선 통신 시스템에서 사용되는 하향링크 서브프레임(subframe) 구조를 예시한 것이다.
- [28] 도 5는 하향링크 제어 채널을 구성하는 데 사용되는 자원 단위를 나타낸다.
- [29] 도 6은 셀 특정적 참조 신호(cell specific reference signal, CRS)와 UE 특정적 참조신호(user specific reference signal, UE-RS)를 예시한 것이다.
- [30] 도 7은 채널 상태 정보 참조 신호(channel state information reference signal, CSI-RS) 설정(configuration)들을 예시한 것이다.
- [31] 도 8은 무선 통신 시스템에 사용되는 상향링크(uplink, UL) 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [32] 도 9는 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에 설정되는 하향링크 제어 채널을 예시한 것이다.
- [33] 도 10은 MTC를 위한 신호 대역의 예를 나타낸 것이다.
- [34] 도 11은 MTC-EPDCCH-자원 세트를 예시한 것이다.
- [35] 도 12는 본 발명에 따른 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 ECCE(들)을 예시한 것이다.
- [36] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따라 DCI를 자원으로 매핑하는 예를 나타낸 것이다.
- [37] 도 14는 본 발명에 따른 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 EPDCCH 후보(들)을 예시한 것이다.
- [38] 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따라 DCI를 자원으로 매핑하는 예를 나타낸 것이다.
- [39] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 MTC-EPDCCH-자원 세트와 MTC-EPDCCH의 관계를 설명하기 위해 도시된 것이다.

[40] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 MTC-EPDCCH와 해당 PDSCH와의 관계를 예시한 것이다.

[41] 도 18은 본 발명을 수행하는 전송장치(10) 및 수신장치(20)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

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

[43] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

[44] 이하에서 설명되는 기법(technique) 및 장치, 시스템은 다양한 무선 다중 접속 시스템에 적용될 수 있다. 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, MC-FDMA(multi carrier frequency division multiple access) 시스템 등이 있다. CDMA는 UTRA (Universal Terrestrial Radio Access) 또는 CDMA2000과 같은 무선 기술(technology)에서 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communication), GPRS(General Packet Radio Service), EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution) (i.e., GERAN) 등과 같은 무선 기술에서 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11(WiFi), IEEE 802.16(WiMAX), IEEE802-20, E-UTRA(evolved-UTRA) 등과 같은 무선 기술에서 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)의 일부이며, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(Long Term Evolution)은 E-UTRA를 이용하는 E-UMTS의 일부이다. 3GPP LTE는 하향링크(downlink, DL)에서는 OFDMA를 채택하고, 상향링크(uplink, UL)에서는 SC-FDMA를 채택하고 있다. LTE-A(LTE-advanced)는 3GPP LTE의 진화된 형태이다. 설명의 편의를 위하여, 이하에서는 본 발명이 3GPP LTE/LTE-A에 적용되는 경우를 가정하여 설명한다. 그러나 본 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 이하의 상세한 설명이 이동통신 시스템이 3GPP LTE/LTE-A 시스템에 대응하는 이동통신 시스템을 기초로 설명되더라도, 3GPP LTE/LTE-A에 특유한 사항을 제외하고는 다른 임의의 이동 통신

시스템에도 적용 가능하다.

- [45] 예를 들어, 본 발명은 3GPP LTE/LTE-A 시스템과 같이 eNB가 UE에게 하향링크/상향링크 시간/주파수 자원을 할당하고 UE가 eNB의 할당에 따라 하향링크 신호를 수신하고 상향링크 신호를 전송하는 비-경쟁 기반(non-contention based) 통신뿐만 아니라, WiFi와 같은 경쟁 기반(contention based) 통신에도 적용될 수 있다. 비-경쟁 기반 통신 기법은 접속 포인트(access point, AP) 혹은 상기 접속 포인트를 제어하는 제어 노드(node)가 UE와 상기 AP 사이의 통신을 위한 자원을 할당함에 반해 경쟁 기반 통신 기법은 AP에 접속하고자 하는 다수의 UE들 사이의 경쟁을 통해 통신 자원이 점유된다. 경쟁 기반 통신 기법에 대해 간략히 설명하면, 경쟁 기반 통신 기법의 일종으로 반송파 감지 다중 접속(carrier sense multiple access, CSMA)이 있는데, CSMA는 노드 혹은 통신 기기가 주파수 대역(band)와 같은, 공유 전송 매체(shared transmission medium)(공유 채널이라고도 함) 상에서 트래픽(traffic)을 전송하기 전에 동일한 공유 전송 매체 상에 다른 트래픽이 없음을 확인하는 확률적(probabilistic) 매체 접속 제어(media access control, MAC) 프로토콜(protocol)을 말한다. CSMA에서 전송 장치는 수신 장치에 트래픽을 보내는 것을 시도하기 전에 다른 전송이 진행 중인지를 결정한다. 다시 말해, 전송 장치는 전송을 시도하기 전에 다른 전송 장치로부터의 반송파(carrier)의 존재를 검출(detect)하는 것을 시도한다. 반송파가 감지되면 전송 장치는 자신의 전송을 개시하기 전에 진행 중인 다른 전송 장치에 의해 전송이 완료(finish)되기를 기다린다. 결국, CSMA는 "sense before transmit" 혹은 "listen before talk" 원리를 기반으로 한 통신 기법이라 할 수 있다. CSMA를 이용하는 경쟁 기반 통신 시스템에서 전송 장치들 사이의 충돌을 회피하기 위한 기법으로 CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 및/또는 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)가 사용된다. CSMA/CD는 유선 랜 환경에서 충돌 검출 기법으로서 이더넷(ethernet) 환경에서 통신을 하고자 하는 PC(Personal Computer)나 서버(server)가 먼저 네트워크 상에서 통신이 일어나고 있는지 확인한 후, 다른 장치(device)가 데이터를 상기 네트워크 상에서 실어 보내고 있으면 기다렸다가 데이터를 보낸다. 즉 2명 이상의 사용자(예, PC, UE 등)가 동시에 데이터를 실어 보내는 경우, 상기 동시 전송들 사이에 충돌이 발생하는데, CSMA/CD는 상기 충돌을 감시하여 유연성 있는 데이터 전송이 이루어질 수 있도록 하는 기법이다. CSMA/CD를 사용하는 전송 장치는 특정 규칙을 이용하여 다른 전송 장치에 의한 데이터 전송을 감지하여 자신의 데이터 전송을 조절한다. CSMA/CA는 IEEE 802.11 표준에 명시되어 있는 매체 접근 제어 프로토콜이다. IEEE 802.11 표준에 따른 WLAN 시스템은 IEEE 802.3 표준에서 사용되던 CSMA/CD를 사용하지 않고 CA, 즉, 충돌을 회피하는 방식을 사용하고 있다. 전송 장치들은 항상 네트워크의 반송파를 감지하고 있다가, 네트워크가 비어있을 때 목록에 등재된 자신의

위치에 따라 정해진 만큼의 시간을 기다렸다가 데이터를 보낸다. 목록 내에서 전송 장치들 간의 우선순위를 정하고, 이를 재설정(reconfiguration)하는 데에는 여러 가지 방법들이 사용된다. IEEE 802.11 표준의 일부 버전에 따른 시스템에서는, 충돌이 일어날 수 있으며, 이때에는 충돌 감지 절차가 수행된다. CSMA/CA를 사용하는 전송 장치는 특정 규칙을 이용하여 다른 전송 장치에 의한 데이터 전송과 자신의 데이터 전송 사이의 충돌을 회피한다.

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

- [47] 본 발명에서 노드(node)라 함은 UE와 통신하여 무선 신호를 전송/수신할 수 있는 고정된 지점(point)을 말한다. 다양한 형태의 eNB들이 그 명칭에 관계없이 노드로서 이용될 수 있다. 예를 들어, BS, NB, eNB, 피코-셀 eNB(PeNB), 홈 eNB(HeNB), 릴레이(relay), 리피터(repeater) 등이 노드가 될 수 있다. 또한, 노드는 eNB가 아니어도 될 수 있다. 예를 들어, 무선 리모트 헤드(radio remote head, RRH), 무선 리모트 유닛(radio remote unit, RRU)가 될 수 있다. RRH, RRU 등은 일반적으로 eNB의 전력 레벨(power level) 더욱 낮은 전력 레벨을 갖는다. RRH 혹은 RRU 이하, RRH/RRU)는 일반적으로 광 케이블 등의 전용 회선(dedicated line)으로 eNB에 연결되어 있기 때문에, 일반적으로 무선 회선으로 연결된 eNB들에 의한 협력 통신에 비해, RRH/RRU 와 eNB에 의한 협력 통신이 원활하게 수행될 수 있다. 일 노드에는 최소 하나의 안테나가 설치된다. 상기 안테나는 물리 안테나를 의미할 수도 있으며, 안테나 포트, 가상 안테나, 또는 안테나 그룹을 의미할 수도 있다. 노드는 포인트(point)라고 불리기도 한다.

- [48] 본 발명에서 셀(cell)이라 함은 하나 이상의 노드가 통신 서비스를 제공하는 일정 지리적 영역을 말한다. 따라서, 본 발명에서 특정 셀과 통신한다고 함은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 노드와 통신하는 것을 의미할 수 있다. 또한, 특정 셀의 하향링크/상향링크 신호는 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 노드로부터의/로의 하향링크/상향링크 신호를 의미한다. UE에게 상/하향링크 통신 서비스를 제공하는 셀을 특히 서빙 셀(serving cell)이라고 한다. 또한, 특정 셀의 채널 상태/품질은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 노드와 UE 사이에 형성된 채널 혹은 통신

링크의 채널 상태/품질을 의미한다. LTE/LTE-A 기반의 시스템에서, UE는 특정 노드로부터의 하향링크 채널 상태를 상기 특정 노드의 안테나 포트(들)이 상기 특정 노드에 할당된 CRS (Cell-specific Reference Signal) 자원 상에서 전송되는 CRS(들) 및/또는 CSI-RS(Channel State Information Reference Signal) 자원 상에서 전송하는 CSI-RS(들)을 이용하여 측정할 수 있다. 구체적인 CSI-RS 설정에 대해서는 3GPP TS 36.211 및 3GPP TS 36.331 문서를 참조할 수 있다.

[49] 한편, 3GPP LTE/LTE-A 시스템은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용하고 있는데, 무선 자원과 연관된 셀(cell)은 지리적 영역의 셀(cell)과 구분된다.

[50] 지리적 영역의 "셀"은 노드가 반송파를 이용하여 서비스를 제공할 수 있는 커버리지(coverage)라고 이해될 수 있으며, 무선 자원의 "셀"은 상기 반송파에 의해 설정(configure)되는 주파수 범위인 대역폭(bandwidth, BW)과 연관된다. 노드가 유효한 신호를 전송할 수 있는 범위인 하향링크 커버리지와 UE로부터 유효한 신호를 수신할 수 있는 범위인 상향링크 커버리지는 해당 신호를 나르는 반송파에 의해 의존하므로 노드의 커버리지는 상기 노드가 사용하는 무선 자원의 "셀"의 커버리지와 연관되기도 한다. 따라서 "셀"이라는 용어는 때로는 노드에 의한 서비스의 커버리지를, 때로는 무선 자원을, 때로는 상기 무선 자원을 이용한 신호가 유효한 세기로 도달할 수 있는 범위를 의미하는 데 사용될 수 있다. 무선 자원의 "셀"에 대해서는 이후에 좀 더 자세히 설명된다.

[51] 3GPP LTE/LTE-A 표준은 상위 계층으로부터 기원한 정보를 나르는 자원 요소들에 대응하는 하향링크 물리 채널들과, 물리 계층에 의해 사용되거나 상위 계층으로부터 기원하는 정보를 나르지 않는 자원 요소들에 대응하는 하향링크 물리 신호들을 정의된다. 예를 들어, 물리 하향링크 공유 채널(physical downlink shared channel, PDSCH), 물리 브로드캐스트 채널(physical broadcast channel, PBCH), 물리 멀티캐스트 채널(physical multicast channel, PMCH), 물리 제어 포맷 지시자 채널(physical control format indicator channel, PCFICH), 물리 하향링크 제어 채널(physical downlink control channel, PDCCH) 및 물리 하이브리드 ARQ 지시자 채널(physical hybrid ARQ indicator channel, PHICH)들이 하향링크 물리 채널들로서 정의되어 있으며, 참조 신호와 동기 신호가 하향링크 물리 신호들로서 정의되어 있다. 파일럿(pilot)이라고도 지칭되는 참조 신호(reference signal, RS)는 eNB와 UE가 서로 알고 있는 기정의된 특별한 파형의 신호를 의미하는데, 예를 들어, 셀 특정적 RS(cell specific RS), UE-특정적 RS(UE-specific RS, UE-RS), 포지셔닝 RS(positioning RS, PRS) 및 채널 상태 정보 RS(channel state information RS, CSI-RS)가 하향링크 참조 신호로서 정의된다. 3GPP LTE/LTE-A 표준은 상위 계층으로부터 기원한 정보를 나르는 자원 요소들에 대응하는 상향링크 물리 채널들과, 물리 계층에 의해 사용되거나 상위 계층으로부터 기원하는 정보를 나르지 않는 자원 요소들에 대응하는 상향링크 물리 신호들을 정의하고 있다. 예를 들어, 물리 상향링크 공유 채널(physical uplink shared

channel, PUSCH), 물리 상향링크 제어 채널(physical uplink control channel, PUCCH), 물리 임의의 접속 채널(physical random access channel, PRACH)가 상향링크 물리 채널로서 정의되며, 상향링크 제어/데이터 신호를 위한 복조 참조 신호(demodulation reference signal, DMRS)와 상향링크 채널 측정에 사용되는 사운드링 참조 신호(sounding reference signal, SRS)가 정의된다.

- [52] 본 발명에서 PDCCH(Physical Downlink Control CHannel)/PCFICH(Physical Control Format Indicator CHannel)/PHICH((Physical Hybrid automatic retransmit request Indicator CHannel)/PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel)은 각각 DCI(Downlink Control Information)/CFI(Control Format Indicator)/하향링크 ACK/NACK(ACKnowledgement/Negative ACK)/하향링크 데이터를 나르는 시간-주파수 자원의 집합 혹은 자원요소의 집합을 의미한다. 또한, PUCCH(Physical Uplink Control CHannel)/PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel)/PRACH(Physical Random Access CHannel)는 각각 UCI(Uplink Control Information)/상향링크 데이터/랜덤 액세스 신호를 나르는 시간-주파수 자원의 집합 혹은 자원요소의 집합을 의미한다. 본 발명에서는, 특히, PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH에 할당되거나 이에 속한 시간-주파수 자원 혹은 자원요소(Resource Element, RE)를 각각 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH RE 또는 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH 자원이라고 칭한다. 이하에서 사용자기기가 PUCCH/PUSCH/PRACH를 전송한다는 표현은, 각각, PUSCH/PUCCH/PRACH 상에서 혹은 통해서 상향링크 제어정보/상향링크 데이터/랜덤 액세스 신호를 전송한다는 것과 동일한 의미로 사용된다. 또한, eNB가 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH를 전송한다는 표현은, 각각, PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH 상에서 혹은 통해서 하향링크 데이터/제어정보를 전송한다는 것과 동일한 의미로 사용된다.
- [53] 이하에서는 CRS/DMRS/CSI-RS/SRS/UE-RS가 할당된 혹은 설정된(configured) OFDM 심볼/부반송파/RE를 CRS/DMRS/CSI-RS/SRS/UE-RS 심볼/반송파/부반송파/RE라고 칭한다. 예를 들어, 트래킹 RS(tracking RS, TRS)가 할당된 혹은 설정된 OFDM 심볼은 TRS 심볼이라고 칭하며, TRS가 할당된 혹은 설정된 부반송파는 TRS 부반송파라 칭하며, TRS가 할당된 혹은 설정된 RE는 TRS RE라고 칭한다. 또한, TRS 전송을 위해 설정된(configured) 서브프레임을 TRS 서브프레임이라 칭한다. 또한 브로드캐스트 신호가 전송되는 서브프레임을 브로드캐스트 서브프레임 혹은 PBCH 서브프레임이라 칭하며, 동기 신호(예를 들어, PSS 및/또는 SSS)가 전송되는 서브프레임을 동기 신호 서브프레임 혹은 PSS/SSS 서브프레임이라고 칭한다. PSS/SSS가 할당된 혹은 설정된(configured) OFDM 심볼/부반송파/RE를 각각 PSS/SSS 심볼/부반송파/RE라 칭한다.
- [54] 본 발명에서 CRS 포트, UE-RS 포트, CSI-RS 포트, TRS 포트라 함은 각각 CRS를 전송하도록 설정된(configured) 안테나 포트, UE-RS를 전송하도록 설정된

안테나 포트, CSI-RS를 전송하도록 설정된 안테나 포트, TRS를 전송하도록 설정된 안테나 포트를 의미한다. CRS들을 전송하도록 설정된 안테나 포트들은 CRS 포트들에 따라 CRS가 점유하는 RE들의 위치에 의해 상호 구분될 수 있으며, UE-RS들을 전송하도록 설정된(configured) 안테나 포트들은 UE-RS 포트들에 따라 UE-RS가 점유하는 RE들의 위치에 의해 상호 구분될 수 있으며, CSI-RS들을 전송하도록 설정된 안테나 포트들은 CSI-RS 포트들에 따라 CSI-RS가 점유하는 RE들의 위치에 의해 상호 구분될 수 있다. 따라서 CRS/UE-RS/CSI-RS/TRS 포트라는 용어가 일정 자원 영역 내에서 CRS/UE-RS/CSI-RS/TRS가 점유하는 RE들의 패턴을 의미하는 용어로서 사용되기도 한다.

- [55] 도 1은 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다.
- [56] 특히, 도 1(a)는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 주파수분할듀플렉스(frequency division duplex, FDD)용 프레임 구조를 나타낸 것이고, 도 1(b)는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 시분할듀플렉스(time division duplex, TDD)용 프레임 구조를 나타낸 것이다.
- [57] 도 1을 참조하면, 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 무선프레임은 $10\text{ms}(307200T_s)$ 의 길이를 가지며, 10개의 균등한 크기의 서브프레임(subframe, SF)으로 구성된다. 일 무선프레임 내 10개의 서브프레임에는 각각 번호가 부여될 수 있다. 여기에서, T_s 는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s=1/(2048*15\text{kHz})$ 로 표시된다. 각각의 서브프레임은 1ms 의 길이를 가지며 2개의 슬롯으로 구성된다. 일 무선프레임 내에서 20개의 슬롯들은 0부터 19까지 순차적으로 넘버링될 수 있다. 각각의 슬롯은 0.5ms 의 길이를 가진다. 일 서브프레임을 전송하기 위한 시간은 전송 시간 간격(transmission time interval, TTI)로 정의된다. 시간 자원은 무선 프레임 번호(혹은 무선 프레임 인덱스라고도 함)와 서브프레임 번호(혹은 서브프레임 번호라고도 함), 슬롯 번호(혹은 슬롯 인덱스) 등에 의해 구분될 수 있다.
- [58] 무선 프레임은 듀플렉스(duplex) 모드에 따라 다르게 설정(configure)될 수 있다. 예를 들어, FDD 모드에서, 하향링크 전송 및 상향링크 전송은 주파수에 의해 구분되므로, 무선 프레임은 특정 주파수 대역에 대해 하향링크 서브프레임 또는 상향링크 서브프레임 중 하나만을 포함한다. TDD 모드에서 하향링크 전송 및 상향링크 전송은 시간에 의해 구분되므로, 특정 주파수 대역에 대해 무선 프레임은 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임을 모두 포함한다.
- [59] 표 1은 TDD 모드에서, 무선 프레임 내 서브프레임들의 DL-UL 설정(configuration)을 예시한 것이다.
- [60] 표 1

[표 1]

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

[61] 표 1에서, D는 하향링크 서브프레임을, U는 상향링크 서브프레임을, S는 특별(특별) 서브프레임을 나타낸다. 특별 서브프레임은 DwPTS(Downlink Pilot TimeSlot), GP(Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot TimeSlot)의 3개 필드를 포함한다. DwPTS는 하향링크 전송용으로 유보되는 시간 구간이며, UpPTS는 상향링크 전송용으로 유보되는 시간 구간이다. 표 2는 특별 서브프레임의 설정(configuration)을 예시한 것이다.

[62] 표 2

[표2]

Special subframe configuration	Normal cyclic prefix in downlink			Extended cyclic prefix in downlink		
	DwPTS	UpPTS		DwPTS	UpPTS	
		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink
0	$6592 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$	$7680 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$
1	$19760 \cdot T_s$			$20480 \cdot T_s$		
2	$21952 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
3	$24144 \cdot T_s$			$25600 \cdot T_s$		
4	$26336 \cdot T_s$			$7680 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$
5	$6592 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$	$20480 \cdot T_s$		
6	$19760 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
7	$21952 \cdot T_s$			$12800 \cdot T_s$		
8	$24144 \cdot T_s$			-	-	-
9	$13168 \cdot T_s$			-	-	-

[63] 도 2는 무선 통신 시스템에서 하향링크(downlink, DL)/상향링크(uplink, UL) 슬롯 구조의 일례를 나타낸 것이다.

[64] 도 2를 참조하면, 슬롯은 시간 도메인(time domain)에서 복수의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼을 포함하고, 주파수 도메인(frequency domain)에서 복수의 자원 블록(resource block, RB)을 포함한다. OFDM 심볼은 일 심볼 구간을 의미하기도 한다. 도 2를 참조하면, 각 슬롯에서 전송되는 신호는 $N_{DL/UL}^{RB} \times N_{sc}^{RB}$ 개의 부반송파(subcarrier)와 $N_{symb}^{DL/UL}$ 개의 OFDM 심볼로 구성되는 자원격자(resource grid)로 표현될 수 있다. 여기서, N_{RB}^{DL} 은 하향링크 슬롯에서의 자원 블록(resource block, RB)의 개수를 나타내고, N_{RB}^{UL} 은 UL 슬롯에서의 RB의 개수를 나타낸다. N_{RB}^{DL} 과 N_{RB}^{UL} 은 DL 전송 대역폭과 UL 전송 대역폭에 각각 의존한다. N_{symb}^{DL} 은 하향링크 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타내며, N_{symb}^{UL} 은 UL 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타낸다. N_{sc}^{RB} 은 하나의 RB를 구성하는 부반송파의 개수를 나타낸다.

[65] OFDM 심볼은 다중 접속 방식에 따라 OFDM 심볼, SC-FDM(Single Carrier Frequency Division Multiplexing) 심볼 등으로 불릴 수 있다. 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 채널 대역폭, CP(cyclic prefix)의 길이에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 정규(normal) CP의 경우에는 하나의 슬롯이

7개의 OFDM 심볼을 포함하나, 확장(extended) CP의 경우에는 하나의 슬롯이 6개의 OFDM 심볼을 포함한다. 도 2에서는 설명의 편의를 위하여 하나의 슬롯이 7개 OFDM 심볼로 구성되는 서브프레임을 예시하였으나, 본 발명의 실시예들은 다른 개수의 OFDM 심볼을 갖는 서브프레임들에도 마찬가지로 적용될 수 있다. 도 2를 참조하면, 각 OFDM 심볼은, 주파수 도메인에서, $N_{RB}^{DL/UL} \times N_{sc}^{RB}$ 개의 부반송파를 포함한다. 부반송파의 유형은 데이터 전송을 위한 데이터 부반송파, 참조신호(reference signal)의 전송을 위한 참조신호 부반송파, 보호 밴드(guard band) 또는 직류(Direct Current, DC) 성분을 위한 널(null) 부반송파로 나뉠 수 있다. DC 성분은 OFDM 신호 생성 과정 혹은 주파수 상향변환 과정에서 반송파 주파수(carrier frequency, f_0)로 맵핑(mapping)된다. 반송파 주파수는 중심 주파수(center frequency, f_c)라고도 한다.

