

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2018년 2월 15일 (15.02.2018) WIPO | PCT

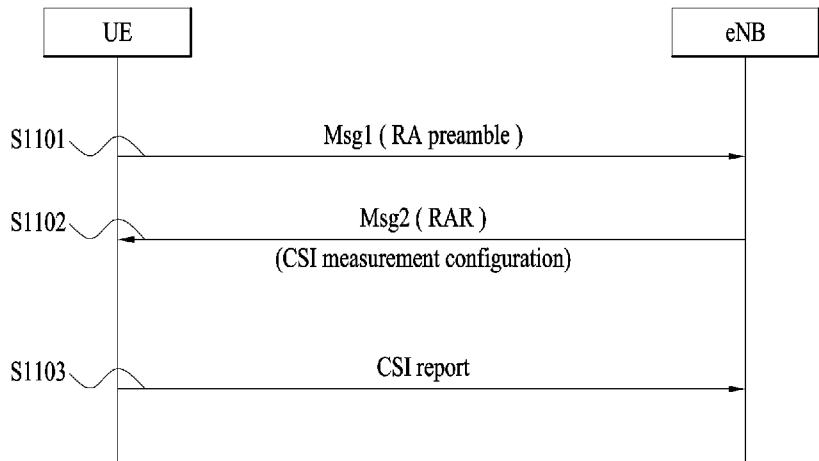


(10) 국제공개번호  
WO 2018/030756 A1

- (51) 국제특허분류: *H04L 1/06* (2006.01)      *H04L 5/00* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/008561
- (22) 국제출원일: 2017년 8월 8일 (08.08.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
  - 62/371,848      2016년 8월 8일 (08.08.2016)    US
  - 62/455,474      2017년 2월 6일 (06.02.2017)    US
  - 62/491,272      2017년 4월 28일 (28.04.2017)    US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김은선 (KIM, Eunsun); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 김기준 (KIM, Kijun); 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). 김선욱 (KIM, Seonwook); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 윤석현 (YOON, Sukhyon); 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, 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), 유

(54) Title: CHANNEL STATE INFORMATION TRANSMITTING METHOD AND USER EQUIPMENT, AND CHANNEL STATE INFORMATION RECEIVING METHOD AND BASE STATION

(54) 발명의 명칭: 채널 상태 정보 전송 방법 및 사용자기기와, 채널 상태 정보 수신 방법 및 기지국



(57) Abstract: When a user equipment transmits a random access preamble, a base station transmits a random access response to the user equipment in response to the random access preamble. The base station may include CSI measurement configuration information in the random access response and then transmit the random access response. The user equipment may perform a CSI report on the basis of the CSI measurement configuration information.

(57) 요약서: 사용자기기가 임의 접속 프리앰블을 전송하면, 기지국은 상기 임의 접속 프리앰블에 대한 응답으로 임의 접속 응답을 상기 사용자기기에 전송한다. 상기 기지국은 상기 임의 접속 응답에 CSI 측정 설정 정보를 포함시켜 전송할 수 있다. 상기 사용자기기는 상기 CSI 측정 설정 정보를 바탕으로 CSI 보고를 수행할 수 있다.

WO 2018/030756 A1

럼 (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: 채널 상태 정보 전송 방법 및 사용자기기와, 채널 상태 정보 수신 방법 및 기지국

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것이다. 특히, 채널 상태 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, 인지 무선(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) 모드의 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) 모드의 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.
- [5] 더 많은 통신 장치가 더 큰 통신 용량을 요구함에 따라, 레저시 무선 접속

기술(radio access technology, RAT)에 비해 향상된 모바일 광대역(enhanced mobile broadband, eMBB) 통신에 대한 필요성이 대두되고 있다. 또한, 복수의 장치 및 객체(object)를 서로 연결하여 언제 어디서나 다양한 서비스를 제공하기 위한 대규모 기계 타입 통신(massive machine type communication, mMTC)은 차세대 통신에서 고려해야 할 주요 쟁점 중 하나이다.

- [6] 또한, 신뢰도 및 대기 시간에 민감한 서비스/UE를 고려하여 설계될 통신 시스템에 대한 논의가 진행 중이다. 차세대(next generation) 무선 액세스 기술의 도입은 eMBB 통신, mMTC, 초 신뢰성 및 저 대기 시간 통신(ultra-reliable and low latency communication, URLLC) 등을 고려하여 논의되고 있다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [7] 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.
- [8] 아울러, 기술에 발달에 따라 딜레이(delay) 혹은 지연(latency) 극복이 중요한 문제로 떠오르고 있다. 딜레이/지연에 따라 성능이 중대하게 좌우되는 어플리케이션들이 증가하고 있다. 따라서 기존 시스템에서보다 딜레이/지연을 줄이기 위한 방안이 요구된다.
- [9] 또한 스마트기기의 발달에 따라 적은 양의 데이터를 효율적으로 전송/수신 혹은 낮은 빈도로 발생하는 데이터를 효율적으로 전송/수신하기 위한 새로운 방안이 요구된다.
- [10] 또한 새로운 무선 접속 기술을 지원하는 시스템에서 신호를 전송/수신 방법이 요구된다.
- [11] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제 해결 수단

- [12] 본 발명의 일 양상으로, 무선 통신 시스템에서 사용자기기가 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 전송하는 방법이 제공된다. 상기 방법은: 임의 접속 프리앰블을 전송; 상기 임의 접속 프리앰블에 대한 응답으로 임의 접속 응답을 수신; 및 CSI 보고를 수행하는 것을 포함한다. 상기 임의 접속 응답은 CSI 측정 설정 정보를 포함한다. 상기 CSI 보고는 상기 CSI 측정 설정

정보를 바탕으로 수행된다.

- [13] 본 발명의 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 전송하는 사용자기가 제공된다. 상기 사용자기는: 무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛, 및 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함한다. 상기 프로세서는: 임의 접속 프리앰블을 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어; 상기 임의 접속 프리앰블에 대한 응답으로 임의 접속 응답을 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어; 및 CSI 보고를 수행하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된다. 상기 임의 접속 응답은 CSI 측정 설정 정보를 포함할 수 있다. 상기 CSI 보고는 상기 CSI 측정 설정 정보를 바탕으로 수행될 수 있다.
- [14] 본 발명의 또 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 기지국이 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 수신하는 방법이 제공된다. 상기 방법은: 사용자기로부터 임의 접속 프리앰블을 수신; 상기 임의 접속 프리앰블에 대한 응답으로 임의 접속 응답을 상기 사용자기에게 전송; 및 상기 사용자기로부터 CSI 보고를 수신하는 것을 포함한다. 상기 임의 접속 응답은 CSI 측정 설정 정보를 포함한다. 상기 CSI 보고는 상기 CSI 측정 설정 정보와 연관된다.
- [15] 본 발명의 또 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 수신하는 기지국이 제공된다. 상기 기지국은 무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛, 및 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함한다. 상기 프로세서는: 사용자기로부터 임의 접속 프리앰블을 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어; 상기 임의 접속 프리앰블에 대한 응답으로 임의 접속 응답을 상기 사용자기에게 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어; 및 상기 사용자기로부터 CSI 보고를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된다. 상기 임의 접속 응답은 CSI 측정 설정 정보를 포함할 수 있다. 상기 CSI 보고는 상기 CSI 측정 설정 정보와 연관된 것일 수 있다.
- [16] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 사용자기는 채널 상태 정보 참조 신호(channel state information reference signal, CSI-RS), 동기 신호, 물리 방송 채널의 수신을 위한 복조 참조 신호, 시스템 정보의 수신을 위한 복조 참조 신호, 혹은 시스템 정보의 수신 품질을 기반으로 CSI를 계산할 수 있다. 상기 CSI 보고는 상기 계산된 CSI를 포함할 수 있다.
- [17] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 CSI 측정 설정 정보는 상기 CSI 보고를 위한 CSI-RS 설정 정보를 포함할 수 있다.
- [18] 본 발명의 각 양상에 있어서, CSI 요청을 포함하는 하향링크 제어 정보를 수신하는 것을 더 포함할 수 있다. 상기 CSI 보고는 상기 CSI 요청에 대응하여 수행될 수 있다.
- [19] 상기 과제 해결방법들은 본 발명의 실시예들 중 일부에 불과하며, 본원 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될

수 있다.

### 발명의 효과

- [20] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 무선 통신 신호가 효율적으로 전송/수신될 수 있다. 이에 따라, 무선 통신 시스템의 전체 처리량(throughput)이 높아질 수 있다.
- [21] 본 발명의 일 실시예에 의하면 사용자기와 기지국이 통신 과정에서 발생하는 딜레이/지연이 낮아질 수 있다.
- [22] 또한 스마트기기의 발달에 따라 적은 양의 데이터를 효율적으로 전송/수신 혹은 낮은 빈도로 발생하는 데이터를 효율적으로 전송/수신될 수 있다.
- [23] 또한 새로운 무선 접속 기술을 지원하는 시스템에서 신호가 전송/수신될 수 있다.
- [24] 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

- [25] 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.
- [26] 도 1은 LTE/LTE-A 기반 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다.
- [27] 도 2는 LTE/LTE-A 기반 무선 통신 시스템에서 하향링크(downlink, DL)/상향링크(uplink, UL) 슬롯 구조의 일 예를 나타낸 것이다.
- [28] 도 3은 무선 자원 제어(radio resource control, RRC) 계층에서의 연결 과정을 나타낸다.
- [29] 도 4는 LTE/LTE-A 기반 무선 통신 시스템에서 사용되는 하향링크(downlink, DL) 서브프레임 구조를 예시한 것이다.
- [30] 도 5는 LTE/LTE-A 기반 무선 통신 시스템에 사용되는 상향링크(uplink, UL) 서브프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다.
- [31] 도 6은 셀 특정적 참조 신호(cell specific reference signal, CRS)와 UE 특정적 참조신호(user specific reference signal, UE-RS)를 예시한 것이다.
- [32] 도 7은 채널 상태 정보 참조 신호(channel state information reference signal, CSI-RS) 설정(configuration)들을 예시한 것이다.
- [33] 도 8은 짧은(short) TTI의 예시와 짧은 TTI 내 제어 채널과 데이터 채널의 전송 예를 나타낸 것이다.
- [34] 도 9는 서브프레임 구조를 예시한 것이다.
- [35] 도 10은 아날로그 빔포밍의 적용 예를 나타낸 것이다.
- [36] 도 11은 본 발명에 따라 CSI 측정용 자원을 설정하는 방법을 예시한 것이다.
- [37] 도 12는 본 발명을 수행하는 전송장치(10) 및 수신장치(20)의 구성요소를

나타내는 블록도이다.

### 발명의 실시를 위한 형태

- [38] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시 형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시 형태를 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.
- [39] 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.
- [40] 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 이동통신 시스템에도 적용 가능하다.
- [41] 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.

- [42] 후술하는 본 발명의 실시예들에서 "가정한다"는 표현은 채널을 전송하는 주체가 해당 "가정"에 부합하도록 상기 채널을 전송함을 의미할 수 있다. 상기 채널을 수신하는 주체는 상기 채널이 해당 "가정"에 부합하도록 전송되었다는 전제 하에, 해당 "가정"에 부합하는 형태로 상기 채널을 수신 혹은 복호하는 것임을 의미할 수 있다.
- [43] 본 발명에서 특정 자원에서 채널이 ping-pong된다고 함은 상기 채널의 자원 매핑 과정에서 상기 채널의 신호가 상기 특정 자원에 매핑은 되지만 상기 채널이 전송될 때 상기 ping-pong되는 자원에 매핑된 신호 부분은 제외된 채 전송되는 것을 의미한다. 다시 말해, ping-pong되는 특정 자원은 해당 채널의 자원 매핑 과정에서 상기 해당 채널의 자원으로 카운트되기는 하지만, 상기 해당 채널의 신호들 중 상기 특정 자원에 매핑된 신호는 실제로는 전송되지 않는다. 상기 해당 채널의 수신 장치는 ping-pong된 특정 자원에 매핑된 신호 부분은 전송되지 않았다고 가정하고 상기 해당 채널을 수신 혹은 복조 혹은 복호한다. 이에 반해 특정 자원에서 채널이 레이트-매칭된다고 함은 상기 채널의 자원 매핑 과정에서 상기 채널이 상기 특정 자원에 아예 매핑되지 않음으로써 상기 채널의 전송에 사용되지 않는 것을 의미한다. 다시 말해 레이트-매칭되는 특정 자원은 해당 채널의 자원 매핑 과정에서 아예 상기 해당 채널의 자원으로 카운트되지 않는다. 상기 해당 채널의 수신 장치는 레이트-매칭된 특정 자원이 아예 상기 해당 채널의 매핑 및 전송에 사용되지 않는다고 가정하고 상기 해당 채널을 수신 혹은 복조 혹은 복호한다.
- [44] 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.
- [45] 본 발명에서 노드(node)라 함은 UE와 통신하여 무선 신호를 전송/수신할 수 있는 고정된 지점(point)을 말한다. 다양한 형태의 eNB 들이 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

eNB 가 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 eNB 들에 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.