- [66] 일 RB는 시간 도메인에서 $N_{symb}^{DL/UL}$ 개(예를 들어, 7개)의 연속하는 OFDM 심볼로서 정의되며, 주파수 도메인에서 N_{sc}^{RB} 개(예를 들어, 12개)의 연속하는 부반송파에 의해 정의된다. 참고로, 하나의 OFDM 심볼과 하나의 부반송파로 구성된 자원을 자원요소(resource element, RE) 혹은 톤(tone)이라고 한다. 따라서, 하나의 RB는 $N_{symb}^{DL/UL} \times N_{sc}^{RB}$ 개의 자원요소로 구성된다. 자원격자 내 각 자원요소는 일 슬롯 내 인덱스 쌍(k, l)에 의해 고유하게 정의될 수 있다. k 는 주파수 도메인에서 0부터 $N_{RB}^{DL/UL} \times N_{sc}^{RB} - 1$ 까지 부여되는 인덱스이며, l 은 시간 도메인에서 0부터 $N_{symb}^{DL/UL} - 1$ 까지 부여되는 인덱스이다.
- [67] 한편, 일 RB는 일 물리 자원 블록(physical resource block, PRB)과 일 가상자원 블록(virtual resource block, VRB)에 각각 맵핑된다. PRB는 시간 도메인에서 $N_{symb}^{DL/UL}$ 개(예를 들어, 7개)의 연속하는 OFDM 심볼 혹은 SC-FDM 심볼로서 정의되며, 주파수 도메인에서 N_{sc}^{RB} 개(예를 들어, 12개)의 연속하는 부반송파에 의해 정의된다. 따라서, 하나의 PRB는 $N_{symb}^{DL/UL} \times N_{sc}^{RB}$ 개의 자원요소로 구성된다. 일 서브프레임에서 N_{sc}^{RB} 개의 연속하는 동일한 부반송파를 점유하면서, 상기 서브프레임의 2개의 슬롯 각각에 1개씩 위치하는 2개의 RB를 PRB 쌍이라고 한다. PRB 쌍을 구성하는 2개의 RB는 동일한 PRB 번호(혹은, PRB 인덱스라고도 함)를 갖는다.
- [68] 도 3은 동기 신호(synchronization signal, SS)의 전송을 위한 무선 프레임 구조를 예시한 것이다. 특히, 도 3은 주파수 분할 듀플렉스(frequency division duplex, FDD)에서 동기 신호 및 PBCH의 전송을 위한 무선 프레임 구조를 예시한 것으로서, 도 3(a)는 정규 CP(normal cyclic prefix)로써 설정된(configured) 무선 프레임에서 SS 및 PBCH의 전송 위치를 도시한 것이고 도 3(b)는 확장 CP(extended CP)로써 설정된 무선 프레임에서 SS 및 PBCH의 전송 위치를 도시한 것이다.
- [69] UE는 전원이 켜지거나 새로이 셀에 접속하고자 하는 경우 상기 셀과의 시간 및 주파수 동기를 획득하고 상기 셀의 물리 계층 셀 식별자(physical layer cell identity) N_{cell_ID} 를 검출(detect)하는 등의 셀 탐색(initial cell search)

과정(procedure)을 수행한다. 이를 위해, UE는 eNB로부터 동기신호, 예를 들어, 1차 동기신호(Primary Synchronization Signal, PSS) 및 2차 동기신호(Ssecondary Synchronization Signal, SSS)를 수신하여 eNB와 동기를 맞추고, 셀 식별자(identity, ID) 등의 정보를 획득할 수 있다.

- [70] 도 3을 참조하여, SS를 조금 더 구체적으로 설명하면 다음과 같다. SS는 PSS와 SSS로 구분된다. PSS는 OFDM 심볼 동기, 슬롯 동기 등의 시간 도메인 동기 및/또는 주파수 도메인 동기를 얻기 위해 사용되며, SSS는 프레임 동기, 셀 그룹 ID 및/또는 셀의 CP 설정(configuration)(즉, 일반 CP 또는 확장 CP의 사용 정보)를 얻기 위해 사용된다. 도 3을 참조하면, PSS와 SSS는 매 무선 프레임의 2개의 OFDM 심볼에서 각각 전송된다. 구체적으로 SS는 인터-RAT(inter radio access technology) 측정의 용이함을 위해 GSM(Global System for Mobile communication) 프레임 길이인 4.6 ms를 고려하여 서브프레임 0의 첫 번째 슬롯과 서브프레임 5의 첫 번째 슬롯에서 각각 전송된다. 특히 PSS는 서브프레임 0의 첫 번째 슬롯의 마지막 OFDM 심볼과 서브프레임 5의 첫 번째 슬롯의 마지막 OFDM 심볼에서 각각 전송되고, SSS는 서브프레임 0의 첫 번째 슬롯의 마지막에서 두 번째 OFDM 심볼과 서브프레임 5의 첫 번째 슬롯의 마지막에서 두 번째 OFDM 심볼에서 각각 전송된다. 해당 무선 프레임의 경계는 SSS를 통해 검출될 수 있다. PSS는 해당 슬롯의 맨 마지막 OFDM 심볼에서 전송되고 SSS는 PSS 바로 앞 OFDM 심볼에서 전송된다. SS의 전송 다이버시티(diversity) 방식은 단일 안테나 포트(single antenna port)만을 사용하며 표준에서는 따로 정의하고 있지 않다.
- [71] PSS는 5ms마다 전송되므로 UE는 PSS를 검출함으로써 해당 서브프레임이 서브프레임 0과 서브프레임 5 중 하나임을 알 수 있으나, 해당 서브프레임이 서브프레임 0과 서브프레임 5 중 구체적으로 무엇인지는 알 수 없다. 따라서, UE는 PSS만으로는 무선 프레임의 경계를 인지하지 못한다. 즉, PSS만으로는 프레임 동기가 획득될 수 없다. UE는 일 무선 프레임 내에서 두 번 전송되며 서로 다른 시퀀스로서 전송되는 SSS를 검출하여 무선 프레임의 경계를 검출한다.
- [72] PSS/SSS를 이용한 셀(cell) 탐색 과정을 수행하여 DL 신호의 복조(demodulation) 및 UL 신호의 전송을 정확한 시점에 수행하는 데 필요한 시간 및 주파수 파라미터를 결정한 UE는, 또한, 상기 eNB로부터 상기 UE의 시스템 설정(system configuration)에 필요한 시스템 정보를 획득해야 상기 eNB와 통신할 수 있다.
- [73] 시스템 정보는 마스터정보블록(Master Information Block, MIB) 및 시스템정보블록(System Information Blocks, SIBs)에 의해 설정된다(configured). 각 시스템정보블록은 기능적으로 연관된 파라미터들의 모음을 포함하며, 포함하는 파라미터에 따라 마스터정보블록(Master Information Block, MIB) 및 시스템정보블록타입 1(System Information Block Type 1, SIB1), 시스템정보블록타입 2(System Information Block Type 2, SIB2), SIB3~SIB17로 구분된다.
- [74] MIB는 UE가 eNB의 네트워크(network)에 초기 접속(initial access)하는 데

필수적인, 가장 자주 전송되는 파라미터들을 포함한다. UE는 MIB를 브로드캐스트 채널(예, PBCH)를 통해 수신할 수 있다. MIB에는 하향링크 시스템 대역폭(dl-Bandwidth, DL BW), PHICH 설정(configuration), 시스템 프레임 넘버(SFN)가 포함된다. 따라서, UE는 PBCH를 수신함으로써 명시적(explicit)으로 DL BW, SFN, PHICH 설정에 대한 정보를 알 수 있다. 한편, PBCH를 수신할 통해 UE가 암묵적(implicit)으로 알 수 있는 정보로는 eNB의 전송 안테나 포트의 개수가 있다. eNB의 전송 안테나 개수에 대한 정보는 PBCH의 에러 검출에 사용되는 16-비트 CRC(Cyclic Redundancy Check)에 전송 안테나 개수에 대응되는 시퀀스를 마스킹(예, XOR 연산)하여 암묵적으로 시그널링된다.

- [75] SIB1은 다른 SIB들의 시간 도메인 스케줄링에 대한 정보뿐만 아니라, 특정 셀이 셀 선택에 적합한 셀인지를 판단하는 데 필요한 파라미터들을 포함한다. SIB1은 브로드캐스트 시그널링 혹은 전용(dedicated) 시그널링을 통해 UE에게 수신된다.
- [76] DL 반송파 주파수와 해당 시스템 대역폭은 PBCH가 나르는 MIB에 의해 획득될 수 있다. UL 반송파 주파수 및 해당 시스템 대역폭은 DL 신호인 시스템 정보를 통해 얻어질 수 있다. MIB를 수신한 UE는 해당 셀에 대해 저장된 유효한 시스템 정보가 없으면, 시스템 정보 블록 타입 2(SystemInformationBlockType2, SIB2)가 수신될 때까지, MIB 내 DL BW의 값을 UL-대역폭(UL BW)에 적용한다. 예를 들어, UE는 시스템 정보 블록 타입 2(SystemInformationBlockType2, SIB2)를 획득하여, 상기 SIB2 내 UL-반송파 주파수 및 UL-대역폭 정보를 통해 자신이 UL 전송에 사용할 수 있는 전체 UL 시스템 대역을 파악할 수 있다.
- [77] 주파수 도메인에서, PSS/SSS 및 PBCH는 실제 시스템 대역폭과 관계없이 해당 OFDM 심볼 내에서 DC 부반송파를 중심으로 좌우 3개씩 총 6개의 RB, 즉 총 72개의 부반송파들 내에서만 전송된다. 따라서, UE는 상기 UE에게 설정된(configured) 하향링크 전송 대역폭과 관계없이 SS 및 PBCH를 검출(detect) 혹은 복호(decode)할 수 있도록 설정된다(configured).
- [78] 초기 셀 탐색을 마친 UE는 eNB로의 접속을 완료하기 위해 임의의 접속 과정(random access procedure)을 수행할 수 있다. 이를 위해 UE는 물리 임의의 접속 채널(physical random access channel, PRACH)을 통해 프리앰블(preamble)을 전송하고, PDCCH 및 PDSCH를 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다. 경쟁 기반 임의의 접속(contention based random access)의 경우 추가적인 PRACH의 전송, 그리고 PDCCH 및 상기 PDCCH에 대응하는 PDSCH와 같은 충돌 해결 절차(contention resolution procedure)를 수행할 수 있다.
- [79] 상술한 바와 같은 절차를 수행한 UE는 이후 일반적인 상/하향링크 신호 전송 절차로서 PDCCH/PDSCH 수신 및 PUSCH/PUCCH 전송을 수행할 수 있다.
- [80] 도 4는 무선 통신 시스템에서 사용되는 하향링크 서브프레임(subframe) 구조를 예시한 것이다.

- [81] 도 4를 참조하면, DL 서브프레임은 시간 도메인에서 제어 영역(control region)과 데이터 영역(data region)으로 구분된다. 도 4를 참조하면, 서브프레임의 첫 번째 슬롯에서 앞부분에 위치한 최대 3(혹은 4)개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역(control region)에 대응한다. 이하, DL 서브프레임에서 PDCCH 전송에 이용가능한 자원 영역(resource region)을 PDCCH 영역이라 칭한다. 제어 영역으로 사용되는 OFDM 심볼(들)이 아닌 남은 OFDM 심볼들은 PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel)가 할당되는 데이터 영역(data region)에 해당한다. 이하, DL 서브프레임에서 PDSCH 전송에 이용 가능한 자원 영역을 PDSCH 영역이라 칭한다.
- [82] 3GPP LTE에서 사용되는 DL 제어 채널의 예는 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical hybrid ARQ indicator Channel) 등을 포함한다.
- [83] PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내에서 제어 채널의 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 관한 정보를 나른다. PCFICH는 매 서브프레임마다 해당 서브프레임에서 사용되는 OFDM 심볼의 개수를 UE에게 알려준다. PCFICH는 첫 번째 OFDM 심볼에 위치한다. PCFICH는 4개의 자원 요소 그룹(resource element group, REG)에 의해 구성되고, 각각의 REG는 셀 ID에 기초하여 제어 영역 내에 분산된다. 하나의 REG는 4개의 RE로 구성된다. REG의 구조는 도 5를 참조하여 좀 더 자세히 설명된다.
- [84] 서브프레임에서 PDCCH를 위해 사용가능한 OFDM 심볼들의 세트는 다음 표에 의해 주어진다.
- [85] 표 3

[표 3]

Subframe	Number of OFDM symbols for PDCCH when $N_{RB}^{DL} > 10$	Number of OFDM symbols for PDCCH when $N_{RB}^{DL} \leq 10$
Subframe 1 and 6 for frame structure type 2	1, 2	2
MBSFN subframes on a carrier supporting PDSCH, configured with 1 or 2 cell-specific antenna ports	1, 2	2
MBSFN subframes on a carrier supporting PDSCH, configured with 4 cell-specific antenna ports	2	2
Subframes on a carrier not supporting PDSCH	0	0
Non-MBSFN subframes (except subframe 6 for frame structure type 2) configured with positioning reference signals	1, 2, 3	2, 3
All other cases	1, 2, 3	2, 3, 4

- [86] PDSCH 전송을 지원하는 반송파 상의 무선 프레임 내 하향링크 서브프레임들의 서브셋이 상위 계층에 의해 MBSFN 서브프레임(들)로 설정될 수 있다. 각 MBSFN 서브프레임은 비-MBSFN 영역(region)과 MBSFN 영역으로 나뉘며, 비-MBSFN 영역은 선두 1개 또는 2개 OFDM 심볼들을 스캔하고, 여기서, 비-MBSFN 영역의 길이는 표 3에 의해 주어진다. MBSFN 서브프레임의 비-MBSFN 영역 내 전송은 서브프레임 0를 위해 사용된 순환 전치(cyclic prefix, CP)와 동일한 CP를 사용한다. MBSFN 서브프레임 내 MBSFN 영역은 비-MBSFN 영역에 사용되지 않은 OFDM 심볼들로서 정의된다.
- [87] PCFICH는 제어 포맷 지시자(control format indicator, CFI)를 나르며 CFI는 1~3 중 어느 한 값을 지시한다. 하향링크 시스템 대역폭 $N_{RB}^{DL} > 10$ 에 대해, PDCCH에 의해 날라지는 DCI의 스캔인 OFDM 심볼들의 개수 1, 2 또는 3은 상기 CFI에 의해 주어지며, 하향링크 시스템 대역폭 $N_{RB}^{DL} \leq 10$ 에 대해 PDCCH에 의해 날라지는 DCI의 스캔인 OFDM 심볼들의 개수 2, 3 또는 4는 CFI+1에 의해 주어진다. CFI는 다음 표에 따라 코딩된다.
- [88] 표 4

[illegible]

- [89] PHICH는 UL 전송에 대한 응답으로서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request) ACK/NACK(acknowledgment/negative-acknowledgment) 신호를 나른다. PHICH는 3개의 REG로 구성되고, 셀 특정적으로 스크램블링된다. ACK/NACK은 1비트로 지시되며, 상기 1비트의 ACK/NACK은 3번 반복되고 반복된 ACK/NACK 비트 각각은 확산 인자(spreading factor, SF) 4 또는 2로 확산되어 제어 영역에 매핑된다.
- [90] PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 상향링크 제어 정보(downlink control information, DCI)라고 지칭한다. DCI는 UE 또는 UE 그룹을 위한 자원 할당 정보 및 다른 제어 정보를 포함한다. DL 공유 채널(downlink shared channel, DL-SCH)의 전송 포맷(Transmit Format) 및 자원 할당 정보는 DL 스케줄링 정보 혹은 DL 그랜트(DL grant)라고도 불리며, UL 공유 채널(uplink shared channel, UL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보는 UL 스케줄링 정보 혹은 UL 그랜트(UL grant)라고도 불린다. 일 PDCCH가 나르는 DCI는 DCI 포맷에 따라서 그 크기와 용도가 다르며, 코딩 레이트에 따라 그 크기가 달라질 수 있다. 현재 3GPP LTE 시스템에서는 상향링크용으로 포맷 0 및 4, 하향링크용으로 포맷 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 2B, 2C, 3, 3A 등의 다양한 포맷이 정의되어 있다. DCI 포맷 각각의 용도에 맞게, 호핑 플래그, RB 할당(RB allocation), MCS(modulation coding scheme), RV(redundancy version), NDI(new data indicator), TPC(transmit power control), 순환 천이 DMRS(cyclic shift demodulation reference signal), UL 인덱스, CQI(channel quality information) 요청, DL 할당 인덱스(DL assignment index), HARQ 프로세스 넘버, TPMI(transmitted precoding matrix indicator), PMI(precoding matrix indicator) 정보 등의 제어정보가 취사 선택된 조합이 하향링크 제어정보로서 UE에게 전송된다. 다음 표는 DCI 포맷들을 예시한 것이다.
- [91] 표 5

[표5]

DCI format	Description
0	Resource grants for the PUSCH transmissions (uplink)
1	Resource assignments for single codeword PDSCH transmissions
1A	Compact signaling of resource assignments for single codeword PDSCH
1B	Compact signaling of resource assignments for single codeword PDSCH
1C	Very compact resource assignments for PDSCH (e.g. paging/broadcast system information)
1D	Compact resource assignments for PDSCH using multi-user MIMO
2	Resource assignments for PDSCH for closed-loop MIMO operation
2A	Resource assignments for PDSCH for open-loop MIMO operation
2B	Resource assignments for PDSCH using up to 2 antenna ports with UE-specific reference signals
2C	Resource assignment for PDSCH using up to 8 antenna ports with UE-specific reference signals
3/3A	Power control commands for PUCCH and PUSCH with 2-bit/1-bit power adjustments
4	Scheduling of PUSCH in one UL Component Carrier with multi-antenna port transmission mode

- [92] 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있다. UE는 복수의 PDCCH를 모니터링 할 수 있다. eNB는 UE에게 전송될 DCI에 따라 DCI 포맷을 결정하고, DCI에 CRC(cyclic redundancy check)를 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 사용 목적에 따라 식별자(예, RNTI(radio network temporary identifier))로 마스킹(또는 스램블)된다. 예를 들어, PDCCH가 특정 UE을 위한 것일 경우, 해당 UE의 식별자(예, cell-RNTI (C-RNTI))가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 페이징 메시지를 위한 것일 경우, 페이징 식별자(예, paging-RNTI (P-RNTI))가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(system information block, SIB))를 위한 것일 경우, SI-RNTI(system information RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 랜덤 접속 응답을 위한 것일 경우, RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. CRC 마스킹(또는 스램블)은 예를 들어 비트 레벨에서 CRC와 RNTI를 XOR 연산하는 것을 포함한다.

- [93] PDCCH는 서브프레임 내 첫 m 개 OFDM 심볼(들)에 할당된다. 여기에서, m 은 1 이상의 정수로서 PCFICH에 의해 지시된다.
- [94] PDCCH는 하나 또는 복수의 연속된 제어 채널 요소(control channel element, CCE)들의 집성(aggregation) 상에서 전송된다. CCE는 PDCCH에 무선 채널 상태에 기초한 코딩 레이트를 제공하는데 사용되는 논리적 할당 유닛이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group, REG)에 대응한다. 예를 들어, 하나의 CCE는 9개의 REG에 대응되고 하나의 REG는 4개의 RE에 대응한다. 4개의 QPSK 심볼이 각각의 REG에 매핑된다. 참조신호(RS)에 의해 점유된 자원요소(RE)는 REG에 포함되지 않는다. 따라서, 주어진 OFDM 심볼 내에서 REG의 개수는 RS의 존재 여부에 따라 달라진다. REG 개념은 다른 하향링크 제어채널(즉, PCFICH 및 PHICH)에도 사용된다.
- [95] 시스템에서 PDCCH 전송을 위해 이용가능한 CCE들은 0부터 $N_{CCE}-1$ 까지 번호가 매겨질 수 있으며, 여기서 $N_{CCE}=\text{floor}(N_{REG}/9)$ 이며, N_{REG} 는 PCFICH 또는 PHICH에 할당되지 않은 REG의 개수를 나타낸다.
- [96] DCI 포맷 및 DCI 비트의 개수는 CCE의 개수에 따라 결정된다. CCE들은 번호가 매겨져 연속적으로 사용되고, 복호 과정을 간단히 하기 위해, n 개 CCE들로 구성된 포맷을 가지는 PDCCH는 n 의 배수에 해당하는 번호를 가지는 CCE에서만 시작될 수 있다. 특정 PDCCH의 전송에 사용되는 CCE의 개수는 채널 상태에 따라 네트워크 혹은 eNB에 의해 결정된다. 예를 들어, 좋은 하향링크 채널을 가지는 UE(예, eNB에 인접함)을 위한 PDCCH의 경우 하나의 CCE로도 충분할 수 있다. 그러나, 열악한 채널을 가지는 UE(예, 셀 경계에 근처에 존재)를 위한 PDCCH의 경우 충분한 강건성(robustness)을 얻기 위해서는 8개의 CCE가 요구될 수 있다. 또한, PDCCH의 파워 레벨은 채널 상태에 맞춰 조정될 수 있다.
- [97] eNB는 탐색 공간 내의 임의의 PDCCH 후보 상에서 실제 PDCCH (DCI)를 전송하고, UE는 PDCCH (DCI)를 찾기 위해 탐색 공간을 모니터링한다. 여기서, 모니터링이라 함은 모든 모니터링되는 DCI 포맷들에 따라 해당 탐색 공간 내의 각 PDCCH의 복호(decoding)를 시도(attempt)하는 것을 의미한다. UE는 상기 복수의 PDCCH를 모니터링하여, 자신의 PDCCH를 검출할 수 있다. 기본적으로 UE는 자신의 PDCCH가 전송되는 위치를 모르기 때문에, 매 서브프레임마다 해당 DCI 포맷의 모든 PDCCH를 자신의 식별자를 가진 PDCCH를 검출할 때까지 PDCCH의 복호를 시도하는데, 이러한 과정을 블라인드 검출(blind detection)(블라인드 복호(blind decoding, BD))이라고 한다.
- [98] 예를 들어, 특정 PDCCH 가 "A"라는 RNTI(Radio Network Temporary Identity)로 CRC(cyclic redundancy check) 마스킹(masking)되어 있고, "B"라는 무선자원(예, 주파수 위치) 및 "C"라는 전송형식정보(예, 전송 블록 사이즈, 변조 방식, 코딩 정보 등)를 이용해 전송되는 데이터에 관한 정보가 특정 DL 서브프레임을 통해 전송된다고 가정(assume)한다. UE는 자신이 가지고 있는 RNTI 정보를 이용하여

PDCCH를 모니터링하고, "A"라는 RNTI를 가지고 있는 UE는 PDCCH를 검출하고, 수신한 PDCCH의 정보를 통해 "B"와 "C"에 의해 지시되는 PDSCH를 수신한다.

[99] 도 5는 하향링크 제어 채널을 구성하는 데 사용되는 자원 단위를 나타낸다.

[100] 도 5(a)는 전송 안테나 포트의 개수가 1 또는 2개인 경우를 나타내고, 도 5(b)는 전송 안테나 포트의 개수가 4개인 경우를 나타낸다. 전송 안테나의 개수에 따라 CRS 패턴만 상이할 뿐 제어 채널과 관련된 자원 단위의 설정 방법은 동일하다. 도 5를 참조하면, 제어 채널을 위한 자원 단위는 REG이다. REG는 CRS를 제외한 상태에서 이웃한 4개의 RE들로 구성된다. 즉, REG는 도 5에서 R0~R3 중 어느 하나로 표시된 RE를 제외한 나머지 RE들로 구성된다. PFICH 및 PHICH는 각각 4개의 REG 및 3개의 REG를 포함한다. PDCCH는 CCE 단위로 구성되며, 하나의 CCE는 9개의 REG를 포함한다. 도 5는 CCE를 구성하는 REG가 서로 이웃하고 있는 것으로 예시하였지만, CCE를 구성하는 9개의 REG가 제어 영역 내 주파수 및/또는 시간 축으로 분산될 수도 있다.

[101] 도 6은 셀 특정적 참조 신호(cell specific reference signal, CRS)와 UE 특정적 참조 신호(user specific reference signal, UE-RS)를 예시한 것이다. 특히 도 6은 정규 CP를 갖는 서브프레임의 RB 쌍에서 CRS(들) 및 UE-RS(들)에 의해 점유되는 RE들을 나타낸 것이다.

[102] 기존 3GPP LTE 시스템에서 CRS는 복조 목적 및 측정 목적 둘 다에 이용되므로, CRS는 PDSCH 전송을 지원하는 셀(cell) 내 모든 하향링크 서브프레임에서 전체 하향링크 대역폭에 걸쳐 전송되며 eNB에 설정된(configured) 모든 안테나 포트에서 전송된다.

[103] 도 6을 참조하면, 전송 노드의 안테나 포트 개수에 따라 안테나 포트 $p=0, p=0,1, p=0,1,2,3$ 를 통해 CRS가 전송된다. CRS는 제어 영역 및 데이터 영역에 상관없이 서브프레임 내에 일정한 패턴으로 고정된다. 제어 채널은 제어 영역 중에서 CRS가 할당되지 않은 자원에 할당되고, 데이터 채널도 데이터 영역 중에서 CRS가 할당되지 않은 자원에 할당된다.

[104] UE는 CRS를 이용하여 CSI를 측정할 수 있으며, CRS를 이용하여 상기 CRS를 포함하는 서브프레임에서 PDSCH를 통해 수신된 신호를 복조할 수도 있다. 즉 eNB는 모든 RB에서 각 RB 내 일정한 위치에 CRS를 전송하고 UE는 상기 CRS를 기준으로 채널 추정을 수행한 다음에 PDSCH를 검출한다. 예를 들어, UE는 CRS RE에서 수신된 신호를 측정하고 상기 측정된 신호와, 상기 CRS RE별 수신 에너지의 PDSCH가 맵핑된 RE별 수신 에너지에 대한 비를 이용하여 PDSCH가 맵핑된 RE로부터 PDSCH 신호를 검출할 수 있다. 그러나 이렇게 CRS를 기반으로 PDSCH가 전송되는 경우에는 eNB가 모든 RB에 대해서 CRS를 전송해야 하므로 불필요한 RS 오버헤드가 발생하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 3GPP LTE-A 시스템에서는 CRS 외에 UE-특정적 RS(이하, UE-RS) 및 CSI-RS를 추가로 정의된다. UE-RS는 복조를 위해 CSI-RS는 채널

상태 정보의 얻어내기(derive) 위해 사용된다. UE-RS는 DRS의 일종으로 볼 수 있다. UE-RS 및 CRS는 복조를 위해 사용되므로 용도의 측면에서 복조용 RS라고 할 수 있다. CSI-RS 및 CRS는 채널 측정 혹은 채널 추정에 사용되므로 용도의 측면에서는 측정용 RS라고 할 수 있다.

- [105] 도 6을 참조하면, UE-RS는 PDSCH의 전송을 위해 지원되며 안테나 포트(들) $p = 5, p = 7, p = 8$ 혹은 $p = 7, 8, \dots, v+6$ (여기서, v 는 상기 PDSCH의 전송을 위해 사용되는 레이어의 개수)을 통해 전송된다. UE-RS는 PDSCH 전송이 해당 안테나 포트와 연관되면 존재하고 PDSCH의 복조(demodulation)을 위해서만 유효한(valid) 참조(reference)이다. UE-RS는 해당 PDSCH가 맵핑된 RB들 상에서만 전송된다. 즉 UE-RS는 PDSCH의 존재 유무와 관계없이 매 서브프레임마다 전송되도록 설정된 CRS와 달리, PDSCH가 스케줄링된 서브프레임에서 PDSCH가 맵핑된 RB(들)에서만 전송되도록 설정된다. 또한 UE-RS는, PDSCH의 레이어의 개수와 관계없이 모든 안테나 포트(들)을 통해 전송되는 CRS와 달리, PDSCH의 레이어(들)에 각각 대응하는 안테나 포트(들)을 통해서만 전송된다. 따라서 CRS에 비해 RS의 오버헤드가 감소될 수 있다.
- [106] 한편, CSI-RS는 채널 측정을 위해 도입된 하향링크 RS로서, 3GPP LTE-A 시스템은 CSI-RS 전송을 위해 복수의 CSI-RS 설정들을 정의하고 있다.
- [107] 도 7은 채널 상태 정보 참조 신호(channel state information reference signal, CSI-RS) 설정(configuration)들을 예시한 것이다. 특히, CSI-RS 설정들 중 1개 또는 2개의 CSI-RS 포트들에 의한 CSI-RS 전송에 이용 가능한 20가지 CSI-RS 설정 0~19를 나타낸 것이고, 도 7(b)는 CSI-RS 설정들 중 4개의 CSI-RS 포트들에 의해 이용 가능한 10가지 CSI-RS 설정 0~9를 나타낸 것이며, 도 7(c)는 CSI-RS 설정들 중 8개의 CSI-RS 포트들에 의해 이용 가능한 5가지 CSI-RS 설정 0~4를 나타낸 것이다. 여기서 CSI-RS 포트는 CSI-RS 전송을 위해 설정된 안테나 포트를 의미하는데, 예를 들어, 안테나 포트 15~22가 CSI-RS 포트들에 해당한다. CSI-RS 포트의 개수에 따라 CSI-RS 설정이 달라지므로 CSI-RS 설정 번호가 동일하다고 하더라도 CSI-RS 전송을 위해 설정된 안테나 포트의 개수가 다르면 다른 CSI-RS 설정이 된다.
- [108] 한편 CSI-RS는 매 서브프레임마다 전송되도록 설정된 CRS와 달리 다수의 서브프레임들에 해당하는 소정 전송 주기마다 전송되도록 설정된다. 따라서 CSI-RS 설정은 표 8 혹은 표 9에 따른, 자원 블록 쌍 내에서 CSI-RS가 점유하는 RE들의 위치뿐만 아니라 CSI-RS가 설정되는 서브프레임에 따라서도 달라진다. CSI-RS 설정 번호가 동일하다고 하더라도 CSI-RS 전송을 위한 서브프레임이 다르면 CSI-RS 설정도 다르다고 볼 수 있다. 예를 들어, CSI-RS 전송 주기($T_{\text{CSI-RS}}$)가 다르거나 일 무선 프레임 내에서 CSI-RS 전송이 설정된 시작 서브프레임($\Delta_{\text{CSI-RS}}$)이 다르면 CSI-RS 설정이 다르다고 볼 수 있다. 이하에서는 CSI-RS 설정 번호가 부여된 CSI-RS 설정과, CSI-RS 설정 번호, CSI-RS 포트의 개수 및/또는 CSI-RS가 설정된 서브프레임에 따라 달라지는 CSI-RS 설정을 구분하기 위하여

후자의 설정을 CSI-RS 자원 설정(CSI-RS resource configuration)이라고 칭한다.

- [109] eNB는 UE에게 CSI-RS 자원 설정을 알려줄 때 CSI-RS들의 전송을 위해 사용되는 안테나 포트의 개수, CSI-RS 패턴, CSI-RS 서브프레임 설정(CSI-RS subframe configuration) $I_{\text{CSI-RS}}$, CSI 피드백을 위한 참조 PDSCH 전송 전력에 관한 UE 상정(UE assumption on reference PDSCH transmitted power for CSI feedback) P_c , 제로 전력 CSI-RS 설정 리스트, 제로 전력 CSI-RS 서브프레임 설정 등에 관한 정보를 알려 줄 수 있다.

- [110] CSI-RS 서브프레임 설정 $I_{\text{CSI-RS}}$ 는 CSI-RS들의 존재(occurrence)에 대한 서브프레임 설정 주기 $T_{\text{CSI-RS}}$ 및 서브프레임 오프셋 $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ 을 특징하는 정보이다. 다음 표는 $T_{\text{CSI-RS}}$ 및 $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ 에 따른 CSI-RS 서브프레임 설정 $I_{\text{CSI-RS}}$ 을 예시한 것이다.

- [111] 표 6

[표6]

CSI-RS-SubframeConfig $I_{\text{CSI-RS}}$	CSI-RS periodicity $T_{\text{CSI-RS}}$ (subframes)	CSI-RS subframe offset $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ (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	$I_{\text{CSI-RS}} - 75$

- [112] $\{10n_f + \text{floor}(n_s/2) - \Delta_{\text{CSI-RS}}\} \bmod T_{\text{CSI-RS}} = 0$ (여기서, n_f 는 무선 프레임 번호, n_s 는 무선 프레임 내 슬롯 번호)을 만족하는 서브프레임들이 CSI-RS를 포함하는 서브프레임들이 된다.

- [113] P_c 는 UE가 CSI 피드백을 위한 CSI를 얻어낼 때 상기 UE가 상정하는 CSI-RS EPRE에 대한 PDSCH EPRE의 비(ratio of PDSCH EPRE to CSI-RS EPRE)이다. EPRE는 RE별 에너지(energy per resource element)를 의미한다. CSI-RS EPRE는 CSI-RS가 점유하는 RE당 에너지를 의미하고, PDSCH EPRE는 PDSCH가 점유하는 RE당 에너지를 의미한다.

- [114] 제로 전력 CSI-RS 설정 리스트는 UE가 제로 전송 전력을 상정해야 하는 CSI-RS 패턴(들)을 나타낸다. 예를 들어, eNB는 제로 전력 CSI-RS 설정 리스트에서 제로 전송 전력이라고 지시된 CSI-RS 설정들에 포함된 RE들에서는 제로 전송 전력으로 신호가 전송될 것이므로, UE는 해당 RE들 상에서 수신된 신호를 간섭으로 상정하거나, 해당 RE들 상에서 수신된 신호를 제외하고 하향링크 신호를 복호할 수 있다. 제로 전력 CSI-RS 설정 리스트는 4개 안테나 포트에 대한 16개 CSI-RS 패턴들에 일대일로 대응하는 16-비트 비트맵일 수 있다. 상기 16-비트 비트맵 중 최상위 비트(most significant bit)는 가장 낮은

CSI-RS 설정 번호(혹은 CSI-RS 설정 인덱스라고도 함)의 CSI-RS 설정에 대응하고 이어지는 비트들은 오름차순으로 CSI-RS 패턴들에 대응한다. UE는 상위 계층에 의해 설정된 16-비트의 제로 전력 CSI-RS 비트맵에서 '1'로 설정된 비트(들)에 대응하는 CSI-RS 패턴의 RE들에 대해 제로 전송 전력을 상정한다. 이하 UE가 제로 전송 전력을 상정해야 하는 CSI-RS 패턴을 제로 전력 CSI-RS 패턴이라 칭한다.

- [115] 제로 전력 CSI-RS 서브프레임 설정은 제로 전력 CSI-RS 패턴을 포함하는 서브프레임들을 특징하는 정보이다. CSI-RS 서브프레임 설정과 마찬가지로, 표 6에 따른 $I_{\text{CSI-RS}}$ 를 이용하여 제로 전력 CSI-RS의 존재를 포함하는 서브프레임이 UE에게 설정될 수 있다. UE는 $\{10n_t + \text{floor}(n_s/2) - \Delta_{\text{CSI-RS}}\} \bmod T_{\text{CSI-RS}} = 0$ 을 만족하는 서브프레임들이 제로 전력 CSI-RS 패턴을 포함한다고 상정할 수 있다. $I_{\text{CSI-RS}}$ 는 UE가 RE들에 대해 비-제로(non-zero) 전송 전력을 상정해야 CSI-RS 패턴과 제로 전송 전력을 상정해야 하는 제로 전력 CSI-RS 패턴에 대해 따로따로 설정될 수 있다.
- [116] 3GPP LTE-A 시스템에 따른 전송 모드(예를 들어, 전송 모드 9 혹은 그 외 새로이 정의되는 전송 모드)로 설정된 UE는 CSI-RS를 이용하여 채널 측정을 수행하고 UE-RS를 이용하여 PDSCH를 복조 혹은 복호할 수 있다.
- [117] 도 8은 무선 통신 시스템에 사용되는 상향링크(uplink, UL) 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [118] 도 8을 참조하면, UL 서브프레임은 주파수 도메인에서 제어 영역과 데이터 영역으로 구분될 수 있다. 하나 또는 여러 PUCCH(physical uplink control channel)가 상향링크 제어 정보(uplink control information, UCI)를 나르기 위해, 상기 제어 영역에 할당될 수 있다. 하나 또는 여러 PUSCH(physical uplink shared channel)가 사용자 데이터를 나르기 위해, UL 서브프레임의 데이터 영역에 할당될 수 있다.
- [119] UL 서브프레임에서는 DC(Direct Current) 부반송파를 기준으로 거리가 먼 부반송파들이 제어 영역으로 활용된다. 다시 말해, UL 전송 대역폭의 양쪽 끝부분에 위치하는 부반송파들이 상향링크 제어정보의 전송에 할당된다. DC 부반송파는 신호 전송에 사용되지 않고 남겨지는 성분으로서, 주파수 상향변환 과정에서 반송파 주파수 f_0 로 매핑된다. 일 UE에 대한 PUCCH는 일 서브프레임에서, 일 반송파 주파수에서 동작하는 자원들에 속한 RB 쌍에 할당되며, 상기 RB 쌍에 속한 RB들은 두 개의 슬롯에서 각각 다른 부반송파를 점유한다. 이와 같이 할당되는 PUCCH를, PUCCH에 할당된 RB 쌍이 슬롯 경계에서 주파수 호핑된다고 표현한다. 다만, 주파수 호핑이 적용되지 않는 경우에는, RB 쌍이 동일한 부반송파를 점유한다.
- [120] PUCCH는 다음의 제어 정보를 전송하는데 사용될 수 있다.
- [121] SR(Scheduling Request): 상향링크 UL-SCH 자원을 요청하는데 사용되는 정보이다. OOK(On-Off Keying) 방식을 이용하여 전송된다.

- [122] HARQ-ACK: PDCCH에 대한 응답 및/또는 PDSCH 상의 하향링크 데이터 패킷(예, 코드워드)에 대한 응답이다. PDCCH 혹은 PDSCH가 성공적으로 수신되었는지 여부를 나타낸다. 단일 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 HARQ-ACK 1 비트가 전송되고, 두 개의 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 HARQ-ACK 2 비트가 전송된다. HARQ-ACK 응답은 포지티브 ACK(간단히, ACK), 네거티브 ACK(이하, NACK), DTX(Discontinuous Transmission) 또는 NACK/DTX를 포함한다. 여기서, HARQ-ACK이라는 용어는 HARQ ACK/NACK, ACK/NACK과 혼용된다.
- [123] CSI(Channel State Information): 하향링크 채널에 대한 피드백 정보(feedback information)이다. CSI는 채널 품질 지시자(channel quality information, CQI), 프리코딩 행렬 지시자(precoding matrix indicator, PMI), 프리코딩 타입 지시자(precoding type indicator, PTI), 및/또는 랭크 지시(rank indication, RI)로 구성될 수 있다. 이들 중 MIMO(Multiple Input Multiple Output)-관련 피드백 정보는 RI 및 PMI를 포함한다. RI는 UE가 동일 시간-주파수 자원을 통해 수신할 수 있는 스트림의 개수 혹은 레이어(layer)의 개수를 의미한다. PMI는 채널의 공간(space) 특성을 반영한 값으로서, UE가 SINR 등의 메트릭(metric)을 기준으로 하향링크 신호 전송을 위해 선호하는 프리코딩 행렬의 인덱스를 나타낸다. CQI는 채널의 세기를 나타내는 값으로서 통상 eNB가 PMI를 이용했을 때 UE가 얻을 수 있는 수신 SINR을 나타낸다.
- [124] 일반적인 무선 통신 시스템은 하나의 DL 대역과 이에 대응하는 하나의 UL 대역을 통해 데이터 전송 혹은 수신을 수행(주파수분할듀플렉스(frequency division duplex, FDD) 모드)하거나, 소정 무선 프레임(radio frame)을 시간 도메인(time domain)에서 상향링크 시간 유닛과 하향링크 시간 유닛으로 구분하고, 상/하향링크 시간 유닛을 통해 데이터 전송 혹은 수신을 수행(시분할듀플렉스(time division duplex, TDD) 모드)한다. 그러나 최근 무선 통신 시스템에서는 보다 넓은 주파수 대역을 사용하기 위하여 복수의 UL 및/또는 DL 주파수 블록을 모아 더 큰 UL/DL 대역폭을 사용하는 반송파 집성(carrier aggregation 또는 bandwidth aggregation) 기술의 도입이 논의되고 있다. 반송파 집성(carrier aggregation, CA)은 복수의 반송파 주파수를 사용하여 DL 혹은 UL 통신을 수행한다는 점에서, 복수의 직교하는 부반송파로 분할된 기본 주파수 대역을 하나의 반송파 주파수에 실어 DL 혹은 UL 통신을 수행하는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 시스템과 구분된다. 이하, 반송파 집성에 의해 집성되는 반송파 각각을 요소 반송파(component carrier, CC)라 칭한다.
- [125] 예를 들어, UL 및 DL에 각각 3개의 20MHz CC들이 모여서 60MHz의 대역폭이 지원될 수 있다. 각각의 CC들은 주파수 도메인에서 서로 인접하거나 비-인접할 수 있다. 편의상 UL CC의 대역폭과 DL CC의 대역폭이 모두 동일하고 대칭인 경우가 설명되었으나, 각 CC의 대역폭은 독립적으로 정해질 수 있다.

또한, UL CC의 개수와 DL CC의 개수가 다른 비대칭적 반송파 집성도 가능하다. 특정 UE에게 한정된 DL/UL CC를 특정 UE에서의 설정된(configured) 서빙(serving) UL/DL CC라고 부를 수 있다.

- [126] 한편, 3GPP LTE-A 표준은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용한다. 무선 자원과 연관된 "셀"이라 함은 하향링크 자원(DL resources)와 상향링크 자원(UL resources)의 조합, 즉, DL CC와 UL CC의 조합으로 정의된다. 셀은 DL 자원 단독, 또는 DL 자원과 UL 자원의 조합으로 설정될(configured) 수 있다. 반송파 집성이 지원되는 경우, DL 자원(또는, DL CC)의 반송파 주파수(carrier frequency)와 UL 자원(또는, UL CC)의 반송파 주파수(carrier frequency) 사이의 링크지(linkage)는 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. 예를 들어, 시스템 정보 블록 타입 2(System Information Block Type2, SIB2) 링크지(linkage)에 의해서 DL 자원과 UL 자원의 조합이 지시될 수 있다. 여기서, 반송파 주파수라 함은 각 셀 혹은 CC의 중심 주파수(center frequency)를 의미한다. 이하에서는 1차 주파수(primary frequency) 상에서 동작하는 셀을 1차 셀(primary cell, Pcell) 혹은 PCC로 지칭하고, 2차 주파수(Secondary frequency)(또는 SCC) 상에서 동작하는 셀을 2차 셀(secondary cell, Scell) 혹은 SCC로 칭한다. 하향링크에서 Pcell에 대응하는 반송파는 하향링크 1차 CC(DL PCC)라고 하며, 상향링크에서 Pcell에 대응하는 반송파는 UL 1차 CC(DL PCC)라고 한다. Scell이라 함은 RRC(Radio Resource Control) 연결 개설(connection establishment)이 이루어진 이후에 설정 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공을 위해 사용될 수 있는 셀을 의미한다. UE의 성능(capabilities)에 따라, Scell이 Pcell과 함께, 상기 UE를 위한 서빙 셀의 모음(set)을 형성할 수 있다. 하향링크에서 Scell에 대응하는 반송파는 DL 2차 CC(DL SCC)라 하며, 상향링크에서 상기 Scell에 대응하는 반송파는 UL 2차 CC(UL SCC)라 한다. RRC_CONNECTED 상태에 있지만 반송파 집성이 설정되지 않았거나 반송파 집성을 지원하지 않는 UE의 경우, Pcell로만 설정된 서빙 셀이 단 하나 존재한다.

- [127] eNB는 상기 UE에 설정된 서빙 셀들 중 일부 또는 전부를 활성화(activate)하거나, 일부를 비활성화(deactivate)함으로써, UE와의 통신에 사용할 수 있다. 상기 eNB는 활성화/비활성화되는 셀을 변경할 수 있으며, 활성화/비활성화되는 셀의 개수를 변경할 수 있다. eNB가 UE에 이용 가능한 셀을 셀-특정적 혹은 UE-특정적으로 할당하면, 상기 UE에 대한 셀 할당이 전면적으로 재설정(reconfigure)되거나 상기 UE가 핸드오버(handover)하지 않는 한, 일단 할당된 셀들 중 적어도 하나는 비활성화되지 않는다. UE에 대한 셀 할당의 전면적인 재설정이 아닌 한 비활성화되지 않는 셀이 Pcell이라고 할 수 있다. eNB가 자유롭게 활성화/비활성화할 수 있는 셀이 Scell이라고 할 수 있다. Pcell과 Scell은 제어정보를 기준으로 구분될 수도 있다. 예를 들어, 특정 제어정보는 특정 셀을 통해서만 전송/수신되도록 설정될 수 있는데, 이러한 특정 셀이 Pcell이라 지칭되고, 나머지 셀(들)이 Scell로 지칭될 수 있다.