[46] 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.

[47] 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.

[48] 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)와 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.

[49] 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 컴포넌트 반송파(component carrier,

CC) 와 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.

- [50] 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 임의 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.

- [51] 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 사용자기가 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.

- [52] 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.

- [53] 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.

- [54] 본 발명에서 사용되는 용어 및 기술 중 구체적으로 설명되지 않은 용어 및 기술에 대해서는 3GPP LTE/LTE-A 표준 문서, 예를 들어, 3GPP TS 36.211, 3GPP TS 36.212, 3GPP TS 36.213, 3GPP TS 36.321 및 3GPP TS 36.331 등을 참조할 수 있다.
- [55] 도 1은 LTE/LTE-A 기반 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  $1\text{ms}$ 의 길이를 가지며 2개의 슬롯으로 구성된다. 일 무선프레임 내에서 20개의 슬롯들은 0부터 19까지 순차적으로 넘버링될 수 있다. 각각의 슬롯은  $0.5\text{ms}$ 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] TTI라 함은 데이터가 스케줄링될 수 있는 간격을 의미한다. 예를 들어, 현재 LTE/LTE-A 시스템에서 UL 그랜트 혹은 DL 그랜트의 전송 기회는  $1\text{ms}$ 마다 존재하고,  $1\text{ms}$ 보다 짧은 시간 내에 UL/DL 그랜트 기회가 여러 번 존재하지는 않는다. 따라서, 현재 LTE/LTE-A 시스템에서 TTI는  $1\text{ms}$ 이다.
- [59] 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.

- [60] 도 2는 LTE/LTE-A 기반 무선 통신 시스템에서 하향링크(downlink, DL)/상향링크(uplink, UL) 슬롯 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [61] 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  $N^{DL/UL}_{RB} * N^{RB}_{sc}$  개의 부반송파(subcarrier)와  $N^{DL/UL}_{symb}$  개의 OFDM 심볼로 구성되는 자원격자(resource grid)로 표현될 수 있다. 여기서,  $N^{DL}_{RB}$  은 하향링크 슬롯에서의 자원 블록(resource block, RB)의 개수를 나타내고,  $N^{UL}_{RB}$  은 UL 슬롯에서의 RB의 개수를 나타낸다.  $N^{DL}_{RB}$  과  $N^{UL}_{RB}$  은 DL 전송 대역폭과 UL 전송 대역폭에 각각 의존한다.  $N^{DL}_{symb}$  은 하향링크 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타내며,  $N^{UL}_{symb}$  은 UL 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타낸다.  $N^{RB}_{sc}$  는 하나의 RB를 구성하는 부반송파의 개수를 나타낸다.
- [62] 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,  $N^{DL/UL}_{RB} * N^{RB}_{sc}$  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.
- [63] 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(Secondary Synchronization Signal, SSS)를 수신하여 eNB와 동기를 맞추고, 셀

- 식별자(identity, ID) 등의 정보를 획득할 수 있다.
- [64] 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.
- [65] 시스템 정보는 마스터정보블록(Master Information Block, MIB) 및 시스템정보블록(System Information Block, SIB)들에 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 구분될 수 있다.
- [66] 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 수신을 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 마스크(예, XOR 연산)하여 암묵적으로 시그널링된다.
- [67] 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.
- [68] 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.
- [69] 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 PDSCH을 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다. 경쟁 기반 임의 접속(contention based random access)의 경우 추가적인 PRACH의 전송, 그리고 PDCCH 및 상기 PDCCH에 대응하는 PDSCH와 같은 충돌 해결 과정(contention resolution procedure)를 수행할 수 있다.

- [70] 상술한 바와 같은 과정을 수행한 UE는 이후 일반적인 상/하향링크 신호 전송 과정으로서 PDCCH/PDSCH 수신 및 PUSCH/PUCCH 전송을 수행할 수 있다.
- [71] 상기 임의 접속 과정은 임의 접속 채널(random access channel, RACH) 과정으로도 지칭된다. 임의 접속 과정은 초기 접속, 임의 접속 과정은 초기 접속, 상향링크 동기 조정, 자원 할당, 핸드오버 등의 용도로 다양하게 사용된다. 임의 접속 과정은 경쟁-기반(contention-based) 과정과, 전용(dedicated)(즉, 비-경쟁-기반) 과정으로 분류된다. 경쟁-기반 임의 접속 과정은 초기 접속을 포함하여 일반적으로 사용되며, 전용 임의 접속 과정을 핸드오버 등에 제한적으로 사용된다. 경쟁-기반 임의 접속 과정에서 UE는 RACH 프리앰블 시퀀스를 임의로(randomly) 선택한다. 따라서, 복수의 UE들이 동시에 동일한 RACH 프리앰블 시퀀스를 전송하는 것이 가능하며, 이로 인해 이후 경쟁 해소 과정이 필요하다. 반면, 전용 임의 접속 과정에서 UE는 eNB가 해당 UE에게 유일하게 할당한 RACH 프리앰블 시퀀스를 사용한다. 따라서, 다른 UE와의 충돌없이 임의 접속 과정을 수행할 수 있다.
- [72] 경쟁-기반 임의 접속 과정은 다음의 4 단계를 포함한다. 이하, 단계 1~4에서 전송되는 메시지는 각각 메시지 1~4(Msg1 ~ Msg4)로 지칭될 수 있다.
- [73] - 단계 1: RACH 프리앰블(via PRACH)(UE to eNB)
- [74] - 단계 2: 임의 접속 응답(random access response, RAR)(via PDCCH 및 PDSCH)(eNB to UE)
- [75] - 단계 3: 레이어 2 / 레이어 3 메시지(via PUSCH)(UE to eNB)
- [76] - 단계 4: 경쟁 해소(contention resolution) 메시지(eNB to UE)
- [77] 전용 임의 접속 과정은 다음의 3 단계를 포함한다. 이하, 단계 0~2에서 전송되는 메시지는 각각 메시지 0~2(Msg0 ~ Msg2)로 지칭될 수 있다. 임의 접속 과정의 일부로 RAR에 대응하는 상향링크 전송(즉, 단계 3)도 수행될 수 있다. 전용 임의 접속 과정은 기지국이 RACH 프리앰블 전송을 명령하는 용도의 PDCCH(이하, PDCCH 오더(order))를 이용하여 트리거링될 수 있다.
- [78] - 단계 0: 전용 시그널링을 통한 RACH 프리앰블 할당(eNB to UE)
- [79] - 단계 1: RACH 프리앰블(via PRACH)(UE to eNB)
- [80] - 단계 2: 임의 접속 응답(RAR)(via PDCCH 및 PDSCH)(eNB to UE)
- [81] RACH 프리앰블을 전송한 뒤, UE는 미리-설정된 시간 윈도우 내에서 임의 접속 응답(RAR) 수신을 시도한다. 구체적으로, UE는 시간 윈도우 내에서 RA-RNTI(Random Access RNTI)를 갖는 PDCCH(이하, RA-RNTI PDCCH)(예, PDCCH에서 CRC가 RA-RNTI로 마스킹됨)의 검출을 시도한다. RA-RNTI PDCCH 검출 시, UE는 RA-RNTI PDCCH에 대응하는 PDSCH 내에 자신을 위한



RAR이 존재하는지 확인한다. RAR은 UL 동기화를 위한 타이밍 오프셋 정보를 나타내는 타이밍 어드밴스(timing advance, TA) 정보, UL 자원 할당 정보(UL 그랜트 정보), 임시 단말 식별자(예, temporary cell-RNTI, TC-RNTI) 등을 포함한다. UE는 RAR 내의 자원 할당 정보 및 TA 값에 따라 UL 전송(예, Msg3)을 수행할 수 있다. RAR에 대응하는 UL 전송에는 HARQ가 적용된다. 따라서, UE는 Msg3 전송 후, Msg3에 대응하는 수신 응답 정보(예, PHICH)를 수신할 수 있다.

[82] 도 3은 무선 자원 제어(radio resource control, RRC) 계층에서의 연결 과정을 나타낸다.

[83] 도 3을 참조하여, 임의 접속 과정을 무선 자원 제어(radio resource control, RRC) 계층의 관점에서 다시 설명한다. RRC 연결 여부에 따라 RRC 상태가 달라진다. RRC 상태란 UE의 RRC 계층의 엔티티(entity)가 eNB의 RRC 계층의 엔티티와 논리적 연결(logical connection)이 되어 있는가 아닌가를 말하며, 연결되어 있는 경우는 RRC 연결 상태(connected state)라고 하고, 연결되어 있지 않은 상태를 RRC 유휴 상태(idle state)라고 부른다. 즉, 유휴 모드(idle state) UE는 큰 지역 단위로 존재 여부만 파악되며, 음성이나 데이터와 같은 통상의 이동 통신 서비스를 받기 위해서는 UE는 연결 상태(connected state)로 천이해야 한다. 사용자가 UE의 전원을 맨 처음 켰을 때, 상기 UE는 먼저 적절한 셀을 탐색한 후 해당 셀에서 유휴 모드(idle state)에 머무른다. 유휴 모드(idle state)에 머물러 있던 UE는 RRC 연결을 맺을 필요가 있을 때 비로소 RRC 연결 과정(RRC connection procedure)을 통해 eNB의 RRC 계층과 RRC 연결을 맺고 RRC 연결 상태(connected state)로 천이한다. RRC 연결 과정은 크게, UE가 eNB로 RRC 연결 요청(RRC connection request) 메시지 전송하는 과정, eNB가 UE로 RRC 연결 설정(RRC connection setup) 메시지를 전송하는 과정, 그리고 UE가 eNB로 RRC 연결 설정 완료(RRC connection setup complete) 메시지를 전송하는 과정을 포함한다. RRC 연결 요청 메시지의 전송을 위해서는 UL 그랜트가 필요하므로, 유휴 모드의 UE는 UL 그랜트를 얻기 위해 RACH 과정을 수행해야 한다. 즉, UE는 RA 프리앰블(즉, Msg1)을 전송하고(S301), 상기 RA 프리앰블에 대한 응답인 RAR(즉, Msg2)를 수신해야 한다(S302). 상기 UE는 RRC 연결 요청 메시지를 포함하는 Msg3를 상기 RAR 내 자원 할당 정보(즉, 스케줄링 정보) 및 타이밍 어드밴스 값에 따라 eNB에게 전송한다(S303). 상기 UE로부터 RRC 연결 요청 메시지를 수신하면, 상기 eNB는 무선 자원이 충분한 경우에는 상기 UE의 RRC 연결 요청을 수락하고, 응답 메시지인 RRC 연결 설정(RRC connection setup) 메시지를 상기 UE로 전송한다(S304). 상기 UE가 상기 RRC 연결 설정 메시지를 수신하면, 상기 eNB로 RRC 연결 설정 완료(RRC connection setup complete) 메시지를 전송한다(S305). 상기 UE가 RRC 연결 설정 메시지를 성공적으로 전송하면, 비로소 상기 UE는 eNB와 RRC 연결을 맺게 되고 RRC 연결 모드로 천이한다.

[84] 도 4는 LTE/LTE-A 기반 무선 통신 시스템에서 사용되는 하향링크(downlink,

DL) 서브프레임 구조를 예시한 것이다.

- [85] 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 이용 가능한 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.
- [86] 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.
- [87] 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.
- [88] PDCCH는 하나 또는 복수의 연속적인 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, 각 CCE는 9개 REG를 포함하고, 상기 9개 REG는 다이버시티를 가능하게 하기 위해 간섭을 완화하기 위해 인터리빙을 통해 첫 1/2/3개(1.4 MHz를 위해 필요하다면 4개) OFDM 심볼들 및 시스템 대역폭에 걸쳐 분산되어 있다. 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.

[89] 시스템에서 PDCCH 전송을 위해 이용 가능한 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.  $n$ 개의 연속한(consecutive) CCE들로 구성된 PDCCH는 " $i \bmod n = 0$ "을 충족(fulfill)하는 CCE에서만 시작할 수 있으며, 여기서,  $i$ 는 CCE 번호이다.

[90] 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 경우, 각각의 UE을 위해 PDCCH가 위치할 수 있는 CCE들의 모음(set)이 정의된다. UE가 자신의 PDCCH를 발견할 수 있는 CCE들의 모음을 PDCCH 탐색 공간, 간단히 탐색 공간(Search Space, SS)라고 지칭한다. 탐색 공간 내에서 PDCCH가 전송될 수 있는 개별 자원을 PDCCH 후보(candidate)라고 지칭한다. UE가 모니터링(monitored)할 PDCCH 후보들의 모음은 탐색 공간으로 정의된다. 여기서 집성 레벨  $L \in \{1,2,4,8\}$ 에서의 탐색 공간  $S^{(L)}_k$ 은 PDCCH 모음들에 의해 정의된다. 탐색 공간은 다른 크기를 가질 수 있으며, 전용(dedicated) 탐색 공간과 공통(common) 탐색 공간이 정의되어 있다. 전용 탐색 공간은 UE 특정적 탐색 공간(UE-specific search space, USS)이며, 각각의 개별 UE을 위해 설정된다(configured). 공통 탐색 공간(common search space, CSS)은 복수의 UE들을 위해 설정된다. 다음 표는 탐색 공간들을 정의하는 집성 레벨들을 예시한 것이다.