- [128] 설정된 셀(configured cell)이라 함은 eNB의 셀들 중에서 다른 eNB 혹은 UE로부터의 측정 보고를 근거로 UE를 위해 반송파 집성이 수행된 셀로서, UE별로 설정된다. UE에게 설정된 셀은 해당 UE의 관점에서는 서빙 셀이라고 할 수 있다. UE에 설정된 셀, 즉, 서빙 셀은 PDSCH 전송에 대한 ACK/NACK 전송을 위한 자원이 미리 예약된다. 활성화된 셀은 상기 UE에 설정된 셀들 중에서 실제로 PDSCH/PUSCH 전송에 이용되도록 설정된 셀로서, PDSCH/PUSCH 전송을 위한 CSI 보고와 SRS 전송이 활성화된 셀 상에서 수행된다. 비활성화된 셀은 eNB의 명령 혹은 타이머(timer)의 동작에 의해서 PDSCH/PUSCH 전송에 이용되지 않도록 설정된 셀로서, 해당 셀이 비활성화되면 CSI 보고 및 SRS 전송도 해당 셀에서 중단된다.
- [129] 참고로, 반송파 지시자(carrier indicator, CI)는 서빙 셀 인덱스(serving cell index, *ServCellIndex*)를 의미하며, CI=0가 Pcell 을 위해 적용된다. 서빙 셀 인덱스는 서빙 셀을 식별하기 위해 사용되는 짧은 식별자(short identity)로서, 예를 들어, 0부터 'UE에게 한 번에 설정될 수 있는 반송파 주파수의 최대 개수 - 1'까지의 정수 중 어느 하나가 서빙 셀 인덱스로서 일 서빙 셀에 할당될 수 있다. 즉 서빙 셀 인덱스는 전체 반송파 주파수들 중에서 특정 반송파 주파수를 식별하는 데 사용되는 물리 인덱스라기보다는 UE에게 할당된 셀들 중에서만 특정 서빙 셀을 식별하는 데 사용되는 논리 인덱스라고 할 수 있다.
- [130] 앞서 언급한 바와 같이, 반송파 집성에서 사용되는 셀이라는 용어는 일 eNB 혹은 일 안테나 그룹에 의해 통신 서비스가 제공되는 일정 지리적 영역을 지칭하는 셀이라는 용어와 구분된다.
- [131] 특별한 언급이 없는 한, 본 발명에서 언급되는 셀은 UL CC와 DL CC의 조합인 반송파 집성의 셀을 의미한다.
- [132] 한편, 단일 반송파를 이용한 통신의 경우, 단 하나의 서빙 셀만이 존재하므로, UL/DL 그랜트를 나르는 PDCCH와 해당 PUSCH/PDSCH는 동일한 셀에서 전송된다. 다시 말해, 단일 반송파 상황 하의 FDD의 경우, 특정 DL CC에서 전송될 PDSCH에 대한 DL 그랜트를 위한 PDCCH는 상기 특정 CC에서 전송되며, 특정 UL CC에서 전송될 PUSCH에 대한 UL 그랜트를 위한 PDSCH는 상기 특정 UL CC와 링크된 DL CC에서 전송된다. 단일 반송파 상황 하의 TDD의 경우, 특정 CC에서 전송될 PDSCH에 대한 DL 그랜트를 위한 PDCCH는 상기 특정 CC에서 전송되며, 특정 CC에서 전송될 PUSCH에 대한 UL 그랜트를 위한 PDSCH는 상기 특정 CC에서 전송된다.
- [133] 이에 반해, 다중 반송파 시스템에서는, 복수의 서빙 셀이 설정될 수 있으므로, 채널상황이 좋은 서빙 셀에서 UL/DL 그랜트가 전송되는 것이 허용될 수 있다. 이와 같이, 스케줄링 정보인 UL/DL 그랜트를 나르는 셀과 UL/DL 그랜트에 대응하는 UL/DL 전송이 수행되는 셀이 다른 경우, 이를 크로스-반송파 스케줄링이라 한다.
- [134] 이하에서는, 셀이 해당 셀 자체, 즉, 자기 자신으로부터 스케줄링되는 경우와

셀이 다른 셀로부터 스케줄링되는 경우를 각각 셀프-CC 스케줄링과 크로스-CC 스케줄링으로 칭한다.

- [135] 3GPP LTE/LTE-A는 데이터 전송률 개선 및 안정적인 제어 시그널링을 위하여 복수 CC의 병합 및 이를 기반으로 한 크로스 반송파-스케줄링 동작을 지원할 수 있다.
- [136] 크로스-반송파 스케줄링 (또는 크로스-CC 스케줄링)이 적용될 경우, DL CC B 또는 DL CC C를 위한 하향링크 할당, 즉, DL 그랜트를 나르는 PDCCH는 DL CC A로 전송되고, 해당 PDSCH는 DL CC B 또는 DL CC C로 전송될 수 있다. 크로스-CC 스케줄링을 위해, 반송파 지시 필드(carrier indicator field, CIF)가 도입될 수 있다. PDCCH 내에서 CIF의 존재 여부는 상위 레이어 시그널링(예, RRC 시그널링)에 의해 반-정적 및 UE-특정(또는 UE 그룹-특정) 방식으로 설정될 수 있다.
- [137] 도 9는 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에 설정되는 하향링크 제어 채널을 예시한 것이다.
- [138] 한편, RRH 기술, 크로스-반송파 스케줄링 기술 등이 도입되면, eNB가 전송해야 할 PDCCH의 양이 점점 늘어나게 된다. 그러나 PDCCH가 전송될 수 있는 제어영역의 크기는 종전과 동일하므로, PDCCH 전송이 시스템 성능의 병목(bottleneck)으로 작용하게 된다. 상술한 다중 노드 시스템의 도입, 다양한 통신 기법의 적용 등에 의해 채널 품질 개선이 이루어질 수 있지만, 기존의 통신 기법 및 반송파 집성 기술 등을 다중 노드 환경에 적용하기 위해서도 새로운 제어 채널의 도입이 요구되고 있다. 이러한 필요로 인해 기존의 제어 영역(이하, PDCCH 영역)이 아닌 데이터 영역(이하 PDSCH 영역)에 새로운 제어 채널을 설정하는 것이 논의되고 있다. 이하 상기 새로운 제어 채널을 진보된(enhanced) PDCCH(이하, EPDCCH)라 칭한다.
- [139] EPDCCH는 서브프레임의 선두 OFDM 심볼들이 아닌, 설정된 OFDM 심볼부터 시작하는 후반 OFDM 심볼들에 설정될 수 있다. EPDCCH는 연속하는 주파수 자원을 이용하여 설정(configure)될 수도 있고 주파수 다이버시티(diversity)를 위해서 불연속적인 주파수 자원을 이용하여 설정될 수도 있다. 이러한 EPDCCH를 이용함으로써, UE에 노드별 제어 정보를 전송하는 것이 가능해졌으며, 기존의 PDCCH 영역이 부족할 수 있는 문제 역시 해결할 수 있다. 참고로, PDCCH는 CRS의 전송을 위해 설정된(configured) 안테나 포트(들)과 동일한 안테나 포트(들)을 통해 전송되며, PDCCH를 복호하도록 설정된(configured) UE는 CRS를 이용하여 PDCCH를 복조 혹은 복호할 수 있다. CRS를 기반으로 전송되는 PDCCH와 달리 EPDCCH는 복조 RS(이하, DMRS)를 기반으로 전송될 수 있다. 따라서 UE는 PDCCH는 CRS를 기반으로 복호/복조하고 EPDCCH는 DMRS를 기반으로 복호/복조할 수 있다. EPDCCH와 연관된 DMRS는 EPDCCH 물리 자원과 동일한 안테나 포트 $p \in \{107, 108, 109, 110\}$ 상에서 전송되며, 상기 EPDCCH가 해당 안테나 포트와 연관된 경우에만 상기

EPDCCH의 복조를 위해 존재하며, 상기 EDCCH가 매핑된 PRB(들) 상에서만 전송된다. 예를 들어, 도 6에서 안테나 포트 7 혹은 8의 UE-RS(들)에 의해 점유된 RE들이 EPDCCH가 매핑된 PRB 상에서는 안테나 포트 107 혹은 108의 DMRS(들)에 의해 점유될 수 있고, 도 6에서 안테나 포트 9 혹은 10의 UE-RS(들)에 의해 점유된 RE들이 EPDCCH가 매핑된 PRB 상에서는 안테나 포트 109 혹은 110의 DMRS(들)에 의해 점유될 수 있다. 결국, PDSCH의 복조를 위한 UE-RS와 마찬가지로, EPDCCH의 복조를 위한 DMRS도, EPDCCH의 타입과 레이어의 개수가 동일하다면, UE 혹은 셀과 관계없이 RB 쌍별로 일정 개수의 RE들이 DMRS 전송에 이용된다.

- [140] 각 서빙 셀에 대해, 상위 계층 신호는 EPDCCH 모니터링을 위한 1개 또는 2개의 EPDCCH-PRB-세트로써 UE를 설정할 수 있다. 일 EPDCCH-PRB-세트에 대응하는 PRB-쌍들은 상위 계층에 의해 지시된다. 각 EPDCCH-PRB 세트는 0부터 $N_{ECCE,p,k}-1$ 까지 번호가 매겨지는 ECCE들의 세트로 구성된다. 여기서, $N_{ECCE,p,k}$ 는 서브프레임 k 의 EPDCCH-PRB-세트 p 내 ECCE들의 개수이다. 각 EPDCCH-PRB-세트는 로컬라이즈(localized) EPDCCH 전송, 아니면 분산(distributed) EPDCCH 전송을 위해 설정될 수 있다.
- [141] UE는, 제어 정보를 위해 상위 계층 신호에 의해 설정된 대로, 하나 이상의 활성화된 셀들 상에서 EPDCCH 후보들의 모음(set)을 모니터링한다.
- [142] 모니터링 EPDCCH 후보들의 모음은 EPDCCH UE 특정적 탐색 공간들로 정의된다. 각 서빙 셀에 대해, UE가 EPDCCH UE 특정적 탐색 공간들을 모니터링 서브프레임들은 상위 계층에 의해 설정된다.
- [143] UE는 다음 서브프레임들에서는 EPDCCH를 모니터링하지 않는다:
- [144] · TDD 및 정규 하향링크 CP의 경우, 표 2의 특별 서브프레임 설정들 0 및 5를 위한 특별 서브프레임들;
- [145] · TDD 및 확장 하향링크 CP의 경우, 표 2의 특별 서브프레임 설정들 0, 4 및 7을 위한 서브프레임들;
- [146] · 상위 계층에 의해 물리 멀티캐스트 채널(physical multicast channel, PMCH)를 복호하도록 지시된 서브프레임들; 및
- [147] · UE가 Pcell과 Scell에 대해 서로 UL/DL 설정들으로써 설정되면, Pcell 상의 하향링크 서브프레임이 특별 서브프레임이고 상기 UE가 상기 Pcell 및 Scell 상에서 동시 전송 및 수신을 할 수 없을 때, Scell 상의 동일 하향링크 서브프레임에서.
- [148] 집성 레벨(aggregation level) $L \in \{1, 2, 4, 8, 16, 32\}$ 에서 EPDCCH UE-특정적 탐색 공간 $ES^{(L)}_k$ 는 EPDCCH 후보들의 모음으로 정의된다. 분산 전송을 위해 설정된 EPDCCH-PRB-세트 p 의 경우, 탐색 공간 $ES^{(L)}_k$ 의 EPDCCH 후보 m 에 대응하는 ECCE들은 다음 식에 의해 주어진다.
- [149] 수학적 식 1

[수식1]

$$L \left\{ (Y_{p,k} + m') \bmod \left\lfloor N_{ECCE,p,k} / L \right\rfloor \right\} + i$$

- [150] 분산 전송을 위해 설정된 EPDDCH-PRB-세트 p 의 경우, 탐색 공간 $ES^{(L)}_k$ 의 EPDCCH 후보 m 에 대응하는 ECCE들은 다음 식에 의해 주어진다.

- [151] 수식식 2

[수식2]

$$L \left\{ (Y_{p,k} + \left\lfloor \frac{m \cdot N_{ECCE,p,k}}{L \cdot M_p^{(L)}} \right\rfloor + b) \bmod \left\lfloor N_{ECCE,p,k} / L \right\rfloor \right\} + i$$

- [152] 여기서, $i=0, \dots, L-1$ 이고, UE가 EPDCCH가 모니터되는 서빙 셀을 위해 반송파 지시자 필드로써 설정되면 $b=n_{CI}$ 이고, 그렇지 않으면 $b=0$ 이다. n_{CI} 는 반송파 지시자 필드(carrier indicator field, CIF) 값으로, 반송파 지시자 필드 값은 서빙 셀 인덱스(serving cell index, *ServCellIndex*)와 동일하다. $m=0, 1, \dots, M_p^{(L)}-1$ 이며, $M_p^{(L)}$ 는 EPDDCH-PRB-세트 p 내에서 집성 레벨 L 로 모니터할 EPDCCH 후보들의 개수이다. 변수 $Y_{p,k}$ 는 $Y_{p,k}=(A_p \cdot Y_{p,k-1}) \bmod D$ 에 의해 정의되며, 여기서, $Y_{p,-1}=n_{RNTI} \neq 0$, $A_0=39827$, $A_p=39829$, $D=65537$ 및 $k=\text{floor}(n_s/2)$ 이다. n_s 는 무선 프레임 내 슬롯 번호이다.

- [153] EPDCCH에 후보에 대응하는 ECCE가 동일 서브프레임에서 PBCH 또는 PSS/SSS의 전송과 주파수에서 오버랩되는 PRB 쌍에 매핑되면, UE는 상기 EPDCCH 후보를 모니터하지 않는다.

- [154] EPDCCH는 하나 또는 여러 개의 연속한 진보된 제어 채널 요소(enhanced control channel element, ECCE)들의 집성을 이용하여 전송된다. 각 ECCE는 복수의 진보된 자원 요소 그룹(enhanced resource element group, EREG)들로 구성된다. EREG는 진보된 제어 채널들의 RE들로의 매핑을 정의하기 위해 사용된다. 일 서브프레임의 첫 번째 슬롯 내 PRB와 두 번째 슬롯 내 PRB로 이루어진, PRB 쌍별로 16개 REG들이 있으며, 상기 16개 REG는 0부터 15까지 번호가 매겨진다. PRB 쌍 내 RE들 중에서 상기 EPDCCH의 복조를 위한 DMRS(이하, EPDCCH DMRS)를 나르는 RE들을 제외한 나머지 RE들을 먼저 주파수의 증가 순으로, 다음으로는 시간의 증가 순으로 0부터 15까지 순환하여 번호를 부여하면, 상기 PRB 쌍 내 RE들 중 EPDCCH DMRS를 나르는 RE들을 제외한 모든 RE들은 0부터 15의 정수 중 어느 하나의 번호를 가지게 되며, 같은 번호 i 를 갖는 모든 RE들이 번호가 i 인 EREG를 구성하게 된다. 이와 같이, EREG는 PRB 쌍 내에서 주파수 및 시간 축으로 분산되어 있음을 알 수 있으며, 각각 복수의 EREG로 이루어진 하나 이상의 ECCE들의 집성을 이용하여 전송되는 EPDCCH 역시 PRB 쌍 내에서 주파수 및 시간 축에 분산되어 위치하게 된다.

- [155] 일 EPDCCH를 위해 사용되는 ECCE들의 개수는 표 7에 의해 주어진 대로 EPDCCH 포맷들에 의존하며, ECCE당 EREG들의 개수는 표 8에 의해 주어진다. 표 7은 지원되는 EPDCCH 포맷들을 예시한 것이고, 표 8은 ECCE당 REG들의 개수 $N_{\text{ECCE}}^{\text{EREG}}$ 를 예시한 것이다. 로컬라이즈 전송과 분산 전송이 모두 지원된다.

- [156] 표 7

[표7]

EPDCCH format	Number of ECCEs for one EPDCCH, $N_{\text{ECCE}}^{\text{EPDCCH}}$			
	Case A		Case B	
	Localized transmission	분산 전송	Localized transmission	분산 전송
0	2	2	1	1
1	4	4	2	2
2	8	8	4	4
3	16	16	8	8
4	-	32	-	16

- [157] 표 8

[표8]

Normal cyclic prefix			Extended cyclic prefix	
Normal subframe	Special subframe,configu ration3, 4, 8	Special subframe,configur ation1, 2, 6, 7, 9	Normal subframe	Special subframe,configurat ion1, 2, 3, 5, 6
4		8		

- [158] EPDCCH는 ECCE들의 EREG들 및 PRB 쌍들로의 매핑에 따라 달라지는, 로컬라이즈 전송 아니면 분산 전송을 사용할 수 있다. UE가 EPDCCH 전송을 모니터하는 PRB 쌍들이 1개 세트 또는 2개 세트 설정될 수 있다. EPDCCH 세트 S_p (즉, EPDCCH-PRB-세트) 내 모든 EPDCCH 후보들은, 상위 계층에 의해 설정된 대로, 로컬라이즈 전송만 혹은 분산 전송만 사용한다. 서브프레임 k 에서 EPDCCH 세트 S_p 내 EPDCCH들의 전송에 이용 가능한 ECCE들은 0부터 $N_{\text{ECCE},p,k} - 1$ 까지 번호가 매겨진다. ECCE 번호 n 은 다음 EREG(들)에 해당한다:

- [159] - 로컬라이즈 매핑을 위한 PRB 인덱스 $\text{floor}(n/N_{\text{ECCE}_{\text{RB}}})$ 내에서 $(n \bmod N_{\text{ECCE}_{\text{RB}}}) + jN_{\text{ECCE}_{\text{RB}}}$ 로 번호 매겨진 EREG들, 및

- [160] - 분산 매핑을 위한 PRB 인덱스들 $(n + j\max(1, N_{\text{P}_{\text{RB}}}/N_{\text{ECCE}}^{\text{EREG}})) \bmod N_{\text{P}_{\text{RB}}}$ 내에 로 번호 매겨진 EREG들.

- [161] 여기서, $j=0,1,\dots,N_{\text{ECCE}}^{\text{EREG}}-1$ 이고, $N_{\text{ECCE}}^{\text{EREG}}$ 는 ECCE당 EREG들의 개수이며, N_{ECCE}

$N_{RB} = 16/N_{REG_ECCE}$ 는 자원 블록 쌍 당 ECCE들의 개수이다. EPDCCH 세트 S_p 를 구성하는 PRB 쌍들은 0부터 $N_{p_RB}^{sp}-1$ 까지 오름차순으로 번호가 매겨진다고 가정된다.

[162] 표 7에서 케이스 A는:

[163] - DCI 포맷들 2, 2A, 2B, 2C 또는 2D가 사용되고 $N_{RB}^{DL} \geq 25$ 일 때, 또는

[164] - $n_{EPDCCH} 104$ 일 때 임의의(any) DCI 포맷이면서, 정규(normal) 순환 전치(cyclic prefix, CP)가 일반(normal) 서브프레임들 또는 특별 서브프레임 설정 3, 4, 8인 특별 서브프레임들에서 사용될 때, 적용된다.

[165] 그렇지 않으면, 케이스 B가 사용된다. 특정 UE를 위한 양(quantity) n_{EPDCCH} 은 EPDCCH 세트 S_0 의 가능한(possible) EPDCCH 전송을 위해 설정된 물리 자원 블록 쌍 내, 다음의 기준(criteria) 모두를 만족하는, 하향링크 자원 요소들 (k,l) 의 개수로서 정의되고,

[166] - 상기 물리 자원 블록 쌍 내 16개 EREG들 중 어느 하나의 부분(part)이고,

[167] - UE에 의해 CRS들 또는 CSI-RS들을 위해 사용되지 않는다고 가정되며,

[168] - 서브프레임 내 $l \geq l_{EPDCCHStart}$ 를 만족하는 인덱스 l .

[169] 여기서, $l_{EPDCCHStart}$ 은 상위 계층 시그널링 *epdcch-StartSymbol-r11*, 상위 계층 시그널링 *pdsch-Start-r11*, 또는 PCFICH가 나르는 CFI 값을 기반으로 정해진다.

[170] 상기 기준을 만족하는 자원 요소들 (k,l) 은 안테나 포트 p 로의 매핑은, 먼저 인덱스 k 를 증가시키는 순으로, 그리고 나서 인덱스 l 을 증가시키는 순으로, 서브프레임 내 첫 번째 슬롯에서 시작하여 두 번째 슬롯에서 끝난다.

[171] 로컬라이즈 전송의 경우, 사용할 단일 안테나 포트 p 는 $n' = n_{ECCE,low} \bmod N_{ECCE_RB}^{ECCE} + n_{RNTI} \bmod \min(N_{EPDCCH}^{ECCE}, N_{ECCE_RB}^{ECCE})$ 와 표 9에 의해 주어진다. 여기서, n_{ECCE} 는 EPDCCH 세트 내에서 이 EPDCCH 전송에 의해 사용된 최저 ECCE 인덱스이고, n_{RNTI} 는 상기 EPDCCH 전송과 연관된 RNTI에 해당하며, N_{EPDCCH}^{ECCE} 는 상기 EPDCCH를 위해 사용된 ECCE들의 개수이다.

[172] 표 9

[표9]

n'	Normal cyclic prefix		Extended cyclic prefix
	Normal subframes, Special subframes, configuration s3, 4, 8	Special subframes, configurations 1, 2, 6, 7, 9	Any subframe
0	107	107	107
1	108	109	108
2	109	-	-
3	110	-	-

- [173] 분산 전송의 경우, EREG 내 각 자원 요소는 교번하는 방식으로 2개 안테나 포트들 중 하나와 연관된다. 여기서, 정규 CP의 경우 상기 2개 안테나 포트들 $p \in \{107, 109\}$ 이고, 확장 CP의 경우 상기 2개 안테나 포트들 상기 2개 안테나 포트들 $p \in \{107, 108\}$ 이다.
- [174] 최근, 기계 타입 통신(machine type communication, MTC)이 중요한 통신 표준화 이슈들 중 하나로서 대두되고 있다. MTC라 함은 주로 사람의 개입 없이 혹은 사람의 개입을 최소화한 채 기계(machine)와 eNB 사이에서 수행되는 정보 교환을 의미한다. 예를 들어, MTC는 계량기검침, 수위측정, 감시카메라의 활용, 자판기의 재고 보고 등과 같은 측정/감지/보고 등의 데이터 통신 등에 이용될 수 있으며, 소정 특성을 공유하는 복수의 UE들에 대한 자동 어플리케이션 혹은 펌웨어의 갱신 과정 등에 이용될 수 있다. MTC의 경우, 전송 데이터 양이 적고, 상/하향링크 데이터 전송 또는 수신(이하 전송/수신)이 가끔씩 발생한다. 이러한 MTC의 특성 때문에 MTC를 위한 UE(이하 MTC UE)의 경우, 낮은 데이터 전송률에 맞춰 UE 제작 단가를 낮추고 배터리 소모를 줄이는 것이 효율적이다. 또한 이러한 MTC UE는 이동성이 적고, 따라서 채널 환경이 거의 변하지 않는 특성을 지닌다. MTC UE가 계량, 검침, 감시 등에 사용될 경우, MTC UE는 통상의 eNB의 커버리지가 미치지 못하는 위치, 예를 들어, 지하나 창고, 산간 등에 위치할 가능성이 높다. 이러한 MTC UE의 용도를 고려하면 MTC UE를 위한 신호는 기존 UE(이하 레거시 UE)를 위한 신호에 비해 넓은 커버리지를 지니는 것이 좋다.
- [175] MTC UE의 용도를 고려하면 MTC UE는 레거시 UE에 비해 넓은 커버리지의 신호를 필요로 할 가능성이 높다. 따라서 eNB가 레거시 UE에게 전송하는 방식과 동일한 방식으로 PDCCH, PDSCH 등을 MTC UE에게 전송하면 MTC UE는 이를 수신하는 데 어려움을 겪게 된다. 따라서 본 발명은 MTC UE가 유효하게 eNB가 전송하는 신호를 수신할 수 있도록 하기 위하여, eNB는 커버리지 문제(coverage issue)가 존재하는 MTC UE에게 신호를 전송할 때 서브프레임 반복(신호를 갖는 서브프레임을 반복), 서브프레임 번들링 등과 같은 커버리지 강화(coverage enhancement)를 위한 기법을 적용할 것을 제안한다. 예를 들어, 커버리지 문제가 존재하는 MTC UE에게는 PDCCH 및/또는 PDSCH가 복수(예, 약 100개)의 서브프레임들을 통해 전송될 수 있다.
- [176] 이하에서 설명되는 본 발명의 실시예들은 커버리지 강화를 위한 방안들이므로, MTC UE뿐만 아니라 커버리지 문제가 존재하는 다른 UE에도 적용될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 커버리지 강화 모드로 동작하는 UE에게 적용될 수 있다. 다만 설명의 편의를 위하여 이하의 설명에서는 본 발명에 따른 커버리지 강화 방법을 실시할 수 있도록 구현된 UE를 MTC UE라 칭하고 본 발명에 따른 커버리지 강화 방법을 실시할 수 있도록 구현되지 못한 UE를 레거시 UE라 칭한다.
- [177] 도 10은 MTC를 위한 신호 대역의 예를 나타낸 것이다.

- [178] MTC UE의 단가를 낮추기 위한 한가지 방법으로, 셀의 동작(operating) 시스템 대역폭(system bandwidth)과 무관하게, 예를 들어, 1.4 MHz의 축소된(reduced) UE 하향링크 및 상향링크 대역폭에서 MTC UE의 동작이 이루어질 수 있다. 이 때, 이러한 MTC UE가 동작하는 서브밴드(sub-band)는, 도 10(a)에 도시된 것과 같이 항상 셀의 중심(예, 중심 6개 PRB들)에 위치할 수도 있고, 도 10(b)에 도시된 것과 같이 서브프레임에 MTC UE들을 다중화하기 위해 MTC를 위한 서브밴드를 하나의 서브프레임에 여러 개 두어, UE들이 서로 다른 서브밴드를 사용하도록 하거나, UE들이 동일한 서브밴드를 사용하지만 중심 6개 PRB들로 이루어진 서브밴드가 아닌 다른 서브밴드를 사용하도록 할 수도 있다.
- [179] 이러한 경우, MTC UE는 전 시스템 대역을 통해 전송되는 레거시 PDCCH를 제대로 수신할 수 없으며, 다른 UE에게 전송되는 PDCCH와의 다중화 이슈로 인해 레거시 PDCCH가 전송되는 OFDM 심볼 영역에서 MTC UE를 위한 PDCCH가 전송되는 것은 바람직하지 않을 수 있다. 이를 해결하기 위한 한가지 방법으로 MTC UE를 위해 MTC가 동작하는 서브밴드 내에서 전송되는 제어 채널을 도입할 필요가 있다. 이러한 저-복잡도(low-complexity) MTC UE를 위한 하향링크 제어 채널로서, 기존의 EPDCCH를 그대로 사용될 수 있고, 또는 기존의 EPDCCH가 변형된 형태의 제어 채널인 MTC UE를 위한 M-PDCCH가 도입될 수도 있다.
- [180] 이하 본 발명에서는 이러한 저-복잡도 MTC 또는 일반(normal) 복잡도 MTC UE를 위한 물리 하향링크 제어 채널을 EPDCCH, M-PDCCH 또는 MTC-PDCCH라 칭한다. 다시 말해, EPDCCH, M-PDCCH와 MTC-PDCCH가 저-복잡도 MTC 또는 일반 (MTC) UE를 위해 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 물리 하향링크 제어 채널을 지칭하는 용어로서 혼용된다.
- [181] 본 발명에서는 제안하는 하향링크 제어 채널이 MTC UE를 위해 사용되는 것을 가정하여 발명의 내용을 기술하나, 제안하는 하향링크 제어 채널이 MTC UE를 위해 사용되지 않고 다른 일반적인 UE를 위해 사용되는 경우에도 적용될 수 있다.
- [182] 본 발명에서는 기존의 EPDCCH 또는 기존의 EPDCCH가 수정된 형태의 EPDCCH를 사용할 것을 제안한다. 이는 특히 도 10에 도시된 것과 같이 축소된(reduced) 대역폭을 통해 동작하는 저-복잡도 MTC UE의 하향링크 제어 채널을 위해 사용될 수 있다.
- [183] <실시예 A. MTC-SS의 구성>
- [184] 커버리지 강화(coverage enhancement, CE)가 요구되는 MTC UE에게 EPDCCH를 전송하기 위해서는 보다 많은 자원을 사용하여 EPDCCH를 전송해야 할 수 있다. 하지만 특히 수신할 수 있는 대역폭이 6 PRB들로 제한된 저-복잡도 MTC UE의 경우, 하나의 서브프레임에서 전송할 수 있는 EPDCCH 자원의 양은 매우 한정되어 있다. 따라서 더 많은 자원을 사용하여 EPDCCH를 전송하기 위해, 복수 서브프레임들에 존재하는 자원을 사용할 수 있다. 이를 위한 한가지 방법으로

MTC UE를 위한 탐색 공간(search space, SS)이 복수 서브프레임들에 걸쳐 위치시킬 수 있다. 이하, 이러한 EPDCCH 모니터링을 위해 복수 서브프레임들에 걸쳐 존재하는 자원 영역을 MTC-EPDCCH-자원-세트라 칭한다. 또한 해당 MTC-EPDCCH-자원-세트 내에서 UE가 EPDCCH를 모니터링하는 탐색 공간을 MTC-SS라고 칭한다.

- [185] 도 11은 MTC-EPDCCH-자원 세트를 예시한 것이다.
- [186] MTC-EPDCCH-자원-세트는 도 11에 도시된 것과 같이 복수 서브프레임들(예, M개)로 구성되며, 각 서브프레임에서는 복수 개의 PRB들(예, 6개)로 구성될 수 있다. MTC-EPDCCH-자원-세트 내의 자원을 통해 UE에게 EPDCCH가 전송될 수 있다.
- [187] MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 서브프레임은 연속적일 수도 있고, 연속적이지 않을 수도 있다. 즉, MTC-EPDCCH-자원-세트는 연속적인 서브프레임들에 걸쳐 구성될 수도 있으며, 연속적이지 않은 서브프레임들에 걸쳐 구성될 수도 있다. 예를 들어, DwPTS의 길이가 짧은 특별 서브프레임(예, 특별 서브프레임 설정 0)은 MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 서브프레임에서 제외될 수 있다. MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 서브프레임의 개수인 M의 값은 고정되어 있거나, eNB에 의해 SIB 및/또는 상위-계층 시그널링을 이용하여 설정되거나, 혹은 UE의 요구되는(required) (EPDCCH) 커버리지 강화 레벨에 따라 결정될 수 있다.
- [188] MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 서브프레임 내 PRB 위치는 모든 서브프레임에서 동일할 수도 있다. MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 서브프레임 내 PRB 위치는 서브프레임마다 그 위치가 달라질 수도 있다. 즉, MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 서브프레임 내 PRB 위치는 서브프레임에 따라 호핑할 수 있다. MTC-EPDCCH-자원-세트에서 PRB 위치는 1개 서브프레임을 주기로 변경될 수도 있고, 복수 개 서브프레임을 주기로 변경될 수도 있다. MTC-EPDCCH-자원-세트 내에서 PRB 위치가 복수 개 서브프레임들을 주기로 변경된다는 것은 한 주기의 복수 개 서브프레임들 동안은 PRB 위치가 유지됨을 의미한다. 특정 MTC-EPDCCH-자원-세트에 대한 서브프레임 내 PRB의 개수, PRB 위치의 변경 패턴은 사전에 정해진 패턴이 사용되거나 eNB에 의해 상위 계층 시그널링을 이용하여 설정될 수 있다.
- [189] EPDCCH의 수신을 위한 MTC-EPDCCH-자원-세트는 동시에, 예를 들어, 동일 시간에 한 개만 존재할 수 있다. 또는 MTC-EPDCCH-자원-세트가 동시에, 예를 들어, 동일 서브프레임에서 두 개 이상 존재할 수 있다. UE는 서로 다른 개수의 서브프레임으로 구성되는 MTC-EPDCCH-자원-세트들을 동시에, 예를 들어, 동일 서브프레임에서 모니터링할 수 있다. 이 때, 각 MTC-EPDCCH-자원-세트는 각기 다른 M 값 및/또는 (서브프레임 내) 다른 개수의 PRB를 지닐 수 있다. 예를 들어, 하나의 UE가 모니터링할 MTC-EPDCCH-자원-세트의 M 값은 복수 개가 될 수도 있다. 다시 말해, UE가 MTC-EPDCCH-자원-세트로서 모니터링해야 할

서브프레임의 개수 M 에 대해 여러 개의 후보 값들이 있을 수 있다. 이 경우 M 값에 따라 별도의 서브프레임 세트로 구성된 MTC-EPDCCH-자원-세트가 존재할 수 있으며, UE는 복수 개의 M 값에 대한 MTC-EPDCCH-자원-세트를 모두 모니터링해야 할 수 있다.

[190] <실시예 B. EPDCCH 후보의 구성>

[191] 기존 EPDCCH에서는 하나의 EPDCCH 후보가 하나의 서브프레임 내에 존재하는 ECCE들로 구성된다. 그리고 하나의 EPDCCH 후보를 구성하는 ECCE의 개수를 집성 레벨(aggregation level, AL)이라 하며, 동일 EPDCCH 탐색 공간 내에 EPDCCH 후보가 지닐 수 있는 AL이 다양할 수 있다. 즉, AL에 따라 EPDCCH 후보를 구성하는 자원의 양(예, ECCE의 개수)가 달라지게 된다.

[192] MTC-EPDCCH-자원-세트를 통해 전송되는 EPDCCH에서 역시 하나의 EPDCCH 후보를 구성하는 자원의 양(예, ECCE의 개수)이 다양할 수 있다. 이하, 이러한 하나의 EPDCCH 후보를 구성하는 자원의 양을 TAR(total aggregated resource)이라고 칭한다. 예를 들어, TAR는 (MTC-SS 내에서) 하나의 EPDCCH 후보를 구성하는 ECCE의 개수일 수 있다.

[193] MTC-EPDCCH-자원-세트 내에서 EPDCCH 후보들이 지닐 수 있는 TAR의 값은 서로 다를 수 있다. 예를 들어 UE MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 UE가 모니터링 해야 할 TAR 값이 10인 EPDCCH 후보가 하나 또는 복수 개 존재하고, TAR 값이 20인 EPDCCH 후보 역시 하나 또는 복수 개 존재할 수 있다.

[194] 이하에서는, 편의상, MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 존재하는 EPDCCH 후보를 MTC-EPDCCH 후보라고 칭한다.

[195] ● 옵션 1. 복수 개의 ECCE가 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성

[196] 도 12는 본 발명에 따른 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 ECCE(들)을 예시한 것이다.

[197] MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 존재하는 N 개의 ECCE가 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성할 수 있다. 여기서, N 은 TAR 값에 따라 결정되는 값이다.

[198] 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 N 개의 ECCE 자원은 MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 존재하는 ECCE 자원들 중 서로 다른 N 개의 ECCE가 될 수 있다. 예를 들어, 도 12에서와 같이 8개의 서브프레임으로 구성된 MTC-EPDCCH-자원-세트가 존재하고, MTC-EPDCCH-자원-세트의 서브프레임당 4개의 ECCE가 존재하는 경우, 총 32개의 ECCE가 존재할 수 있다. 하나의 MTC-EPDCCH 후보는 상기 32개의 ECCE 중에서 특정 수식/연관 관계에 의해 선택된 복수 개의 ECCE로 구성될 수 있다.

[199] 또는 MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 서브프레임당 L 개의 ECCE가 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성할 수 있다. 즉, MTC-EPDCCH-자원-세트가 M 개의 서브프레임으로 구성되는 경우, 서브프레임당 L 개씩 총 $L \cdot M$ 개의 ECCE가 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성할 수 있다.

- [200] ° ECCE 인덱싱
- [201] MTC-EPDCCH-자원-세트 내의 ECCE들을 인덱싱하는 방법에는 다음과 같은 방법이 있을 수 있다.
- [202] * Alt 1. 도 12(a)에서와 같이 각 서브프레임 내에서 ECCE들에 대해 인덱스들이 부여될 수 있다. 이 경우, 동일한 ECCE 인덱스가 서로 다른 서브프레임에 존재하는 ECCE들에 부여될 있다. 서로 다른 서브프레임에 존재하는 동일한 인덱스의 ECCE들은 서브프레임 인덱스를 사용하여 구별될 수 있다.
- [203] * Alt 2. 도 12(b)에서와 같이 첫 번째 서브프레임부터 일 서브프레임 내의 ECCE들에 순서대로 인덱스가 부여되고, 상기 서브프레임 내의 ECCE들에 인덱스가 모두 부여되면, 다음 서브프레임에 존재하는 ECCE들에 이어서 인덱스가 부여될 수 있다. 이 경우에는 MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 존재하는 ECCE들이 모두 서로 다른 ECCE 인덱스를 지니게 된다. 따라서 ECCE 인덱스만으로도 MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 존재하는 ECCE들이 모두 상호 구별될 수 있다.
- [204] * Alt 3. 도 12(c)에서와 같이 서브프레임-먼저(subframe-first) 방식으로 ECCE들의 인덱스들이 부여될 수 있다. 즉, MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 첫 번째 서브프레임부터 서브프레임 순서대로 하나씩의 ECCE에 인덱스가 부여될 수 있다. 마지막 서브프레임까지 인덱스가 부여되면, 다시 첫 번째 서브프레임부터 마지막 서브프레임까지 그 다음 ECCE에 대해 순서대로 인덱스가 부여될 수 있다. 이 경우에는 MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 존재하는 ECCE들이 모두 서로 다른 ECCE 인덱스들을 지니게 된다. 따라서 ECCE 인덱스만으로도 MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 존재하는 ECCE들이 모두 상호 구별될 수 있다. 또한 연속적인 ECCE 인덱스들을 하나의 MTC-EPDCCH 후보로 구성하게 되면, MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 ECCE들이 서로 다른 서브프레임들에 분포하게 되어 시간 다이버시티 효과를 얻을 수 있다.
- [205] ° MTC-EPDCCH 후보의 ECCE로의 매핑
- [206] 하나의 MTC-EPDCCH 후보는 다음과 같은 ECCE들에 의해 구성될 수 있다.
- [207] * Alt 1. 하나의 MTC-EPDCCH 후보는 하나의 서브프레임 내에 존재하는 ECCE들로 구성될 수 있다. 하지만 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 ECCE의 양이 하나의 서브프레임 내에 존재하는 ECCE들의 수보다 큰 경우에는 인접한 서브프레임(예, 다음 서브프레임)에 존재하는 ECCE가 함께 사용될 수 있다. 예를 들어 MTC-EPDCCH-자원-세트 내의 ECCE들에 인덱스들이 도 12(b)에서와 같이 부여되어 있을 때, ECCE k , ECCE $k+1$, ..., ECCE $k+N-1$ 의 N 개의 ECCE들이 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성할 수 있다.
- [208] * Alt 2. 하나의 MTC-EPDCCH 후보는 분산된 서브프레임에 존재하는 ECCE(index)들로 구성될 수 있다. MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 ECCE의 양이 MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 서브프레임의 개수보다 큰 경우에는 하나의 서브프레임에서 한 개 이상의 ECCE가 사용될 수 있다. 예를 들어

MTC-EPDCCH-자원-세트 내의 ECCE들에 인덱스들이 도 12(b)에서와 같이 부여되어 있을 때 ECCE 0, ECCE 8, ECCE 16, ECCE 24의 4개의 ECCE들이 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성할 수 있다. 다른 예로

MTC-EPDCCH-자원-세트 내의 ECCE들에 인덱스들이 도 12(c)에서와 같이 부여되어 있을 때, ECCE k , ECCE $k+1, \dots$, ECCE $k+N-1$ 의 N 개의 ECCE들이 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성할 수 있다.

- [209] * Alt 3. 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성하기 위해 서브프레임당 X 개의 ECCE씩 사용될 수 있다. 첫 번째 서브프레임에서 X 개의 ECCE가 MTC-EPDCCH 후보의 구성에 사용되되, 상기 첫 번째 서브프레임에서 상기 MTC-EPDCCH 후보를 위한 ECCE의 개수가 모자라면, 그 다음 서브프레임에서 X 개의 ECCE가 상기 MTC-EPDCCH 후보의 구성에 사용될 수 있다. 예를 들어, EPDCCH가 총 N 개의 ECCE들의 집성으로 전송되면, X 개의 서브프레임들에서 서브프레임당 $\text{ceil}(N/X)$ 개의 ECCE가 사용된다. ' N/X '가 정수가 아니면, 마지막 서브프레임에서는 상기 EPDCCH를 구성하는 데 모자란 만큼의 ECCE만이 사용된다.

- [210] ° DCI의 자원 매핑 방법

- [211] DCI를 특정 MTC-EPDCCH 후보를 통해 전송하기 위해서는 인코딩(encoding)된 DCI의 비트들이, MTC-EPDCCH 후보를 통해 전송될 수 있는 비트 수에 맞추어, 레이트-매칭(rate-matching)되어야 한다. 레이트-매칭된 DCI의 비트들은 변조(modulation) 및 프리코딩(precoding) 과정을 통해 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 자원에 매핑된다. DCI를 MTC-EPDCCH 후보에 매핑할 수 있는 방법은 구체적으로 다음과 같을 수 있다.

- [212] * Alt 1. MTC-EPDCCH를 통해 전송할 DCI가 존재할 때, 채널 코딩으로 인코딩된 DCI는 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 자원 양에 맞추어 레이트-매칭된 후, MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 자원을 통해 전송될 수 있다. 예를 들어, MTC-EPDCCH-자원-세트가 M 개의 서브프레임으로 구성될 때, 하나의 MTC-EPDCCH 후보는 서브프레임당 X 개의 ECCE씩 총 $X*M$ 개의 ECCE로 구성될 수 있다. 이 경우, 해당 $X*M$ 개의 ECCE의 자원 내에서 MTC-EPDCCH가 전송될 수 있는 자원의 양에 맞추어 DCI가 레이트-매칭되어 MTC-EPDCCH 후보를 통해 전송될 수 있다. 이 때, $X*M$ 개의 ECCE 자원 내에서 MTC-EPDCCH 후보를 전송할 수 있는 자원의 양이라 함은 $X*M$ 개의 ECCE를 구성하는 RE 자원에서 레거시 PDCCH의 전송 RE 자원, RS(예, CRS, DMRS) 전송 RE 자원 등을 제외한 RE 자원을 의미한다.

- [213] * Alt 2. MTC-EPDCCH를 통해 전송할 DCI가 존재할 때, 채널 코딩으로 인코딩된 DCI는 서브프레임마다 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 자원 양에 맞추어 레이트-매칭된 후, MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 자원을 통해 전송될 수 있다. 예를 들어, MTC-EPDCCH-자원-세트가 M 개의 서브프레임으로 구성될 때, 하나의 MTC-EPDCCH 후보는 서브프레임당 X 개의 ECCE씩 총 $X*M$ 개의

ECCE로 구성될 수 있다. 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따라 DCI를 자원으로 매핑하는 예를 나타낸 것이다. 도 13에서와 같이 서브프레임마다 동일한 DCI가 전송되며, 서브프레임에서 DCI를 전송할 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 자원의 양으로 상기 DCI가 레이트-매칭되어 전송될 수 있다. 해당 서브프레임에서 MTC-EPDCCH 후보를 전송할 수 있는 자원의 양이라 함은 서브프레임 내 X개의 ECCE를 구성하는 RE 자원에서 레거시 PDCCH의 전송 RE 자원, RS(예, CRS, DMRS) 전송 RE 자원 등을 제외한 RE 자원을 의미한다.

[214] ° DCI의 레이트-매칭

[215] 한편, DCI를 복수 서브프레임들로 구성된 MTC-EPDCCH 후보의 자원에 매핑할 때에, 서브프레임 간에 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 ECCE의 개수가 동일하더라도 서브프레임별로 MTC-EPDCCH를 전송할 수 있는 실제 RE의 수는 다를 수 있다. 서브프레임별로 전송하는 RS의 종류가 다를 수 있기 때문이다. 예를 들어, 서브프레임 #k에는 CRS 및 DMRS가 존재하고, 서브프레임 #k+1에는 CRS, DMRS 및 CSI-RS가 존재할 수 있다. 이러한 경우, 서브프레임별로 MTC-EPDCCH를 전송할 수 있는 RE 자원의 양을 계산하여 DCI가 레이트-매칭될 수 있다. 하지만, 본 발명의 일 실시예는 저-복잡도 UE를 고려하여 레이트-매칭의 복잡도를 줄이기 위해 서브프레임별로 동일한 레이트-매칭 패턴을 적용할 것을 제안한다. 이러한 레이트-매칭 패턴은 다음과 같을 수 있다.

[216] * Alt 1. 표준에 정의된 특정 레이트-매칭 패턴을 따라 DCI가 레이트-매칭될 수 있다.

[217] * Alt 2. CRS, DMRS, 및/또는 레거시 PDCCH 전송 자원 영역(또는 MTC-EPDCCH 전송 시작 OFDM 심볼 위치)만을 고려한 레이트-매칭 패턴에 따라 DCI가 레이트-매칭될 수 있다. CRS, DMRS 전송 자원 영역을 고려한다고 함은 CRS, DMRS의 전송 RE 위치를 레이트-매칭함을 의미한다. 레거시 PDCCH 전송 OFDM 심볼 영역(또는 MTC-EPDCCH 전송 시작 OFDM 심볼 위치)만을 고려한다고 함은, 레거시 PDCCH가 전송될 수 있는 OFDM 심볼 영역(또는 MTC-EPDCCH의 전송 시작 OFDM 심볼 전에 위치한 OFDM 심볼 영역)을 레이트-매칭함을 의미한다. 이 때, 추가적으로 RS 등이 전송되어 MTC-EPDCCH를 전송할 수 없는 RE 영역이 생기면, 상기 RE 영역에서는 MTC-EPDCCH가 평처리된다고 가정될 수 있다.

[218] * Alt 3. MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 첫 번째 서브프레임 또는 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 첫 번째 서브프레임에서의 레이트-매칭 패턴을 MTC-EPDCCH가 전송되는 모든 서브프레임에 대해 동일하게 적용할 수 있다. 이 때, 레이트-매칭 패턴에서는 고려되지 않았으나 추가적으로 RS 등이 전송되어 MTC-EPDCCH를 전송할 수 없는 RE 영역이 생기면, 해당 RE 영역에서는 MTC-EPDCCH가 평처리된다고 가정될 수 있다.