[91] [표1]

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

[92] 각 서빙 셀의 제어 영역은 0부터  $N_{CCE,k-1}$ 까지 번호 매겨진, CCE들의 모음으로 구성되며, 여기서  $N_{CCE,k-1}$ 은 서브프레임  $k$ 의 제어 영역 내 CCE들의 총 개수이다. 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 경우, 각각의 UE을 위해 PDCCH가 위치할 수 있는 CCE들의 모음(set)이 정의된다. UE는 제어 정보를 위해 상위 계층 시그널링에 의해 서빙 셀로서 설정된 하나 이상의 활성화된(activated) 서빙 셀들 상에서 PDCCH 후보들의 모음을 모니터링한다. 여기서 모니터링은 모든 모니터링되는

DCI 포맷들에 따른 세트 내에서 PDCCH들 각각을 복호하는 것을 시도하는 것을 의미한다. PDCCH 모니터링되는 각 서빙 셀에 대해, 탐색 공간  $S_k^{(L)}$ 의 PDCCH 후보  $m$ 에 대응하는 CCE들은 " $L * \{(Y_k + m) \bmod \text{floor}(N_{\text{CCE},k}/L) + i\}$ "에 의해 설정된다. 여기서  $i=0, \dots, L-1$ . 공통 탐색 공간에 대해  $m'=m$ 이다. PDCCH UE 특정적 탐색 공간에 대해, PDCCH가 모니터링되는 서빙 셀의 경우, 모니터링 UE가 반송파 지시자 필드로써 서정되면  $m'=m+M^{(L)} * n_{\text{CI}}$  (여기서  $n_{\text{CI}}$  여기서  $n_{\text{CI}}$ 는 반송파 지시자 필드 (CIF) 값)이며, 모니터링 UE가 반송파 지시자 필드로써 설정되지 않으면  $m'=m$  (여기서  $m=0, 1, \dots, M^{(L)}-1$ ).  $M^{(L)}$ 은 주어진 탐색 공간 내에서 집성 레벨  $L$ 로 모니터링할 PDCCH 후보들의 개수이다. 상기 반송파 집성 필드 값은 서빙 셀 인덱스 (*ServCellIndex*)와 같을 수 있다. 공통 탐색 공간에 대해  $Y_k$ 는 2개 집성 레벨  $L=4$  및  $L=8$ 에 대해 0으로 세팅된다. 집성 레벨  $L$ 에서의 UE-특정적 탐색 공간  $S_k^{(L)}$ 에 대해, 변수  $Y_k$ 는 " $Y_k = (A * Y_{k-1}) \bmod D$ "에 의해 정의되며, 여기서  $Y_{-1}=n_{\text{RNTI}}0$ ,  $A=39827$ ,  $D=65537$  및  $k=\text{floor}(n_s/2)$ 이고,  $n_s$ 는 무선 프레임 내 슬롯 번호이다.

[93] 도 5는 LTE/LTE-A 기반 무선 통신 시스템에 사용되는 상향링크(uplink, UL) 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.

[94] 도 5를 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.

[95] 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.

[96] PUSCH의 복조를 위해 PUSCH 영역에서 PUSCH DM-RS가 전송되고, PUCCH의 복조를 위해 PUCCH DM-RS가 PUCCH 영역에서 전송될 수 있다. 한편, PUSCH 영역에는 사운딩 참조신호(sounding reference signal, SRS)가 할당될 수도 있다. SRS는 PUSCH 혹은 PUCCH의 전송과 연관되지 않은 UL RS로서, 시간 도메인에서는 UL 서브프레임의 가장 마지막에 위치하는 OFDM 심볼, 주파수 도메인에서는 상기 UL 서브프레임의 데이터 전송 대역, 즉, PUSCH 영역 상에서 전송된다. eNB는 SRS를 이용하여 UE와 상기 eNB 사이의 상향링크 채널

상태를 측정할 수 있다. 동일한 서브프레임의 마지막 OFDM 심볼에서 전송/수신되는 여러 UE들의 SRS들은 주파수 위치/시퀀스에 따라 구분이 가능하다. PUCCH DM-RS 및 PUSCH DM-RS, SRS는 특정 UE에 의해 UE-특정적으로 생성되어 eNB에게 전송되므로, 상향링크 UE-특정적 RS(이하, UL UE-RS)라고 볼 수 있다. UL UE-RS는 소정 규칙에 따른 기본 시퀀스  $r_{u,v}(n)$ 의 순환 천이  $\alpha$ 에 의해 정의된다. PUCCH DM-RS, PUSCH DM-RS 및 SRS를 위해 복수의 기본 시퀀스들이 정의된다. 예를 들어, 기본 시퀀스들은 루트(root) Zadoff-Chu 시퀀스를 이용하여 정의될 수 있다. 기본 시퀀스들  $r_{u,v}(n)$ 은 복수의 기본 시퀀스 그룹으로 나누어진다. 각 그룹 기본 시퀀스 그룹은 하나 이상의 기본 시퀀스를 포함한다. 상기 복수의 기본 시퀀스들 중 UL UE-RS를 위한 기본 시퀀스는 셀 식별자와 UL UE-RS가 매핑되는 해당 슬롯의 슬롯 인덱스 등을 기반으로 결정된다. 상기 셀 식별자는 UE가 동기 신호로부터 획득하는 물리 계층 셀 식별자(physical layer cell identity) 혹은 상위 계층 신호에 의해 제공된 가상 셀 식별자일 수 있다. 기본 시퀀스의 순환 천이에 사용되는 순환 천이 값은 셀 식별자, DCI 및/또는 상위 계층에 의해 주어지는 순환 천이 관련 값, UL UE-RS가 매핑되는 해당 슬롯의 슬롯 인덱스 등을 기반으로 결정된다.

- [97] 도 6은 셀 특정적 참조 신호(cell specific reference signal, CRS)와 UE 특정적 참조신호(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.
- [98] 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.
- [99] 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.
- [100] 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.

- [101] 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.
- [102] 3GPP LTE-A 시스템에서 UE-RS는 PRB 쌍에서 정의된다. 도 6을 참조하면,  $p = 7, p = 8$  혹은  $p = 7, 8, \dots, v+6$ 에 대해, 해당 PDSCH 전송을 위해 배정(assign)된 주파수-도메인 인덱스  $n_{PRB}$ 를 갖는 PRB에서, UE-RS 시퀀스  $r(m)$ 의 일부가 서브프레임에서 복소 변조 심볼들  $a^{(p)}_{k,l}$ 에 맵핑된다.
- [103] 한편 CSI-RS는 채널 측정을 위해 도입된 하향링크 RS로서, 3GPP LTE-A 시스템은 CSI-RS 전송을 위해 복수의 CSI-RS 설정들을 정의하고 있다.
- [104] 도 7은 채널 상태 정보 참조 신호(channel state information reference signal, CSI-RS) 설정(configuration)들을 예시한 것이다. 특히 도 7(a)는 CSI-RS 설정들 중 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.
- [105] 한편 CSI-RS는 매 서브프레임마다 전송되도록 설정된 CRS와 달리 다수의 서브프레임들에 해당하는 소정 전송 주기마다 전송되도록 설정된다. 따라서 CSI-RS 설정은 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( $T_{CSI-RS}$ )가 다르거나 일 무선 프레임 내에서 CSI-RS 전송이 설정된 시작 서브프레임( $\Delta_{CSI-RS}$ )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.

[106] 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)  $I_{CSI-RS}$ , 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.

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

[108] [표2]

CSI-RS-SubframeConfig $I_{CSI-RS}$	CSI-RS periodicity $T_{CSI-RS}$ (subframes)	CSI-RS subframe offset $\Delta_{CSI-RS}$ (subframes)
0 - 4	5	$I_{CSI-RS}$
5 - 14	10	$I_{CSI-RS} - 5$
15 - 34	20	$I_{CSI-RS} - 15$
35 - 74	40	$I_{CSI-RS} - 35$
75 - 154	80	$I_{CSI-RS} - 75$

[109] 다음 식을 만족하는 서브프레임들이 CSI-RS를 포함하는 서브프레임들이 된다.

[110] [수식1]

$$(10n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - \Delta_{CSI-RS}) \bmod T_{CSI-RS} = 0$$

[111]  $P_c$ 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.

[112] 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.

- [113] 제로 전력 CSI-RS 서브프레임 설정은 제로 전력 CSI-RS 패턴을 포함하는 서브프레임들을 특정하는 정보이다. CSI-RS 서브프레임 설정과 마찬가지로, 표 10에 따른  $I_{\text{CSI-RS}}$ 를 이용하여 제로 전력 CSI-RS의 존재를 포함하는 서브프레임이 UE에게 설정될 수 있다. UE는 1을 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.
- [114] 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.
- [115] 한편, RRH 기술, 크로스-반송과 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 반송과 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.
- [116] EPDCCH는 서브프레임의 선두 OFDM 심볼들이 아닌, 설정된 OFDM 심볼부터 시작하는 후반 OFDM 심볼들에 설정될 수 있다. EPDCCH는 연속적인 주파수 자원을 이용하여 설정(configure)될 수도 있고 주파수 다이버시티(diversity)를 위해서 비연속적인 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 EPDCCH가 매핑된 PRB(들) 상에서만 전송된다. 예를 들어, 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, 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.

- [117] 각 서빙 셀에 대해, 상위 계층 신호는 EPDCCH 모니터링을 위한 1개 또는 2개의 EPDCCH-PRB-세트로서 UE를 설정할 수 있다. 일 EPDCCH-PRB-세트에 대응하는 PRB-쌍들은 상위 계층에 의해 지시된다. 각 EPDCCH-PRB 세트는 0부터  $N_{\text{ECCE},p,k}-1$ 까지 번호가 매겨지는 ECCE들의 세트로 구성된다. 여기서,  $N_{\text{ECCE},p,k}$ 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.
- [118] UE는, 제어 정보를 위해 상위 계층 신호에 의해 설정된 대로, 하나 이상의 활성화된 셀들 상에서 EPDCCH 후보들의 모음(set)을 모니터링한다.
- [119] 모니터링할 EPDCCH 후보들의 모음은 EPDCCH UE 특정적 탐색 공간들로 정의된다. 각 서빙 셀에 대해, UE가 EPDCCH UE 특정적 탐색 공간들을 모니터링할 서브프레임들은 상위 계층에 의해 설정된다.
- [120] 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.

- [121] 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.
- [122] 이하에서는 PDCCH 및 EPDCCH는 PDCCH 혹은 (E)PDCCH로 통칭된다.
- [123] 최근, LTE/LTE-A 시스템에 CoMP 기술을 적용하는 것이 고려되고 있다. CoMP 기술은 복수의 노드들을 수반(involve)한다. CoMP 기술이 LTE/LTE-A 시스템에 도입되면 CoMP 기술과 연관된 새로운 전송 모드가 정의될 수 있다. 복수의 노드들이 통신에 참여하는 방식에 따라 UE가 수신하는 CSI-RS들의 설정이 다양하게 존재할 수 있다. 이때문에, 기존 LTE 시스템에서는 UE가 CSI-RS에 대해 비-제로 전송 전력을 상정해야 하는 CSI-RS 설정 혹은 CSI-RS 자원 설정이 최대 1개 사용될 수 있었음에 반해, CoMP가 설정된 UE, 즉, CoMP 모드로 설정된 UE의 경우, 상기 UE를 위해 사용될 수 있는 CSI 자원 설정들의 최대 개수가 1개보다 많다. UE가 하나 이상(one or more)의 CSI-RS 자원 설정들으로써 설정될 수 있는 모드로 설정된 경우, 즉, UE가 CoMP 모드로 설정된 경우, 상기 UE는 하나 이상의 CSI-RS 자원 설정들에 관한 정보를 포함하는 상위 계층 신호를 수신할 수 있다. CoMP뿐만 아니라 반송파 집성(이하 CA)도 UE에게 설정된 경우, 서빙 셀별로 하나 이상의 CSI-RS 자원 설정들이 사용될 수 있다. 기존 LTE/LTE-A 시스템에서는 UE는 특정 서빙 셀 상에서는 하나의 노드에게/로부터 신호를 전송/수신하였다. 즉 기존 LTE/LTE-A 시스템에서는 하나의 서빙 셀 상에는 하나의 무선 링크만이 존재하므로, 하나의 서빙 셀에 대해 하나의 CSI만이 UE에 의해 계산될 수 있었다. 이에 반해 복수의 노드들이 수반되는 CoMP에서는 노드별 혹은 노드들의 조합별로 하향링크 채널 상태가 다를 수 있다. 노드 혹은 노드의 조합에 따라 CSI-RS 자원 설정이 달라질 수 있으므로 CSI는 CSI-RS 자원과 연관된다. 또한 CoMP에 참여하는 노드들 사이의 간섭 환경에 따라서도 채널 상태가 다를 수 있다. 다시 말해 CoMP가 설정되면 노드별 혹은 노드의 조합별로 UE에 의해 측정될 수 있고 간섭 환경별로 CSI가 존재할 수 있으므로 UE의 서빙 셀별로 계산될 수 있는 CSI의 최대 개수가 1보다 큰 정수일 수 있다. UE가 CSI를 얻어내기 위해서 UE가 어떤 CSI를 어떻게 보고해야 하는지가 상위 계층에 의해 설정될 수 있다. CoMP가 설정되면 UE에 의해 1개 CSI가 계산될 수 있을 뿐만 아니라 복수의 CSI들도 계산될 수 있다. 따라서 UE가 CoMP 모드로 설정되면, 주기적 혹은 비주기적 CSI 보고를 위해, 상기 UE의 서빙 셀별로 하나 이상의 CSI들에 대한 CSI 보고가 설정될 수 있다.

[124] CSI 보고는 주기적 혹은 비주기적으로 설정된다. 주기적 CSI 보고는, 특별한 경우(예를 들어, UE가 동시적인(simultaneous) PUSCH 및 PUCCH 전송을 위해 설정되지 않고 PUCCH 전송 시점이 PUSCH 할당이 있는 서브프레임(subframe with PUSCH allocation)과 충돌하는 경우)가 아닌 한, PUCCH 상에서 UE에 의해 전송된다. 비주기적 CSI 보고는 상향링크 데이터의 스케줄링을 위한 DCI (예를 들어, DCI 포맷 0 혹은 4의 DCI) (이하 상향링크 DCI 포맷)에 포함된 CSI 요청 필드(CSI request field)에 의해 트리거(trigger)된다. 서브프레임  $n$ 에서 특정 서빙 셀(이하, 서빙 셀  $c$ )를 위한 상향링크 DCI 포맷 혹은 임의의 접속 응답 그랜트(random access response grant)를 복호한 UE는, 해당 CSI 요청 필드가 CSI 보고를 트리거하도록 맞춰져 있고 해당 CSI 요청 필드가 유보된(reserved) 것이 아니면, 상기 서빙 셀  $c$  상의 서브프레임  $n+k$ 에서 PUSCH를 이용하여 비주기적 CSI 보고를 수행한다. 상기 PUSCH는 서브프레임  $n$ 에서 복호된 상향링크 DCI 포맷에 따라 서브프레임  $n+k$ 에서 전송되는 PUSCH이다. FDD의 경우,  $k=4$ 이다. TDD의 경우,  $k$ 는 다음 표에 의해 주어진다.

[125] [표3]

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

[126] 한편 앞서 언급한 바와 같이 CoMP에서 CSI는 채널 측정에 사용되는 CSI-RS 자원과 간섭 측정에 사용되는 자원(이하 간섭 측정(interference measurement, IM) 자원)과 연관된다. 이하 신호 측정을 위한 하나의 CSI-RS 자원과 간섭 측정을 위한 하나의 IM 자원의 연관(association)을 CSI 프로세스(CSI process)라 칭한다. 즉 CSI 프로세스는 하나의 CSI-RS 자원 및 IM 자원(IM resource, IMR)과 연관될 수 있다. UE가 연결된 eNB 혹은 상기 UE가 위치한 셀의 노드를 관리하는 eNB(이하 서빙 eNB)는 IM 자원 상에서는 아무런 신호를 전송하지 않는 것이 바람직하다. 따라서 IM 자원은 제로-전력 CSI-RS와 마찬가지로의 방식으로 UE에게 설정될(configured) 수 있다. 예를 들어, eNB는 UE가 간섭 측정에 사용한 자원요소들을 앞서 설명한 제로 전력 CSI-RS 패턴을 지시하는 16-비트의 비트맵 및 CSI-RS 서브프레임 설정을 이용하여 UE에게 알려줄 수 있다. 이와 같이 IM

자원이 명시적으로 UE에게 설정되는 경우, UE는 상기 IM 자원에서 간섭을 측정하고 이 간섭이 CSI 측정의 기준이 되는 CSI 참조 자원에서의 간섭이라고 상정하고 CSI를 계산한다. 조금 더 구체적으로 UE는 CSI-RS 혹은 CRS를 바탕으로 채널 측정을 수행하고 IM 자원을 바탕으로 간섭 측정을 수행하여, 상기 채널 측정과 상기 간섭 측정을 기반으로 CSI를 얻어낼 수 있다. 따라서 UE에 의해 보고되는 하나의 CSI는 하나의 CSI 프로세스에 대응할 수 있다. 각 CSI 프로세스는 독립적인 CSI 피드백 설정을 가질 수 있다. 독립적인 피드백 설정이라 함은 피드백 모드, 피드백 주기 및 피드백 오프셋 등을 의미한다. 피드백 오프셋은 무선 프레임 내 서브프레임들 중 피드백이 있는 시작 서브프레임에 대응한다. 피드백 모드는 RI, CQI, PMI 및 TPMI 중 피드백되는 CSI가 포함하는 CQI가 광대역(wideband)에 대한 CQI인지, 서브밴드(subband)에 대한 CQI인지, UE에 의해 선택된 서브밴드에 CQI인지에 따라, 그리고 CSI가 PMI를 포함하는지 여부와 단일 PMI를 포함하는지 복수의 PMI들을 포함하는지에 따라 다르게 정의될 수 있다.

- [127] 하나의 노드와의 통신을 전제로 하던 기존 시스템에서는 UE-RS, CSI-RS, CRS 등은 동일한 위치에서 전송되므로 UE는 UE-RS 포트, CSI-RS 포트, CRS 포트의 지연 확산(delay spread), 도플러 확산(Doppler spread), 주파수 천이(frequency shift), 평균 수신 전력(average received power), 수신 타이밍 등이 다를 수 있음을 고려하지 않는다. 그러나, 하나보다 많은 노드들이 동시에 UE와의 통신에 참여할 수 있는 CoMP(Coordinated Multi-Point) 통신 기술이 적용되는 통신 시스템의 경우, PDCCH 포트, PDSCH 포트, UE-RS 포트, CSI-RS 포트 및/또는 CRS 포트의 특성들이 서로 다를 수 있다. 이러한 이유로 인하여, 복수의 노드들이 통신에 참여할 가능성이 있는 모드(이하 CoMP 모드)를 위해 유사 동일-위치된 안테나(quasi co-located antenna port)의 개념이 도입된다. "유사 동일-위치된(quasi co-located, QCL)" 혹은 "유사 동일-위치(quasi co-location, QCL)"라는 용어는 안테나 포트의 관점에서 다음과 같이 정의될 수 있다: 두 개의 안테나 포트들이 유사 동일-위치되면 UE는 상기 두 개의 안테나 포트들 중 일 안테나 포트로부터 수신된 신호의 대규모(large-scale) 속성(property)들이 다른 안테나 포트로부터 수신된 신호로부터 추론(infer)될 수 있다고 가정할 수 있다. 상기 대규모 속성들은 지연 확산(delay spread), 도플러 확산(Doppler spread), 주파수 천이(frequency shift), 평균 수신된 전력(average received power) 및/또는 수신 타이밍으로 구성된다. QCL은 채널의 관점에서 다음과 같이 정의될 수도 있다: 두 개의 안테나 포트들이 유사 동일-위치되면 UE는 상기 두 개의 안테나 포트들 중 일 안테나 포트 상의 심볼을 수송(convey)하는 채널의 대규모 속성들 수신된 신호의 대규모 속성들이 다른 안테나 포트 상의 심볼을 수송하는 채널의 대규모 속성들로부터 추론(infer)될 수 있다고 가정할 수 있다. 상기 대규모 속성들은 지연 확산, 도플러 확산, 도플러 천이, 평균 이득(average gain) 및/또는 평균 지연(average delay)으로 구성된다. 본 발명의 실시예들에서 QCL은 위

정의들 중 하나를 따를 수 있다. 혹은 유사한 다른 형태로 QCL 가정이 성립하는 안테나 포트들은 마치 동일-위치에 있는 것처럼 가정될 수 있는 형태로 QCL의 정의가 변형될 수 있다. 예를 들어, QCL이 성립하는 안테나 포트들에 대해서는 UE는 동일 전송 포인트의 안테나 포트들로 가정한다는 식으로 QCL 개념이 정의될 수 있다. UE는 비-유사 동일-위치된(non-quasi co-located, NQC) 안테나 포트들에 대해서는 상기 안테나 포트들 간에는 동일한 대규모 속성들을 가정할 수 없다. 이 경우, 통상적인 UE는 타이밍 획득(timing acquisition) 및 트래킹, 주파수 오프셋 추정(estimation) 및 보상(compensation), 지연(delay) 추정 및 도플러 추정 등에 대하여 각각의 설정된 NQC 안테나별로 독립적인 프로세싱을 수행하여야 한다. 반면 QCL을 가정할 수 있는 안테나 포트들의 경우, UE는 다음과 같은 동작을 수행할 수 있다는 장점이 있다:

- [128] 도플러 확산에 대하여, UE는 어느 하나의 포트에 대한 전력-지연-프로파일(power-delay-profile), 지연 확산 및 도플러 스펙트럼, 도플러 확산 추정 결과를 다른 포트에 대한 채널 추정에 사용되는 필터(예, Wiener 필터 등)에 동일하게 적용할 수 있다;
- [129] 주파수 천이 및 수신 타이밍에 대하여, UE는 어느 하나의 포트에 대한 시간 및 주파수 동기화를 수행한 후 동일한 동기화를 다른 포트의 복조에 적용할 수 있다;
- [130] 평균 수신 전력에 대하여, UE는 둘 이상의 안테나 포트들에 걸친 참조 신호 수신 전력(reference signal received power, RSRP) 측정들을 평균화할 수 있다.
- [131] 예를 들어, UE가 PDCCH/EPDCCH를 통해 특정 DMRS-기반 하향링크-관련 DCI 포맷(예, DCI 포맷 2C)를 수신하면 UE는 설정된 DMRS 시퀀스를 통해 해당 PDSCH에 대한 채널 추정을 수행한 후, 데이터 복조를 수행하게 된다. UE가 이러한 DL 스케줄링 그랜트를 통해 받은 DMRS 포트 설정이 특정 RS(예, 특정 CSI-RS 혹은 특정 CRS 혹은 자신의 DL 서빙 셀 CRS 등) 포트와 QCL을 가정할 수 있다면, UE는 해당 DMRS 포트를 통한 채널 추정 시 상기 특정 RS 포트로부터 추정했던 대규모 속성들의 추정치(들)을 그대로 적용함으로써 DMRS 기반 수신기 프로세싱 성능을 향상시킬 수 있다.
- [132] 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, 점검, 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.

- [133] 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.
- [134] 본 발명의 실시예들은 3GPP LTE/LTE-A 시스템 외에도 새(new) 무선 접속 기술(radio access technology, RAT) 시스템에서도 적용될 수 있다. 더욱 많은 통신 기기들이 더욱 큰 통신 용량을 요구하게 됨에 따라 기존의 RAT에 비해 향상된 모바일 브로드밴드 통신에 대한 필요성이 대두되고 있다. 또한 다수의 기기 및 사물들을 연결하여 언제 어디서나 다양한 서비스를 제공하는 매시브(massive) MTC 역시 차세대 통신에서 고려될 주요 이슈 중 하나이다. 아울러 신뢰성(reliability) 및 지연(latency)에 민감한 서비스/UE를 고려한 통신 시스템 디자인이 논의되고 있다. 이와 같이 진보된 모바일 브로드밴드 통신, 매시브 MTC, URLLC(Ultra-Reliable and Low Latency Communication) 등을 고려한 차세대 RAT의 도입이 논의되고 있다. 본 발명에서는 편의상 해당 기술을 새 RAT라고 칭한다.
- [135] LTE-A의 차기 시스템에서는 데이터 전송의 지연(latency)을 줄이는 방안을 고려하고 있다. 패킷 데이터 지연은 (속도 테스트 어플리케이션을 통해) 판매자(vendor)들, 오퍼레이터(operator)들 및 최종-사용자(end-user)들이 규칙적으로 측정하는 성능 메트릭(performance metric)들 중 하나이다. 지연 측정은 무선 접속 네트워크 시스템 일생(lifetime)의 모든 국면(phase)들에서, 새로운 소프트웨어 릴리즈 또는 시스템 컴포넌트를 검증(verify)할 때, 시스템을 배치(deploy)할 때 및 시스템이 상업적 운용 중에 있을 때, 행해진다.
- [136] 3GPP RAT들의 이전 세대들보다 더 나은 지연은 LTE의 설계를 이끌었던 하나의 성능 메트릭이었다. LTE는 인터넷으로의 더 빠른 접속과 모바일 무선 기술들의 이전 세대들보다 낮은 데이터 지연을 제공하는 시스템이라고 현재 최종-사용자들에 의해 인식되고 있다