[219] ° 특별 서브프레임에서 ECCE의 EREG로의 매핑

- [220] TDD 환경에서 DwPTS의 길이가 짧은 특별 서브프레임(예, 특별 서브프레임 설정 1, 2, 6, 7, 9)에서는 ECCE를 구성하는 EREG의 개수가 일반 서브프레임에서 ECCE를 구성하는 EREG의 개수와 달라진다. 예를 들어, 정규 CP의 일반 서브프레임에서는 4개의 EREG가 하나의 ECCE를 구성하는 반면, 이러한 특별 서브프레임에서는 8개의 EREG가 하나의 ECCE를 구성하게 되어, 하나의 서브프레임에 존재하는 ECCE의 개수가 특별 서브프레임에서는 일반 서브프레임에 비해 절반에 그치게 된다. 이 경우, ECCE의 개수가 서브프레임마다 달라지는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 방지하기 위하여 다음과 같은 방법을 고려할 수 있다.
- [221] * Alt 1. DwPTS의 길이가 짧은 특별 서브프레임(예, 특별 서브프레임 설정 1, 2, 6, 7, 9)에서는 2배의 PRB 자원이 MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하도록 규정될 수 있다. 이 경우, 이러한 특별 서브프레임에서도 일반 서브프레임에서와 동일한 개수의 ECCE를 지닐 수 있게 된다. 하지만, 여전히 특별 서브프레임에서 ECCE를 구성하는 EREG의 개수는 일반 서브프레임에 비해 2배가 된다.
- [222] * Alt 2. DwPTS의 길이가 짧은 특별 서브프레임(예, 특별 서브프레임 설정 1, 2, 6, 7, 9)에서도 일반 서브프레임에서와 동일한 ECCE의 EREG로의 매핑을 사용할 수 있다. 이러한 특별 서브프레임에서도 일반 서브프레임에서와 동일하게 4개의 EREG가 하나의 ECCE를 구성할 수 있다.
- [223] ● 옵션 2. 복수 개의 EPDCCH 후보가 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성
- [224] 도 14는 본 발명에 따른 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 EPDCCH 후보(들)을 예시한 것이다.
- [225] MTC-EPDCCH-자원-세트 내의 각 서브프레임에는 EPDCCH 후보들이 존재할 수 있다. MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 존재하는 N개의 EPDCCH 후보가 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성할 수 있다. 여기서, N은 TAR 값에 따라 결정되는 값이다.
- [226] 예를 들어, 도 14에서와 같이 MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 8개의 서브프레임의 각 서브프레임에 4개씩의 EPDCCH 후보가 존재할 수 있다. 상기 총 32개의 EPDCCH 후보 중 N개의 EPDCCH 후보가 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성할 수 있다.
- [227] 또는 MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 서브프레임 당 L개의 EPDCCH 후보가 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성할 수 있다. 즉, MTC-EPDCCH-자원-세트가 M개의 서브프레임으로 구성되는 경우, 서브프레임당 L개씩 총 $L \times M$ 개의 EPDCCH 후보가 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성할 수 있다.
- [228] ° EPDCCH 후보 인덱싱
- [229] MTC-EPDCCH-자원-세트 내의 EPDCCH 후보들을 인덱싱하는 방법에는 다음과 같은 방법이 있을 수 있다.
- [230] * Alt 1. 도 14(a)에서와 같이 서브프레임 내의 EPDCCH 후보들에 대해

인덱스가 부여될 사용할 수 있다. 이 경우, 동일한 EPDCCH 후보 인덱스가 서로 다른 서브프레임에 존재하는 EPDCCH 후보 사이에 사용될 수 있다. 서로 다른 서브프레임에 존재하는 동일한 인덱스의 EPDCCH 후보들은 서브프레임 인덱스를 사용하여 구별될 수 있다.

[231] * Alt 2. 도 14(b)에서와 같이 첫 번째 서브프레임부터 서브프레임 내의 EPDCCH 후보들에 순서대로 인덱스가 부여되고, 상기 서브프레임 내의 EPDCCH 후보들 모두에 인덱스들이 부여되면, 다음 서브프레임에 존재하는 EPDCCH 후보들에 이어서 인덱스가 부여될 수 있다. 이 경우에는 MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 존재하는 EPDCCH 후보들이 모두 서로 다른 EPDCCH 후보 인덱스를 지니게 된다. 따라서 EPDCCH 후보 인덱스만으로도 MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 존재하는 EPDCCH 후보들 모두가 상호 구별될 수 있다.

[232] * Alt 3. 도 14(c)에서와 같이 서브프레임-먼저 방식으로 EPDCCH 후보들에 인덱스가 부여될 수 있다. 예를 들어, MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 첫 번째 서브프레임부터 서브프레임 순서대로 하나씩의 EPDCCH 후보에 대해 인덱스가 부여될 수 있다. 마지막 서브프레임의 EPDCCH 후보까지 인덱스가 부여되면, 다시 첫 번째 서브프레임부터 마지막 서브프레임까지 그 다음 EPDCCH 후보에 대해 순서대로 인덱스가 부여될 있다. 이 경우에는 MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 존재하는 EPDCCH 후보들이 모두 서로 다른 EPDCCH 후보 인덱스들을 지니게 된다. 따라서 EPDCCH 후보 인덱스만으로도 MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 존재하는 EPDCCH 후보들 모두가 상호 구별될 수 있다. 또한 연속적인 EPDCCH 후보 인덱스들을 갖는 EPDCCH 후보들이 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성하게 되면, MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 EPDCCH 후보들이 서로 다른 서브프레임에 분포하게 되어 시간 다이버시티 효과를 얻을 수 있다.

[233] ° EPDCCH 후보의 MTC-EPDCCH 후보로의 매핑

[234] 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 다음과 같은 EPDCCH 후보들에 의해 구성될 수 있다.

[235] * Alt 1. 하나의 MTC-EPDCCH 후보는 하나의 서브프레임 내에 존재하는 EPDCCH 후보들로 구성될 수 있다. 하지만 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 EPDCCH 후보의 양이 하나의 서브프레임 내에 존재하는 EPDCCH 후보들의 수보다 큰 경우에는 인접한 서브프레임(예, 다음 서브프레임)에 존재하는 EPDCCH 후보가 함께 사용될 수 있다. 예를 들어, MTC-EPDCCH-자원-세트 내의 EPDCCH 후보들의 인덱스가 도 14(b)에서와 같이 부여되어 있는 경우, EPDCCH 후보 k , EPDCCH 후보 $k+1, \dots$, EPDCCH 후보 $k+N-1$ 의 N 개의 EPDCCH 후보들이 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성할 수 있다.

[236] * Alt 2. 하나의 MTC-EPDCCH 후보는 분산된 서브프레임에 존재하는 EPDCCH 후보 또는 EPDCCH 후보 인덱스들로 구성될 수 있다. MTC-EPDCCH 후보를

구성하는 EPDCCH 후보의 양이 MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 서브프레임의 개수보다 큰 경우에는 하나의 서브프레임에서 한 개 이상의 EPDCCH 후보가 사용될 수 있다. 예를 들어, MTC-EPDCCH-자원-세트 내의 EPDCCH 후보들의 인덱스가 도 14(b)에서와 같이 부여되어 있는 경우, EPDCCH 후보 0, EPDCCH 후보 8, EPDCCH 후보 16, EPDCCH 후보 24의 4개의 EPDCCH 후보들이 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성할 수 있다. 다른 예로, MTC-EPDCCH-자원-세트 내의 EPDCCH 후보들의 인덱스가 도 14(c)에서와 같이 부여되어 있는 경우, EPDCCH 후보 k , EPDCCH 후보 $k+1$, ..., EPDCCH 후보 $k+N-1$ 의 N 개의 EPDCCH 후보들이 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성할 수 있다.

[237] * Alt 3. 하나의 MTC-EPDCCH 후보를 구성하기 위해 서브프레임당 X 개의 EPDCCH 후보가 사용될 수 있다. 첫 번째 서브프레임에서 X 개의 EPDCCH 후보가 MTC-EPDCCH 후보의 구성에 사용하고, 상기 첫 번째 서브프레임에 있는 EPDCCH 후보의 개수가 상기 MTC-EPDCCH 후보의 구성에 모자라면, 그 다음 서브프레임에서 X 개의 EPDCCH 후보가 상기 MTC-EPDCCH 후보의 구성에 사용되는 방식으로 상기 MTC-EPDCCH 후보가 구성될 수 있다. 예를 들어, MTC-EPDCCH가 총 N 개의 EPDCCH 후보들의 집성으로 전송되면, X 개의 서브프레임들에서 서브프레임당 $\text{ceil}(N/X)$ 개의 EPDCCH 후보가 사용된다. ' N/X '가 정수가 아니면, 마지막 서브프레임에서는 상기 MTC-EPDCCH를 구성하는 데 모자란 만큼의 EPDCCH 후보만이 사용된다.

[238] ° DCI의 자원 매핑

[239] DCI를 특정 MTC-EPDCCH 후보를 통해 전송하기 위해서는 인코딩된 DCI의 비트들은 MTC-EPDCCH 후보를 통해 전송할 수 있는 비트 수에 맞추어 레이트-매칭되어야 한다. 상기 레이트-매칭된 DCI의 비트들은 이후 변조 및 프리코딩 과정을 통해 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 자원에 매핑된다. DCI를 MTC-EPDCCH 후보에 매핑할 수 있는 방법은 구체적으로 다음과 같을 수 있다.

[240] 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따라 DCI를 자원으로 매핑하는 예를 나타낸 것이다.

[241] 도 15에서와 같이 MTC-EPDCCH를 통해 전송할 DCI가 존재할 때, 채널 코딩으로 인코딩된 DCI가 각 EPDCCH 후보를 구성하는 자원 양에 맞추어 레이트-매칭되어 각 EPDCCH 후보를 통해 (반복적으로) 전송될 수 있다. 이 때, 각 EPDCCH 후보를 구성하는 자원의 양이라 함은 EPDCCH 후보를 구성하는 ECCE 자원들의 RE 영역 내에서 레거시 PDCCH의 전송 RE 자원, RS(예, CRS, DMRS) 전송 RE 자원 등을 제외한 RE 자원을 의미한다.

[242] ° DCI의 레이트-매칭

[243] 한편, DCI를 복수 서브프레임들로 구성된 MTC-EPDCCH 후보의 자원에 매핑 할 때에, MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 EPDCCH 후보 간에 EPDCCH 후보를 구성하는 ECCE의 개수가 동일하더라도 EPDCCH 후보별로

MTC-EPDCCH를 전송할 수 있는 실제 RE의 수는 다를 수 있다. 서브프레임별로 전송하는 RS의 종류가 다를 수 있기 때문이다. 예를 들어, 서브프레임 #k에는 CRS 및 DMRS가 존재하고, 서브프레임 #k+1에는 CRS, DMRS 및 CSI-RS가 존재할 수 있다. 이러한 경우, EPDCCH 후보별로 MTC-EPDCCH를 전송할 수 있는 RE 자원의 양을 계산하여 DCI가 레이트-매칭될 수 있다. 하지만, 본 발명의 일 실시예는 저-복잡도 UE를 고려하여 레이트-매칭의 복잡도를 줄이기 위해 서브프레임별로 동일한 레이트-매칭 패턴을 적용할 것을 제안한다. 이러한 레이트-매칭 패턴은 다음과 같을 수 있다.

- [244] * Alt 1. 표준에 정의된 특정 레이트-매칭 패턴을 따라 DCI가 레이트-매칭될 수 있다.
- [245] * Alt 2. CRS, DMRS, 및/또는 레거시 PDCCH 전송 자원 영역(또는 MTC-EPDCCH 전송 시작 OFDM 심볼 위치)만을 고려한 레이트-매칭 패턴에 따라 DCI가 레이트-매칭될 수 있다. CRS, DMRS 전송 자원 영역을 고려한다고 함은 CRS, DMRS의 전송 RE 위치를 레이트-매칭함을 의미한다. 레거시 PDCCH 전송 OFDM 심볼 영역(또는 MTC-EPDCCH 전송 시작 OFDM 심볼 위치)만을 고려한다고 함은, 레거시 PDCCH가 전송될 수 있는 OFDM 심볼 영역(또는 MTC-EPDCCH의 전송 시작 OFDM 심볼 전에 위치한 OFDM 심볼 영역)을 레이트-매칭함을 의미한다. 이 때, 추가적으로 RS 등이 전송되어 MTC-EPDCCH를 전송할 수 없는 RE 영역이 생기면, 상기 RE 영역에서는 MTC-EPDCCH가 평처링된다고 가정될 수 있다.
- [246] * Alt 3. MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 첫 번째 서브프레임에서의 레이트-매칭 패턴 또는 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 첫 번째 서브프레임에서의 레이트-매칭 패턴 또는 MTC-EPDCCH 후보를 구성하는 첫 번째 EPDCCH 후보에서 사용되는 레이트-매칭 패턴을 MTC-EPDCCH가 전송되는 모든 서브프레임/EPDCCH 후보에 대해 동일하게 적용할 수 있다. 이 때, 레이트-매칭 패턴에서는 고려되지 않았으나 추가적으로 RS 등이 전송되어 MTC-EPDCCH를 전송할 수 없는 RE 영역이 생기면, 해당 RE 영역에서는 MTC-EPDCCH가 평처링된다고 가정할 수 있다.
- [247] ° 특별 서브프레임에서 ECCE의 EREG로의 매핑
- [248] TDD 환경에서 DwPTS의 길이가 짧은 특별 서브프레임(예, 특별 서브프레임 설정 1, 2, 6, 7, 9)에서는 ECCE를 구성하는 EREG의 개수가 일반 서브프레임의 경우와 다르다. 예를 들어, 정규 CP의 일반 서브프레임에서는 4개의 EREG가 하나의 ECCE를 구성하는 반면, 이러한 특별 서브프레임에서는 8개의 EREG가 하나의 ECCE를 구성한다. 이 경우, 하나의 서브프레임에 존재하는 EPDCCH 후보의 개수가 특별 서브프레임과 일반 서브프레임 사이에 달라질 수 있다. 이러한 문제를 방지하기 위하여 다음과 같은 방법을 고려할 수 있다.
- [249] * Alt 1. DwPTS의 길이가 짧은 특별 서브프레임(예, 특별 서브프레임 설정 1, 2, 6, 7, 9)에서는 2배의 PRB 자원이 MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하도록 규정될

수 있다. 이 경우, 이러한 특별 서브프레임도 일반 서브프레임에서와 동일한 개수의 ECCE를 지닐 수 있게 된다. 하지만 여전히 특별 서브프레임에서 ECCE를 구성하는 EREG의 개수는 일반 서브프레임에 비해 2배가 된다.

- [250] * Alt 2. DwPTS의 길이가 짧은 특별 서브프레임(예, 특별 서브프레임 설정 1, 2, 6, 7, 9)에서도 일반 서브프레임에서와 동일한 ECCE의 EREG로의 매핑을 사용될 수 있다. 즉, 이러한 특별 서브프레임에서도 일반 서브프레임에서와 동일하게 4개의 EREG가 하나의 ECCE를 구성하도록 규정될 수 있다.
- [251] 복수 서브프레임들로 구성된 MTC-EPDCCH-자원-세트를 통해 MTC-EPDCCH를 모니터링하는 경우, 기존 EREG의 ECCE로의 매핑이 변화될 수 있다. 기존에는 하나의 서브프레임 내에 존재하는 4개(또는 8개)의 EREG가 하나의 ECCE를 구성한다. MTC-EPDCCH의 경우, MTC-EPDCCH-자원-세트 내에 존재하는 복수 개(예, 4개)의 EREG가 하나의 ECCE를 구성할 수 있다. 즉, 서로 다른 서브프레임에 위치한 EREG 들도 하나의 ECCE를 구성할 수 있다.
- [252] <실시에 C. EPDCCH 전송 시작/종료 서브프레임의 정의>
- [253] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 MTC-EPDCCH-자원 세트와 MTC-EPDCCH의 관계를 설명하기 위해 도시된 것이다.
- [254] 복수 서브프레임들로 구성된 MTC-EPDCCH-자원-세트를 통해 MTC-EPDCCH를 모니터링하는 경우, 실제 MTC-EPDCCH가 전송되는 서브프레임은 MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하는 서브프레임의 일부가 될 수 있다. 예를 들어, 서브프레임 #K ~ #K+9가 하나의 MTC-EPDCCH-자원-세트를 구성하지만, 특정 UE에게 전송되는 MTC-EPDCCH는 서브프레임 #K ~ #K+4에 존재하는 자원만을 사용하여 구성된 MTC-EPDCCH 후보를 통해 전송될 수 있다.
- [255] 예를 들어, 도 16(a)를 참조하면, MTC-EPDCCH의 전송 시작 위치, 즉, MTC-EPDCCH 후보의 시작 위치와 MTC-EPDCCH를 위한 탐색 공간(search space, SS)의 시작 위치가 다를 수 있다. SS 내에 하나 이상의 서브프레임들이 반복 레벨 R 및/또는 집성 레벨에 따라 MTC-EPDCCH 후보의 시작 서브프레임이 될 수 있다.
- [256] MTC-EPDCCH의 수신을 위한 UE의 블라인드 복호 복잡도를 줄이기 위하여, UE는 복수 서브프레임들의 번들을 통해 전송되는 MTC-EPDCCH가 전송되는 서브프레임 번들의 시작 위치를 알 필요가 있다. 본 발명의 실시예들에서 서브프레임 번들은 하나의 MTC-EPDCCH를 이루는 자원이 분포하는 서브프레임일 수도 있다. 혹은, 하나의 MTC-EPDCCH가 반복하여 전송되는 구간일 수 있다. 이를 위해 MTC-EPDCCH의 전송이 시작되는 서브프레임 위치는 기존과 같이 자유롭지 않고, 사전에 약속된 서브프레임 위치를 통해서만 전송이 시작될 수 있다. 다시 말해, MTC-EPDCCH는 MTC-EPDCCH-자원-세트 내 임의의 서브프레임에서 시작될 수 있는 것이 아니라, MTC-EPDCCH-자원-세트 내 서브프레임들 중 사전에 약속된 서브프레임(들)에서만 시작될 수 있다.
- [257] 도 16(a)에 도시된 것과 같이, MTC-EPDCCH-자원-세트의 시작 서브프레임과

실제 UE에게 전송되는 MTC-EPDCCH의 전송 시작 서브프레임이 다를 수 있는 경우를 위해, 본 발명에서는 MTC-EPDCCH의 전송 시작 서브프레임이 아닌, MTC-EPDCCH-자원-세트의 시작 서브프레임(즉, 첫 번째 서브프레임) 위치가 특정 서브프레임들의 세트로 제한될 것을 제안한다. 이에 따라, UE는 특정 서브프레임 위치에서만 MTC-EPDCCH-자원-세트의 시작 서브프레임이 위치한다고 가정할 수 있다. MTC-EPDCCH-자원-세트가 특정 서브프레임에서만 시작될 수 있다고 함은, 예를 들어, 도 16(b)에서와 같이 MTC-EPDCCH-자원-세트를 발생하는 서브프레임 구간에 주기(period)가 존재함을 의미할 수 있다. 이러한 MTC-EPDCCH-자원-세트 주기(period)는 기고정(prefix)되거나, SIB 또는 상위 계층 시그널링(예, RRC 시그널링)을 통해 eNB로부터 UE에게 설정(configure)되는 값일 수 있다.

- [258] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 MTC-EPDCCH와 해당 PDSCH와의 관계를 예시한 것이다.
- [259] PDSCH의 수신을 위한 UE의 블라인드 복호 복잡도를 줄이기 위하여, 도 17에서와 같이 PDSCH는 MTC-EPDCCH의 전송이 종료된 후에 전송이 시작될 수 있다. 이 경우, PDSCH의 전송 시작 서브프레임의 위치가 MTC-EPDCCH의 전송 종료 서브프레임으로부터 G개 서브프레임 이후와 같다고 정의될 수 있다. 하지만 MTC-EPDCCH-자원-세트의 종료 서브프레임 위치와 실제 UE에게 전송되는 MTC-EPDCCH의 전송 종료 서브프레임, 즉, 마지막 서브프레임이 다를 수 있다. 이 경우를 위해, 본 발명에서는 UE가 MTC-EPDCCH의 전송 종료 서브프레임이 아닌, MTC-EPDCCH-자원-세트의 마지막 서브프레임으로부터 G개 서브프레임(들) 이후 PDSCH의 전송이 시작된다고 가정할 것을 제안한다. 즉, MTC-EPDCCH-자원-세트의 마지막 서브프레임과 PDSCH의 전송 시작 서브프레임 간의 관계가 정의될 수 있다. 또는 MTC-EPDCCH-자원-세트의 시작 서브프레임과 PDSCH의 전송 시작 서브프레임 간의 관계가 정의될 수 있다.
- [260] 본 발명은 전술한 실시예 A, 실시예 B와 실시예 C 중 하나 또는 둘 이상의 조합에 따라 실시될 수 있다.
- [261] 도 18은 본 발명을 수행하는 전송장치(10) 및 수신장치(20)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.
- [262] 전송장치(10) 및 수신장치(20)는 정보 및/또는 데이터, 신호, 메시지 등을 나르는 무선 신호를 전송 또는 수신할 수 있는 RF(Radio Frequency) 유닛(13, 23)과, 무선통신 시스템 내 통신과 관련된 각종 정보를 저장하는 메모리(12, 22), 상기 RF 유닛(13, 23) 및 메모리(12, 22) 등의 구성요소와 동작적으로 연결되어, 상기 구성요소를 제어하여 해당 장치가 전술한 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나를 수행하도록 메모리(12, 22) 및/또는 RF 유닛(13, 23)을 제어하도록 구성된(configured) 프로세서(11, 21)를 각각 포함한다.
- [263] 메모리(12, 22)는 프로세서(11, 21)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 입/출력되는 정보를 임시 저장할 수 있다. 메모리(12, 22)가 버퍼로서

활용될 수 있다.