- [137] 그러나 시스템 내 딜레이들을 특별히 타겟팅하는 개선(improvement)들은 거의 행해지지 않았다. 패킷 데이터 지연은 시스템의 감지된(perceived) 민감성(responsiveness)을 위해서 뿐 아니라, 처리량(throughput)에 간접적으로 영향을 미치는 파라미터이다. HTTP/TCP는 지배적인 어플리케이션이고 오늘날 인터넷 상에서 사용되는 트랜스포트 레이어 프로토콜 묶음(suite)이다. HTTP 아카이브(<http://httparchive.org/trends.php>)에 따르면, 인터넷 상에서의 HTTP-기반 거래(transaction)들은 키로바이트(Kbyte)들의 10분의 몇(a few 10's)으로부터 1 메가바이트까지의 범위 내에 있다. 이러한 크기 범위 내에서, TCP 느린(slow) 시작 기간(period)은 패킷 스트림의 총 트랜스포트 기간 중 상당 부분이다. TCP 느린 시작 동안 성능은 지연에 의해 제약된다. 그러므로 개선된 지연이 이러한 타입의 TCP-기반 데이터 거래를 위한 평균 처리량을 개선하는 데 용이하게 제시될 수 있다. 또한, (Gbps의 범위로) 정말 높은 비트 레이트를 이루기 위해, UE L2 버퍼들이 대응하여(correspondingly) 만들어질(dimensioned) 필요가 있다. RTT(round trip time)가 길어질수록 버퍼들이 더 커질 필요가 있다. UE 및 eNB 내에서 버퍼 요구사항(requirement)들을 줄이기 위한 유일한 방법은 지연을 줄이는 것이다.
- [138] 무선 자원 효율성(efficiency)도 지연 감소에 의해 긍정적 영향을 받을 수 있다. 낮은 데이터 패킷 지연은 일정(certain) 딜레이 바운드 내에서 가능한 전송 시도(attempt)들의 횟수를 줄일 수 있다. 그러므로 무선 자원을 풀어주면서(free up)도 나쁜 무선 조건들 하의 사용자기기를 위한 강인성(robustness)의 레벨을 동일하게 유지하면서, 더 높은 BLER(block error ratio) 타겟들이 데이터 전송을 위해 사용될 수 있다. 동일한 BLER 타겟을 유지하면, 일정 딜레이 바운드 내에서 증가된 개수의 가능한 전송은 실-시간(real-time) 데이터 스트림(예, VoLTE)의 더 강인한(robust)으로 해석될 수 있다. 이는 VoLTE 음성 시스템 용량(capacity)를 개선할 것이다.
- [139] 예를 들어 게임하는 것(gaming), VoLTE/OTT VoIP와 같은 실-시간 어플리케이션들 그리고 화상(video) 통화(telephony)/회의(conferencing)와 같은: 감지되는 경험의 질의 면에서 감소된 지연에 의해 긍정적 영향을 받을 기존(existing) 어플리케이션들이 매우 많다.
- [140] 미래에는 딜레이 극복이 중요할 새로운 어플리케이션이 점점 더 많아질 것이다. 예를 들어, 스마트 안경 또는 중대한(critical) 통신뿐 아니라 낮은 지연을 요구하는 특정 기계(machine) 통신들에서의 증강(augmented) 현실(reality) 어플리케이션들, 차량(vehicle)들의 리모트 제어/드라이빙 등에게 딜레이는 중대한 요소일 수 있다.
- [141] 도 8은 짧은(short) TTI의 예시와 짧은 TTI 내 제어 채널과 데이터 채널의 전송 예를 나타낸 것이다.
- [142] 사용자 플레인(user plane, U-plane) 지연을 1ms으로 줄이기 위해, 1ms보다 짧은 다른 길이의 sTTI가 구성될 수도 있다. 예를 들어, 정규 CP의 경우, 2개 OFDM

심볼들로 구성된 sTTI, 4개 OFDM 심볼들로 구성된 sTTI 및/또는 7개 OFDM 심볼들로 구성된 sTTI가 있을 수 있다.

- [143] 디폴트 TTI의 주파수 대역 내 일부 또는 전체 주파수 자원 상에서 상기 TTI를 구성하는 전체 OFDM 심볼들이 시간 도메인에서 둘 이상의 sTTI로 분할 또는 상기 TTI의 PDCCH 영역이 점유하는 OFDM 심볼들을 제외한 나머지 OFDM 심볼들이 둘 이상의 sTTI로 분할될 수 있다.
- [144] 이하에서는 시스템에서 사용되는 디폴트(default) 혹은 주요(main) TTI를 TTI 혹은 서브프레임이라 칭하고, 상기 시스템의 디폴트/주요 TTI가 아닌 이보다 짧은 시간 길이를 갖는 TTI를 sTTI로 칭한다. 예를 들어, 현재까지의 LTE/LTE-A 시스템처럼 1ms의 TTI가 디폴트 TTI로 사용되는 시스템에서는 1ms보다 짧은 시간 길이를 갖는 TTI가 sTTI로 칭해질 수 있다. TTI와 sTTI에서의 신호 전송/수신 방법은 현재 LTE/LTE-A 뉴머롤리지에 따른 시스템뿐만 아니라 새로운 RAT 환경에 따른 뉴머롤리지에 따른 시스템의 디폴트/주요 TTI와 sTTI에서도 마찬가지로 적용될 수 있다.
- [145] 하향링크 환경에서는 이러한 sTTI 내에서 데이터의 전송/스케줄링을 위한 PDCCH(즉, sPDCCH)와 sTTI 내에서 전송이 이루어지는 PDSCH(즉, sPDSCH)가 전송될 수 있다. 예를 들어 도 8을 참조하면 하나의 서브프레임 내에 복수 개의 sTTI가 서로 다른 OFDM 심볼들을 사용하여 구성될 수 있다. 예를 들어 서브프레임 내 OFDM 심볼들이 시간 도메인에서 하나 이상의 sTTI들로 분할될 수 있다. sTTI를 구성하는 OFDM 심볼들은 레거시 제어 채널들이 전송되는 선두 OFDM 심볼들을 제외하여 구성될 수 있다. sTTI 내에서 sPDCCH와 sPDSCH의 전송은 서로 다른 OFDM 심볼 영역을 사용하여 TDM된 형태로 전송될 수 있다. sTTI 내에서 sPDCCH와 sPDSCH의 전송은 서로 다른 PRB(들) 영역/주파수 자원을 사용하여 FDM된 형태로 전송될 수도 있다.
- [146] 새로운 시스템(new RAT, NR)에서는 데이터 채널이 스케줄링될 수 있는 시간 단위가 서브프레임이라는 용어 대신 다른 용어, 예를 들어, 슬롯으로 지칭될 수도 있다. 동일 시간 길이의 무선 프레임 내 슬롯의 개수는 슬롯의 시간 길이에 따라 다를 수 있다. 본 발명에서는 서브프레임, TTI, 슬롯이라는 용어가 스케줄링의 기본 시간 단위를 나타내는 용도로 혼용된다.
- [147] <OFDM 뉴머롤로지>
- [148] 새로운 RAT 시스템은 OFDM 전송 방식 또는 이와 유사한 전송 방식을 사용한다. 예를 들어, 새로운 RAT 시스템은 다음 표에 정의된 OFDM 파라미터들을 따를 수 있다. 또는 새로운 RAT 시스템은 기존의 LTE/LTE-A의 뉴머롤로지를 그대로 따르나 더 큰 시스템 대역폭(예, 100MHz)을 지닐 수 있다. 또는 하나의 셀이 복수 개의 뉴머롤로지들을 지원할 수도 있다. 즉, 서로 다른 뉴머롤리지로 동작하는 하는 UE들이 하나의 셀 안에서 공존할 수 있다.
- [149] <아날로그 빔포밍(analog beamforming)>
- [150] 밀리미터 파장(millimeter wave, mmW)에서는 파장이 짧아져서 동일 면적에



다수 개의 안테나 요소(element)의 설치가 가능해진다. 예를 들어, 1cm의 정도의 파장을 갖는 30GHz 대역에서 5 by 5cm의 패널(panel)에  $0.5\lambda$  (파장) 간격으로 2-차원(dimension) 배열 형태로 총 100개의 안테나 요소 설치가 가능하다. 그러므로 mmW에서는 다수 개의 안테나 요소를 사용하여 빔포밍 이득을 높여 커버리지를 증가시키거나, 처리량(throughput)을 높이는 것이 고려된다.

- [151] 안테나 요소별로 전송 파워 및 위상 조절이 가능하도록 트랜시버 유닛(transceiver unit, TXRU)을 가지면 주파수 자원별로 독립적인 빔포밍이 가능하다. 그러나 100여 개의 안테나 요소 모두에 TXRU를 설치하기에는 가격 측면에서 실효성이 떨어지는 문제를 있다. 그러므로 하나의 TXRU에 다수 개의 안테나 요소를 매핑하고 아날로그 위상 천이기(analog phase shifter)로 빔(beam)의 방향을 조절하는 방식이 고려되고 있다. 이러한 아날로그 빔포밍 방식은 전체 대역에 있어서 하나의 빔 방향만을 만들 수 있어 주파수 선택적 빔포밍(beamforming, BF)을 해줄 수 없는 단점이 있다.
- [152] 디지털 BF와 아날로그 BF의 중간 형태로 Q개의 안테나 요소보다 적은 개수인 B개의 TXRU를 갖는 하이브리드(hybrid) BF가 고려될 수 있다. 하이브리드 BF의 경우, B개의 TXRU와 Q개의 안테나 요소의 연결 방식에 따라서 차이는 있지만, 동시에 전송할 수 있는 빔의 방향은 B개 이하로 제한되게 된다.
- [153] <서브프레임 구조>
- [154] 도 9는 새로운 무선 접속 기술(new radio access technology, NR)의 서브프레임 구조를 예시한 것이다.
- [155] 데이터 전송 지연을 최소화하기 위하여 5세대 새로운 RAT에서는 제어 채널과 데이터 채널이 시간 분할 다중화(time division multiplexing, TDM)되는 서브프레임 구조가 고려되고 있다.
- [156] 도 9에서 빗금 친 영역은 DCI를 나르는 DL 제어 채널(예, PDCCH)의 전송 영역을 나타내고, 검정색 부분은 UCI를 나르는 UL 제어 채널(예, PUCCH)의 전송 영역을 나타낸다. 여기서 DCI는 eNB가 UE에게 전달하는 제어 정보이며, 상기 DCI는 상기 UE가 알아야 하는 셀 설정(configuration)에 관한 정보, DL 스케줄링 등의 DL 특정적(specific) 정보, 그리고 UL 그랜트 등과 같은 UL 특정적 정보 등을 포함할 수 있다. 또한 UCI는 UE가 eNB에게 전달하는 제어 정보이며, 상기 UCI는 DL 데이터에 대한 HARQ ACK/NACK 보고, DL 채널 상태에 대한 CSI 보고, 그리고 스케줄링 요청(scheduling request, SR) 등을 포함할 수 있다.
- [157] 도 9에서 심볼 인덱스 1부터 심볼 인덱스 12까지의 심볼들 영역에서는 하향링크 데이터를 나르는 물리 채널(예, PDSCH)의 전송에 사용될 수도 있고, 상향링크 데이터를 나르는 물리 채널(예, PUSCH)의 전송에 사용될 수도 있다. 서브프레임 구조에 의하면, 1개의 서브프레임 내에서 DL 전송과 UL 전송의 순차적으로 진행되어, DL 데이터의 전송/수신과 상기 DL 데이터에 대한 UL ACK/NACK의 수신/전송이 상기 1개의 서브프레임 내에서 이루어질 수 있다. 결과적으로 데이터 전송 에러 발생시에 데이터 재전송까지 걸리는 시간을

줄이게 되며, 이로 인해 최종 데이터 전달의 지연이 최소화될 수 있다.