- [264] 프로세서(11, 21)는 통상적으로 전송장치 또는 수신장치 내 각종 모듈의 전반적인 동작을 제어한다. 특히, 프로세서(11, 21)는 본 발명을 수행하기 위한 각종 제어 기능을 수행할 수 있다. 프로세서(11, 21)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 불릴 수 있다. 프로세서(11, 21)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 프로세서(400a, 400b)에 구비될 수 있다. 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(11, 21) 내에 구비되거나 메모리(12, 22)에 저장되어 프로세서(11, 21)에 의해 구동될 수 있다.
- [265] 전송장치(10)의 프로세서(11)는 상기 프로세서(11) 또는 상기 프로세서(11)와 연결된 스케줄러로부터 스케줄링되어 외부로 전송될 신호 및/또는 데이터에 대하여 소정의 부호화(coding) 및 변조(modulation)를 수행한 후 RF 유닛(13)에 전송한다. 예를 들어, 프로세서(11)는 전송하고자 하는 데이터 열을 역다중화 및 채널 부호화, 스크램블링, 변조과정 등을 거쳐 K 개의 레이어로 변환한다. 부호화된 데이터 열은 코드워드로 지칭되기도 하며, MAC 계층이 제공하는 데이터 블록인 전송 블록과 등가이다. 일 전송블록(transport block, TB)은 일 코드워드로 부호화되며, 각 코드워드는 하나 이상의 레이어의 형태로 수신장치에 전송되게 된다. 주파수 상향 변환을 위해 RF 유닛(13)은 오실레이터(oscillator)를 포함할 수 있다. RF 유닛(13)은 N_t 개(N_t 는 1 보다 이상의 양의 정수)의 전송 안테나를 포함할 수 있다.
- [266] 수신장치(20)의 신호 처리 과정은 전송장치(10)의 신호 처리 과정의 역으로 구성된다. 프로세서(21)의 제어 하에, 수신장치(20)의 RF 유닛(23)은 전송장치(10)에 의해 전송된 무선 신호를 수신한다. 상기 RF 유닛(23)은 N_r 개의 수신 안테나를 포함할 수 있으며, 상기 RF 유닛(23)은 수신 안테나를 통해 수신된 신호 각각을 주파수 하향 변환하여(frequency down-convert) 기저대역 신호로 복원한다. RF 유닛(23)은 주파수 하향 변환을 위해 오실레이터를 포함할 수 있다. 상기 프로세서(21)는 수신 안테나를 통하여 수신된 무선 신호에 대한 복호(decoding) 및 복조(demodulation)를 수행하여, 전송장치(10)가 본래 전송하고자 했던 데이터를 복원할 수 있다.
- [267] RF 유닛(13, 23)은 하나 이상의 안테나를 구비한다. 안테나는, 프로세서(11, 21)의 제어 하에 본 발명의 일 실시예에 따라, RF 유닛(13, 23)에 의해 처리된

신호를 외부로 전송하거나, 외부로부터 무선 신호를 수신하여 RF 유닛(13, 23)으로 전달하는 기능을 수행한다. 안테나는 안테나 포트에 불리기도 한다. 각 안테나는 하나의 물리 안테나에 해당하거나 하나보다 많은 물리 안테나 요소(element)의 조합에 의해 구성될(configured) 수 있다. 각 안테나로부터 전송된 신호는 수신장치(20)에 의해 더는 분해될 수 없다. 해당 안테나에 대응하여 전송된 참조신호(reference signal, RS)는 수신장치(20)의 관점에서 본 안테나를 정의하며, 채널이 일 물리 안테나로부터의 단일(single) 무선 채널인지 혹은 상기 안테나를 포함하는 복수의 물리 안테나 요소(element)들로부터의 합성(composite) 채널인지에 관계없이, 상기 수신장치(20)로 하여금 상기 안테나에 대한 채널 추정을 가능하게 한다. 즉, 안테나는 상기 안테나 상의 심볼을 전달하는 채널이 상기 동일 안테나 상의 다른 심볼이 전달되는 상기 채널로부터 도출될 수 있도록 정의된다. 복수의 안테나를 이용하여 데이터를 송수신하는 다중 입출력(Multi-Input Multi-Output, MIMO) 기능을 지원하는 RF 유닛의 경우에는 2개 이상의 안테나와 연결될 수 있다.

[268] 본 발명의 실시예들에 있어서, UE는 상향링크에서는 전송장치(10)로 동작하고, 하향링크에서는 수신장치(20)로 동작한다. 본 발명의 실시예들에 있어서, eNB는 상향링크에서는 수신장치(20)로 동작하고, 하향링크에서는 전송장치(10)로 동작한다. 이하, UE에 구비된 프로세서, RF 유닛 및 메모리를 UE 프로세서, UE RF 유닛 및 UE 메모리라 각각 칭하고, eNB에 구비된 프로세서, RF 유닛 및 메모리를 eNB 프로세서, eNB RF 유닛 및 eNB 메모리라 각각 칭한다.

[269] eNB 프로세서는 본 발명의 실시예들 중 어느 하나에 따라 탐색 공간(search space, SS)를 설정할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 상기 SS에 대한 설정 정보를 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 SS에 대한 설정 정보는 적어도 상기 SS를 위한 MTC-EPDCCH-resource-set의 시작 서브프레임 또는 상기 MTC-EPDCCH-resource-set의 주기를 나타내는 정보를 포함할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 본 발명의 실시예들 중 어느 하나에 따라 상기 탐색 공간에 구성된 복수의 EPDCCH 후보들 중 하나를 통해 하향링크 제어 정보(downlink control information, DCI)를 전송하도록 상기 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 상기 복수의 EPDCCH 후보들 중 둘 이상의 EPDCCH 후보를 통해 상기 DCI를 반복 전송하도록 상기 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 본 발명의 실시예들 중 어느 하나에 따라 상기 DCI를 기반으로 PDSCH를 전송 혹은 PUSCH를 수신하도록 상기 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 본 발명의 실시예들 중 어느 하나에 따라 상기 MTC-EPDCCH-resource-set의 마지막 서브프레임 n, 즉, 상기 탐색 공간의 마지막 서브프레임 n 뒤에 오는 서브프레임 n+k에서 상기 PDSCH의 전송을 시작하도록 상기 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다.

[270] UE 프로세서는 본 발명의 실시예들 중 어느 하나에 따라 탐색 공간(search space, SS)를 설정할 수 있다. UE RF 프로세서는 상기 SS에 대한 설정 정보를

수신하고, 상기 UE 프로세서는 상기 SS에 대한 설정 정보를 바탕으로 상기 SS를 설정할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 DCI의 검출을 위해 상기 탐색 공간에서 EPDCCH를 모니터링할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 본 발명의 실시예들 중 어느 하나에 따라 상기 탐색 공간에 구성된 복수의 EPDCCH 후보들 중 하나 이상을 통해 상기 DCI를 수신하도록 상기 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 상기 DCI의 반복 수신을 위해 상기 복수의 EPDCCH 후보들 중 둘 이상의 EPDCCH 후보의 복호를 시도할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 상기 탐색 공간 내 둘 이상의 EPDCCH들을 통해 상기 DCI를 반복 수신하도록 상기 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 본 발명의 실시예들 중 어느 하나에 따라 상기 DCI를 기반으로 PDSCH를 수신 혹은 PUSCH를 전송하도록 상기 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 본 발명의 실시예들 중 어느 하나에 따라 상기 MTC-EPDCCH-resource-set의 마지막 서브프레임 n , 즉, 상기 탐색 공간의 마지막 서브프레임 n 뒤에 오는 서브프레임 $n+k$ 에서 상기 PDSCH의 전송을 시작하도록 상기 UE RF 유닛을 제어할 수 있다.

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

산업상 이용가능성

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

청구범위

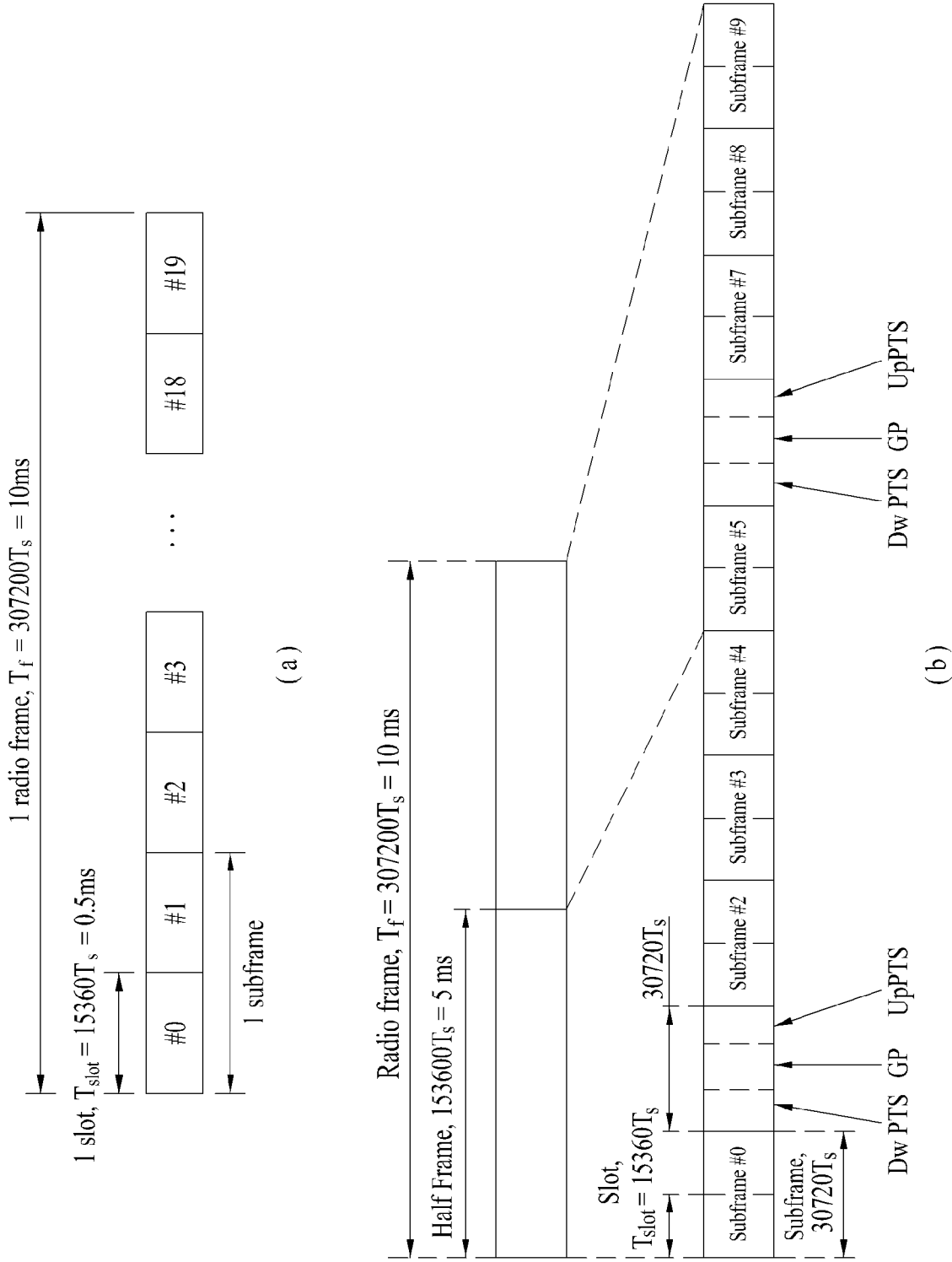
- [청구항 1] 사용자기가 하향링크 제어 정보를 수신함에 있어서,
 상기 사용자기를 위한 탐색 공간(search space)의 설정 정보를 수신; 및
 상기 설정 정보를 기초로 상기 탐색 공간 내 하향링크 제어 채널 후보를
 통해 상기 하향링크 제어 정보를 수신하는 것을 포함하며,
 상기 탐색 공간은 복수의 서브프레임들에 걸쳐 구성되고,
 상기 설정 정보는 상기 탐색 공간의 주기를 나타내는 정보를 포함하는,
 하향링크 제어 정보 수신 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 탐색 공간의 주기는 상기 탐색 공간의 지속기간(duration)보다
 크거나 같은,
 하향링크 제어 정보 수신 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서
 상기 설정 정보는 상기 탐색 공간의 시작 서브프레임을 나타내는 정보를
 포함하는,
 하향링크 제어 정보 수신 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 탐색 공간은 복수의 하향링크 제어 채널 후보들 포함하고,
 상기 하향링크 제어 정보는 상기 복수의 하향링크 제어 채널 후보들 중 둘
 이상의 하향링크 제어 채널 후보 각각을 통해 수신되는,
 하향링크 제어 정보.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 하향링크 제어 채널 후보는 하나 이상의 서브프레임 번들 내에
 설정되며, 상기 하나 이상의 서브프레임 번들 각각은 상기 탐색 공간을
 위한 상기 복수의 서브프레임들 중 하나 이상의 서브프레임으로 구성된,
 하향링크 제어 정보 수신 방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
 상기 탐색 공간의 마지막 서브프레임 n 후 서브프레임 $n+k$ 에서 상기
 하향링크 제어 정보에 따른 하향링크 데이터의 전송을 시작하며, 여기서,
 k 는 양의 정수인,
 하향링크 제어 정보 수신 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
 상기 복수의 서브프레임들 각각은 시간 도메인에서 하나 이상의 선두
 심볼로 구성된 제어 영역과 상기 제어 영역에 속하지 않은 심볼들로
 구성된 데이터 영역으로 구분되고, 상기 하향링크 제어 채널 후보는 상기
 복수의 서브프레임들 중 하나 이상의 서브프레임의 데이터 영역 내
 자원으로 이루어진,

- 하향링크 제어 정보 수신 방법.
- [청구항 8] 사용자기기가 하향링크 제어 정보를 수신함에 있어서,
무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛과,
상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는:
상기 사용자기기를 위한 탐색 공간(search space)의 설정 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어; 및
상기 설정 정보를 기초로 상기 탐색 공간 내 하향링크 제어 채널 후보를 통해 상기 하향링크 제어 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되며,
상기 탐색 공간은 복수의 서브프레임들에 걸쳐 구성되고,
상기 설정 정보는 상기 탐색 공간의 주기를 나타내는 정보를 포함하는, 사용자기기.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
상기 탐색 공간의 주기는 상기 탐색 공간의 지속기간(duration)보다 크거나 같은,
사용자기기.
- [청구항 10] 제8항에 있어서
상기 설정 정보는 상기 탐색 공간의 시작 서브프레임을 나타내는 정보를 포함하는,
사용자기기.
- [청구항 11] 제8항에 있어서,
상기 탐색 공간은 복수의 하향링크 제어 채널 후보들 포함하고,
상기 하향링크 제어 정보는 상기 복수의 하향링크 제어 채널 후보들 중 둘 이상의 하향링크 제어 채널 후보 각각을 통해 수신되는,
하향링크 제어 정보.
- [청구항 12] 제8항에 있어서,
상기 하향링크 제어 채널 후보는 하나 이상의 서브프레임 번들 내에 설정되며, 상기 하나 이상의 서브프레임 번들 각각은 상기 탐색 공간을 위한 상기 복수의 서브프레임들 중 하나 이상의 서브프레임으로 구성된,
사용자기기.
- [청구항 13] 제8항에 있어서,
상기 탐색 공간의 마지막 서브프레임 n 후 서브프레임 $n+k$ 에서 상기 하향링크 제어 정보에 따른 하향링크 데이터의 전송을 시작하며, 여기서, k 는 양의 정수인,
사용자기기.
- [청구항 14] 기지국이 하향링크 제어 정보를 전송함에 있어서,
사용자기기를 위한 탐색 공간(search space)의 설정 정보를 전송; 및

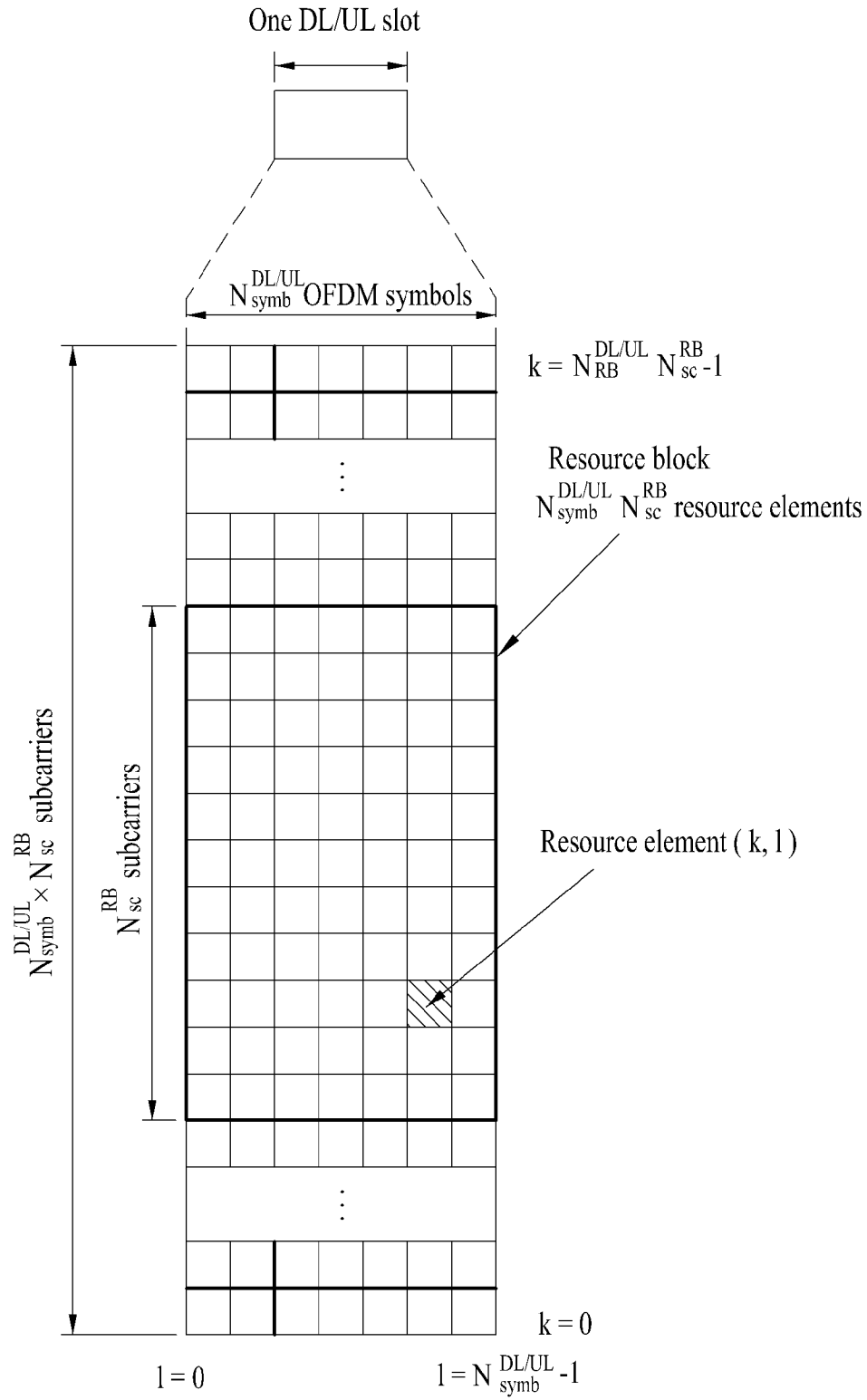
상기 설정 정보를 기초로 상기 탐색 공간 내 하향링크 제어 채널 후보를
 통해 상기 하향링크 제어 정보를 전송하는 것을 포함하며,
 상기 탐색 공간은 복수의 서브프레임들에 걸쳐 구성되고,
 상기 설정 정보는 상기 탐색 공간의 주기를 나타내는 정보를 포함하는,
 하향링크 제어 정보 전송 방법.

- [청구항 15] 기지국이 하향링크 제어 정보를 전송함에 있어서,
 무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛과,
 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되, 상기
 프로세서는:
 사용자기기를 위한 탐색 공간(search space)의 설정 정보를 전송하도록
 상기 RF 유닛을 제어; 및
 상기 설정 정보를 기초로 상기 탐색 공간 내 하향링크 제어 채널 후보를
 통해 상기 하향링크 제어 정보를 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록
 구성되며,
 상기 탐색 공간은 복수의 서브프레임들에 걸쳐 구성되고,
 상기 설정 정보는 상기 탐색 공간의 주기를 나타내는 정보를 포함하는,
 기지국.

[도 1]



[도2]



[도3]

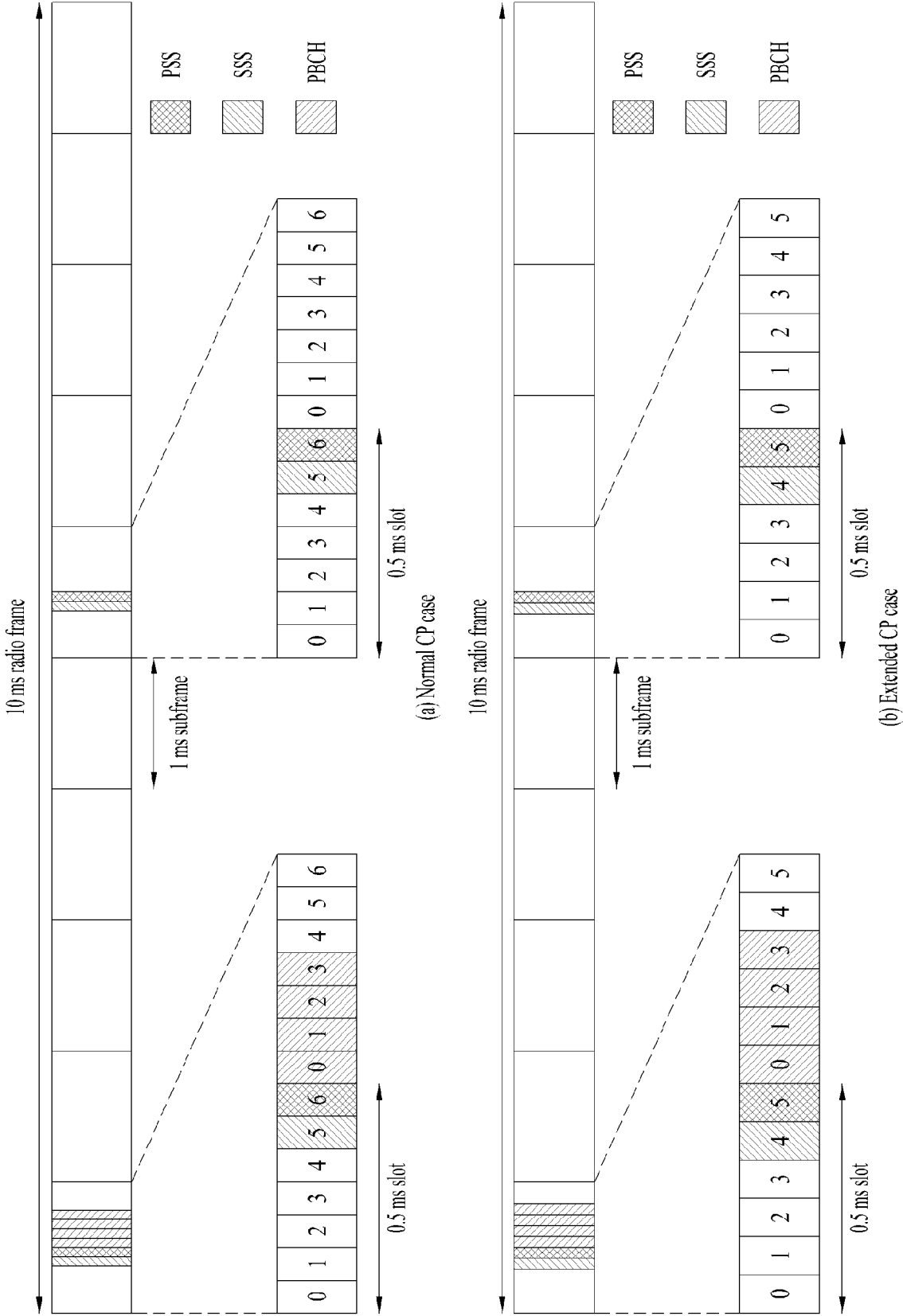


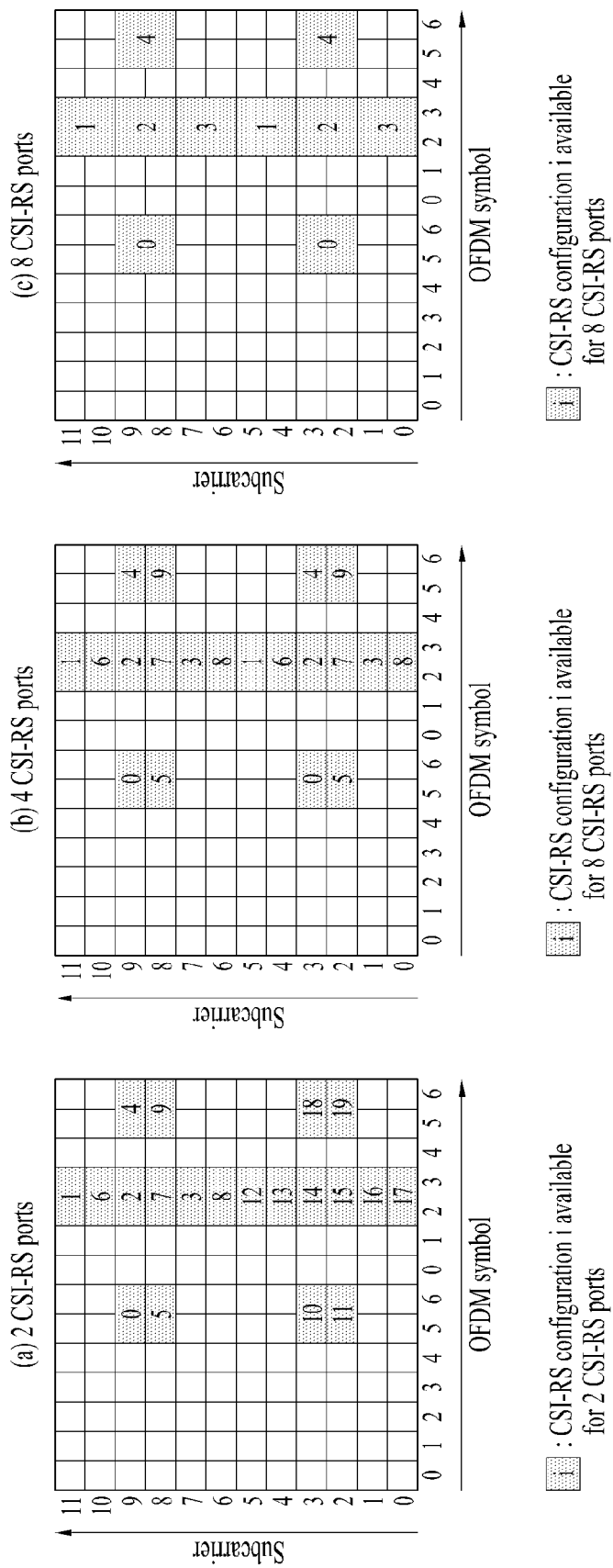
Figure 1 illustrates a 2D grid representing a memory access pattern. The horizontal axis is labeled "Time" and the vertical axis is labeled "Frequency". The grid is divided into two regions: "Control region" (columns 0-2) and "Data region" (columns 3-13). The grid contains various patterns of shaded cells and labels (R0, R1, R2, R3) indicating memory access. The patterns repeat every 4 rows in the frequency dimension.

(a) 1 or 2 TX case

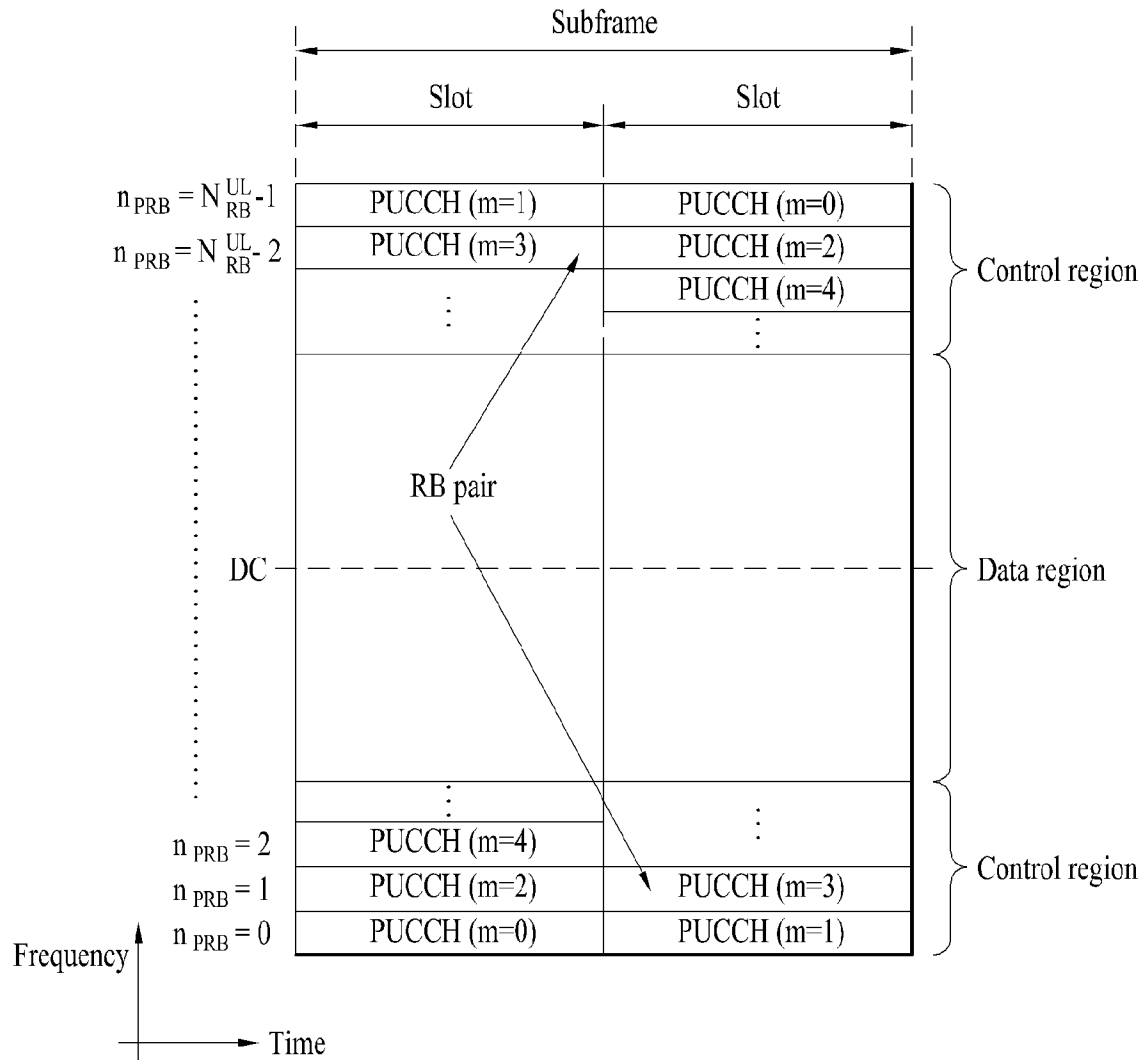
(b) 4 TX case

	RE occupied by CRS of port p ($p \in 0, p \in 0,1$ or $p \in 0,1,2,3$)
	RE occupied by UE-RS of port(s) p ($p \in 7, p \in 8, p \in 7,8$ or $p \in 7,8,11,13$)
	RE occupied by UE-RS of port(s) p ($p \in 9, p \in 10, p \in 9,10$ or $p \in 9,10,12,14$)

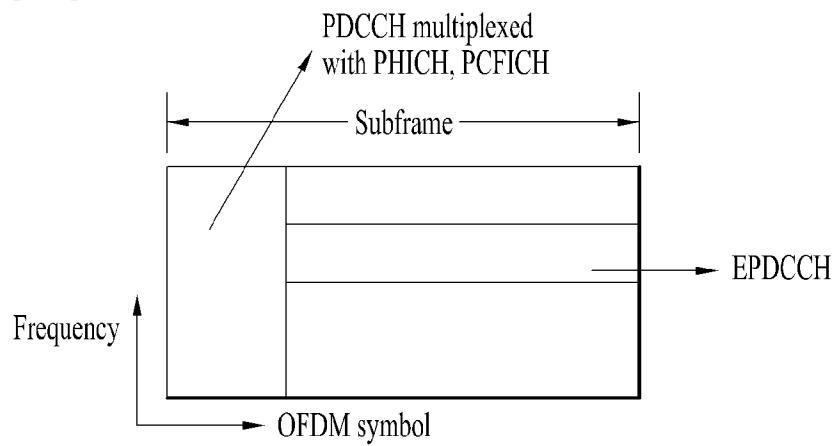
[57]



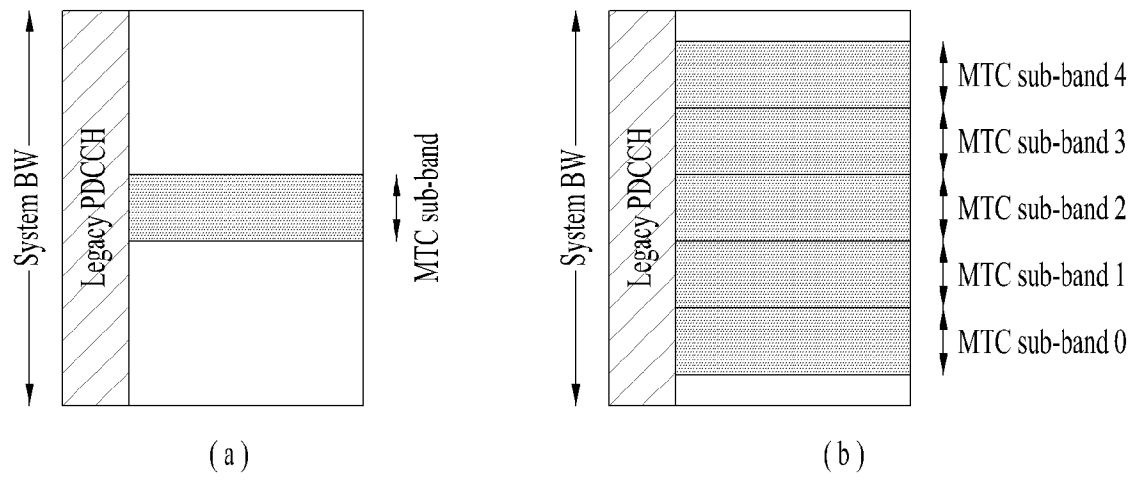
[도8]



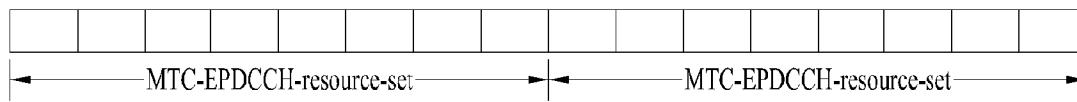
[도9]



[도 10]



[도 11]



[도12]

ECCE 0	ECCE 0	ECCE 0	ECCE 0	ECCE 0	ECCE 0	ECCE 0	ECCE 0
ECCE 1	ECCE 1	ECCE 1	ECCE 1	ECCE 1	ECCE 1	ECCE 1	ECCE 1
ECCE 2	ECCE 2	ECCE 2	ECCE 2	ECCE 2	ECCE 2	ECCE 2	ECCE 2
ECCE 3	ECCE 3	ECCE 3	ECCE 3	ECCE 3	ECCE 3	ECCE 3	ECCE 3

SF 0 SF 1 SF 2 SF 3 SF 4 SF 5 SF 6 SF 7

(a)

ECCE 0	ECCE 4	ECCE 8	ECCE 12	ECCE 16	ECCE 20	ECCE 24	ECCE 28
ECCE 1	ECCE 5	ECCE 9	ECCE 13	ECCE 17	ECCE 21	ECCE 25	ECCE 29
ECCE 2	ECCE 6	ECCE 10	ECCE 14	ECCE 18	ECCE 22	ECCE 26	ECCE 30
ECCE 3	ECCE 7	ECCE 11	ECCE 15	ECCE 19	ECCE 23	ECCE 27	ECCE 31

SF 0 SF 1 SF 2 SF 3 SF 4 SF 5 SF 6 SF 7

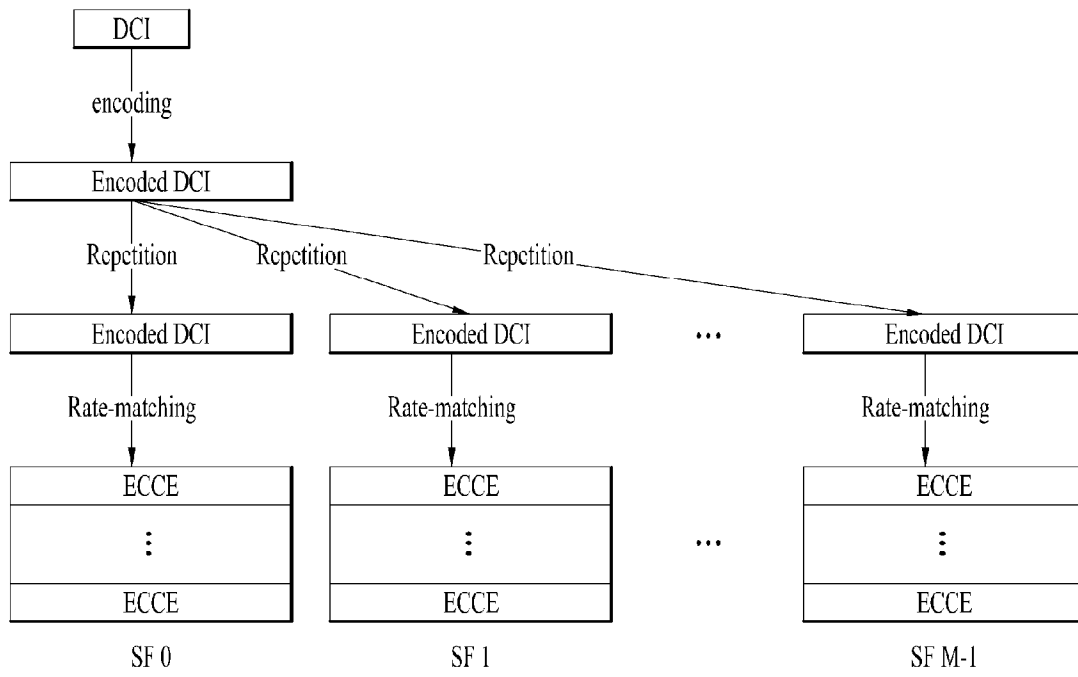
(b)

ECCE 24	ECCE 25	ECCE 26	ECCE 27	ECCE 28	ECCE 29	ECCE 30	ECCE 31
ECCE 16	ECCE 17	ECCE 18	ECCE 19	ECCE 20	ECCE 21	ECCE 22	ECCE 23
ECCE 8	ECCE 9	ECCE 10	ECCE 11	ECCE 12	ECCE 13	ECCE 14	ECCE 15
ECCE 0	ECCE 1	ECCE 2	ECCE 3	ECCE 4	ECCE 5	ECCE 6	ECCE 7

SF 0 SF 1 SF 2 SF 3 SF 4 SF 5 SF 6 SF 7

(c)

[도 13]



[도 14]

EPDCCH candidate 0	EPDCCH candidate 0	EPDCCH candidate 0	EPDCCH candidate 0	EPDCCH candidate 0	EPDCCH candidate 0	EPDCCH candidate 0	EPDCCH candidate 0
EPDCCH candidate 1	EPDCCH candidate 1	EPDCCH candidate 1	EPDCCH candidate 1	EPDCCH candidate 1	EPDCCH candidate 1	EPDCCH candidate 1	EPDCCH candidate 1
EPDCCH candidate 2	EPDCCH candidate 2	EPDCCH candidate 2	EPDCCH candidate 2	EPDCCH candidate 2	EPDCCH candidate 2	EPDCCH candidate 2	EPDCCH candidate 2
EPDCCH candidate 3	EPDCCH candidate 3	EPDCCH candidate 3	EPDCCH candidate 3	EPDCCH candidate 3	EPDCCH candidate 3	EPDCCH candidate 3	EPDCCH candidate 3
SF 0	SF 1	SF 2	SF 3	SF 4	SF 5	SF 6	SF 7

(a)

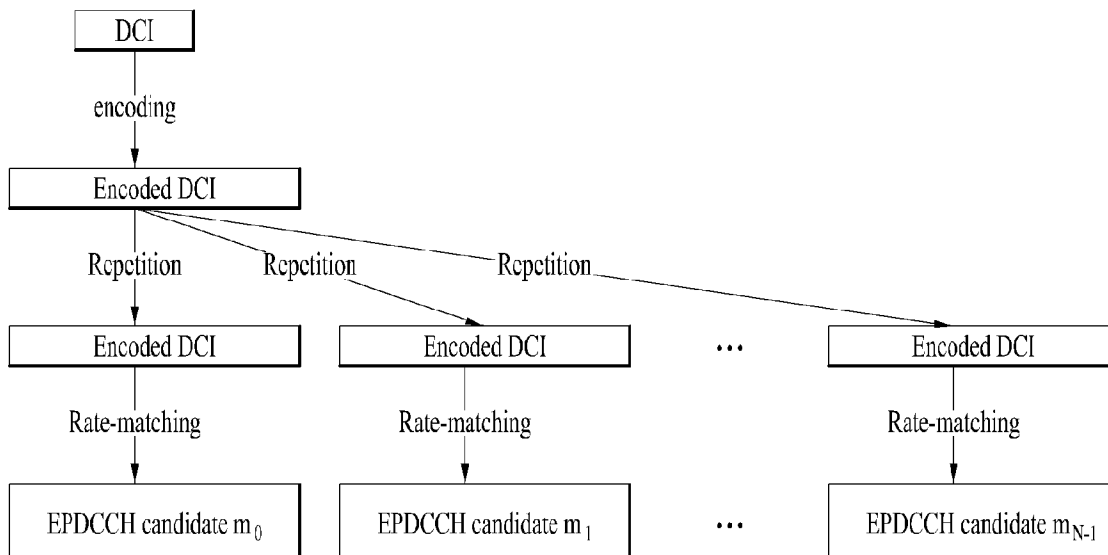
EPDCCH candidate 0	EPDCCH candidate 4	EPDCCH candidate 8	EPDCCH candidate 12	EPDCCH candidate 16	EPDCCH candidate 20	EPDCCH candidate 24	EPDCCH candidate 28
EPDCCH candidate 1	EPDCCH candidate 5	EPDCCH candidate 9	EPDCCH candidate 13	EPDCCH candidate 17	EPDCCH candidate 21	EPDCCH candidate 25	EPDCCH candidate 29
EPDCCH candidate 2	EPDCCH candidate 6	EPDCCH candidate 10	EPDCCH candidate 14	EPDCCH candidate 18	EPDCCH candidate 22	EPDCCH candidate 26	EPDCCH candidate 30
EPDCCH candidate 3	EPDCCH candidate 7	EPDCCH candidate 11	EPDCCH candidate 15	EPDCCH candidate 19	EPDCCH candidate 23	EPDCCH candidate 27	EPDCCH candidate 31
SF 0	SF 1	SF 2	SF 3	SF 4	SF 5	SF 6	SF 7

(b)

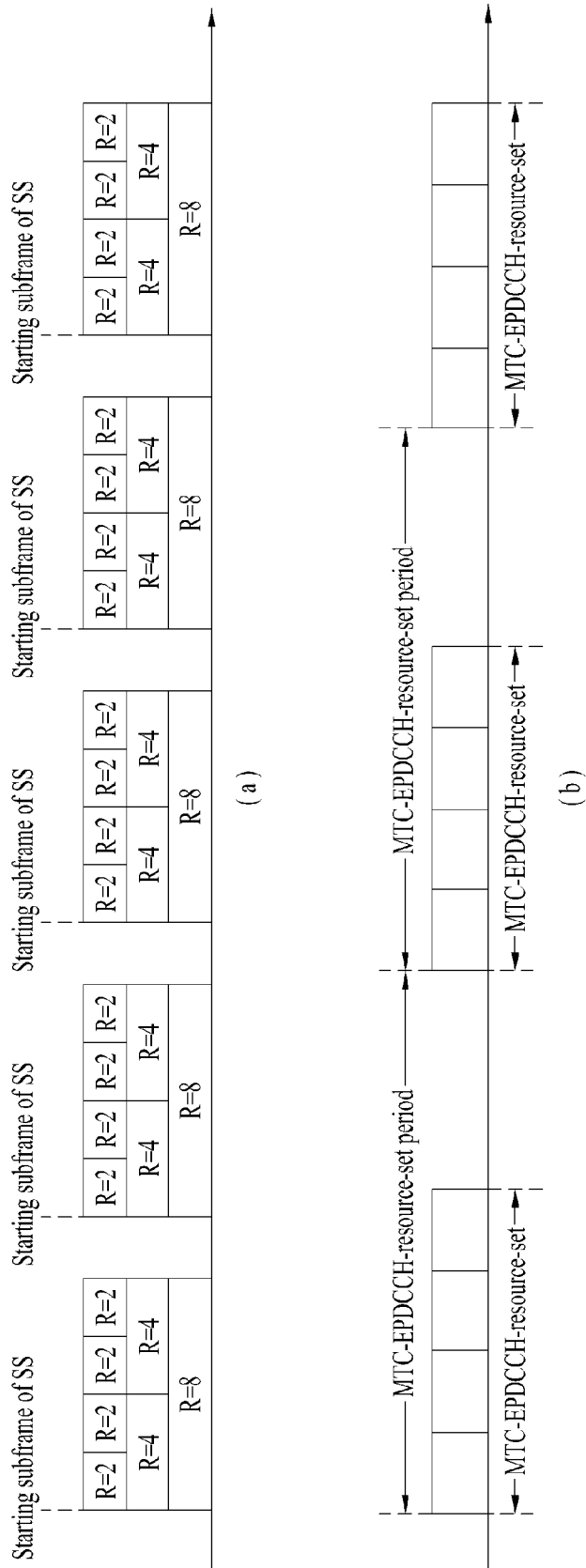
EPDCCH candidate 24	EPDCCH candidate 25	EPDCCH candidate 26	EPDCCH candidate 27	EPDCCH candidate 28	EPDCCH candidate 29	EPDCCH candidate 30	EPDCCH candidate 31
EPDCCH candidate 16	EPDCCH candidate 17	EPDCCH candidate 18	EPDCCH candidate 19	EPDCCH candidate 20	EPDCCH candidate 21	EPDCCH candidate 22	EPDCCH candidate 23
EPDCCH candidate 8	EPDCCH candidate 9	EPDCCH candidate 10	EPDCCH candidate 11	EPDCCH candidate 12	EPDCCH candidate 13	EPDCCH candidate 14	EPDCCH candidate 15
EPDCCH candidate 0	EPDCCH candidate 1	EPDCCH candidate 2	EPDCCH candidate 3	EPDCCH candidate 4	EPDCCH candidate 5	EPDCCH candidate 6	EPDCCH candidate 7
SF 0	SF 1	SF 2	SF 3	SF 4	SF 5	SF 6	SF 7

(c)

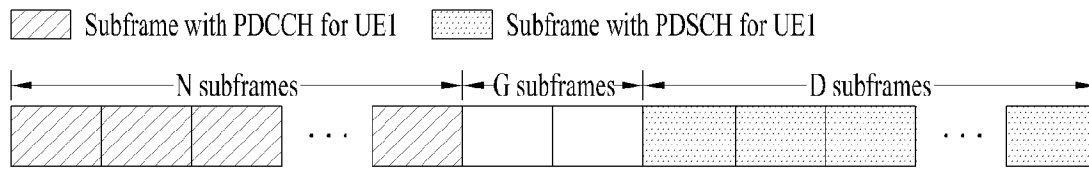
[도 15]



[도 16]



[도 17]



[도 18]