- [158] 이러한 서브프레임 구조에서는, eNB과 UE가 전송 모드에서 수신 모드로의 전환 과정 또는 수신 모드에서 전송 모드로의 전환 과정을 위한 시간 갭(time gap)이 필요하다. 이러한 전송 모드와 수신 모드 간 전환 과정을 위하여 서브프레임 구조에서 DL에서 UL로 전환되는 시점의 일부 OFDM 심볼이 가드 기간(guard period, GP)로 설정되게 된다.
- [159] 기존 LTE/LTE-A 시스템에서 DL 제어 채널은 데이터 채널과 TDM되며(도 4 참조), 제어 채널인 PDCCH는 시스템 전 대역으로 퍼져서 전송된다. 그러나 새로운 RAT에서는 한 시스템의 대역폭이 대략 최소 100MHz에 달할 것으로 예상되는 바, 제어 채널을 전 대역으로 확산시켜 전송시키기에는 무리가 있다. UE가 데이터 전송/수신을 위해서 하향링크 제어 채널 수신을 위해서 전 대역을 모니터링하는 것은 UE의 배터리 소모 증대 및 효율성을 저해할 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 DL 제어 채널이 시스템 대역, 즉, 채널 대역 내 일부 주파수 대역에서 로컬라이즈(localize)되어 전송되거나 분산(distribute)되어 전송될 수 있는 방식을 제안한다.
- [160] 도 10은 아날로그 빔을 이용한 무선 신호의 전송/수신 방법을 예시한 것이다. 특히, 도 10은 Tx/Rx 아날로그 빔 스캐닝에 의한 무선 신호의 전송/수신 방법을 예시한 것이다.
- [161] 도 10을 참조하면, eNB가 빔을 스위칭하면서 셀 혹은 반송파 상에서 동기 신호를 전송하면, UE는 해당 셀/반송파 상에서 검출한 동기 신호를 이용하여 상기 셀/반송파와의 동기화(synchronization)를 수행하고 자신에게 가장 잘 맞는 (빔) 방향을 찾아낸다. 이러한 과정을 통해 UE는 셀 ID 및 (빔 방향에 해당하는) 빔 ID를 획득할 수 있어야 한다. 상기 UE는 빔 ID를 획득하면서 해당 빔 방향으로 전송되는 신호, 특히 RS 정보, 예를 들어, RS 시퀀스 혹은 시드(seed) 정보, 위치 등을 획득할 수 있다. eNB는 특정 빔 ID를 획득한 UE에게, 즉, 특정 빔 방향으로 DL 채널을 수신할 수 있는 UE들에게 그룹 ID를 할당해 줄 수 있으며, 셀 공통인 정보는 빔 ID별로 시간/공간 분할되어 UE에게 전송될 수 있다. 상기 셀 공통인 정보는 빔 ID 공통 방식으로 UE에게 전송될 수 있다.
- [162] 셀 내의 빔 ID를 획득한 UE는, 셀-특정적 정보를 빔 ID 혹은 그룹 ID 특정적 정보로서 수신하게 된다. 빔 ID 혹은 그룹 ID 특정적 정보는 해당 그룹의 UE들이 공통적으로 수신하는 정보일 수 있다.
- [163] 다중-빔 환경에서 전송 및 수신 포인트(transmission and reception point, TRP)(예, gNB) 혹은 UE의 TX/RX 상호(reciprocal) 능력(capability)에 따라서 PRACH 프리앰블의 반복 혹은 빔 스위칭이 고려될 수 있다. TX/RX 상호 능력은 TRP 및 UE에서의 TX/RX 빔 대응성(correspondence)라고도 한다. 다중-빔 환경에서 TRP 및 UE에서 TX/RX 상호 능력이 유지되지 않으면 UE는 자신이 하향링크 신호를 수신한 빔 방향으로 상향링크 신호를 쏘지 못할 수 있다. UL의 최적 경로와 DL의 최적 경로가 다를 수 있기 때문이다. TRP에서의 TX/RX 빔 대응성은 TRP가

TRP의 하나 이상의 TX 빔들에 관한 UE의 하향링크 측정을 기초로 해당 상향링크 수신을 위한 TRP RX 빔을 결정할 수 있으면 및/또는 TRP가 TRP의 하나 이상의 RX 빔들에 관한 TRP'의 상향링크 측정을 기초로 해당 하향링크 전송에 대한 TRP TX 빔을 결정할 수 있으면, 유지된다(hold). UE에서의 TX/RX 빔 대응성은 UE가 UE의 하나 이상의 RX 빔들에 관한 UE의 하향링크 측정을 기초로 해당 상향링크 전송을 위한 UE RX 빔을 결정할 수 있으면 및/또는 UE가 UE의 하나 이상의 TX 빔들에 관한 상향링크 측정을 기반으로 한 TRP의 지시(indication)를 기초로 해당 하향링크 수신에 대한 UE TX 빔을 결정할 수 있으면, 유지된다(hold).

- [164] LTE/LTE-A 시스템에서 PSS/SSS는 전-방위적(omni-directional)으로 전송되는 것에 반해서, mmWave를 적용하는 eNB가 빔 방향을 전-방위적으로 돌려가면서 PSS/SSS/PBCH 등의 신호를 빔포밍하여 전송하는 방법이 고려되고 있다. 이와 같이 빔 방향을 돌려가면서 신호를 전송/수신하는 것을 빔 스위핑(beam sweeping) 혹은 빔 스캐닝이라 한다. 예를 들어 eNB가 최대 N개의 빔 방향을 가질 수 있다고 가정하면, N개의 빔 방향에 대해서 각각 PSS/SSS/PBCH 등의 신호를 전송한다. 즉 eNB는 자신이 가질 수 있는 혹은 지원하고자 하는 방향들을 스위핑하면서 각각의 방향에 대해서 PSS/SSS/PBCH 등의 동기 신호들을 전송한다. 혹은 eNB가 N개의 빔을 형성할 수 있는 경우, 몇 개씩의 빔들이 묶여 하나의 빔 그룹으로 구성할 수 있으며, 빔 그룹별로 PSS/SSS/PBCH를 전송/수신될 수 있다. 이 때, 하나의 빔 그룹은 하나 이상의 빔을 포함한다. 빔 그룹별 PSS/SSS/PBCH의 묶음을 SS 블록이라 한다. 동기 신호의 전송 측면에서, "SS 블록"은 NR에서 PSS, SSS, PBCH 및/또는 기타 시스템 정보를 나르기 위한 컨테이너로 정의된다. 즉, SS 블록은 동기 신호의 조합에 의해 만들어진다.
- [165] 기존 LTE 시스템에서의 제어 채널은 셀 공통인 시스템 정보 전송을 알리는 제어 채널과, UE-특정한 UE-전용(dedicated) 데이터 채널 전송을 알리는 제어 채널로 구분될 수 있었다. 시스템 정보의 전송을 알리는 제어 채널과 UE-전용 데이터 채널의 전송을 알리는 제어 채널은 시간/주파수 영역에서 서로 다른 탐색 공간으로 구분되어 있다. 즉, 탐색 공간은 공통 탐색 공간(common search space, CSS)와 UE-특정적 탐색 공간(UE-specific search space, USS)로 구분되며, UE는 한 서브프레임에서 CSS와 USS에 대해 블라인드 검출(blind detection, BD)를 수행해야 했다. CSS에서는 시스템 정보를 위한 제어 채널, 페이징을 위한 제어 채널, 임의 접속 응답(random access response, RAR)을 위한 제어 채널, 전송 전력 제어(transmission power control, TPC) 명령을 위한 제어 채널 등이 전송된다. 이들 제어 채널들은 각각 SI-RNTI, P-RNTI, RA-RNTI, TPC RNTI으로 CRC 마스킹되어 있다. UE-특정적 데이터 채널을 위한 제어 채널은 UE의 C-RNTI로 CRC 마스킹되어 전송된다.
- [166] 기존 LTE 시스템에서는 공통 참조 신호(common reference signal, CRS)가 존재하고, UE는 PSS/SSS를 이용한 초기 접속 단계에서 셀 ID 정보를 획득할 수

있으며, PBCH를 통해서 CRS 포트 정보 등 기본적인 시스템 정보를 획득한다. 그리고, 별도의 추가적인 정보 없이 UE는 CRS를 이용하여 제어 채널에 대한 채널 추정을 수행하고, 상기 제어 채널을 복호(decode)할 수 있다. 기존 PDCCH가 전 대역에 확산되어 전송되고 셀 ID 기반의 CRS를 사용하여 전송되는 것에 비해서, LTE-A 시스템에서 도입된 EPDCCH는 특정 RB 내에서 전송될 수 있다. EPDCCH는 DM-RS 기반의 빔포밍을 가능하게 하고, 가상 셀 ID를 도입하여 협조 및 다중-포인트(cooperate and multi-pint, CoMP) 동작을 지원할 수 있는 장점을 가진다.

[167] 본 발명은 새로운 RAT(new RAT, NR)에서 하향링크 제어 채널 설계 방법을 제안한다. CRS는 데이터가 있든 없든 항상 존재하므로, CRS 오버헤드가 크고, eNB가 CRS 전송을 위해 항상 켜져 있어야 한다는 단점과, CRS가 스몰 셀에 미치는 간섭이 너무 크다는 단점이 있다. 아울러, NR에서는 UL과 DL 간 스위칭을 자유롭게 하는 것을 고려하고 있는데 CRS가 있으면 UL과 DL 간 스위칭을 자유롭게 하기 어렵다는 단점이 있다. 따라서 NR에서는 CRS를 사용하지 않을 것으로 예상된다. 새로 도입될 NR 시스템에서는 기존의 LTE 시스템과 달리 셀 공통인 광대역 RS가 전송될 것이라고 항상 가정될 수 없다. NR 시스템에서는 제어 채널의 RS가 제어 정보와 동일하게 빔포밍되어 전송된다고 가정할 수 있다. LTE 시스템에서는 UE가 CRS를 디폴트로 가정한다. NR에서는 서브프레임에 반드시 CRS가 존재한다고 보장할 수 없다. 따라서, 본 발명은 UE가 디폴트로 가정할 수 없는 RS(예, CRS)가 없는 상황에서 제어 채널 RS 및 RS 시퀀스 생성/설정 방식, 그리고 그에 따른 UE의 탐색 공간 설정 방법을 제안한다. 본 발명에 대해 설명하기에 앞서 기존 LTE 시스템에 따른 CRS 시퀀스 생성 방법 및 EPDCCH 시퀀스 생성 방법에 대해 설명한다. 아울러, 기존 3GPP LTE 시스템에 따른 PDCCH/EPDCCH/PDSCH의 스크램블링 방법을 설명한다.

[168] LTE 시스템의 CRS의 참조 신호 시퀀스  $r_{l,ns}(m)$ 는 다음 수학적식에 의해 정의된다.

[169] [수식2]

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

[170] 여기서  $n_s$ 는 무선 프레임 내 슬롯 번호이고,  $l$ 은 상기 슬롯 내 OFDM 심볼 번호이다.  $N_{RB}^{\max, DL}$ 는 가장 큰 하향링크 대역폭 설정이며,  $N_{RB}^{sc}$ 의 정수 배로 표현된다.  $c(i)$ 는 의사-임의(pseudo-random) 시퀀스로서, 길이-31 골드(Gold) 시퀀스에 의해 정의된다. 길이  $M_{PN}$ 인 출력 시퀀스  $c(n)$ (여기서  $n = 0, 1, \dots, M_{PN}-1$ )는 다음 식에 의해 정의된다.

[171] [수식3]

$$c(n) = (x_1(n + N_C) + x_2(n + N_C)) \bmod 2$$

$$x_1(n + 31) = (x_1(n + 3) + x_1(n)) \bmod 2$$

$$x_2(n + 31) = (x_2(n + 3) + x_2(n + 2) + x_2(n + 1) + x_2(n)) \bmod 2$$

[172] 여기서  $N_C=1600$ 이고 첫 번째 m-시퀀스는  $x_1(0)=1, x_1(n)=0, n=1,2,\dots,30$ 으로 초기화되며 두 번째 m-시퀀스는 상기 시퀀스의 적용에 따른 값을 지닌

$$c_{\text{init}} = \sum_{i=0}^{30} x_2(i) \cdot 2^i$$

에 의해 표시(denote)된다. 수학식 2에서  $c(i)$ 의 생성을 위한 의사-임의 시퀀스 생성기는 각 OFDM 심볼의 시작에서  $c_{\text{init}} = 2^{10 \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{\text{cell\_ID}} + 1) + 2 \cdot N_{\text{cell\_ID}} + N_{\text{CP}}}$ 로 초기화된다.  $N_{\text{CP}}$ 는 정규(normal) CP에 대해 1이고, 확장 CP에 대해 0이다.

[173] LTE 시스템에서 PDSCH와 연관된 UE-특정적 RS(UE-specific reference signal, UE-RS)의 참조 신호 시퀀스  $r(m)$ 는 안테나 포트 5에 대해 다음 식에 의해 정의된다.

[174] [수식4]

$$r_{n_s}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m+1)), \quad m = 0, 1, \dots, 12N_{\text{RB}}^{\text{PDSCH}} - 1$$

[175] 여기서,  $N_{\text{RB}}^{\text{PDSCH}}$ 는 해당 PDSCH 전송의 자원 블록들로 배정(assign)된 대역폭을 나타낸다. 의사-임의 시퀀스  $c(i)$ 는 수학식 3에 의해 정의된다. 의사-임의 시퀀스 생성기는 각 서브프레임의 시작에서

$$c_{\text{init}} = (\lfloor n_s / 2 \rfloor + 1) \cdot (2N_{\text{ID}}^{\text{cell}} + 1) \cdot 2^{16} + n_{\text{RNTI}}$$

로 초기화되며, 여기서  $n_{\text{RNTI}}$ 는 해당 PDSCH와 연관된 RNTI이다. 예를 들어, SI를 나르는 PDSCH에 대해서는 SI-RNTI가, 페이징 메시지를 나르는 PDSCH에 대해서는 P-RNTI가, RAR을 나르는 PDSCH에 대해서는 RA-RNTI가, UE-전용 데이터를 나르는 PDSCH에 대해서는 C-RNTI가, DL SPS 자원을 사용하는 PDSCH에 대해서는 SPS C-RNTI가  $n_{\text{RNTI}}$ 에 해당한다.

[176] LTE 시스템에서 PDSCH와 연관된 UE-RS 시퀀스  $r(m)$ 은 안테나 포트  $p \in \{7, 8, \dots, v+6\}$ 에 대해 다음과 같이 정의된다.

[177] [수식5]

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m+1)), \quad m = \begin{cases} 0, 1, \dots, 12N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - 1 & \text{normal cyclic prefix} \\ 0, 1, \dots, 16N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - 1 & \text{extended cyclic prefix} \end{cases}$$

[178] 여기서  $N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}}$ 는 가장 큰 하향링크 대역폭 설정이며,  $N_{\text{RB\_sc}}^{\text{DL}}$ 의 정수 배로 표현된다. 상기 의사-임의 시퀀스  $c(i)$ 는 수학식 3에 의해 정의된다. 의사-임의

시퀀스 생성기는 각 서브프레임의 시작에서

$$c_{init} = (\lfloor n_s / 2 \rfloor + 1) \cdot (2n_{ID}^{(n_{SCID})} + 1) \cdot 2^{16} + n_{SCID}$$

로 초기화된다.  $n^{(n_{SCID})}_{ID}$ 에 대응하는 수량들(quantities)  $n^{(i)}_{ID}$ (여기서,  $i = 0, 1$ )은 UE-RS 생성을 위해 상위 계층에 의해 제공되는 스크램블링 식별자  $n^{DMRS,i}_{ID}$ 에 대한 값이 상위 계층에 의해 제공되지 않거나 DCI 포맷 1A, 2B 또는 2C가 PDSCH 전송과 연관된 DCI에 대해 사용되면 물리 계층 셀 식별자  $N^{cell}_{ID}$ 이고, 그 외이면  $n^{DMRS,i}_{ID}$ 가 된다.  $n_{SCID}$ 의 값은 달리 특정되지 않으면 0이며, 안테나 포트 7 혹은 8 상의 PDSCH 전송에 대해  $n_{SCID}$ 는 PDSCH 전송과 연관된 DCI 포맷 2B 혹은 2C에 의해 주어진다. DCI 포맷 2B의 경우,  $n_{SCID}$ 는 표 4에 따라 스크램블링 식별자 필드에 의해 지시된다. DCI 포맷 2C 또는 2D의 경우,  $n_{SCID}$ 는 표 5에 의해 주어진다.

[179] [표4]

Scrambling identity field in DCI format 2B	$n_{SCID}$
0	0
1	1

[180] [표5]

One Codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 disabled		Two Codewords: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Value	Message	Value	Message
0	1 layer, port 7, $n_{SCID}=0$	0	2 layers, ports 7-8, $n_{SCID}=0$
1	1 layer, port 7, $n_{SCID}=1$	1	2 layers, ports 7-8, $n_{SCID}=1$
2	1 layer, port 8, $n_{SCID}=0$	2	3 layers, ports 7-9
3	1 layer, port 8, $n_{SCID}=1$	3	4 layers, ports 7-10
4	2 layers, ports 7-8	4	5 layers, ports 7-11
5	3 layers, ports 7-9	5	6 layers, ports 7-12
6	4 layers, ports 7-10	6	7 layers, ports 7-13
7	Reserved	7	8 layers, ports 7-14

[181] LTE 시스템에서 EPDCCH와 연관된 복조 참조 신호(demodulation reference signal, DMRS)의 참조 신호 시퀀스  $r(m)$ 는 안테나 포트들  $p \in \{107, 108, 109, 110\}$ 에 대해 다음 식에 의해 정의된다.

[182] [수식6]

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m+1)), \quad m = \begin{cases} 0, 1, \dots, 12N_{RB}^{\max, DL} - 1 & \text{normal cyclic prefix} \\ 0, 1, \dots, 16N_{RB}^{\max, DL} - 1 & \text{extended cyclic prefix} \end{cases}$$

[183] 상기 의사-임의 시퀀스  $c(n)$ 은 수학적 식 3에 의해 정의되며, 해당 의사-임의 시퀀스 생성기는 각 서브프레임의 시작에서 다음 식으로 초기화된다.  $N_{RB}^{\max, DL}$ 는 가장 큰 하향링크 대역폭 설정이며,  $N_{sc}^{RB}$ 의 정수 배로 표현된다.

[184] [수식7]

$$c_{init} = (\lfloor n_s / 2 \rfloor + 1) \cdot (2n_{ID,i}^{EPDCCH} + 1) \cdot 2^{16} + n_{SCID}^{EPDCCH}$$

[185] 여기서,  $n_{SCID}^{EPDCCH} = 2$ 이고,  $n_{ID,i}^{EPDCCH}$ 는 상위 계층에 의해 설정된다. 상기 DMRS와 연관된 EPDCCH가 속한 EPDCCH 세트는  $i \in \{0, 1\}$ 로 표시된다.

[186] LTE 시스템에서 하향링크 물리 채널 상에서 전송되는 각 코드워드  $q$ 에 대해 비트들  $b^{(q)}(0), \dots, b^{(q)}(M_{bit}^{(q)} - 1)$ 의 블록은 변조에 앞서

$$\tilde{b}^{(q)}(i) = (b^{(q)}(i) + c^{(q)}(i)) \bmod 2$$

에 따라 스크램블되어, 스크램블된 비트들

$$\tilde{b}^{(q)}(0), \dots, \tilde{b}^{(q)}(M_{bit}^{(q)} - 1)$$

의 블록이 된다. 상기 스크램블링 시퀀스  $c^{(q)}(i)$ 는 수학적 식 3에 의해 주어진다. 스크램블링 시퀀스 생성기는 각 서브프레임의 시작에서 초기화되며, 여기서  $c_{init}$ 의 초기화 값은 다음 식에 따른 수송 채널 타입에 의존한다.

[187] [수식8]

$$c_{init} = \begin{cases} n_{RNTI} \cdot 2^{14} + q \cdot 2^{13} + \lfloor n_s / 2 \rfloor \cdot 2^9 + N_{ID}^{cell} & \text{for PDSCH} \\ \lfloor n_s / 2 \rfloor \cdot 2^9 + N_{ID}^{MBSFN} & \text{for PMCH} \end{cases}$$

[188] 여기서  $n_{RNTI}$ 는 PDSCH와 연관된 RNTI에 해당한다. 2개 코드워드까지 하나의 서브프레임 내에서 전송될 수 있다. 즉,  $q \in \{0, 1\}$ . 단일 코드워드 전송의 경우,  $q$ 는 0과 같다.

[189] LTE 시스템에서 서브프레임에서 전송될 PDCCH들의 각각 상에서 비트들  $b^{(0)}(0), \dots, b^{(0)}(M_{bit}^{(0)} - 1)$ 의 블록은 다중화되어, 비트들  $b^{(0)}(0), \dots, b^{(0)}(M_{bit}^{(0)} - 1), b^{(1)}(0), \dots, b^{(1)}(M_{bit}^{(1)} - 1), \dots, b^{(n_{PDCCH}-1)}(0), \dots, b^{(n_{PDCCH}-1)}(M_{bit}^{(n_{PDCCH}-1)} - 1)$ 의 블록이 되며,  $n_{PDCCH}$ 는 상기 서브프레임에서 전송되는 PDCCH들의 개수이다. 여기서,  $M_{bit}^{(i)}$ 는 PDCCH 번호  $i$  상에서 전송될 하나의 서브프레임 내 비트들의 개수이다. 상기 비트들  $b^{(0)}(0), \dots, b^{(0)}(M_{bit}^{(0)} - 1), b^{(1)}(0), \dots, b^{(1)}(M_{bit}^{(1)} - 1), \dots, b^{(n_{PDCCH}-1)}(0), \dots, b^{(n_{PDCCH}-1)}(M_{bit}^{(n_{PDCCH}-1)} - 1)$ 의 블록은 변조에 앞서

$$\tilde{b}(i) = (b(i) + c(i)) \bmod 2$$

에 따라 셀-특정적 시퀀스로 스크램블되어, 스크램블된 비트들

$$\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(M_{\text{tot}} - 1)$$

의 블록이 된다. 여기서 상기 스크램블링 시퀀스  $c(i)$ 는 수학식 3에 의해 주어진다. 스크램블링 시퀀스 생성기는 각 서브프레임의 시작에서

$$c_{\text{init}} = \lfloor n_s / 2 \rfloor 2^9 + N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$$

로 초기화된다. CCE 번호  $n$ 은 비트들  $b(72n), b(72n+1), \dots, b(72n+71)$ 에 해당한다. 필요하면, <NIL> 요소들이, 상기 PDCCH들이 CCE 위치들에서 시작하는 것을 보장하기 위해 그리고 비트들의 스크램블된 블록의 길이

$$M_{\text{tot}} = 8N_{\text{REG}} \geq \sum_{i=0}^{n_{\text{PDCCH}}-1} M_{\text{bit}}^{(i)}$$

가 PCFICH 혹은 PHICH에 배당(assign)되지 않은 자원-요소 그룹들의 양에 부합(match)하는 것을 보장하기 위해, 스크램블링에 앞서 상기 비트들의 블록에 삽입(insert)된다.

- [190] LTE 시스템에서 서브프레임 내 EPDCCH 상에서 전송될 비트들  $b(0), \dots, b(M_{\text{bit}} - 1)$ 의 블록은 스크램블되어,

$$\tilde{b}(i) = (b(i) + c(i)) \bmod 2$$

에 따라 스크램블된 비트들

$$\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(M_{\text{bit}} - 1)$$

의 블록이 된다. 여기서, 상기 UE-특정적 스크램블링 시퀀스  $c(i)$ 는 수학식 3에 의해 주어진다. 스크램블링 시퀀스 생성기는

$$c_{\text{init}} = \lfloor n_s / 2 \rfloor \cdot 2^9 + n_{\text{ID},m}^{\text{EPDCCH}}$$

로 초기화되며, 여기서  $m$ 은 EPDCCH 세트 번호이다.

- [191] CRS, UE-RS, DM-RS는 골드 시퀀스 기반의 시퀀스로서, 해당 시퀀스의 초기 시드 값이 CRS는 셀 ID의 함수로 결정되고, DM-RS는 가상 셀 ID의 함수로 결정된다. 기존 LTE 시스템에서는 CRS가 매 서브프레임에서 전송되므로, NR에서는 EPDCCH와 유사하게 제어 채널을 위해 DM-RS 기반의 RS가 도입되는 것이 좋다. 제어 채널을 위한 DM-RS에 대해 가상 셀 ID에 의한 초기화를 지원하는 것은 제어 채널에 대해서도 CoMP 동작을 지원하기 위함이다. 가상 셀 ID는 상위 계층 시그널링으로 UE에게 전달된다. 특정 UE가 사용하는 가상 셀 ID 값이 상위 계층 시그널링으로 전달되어야 하며, 이러한 가상 셀 ID는 복수 개가 설정될 수 있다. UE에게 가상 셀 ID가 배정될 때까지 UE가 제어 정보를 수신하기 위해서는 디폴트 ID가 지정되어야 함이 바람직하다. 아울러, UE의 탐색 공간이 배정될 때까지 해당 UE가 제어 채널 수신을 위해서 BD를 수행해야 하는 영역인 디폴트 탐색 공간이 필요하다.

- [192] NR 시스템에서 UE가 제어 채널 수신을 위한 탐색 공간, 가상 셀 ID 등의



설정을 수신하기 전에 UE의 디폴트 동작은 다음과 같을 수 있다.

- [193] A. 제어 DM-RS 시퀀스(즉, 제어 채널을 위한 DM-RS 시퀀스) 시드 값은 UE가 PSS/SSS 등의 동기 신호 검출을 통한 초기 접속 단계에서 얻어낸 셀 ID를 기반으로 구성될 수 있다. 혹은 DM-RS 시퀀스 시드 값에 대한 별도의 정보를 수신할 때까지 UE는 자신의 UE ID(예, C-RNTI)에 의해서 암묵적(implicit)으로 얻어지는 ID 값 혹은 자신의 UE ID를 이용하여 DM-RS 시퀀스의 시드 값이 정해진다고 가정할 수 있다. 다시 말해, 제어 DM-RS 시퀀스의 시드 값은 다음과 옵션들에 의해서 결정될 수 있다.
- [194] 옵션 A-1) 셀 ID 혹은 셀 ID의 함수로 도출된 값: 옵션 A-1은 가장 단순하고 명확하게 DM-RS 시퀀스의 시드 값을 결정할 수 있다. UE가 자신이 검출한 셀 ID를 DL 제어 채널을 수신할 때 이용하므로 모호성(ambiguity) 없이 DL 제어 채널에 대한 채널 추정을 수행할 수 있다.
- [195] 옵션 A-2) UE ID 혹은 UE ID로부터 암묵적 값: 옵션 A-1과 같이 셀 ID에 의해서 DM-RS 시퀀스의 시드 값이 결정되는 경우, eNB들간 혹은 TRP들간 CoMP 전송이 잘 지원되지 못할 수 있다. 따라서, 특정 셀 ID에 한정되는 값이 아닌 별도의 값(예, 가상 셀 ID 등)이 DM-RS 시퀀스의 시드로 사용되어야 CoMP 동작이 적절히 지원될 수 있다. 그러나, UE에 별도의 가상 셀 ID가 설정되기 전에 네트워크가 제어 채널 DM-RS 시퀀스의 시드 값을 상기 UE에게 전달해 주는 어렵다. 따라서, 상기 UE가 자신의 UE ID 혹은 UE ID의 함수에 의해서 도출되는 값을 DM-RS 시퀀스의 시드 값으로 가정하고, 제어 채널의 DM-RS를 이용하여 상기 제어 채널에 대한 채널 추정을 수행한다.
- [196] 옵션 A-3) 빔 인덱스 혹은 빔 ID: 네트워크가 다중 빔을 전송하고, 빔 스위핑을 이용하여 제어 채널 및 데이터 채널, 그리고 동기 신호 등을 전송하는 경우, UE는 자신이 선호하는 빔 인덱스 또는 빔 ID를 결정하여 eNB에 보고하거나, 특정 빔 ID들에 대한 RSRP 혹은 RSRP에 반응하는 메트릭을 이용하여 최선(best) 빔 ID 혹은 가장 선호하는 빔 ID를 보고할 수 있다. UE가 선택한 빔 ID 혹은 RACH 과정 중 eNB가 지시한 빔 ID를 기반으로 상기 UE는 제어 채널의 수신에 필요한 DM-RS의 시드가 결정된다고 가정할 수 있다. UE는 빔 ID를 제어 채널의 DM-RS의 시드 값으로 가정하고 상기 제어 채널의 DM-RS를 이용하여 상기 제어 채널에 대한 채널 추정을 수행할 수 있다. 빔 ID를 이용하여 DM-RS 시퀀스 시드 값을 설정하면, 인터 셀 간섭 조정(inter cell interference coordination, ICIC) 관점에서 UE가 어떠한 빔으로부터의 간섭이 많은 지를 특정할 수 있다는 장점을 갖는다.
- [197] 옵션 A-4) 옵션 A-1, 옵션 A-2, 옵션 A-3의 일부 혹은 전체의 조합에 의해 결정되는 값.
- [198] B. UE가 데이터를 복조하기 위한 DM-RS 시퀀스 시드 값은 다음과 같은 옵션들에 의해서 결정될 수 있다. 데이터의 복조에 사용되는 DM-RS 시퀀스 시퀀스 시드 값을 설정하는 방법과 제어 채널의 복조에 사용되는 DM-RS 시퀀스

시드 값을 설정하는 방법의 차이는 데이터의 복조에 사용되는 DM-RS 시퀀스 시퀀스 시드 값은 하향링크 제어 지시자 혹은 하향링크 제어 정보(downlink control indicator or downlink control information, DCI)를 통해서 시그널링될 수 있다는 것이다. 다음의 옵션들 중 적용되는 시드 값이 DCI를 통해 시그널링될 수 있다. 마찬가지로, UL 데이터 혹은 UL 제어 신호/채널과 연관된 DM-RS 시퀀스 생성에 사용할 DM-RS 시드 값에 대한 정보, 혹은 DM-RS 시퀀스가 CAZAC 기반의 시퀀스일 경우에는 UE가 사용해야 할 루트 인덱스가 DCI를 통해 UE에게 지시될 수 있다. UE는 상기 UE에게 지시된 값을 이용하여 DM-RS 시퀀스를 생성해서 UL 데이터/제어 채널을 전송한다. 시퀀스의 종류에 따라 DM-RS 시퀀스의 초기 시드 값으로 시그널링되어야 할 값이 다를 수 있다. 예를 들어, 골드 시퀀스 기반의 DM-RS 시퀀스의 경우에는 초기 시드 값, CAZAC 시퀀스의 경우에는 루트 인덱스가 UE에게 시그널링된다. 이하에서는 초기 시드 값은 골드 시퀀스 기반의 DM-RS 시퀀스를 위한 시드 값을 나타내고, 루트 인덱스는 CAZAC 시퀀스 기반의 DM-RS 시퀀스를 위한 시드 값을 나타내는 데 사용된다.

- [199] 옵션 B-1) 셀 ID 혹은 셀 ID의 함수로 도출된 값: 옵션 B-1은 가장 단순하고 명확하게 DM-RS 시퀀스의 시드 값을 결정할 수 있다. UE가 DL 데이터 복조, UL 데이터/제어 DM-RS 전송에 있어서 자신이 검출한 셀 ID를 이용하므로, 상기 UE가 모호성 없이 DL 데이터를 복조할 수 있으며, UL 데이터/제어 DM-RS를 생성하여 전송할 수 있다.
- [200] 옵션 B-2) UE ID 혹은 UE ID로부터 암묵적 값: 옵션 B-1과 같이 셀 ID에 의해서 DM-RS 시퀀스의 시드 값이 결정되는 경우, eNB들간 혹은 TRP들간 CoMP 전송을 잘 지원하지 못할 수 있다. 따라서, 특정 셀 ID에 한정되는 값이 아닌 별도의 값(예, 가상 셀 ID 등)이 DM-RS 시퀀스의 시드로 사용되어야 CoMP 동작을 적절히 지원될 수 있다. 그러나, UE에 별도의 가상 셀 ID가 상위 계층 신호를 통해 설정되기 전에 네트워크가 DL 데이터 채널을 위한 DM-RS 시퀀스의 시드 값 및 UL 데이터/제어 채널을 위한 DM-RS 시퀀스의 시드 값을 상기 UE에게 전달해 주기는 어렵다. 따라서, UE가 자신의 UE ID 혹은 UE ID의 함수에 의해서 도출되는 값을 DM-RS 시퀀스의 시드 값으로 가정하고, DL 데이터 채널의 DM-RS를 이용하여 채널 추정을 수행할 수 있다. UL 데이터/채널 DM-RS 전송의 경우 UE는 UE ID 혹은 UE ID의 함수에 의해 도출되는 값을 이용하여 DM-RS 시퀀스를 생성하여 전송한다.
- [201] 옵션 B-3) 빔 인덱스 혹은 빔 ID: 네트워크가 다중 빔을 전송하고, 빔 스위핑을 이용하여 제어 채널 및 데이터 채널, 그리고 동기 신호 등을 전송하는 경우, UE는 자신이 선호하는 빔 인덱스 또는 빔 ID를 결정하여 eNB에 보고하거나, 특정 빔 ID들에 대한 RSRP 혹은 RSRP에 상응하는 메트릭을 이용하여 최선 빔 ID 혹은 가장 선호하는 빔 ID를 보고할 수 있다. UE가 선택한 빔 ID 혹은 RACH 과정 중 eNB가 지시한 빔 ID를 기반으로 상기 UE는 DL 데이터 채널의 수신에 필요한 DM-RS 시드가 결정된다고 가정할 수 있다. UE는 빔 ID를 데이터 채널의 DM-RS

시드 값으로 가정하고, 상기 데이터 채널의 DM-RS를 이용하여 상기 데이터 채널에 대한 채널 추정을 수행할 수 있다. 빔 ID를 이용하여 DM-RS 시퀀스 값을 설정하면, ICIC 관점에서 UE가 어떠한 빔으로부터의 간섭이 많은 지를 특정할 수 있다는 장점을 갖는다. 유사하게, UE는 UL 데이터/제어 DM-RS를 전송함에 있어서 빔 ID 혹은 빔 ID의 함수에 의해서 결정되는 값을 이용하여 DM-RS 시퀀스를 생성하여 전송한다.

- [202] 옵션 B-4) 위의 옵션 B-1, 옵션 B-2, 옵션 B-3의 일부 혹은 전체의 조합에 의해 결정되는 값.
- [203] C. UE가 제어 채널의 DM-RS 시퀀스 시드에 대한 정보, 탐색 공간 등에 대한 (주로 RRC 시그널링을 통해 주어지는) 별도의 정보를 획득하지 못했을 경우, 제어 채널 자체에 대한 스크램블링도 구체화되어야 한다. 즉, UE는 제어 채널에 대한 스크램블링 정보도 알아야 한다. 제어 채널의 스크램블에 사용되는 초기 값(즉, 시드 값)은 다음 후보들 중 하나로 결정될 수 있다.
- [204] 옵션 C-1) 셀 ID 혹은 셀 ID의 함수로 도출된 값: DM-RS 시퀀스의 시드를 셀 ID 기반으로 설정하는 옵션 A-1 혹은 옵션 B-1과 유사하게, 옵션 C-1은 단순하고 명확하게 제어 채널의 스크램블링을 결정할 수 있다. UE가 모호성 없이 자신이 검출한 셀 ID를 기반으로 DL 제어 채널이 스크램블링되었다고 가정하고, 상기 DL 제어 채널을 수신할 수 있다.
- [205] 옵션 C-2) UE ID 혹은 UE IE로부터의 암묵적 값: 옵션 C-1과 같이 셀 ID에 의해서 스크램블링의 시드 값이 결정되는 경우, eNB들간 혹은 TRP들간 CoMP 전송이 잘 지원되지 못할 수 있다. 따라서, 특정 셀 ID에 한정되는 값이 아닌 별도의 값(예, 가상 셀 ID 등)이 스크램블링의 시드로 사용되어야 CoMP 동작이 적절히 지원될 수 있다. 그러나, UE가 별도의 가상 셀 ID에 관한 설정을 수신하기 전에는 네트워크가 스크램블링의 시드 값을 상기 UE에게 전달해 주기 어렵다. 따라서, UE는 자신의 UE ID 혹은 UE ID의 함수에 의해서 도출되는 값을 스크램블링의 시드 값으로 가정하고, 제어 채널을 수신한다.
- [206] 옵션 C-3) 빔 인덱스 혹은 빔 ID: 네트워크가 다중 빔을 전송하고, 빔 스위핑을 이용하여 제어 채널 및 데이터 채널, 그리고 동기 신호 등을 전송하는 경우, UE는 자신이 선호하는 빔 인덱스 또는 빔 ID를 결정하여 eNB에 보고하거나, 특정 빔 ID들에 대한 RSRP 혹은 RSRP에 상응하는 메트릭을 이용하여 최선 빔 ID 혹은 가장 선호하는 빔 ID를 보고할 수 있다. UE는 상기 UE가 선택한 빔 ID 혹은 RACH 과정 중 eNB가 지시한 빔 ID를 기반으로 DL 제어 채널이 스크램블링되어 전송되었다고 가정할 수 있다. 따라서, UE는 빔 ID를 이용하여, DL 제어 채널의 디스크램블링하여 제어 정보를 획득한다.
- [207] 옵션 C-4) 옵션 C-1, 옵션 C-2, 옵션 C-3의 일부 혹은 전체의 조합에 의해 결정되는 값.
- [208] D. UE의 DL/UL 데이터 채널 및 UL 제어 채널에 대한 스크램블링을 위한 시드 값은 다음과 같은 옵션들에 의해서 결정될 수 있다. 네트워크/기지국은 DL 제어

채널의 스크램블링의 시드 값과는 다른 DM-RS 시드 값을 시그널링해 줄 수 있다. 네트워크/기지국은 다음의 옵션들 중 DL 데이터 채널, DM-RS, UL 데이터 채널, 및/또는 UL 제어 채널에 적용되는 시드 값(들)을 DCI로 시그널링해 줄 수 있다. UE는 지시된 혹은 사용되는 스크램블링 시드 값을 이용하여 DL 데이터에 대한 디-스크램블링을 수행하여 데이터를 수신할 수 있다. UL 데이터 혹은 UL 제어 신호/채널과 연관된 DM-RS 시퀀스의 생성에 사용할 DM-RS 시드 값에 대한 정보가 UE에게 DCI를 통해 지시될 수 있다. UE는 상기 UE에게 지시된 시드 값을 이용하여 UL 데이터/제어 채널을 스크램블링한다. 각 옵션의 장단점 및 특징은 A, B, C에서 설명된 사항과 유사하다.

[209] 옵션 D-1) 셀 ID.

[210] 옵션 D-2) UE ID 혹은 UE ID로부터 암묵적 값.

[211] 옵션 D-3) 빔 인덱스.

[212] 옵션 D-4) 옵션 D-1, 옵션 D-2, 옵션 D-3의 일부 혹은 전체의 조합에 의해 결정되는 값.

[213] UE가 RRC 설정을 수신하기 전까지 제어 채널 및 데이터 채널의 DM-RS 시드 값, 및/또는 제어 채널 및 데이터 채널 스크램블링을 위한 시드 값으로서 사용될 디폴트 값(들)은, UE(들)이 PBCH를 검출/수신한 이후에 검출/수신하게 되는, RMSI, RAR, 페이징 등의 시스템 정보를 나르는 채널을 통해 UE(들)에게 전송될 수 있다. 상향링크의 경우, UE가 RA Msg1을 전송한 이후 별도의 RRC 설정을 수신하기 전까지 전송하는 상향링크 채널들에 상기 디폴트 값(들)이 적용될 수 있다.

[214] <디폴트 제어 채널 탐색 공간 및 CSI 보고 모드>

[215] UE는 제어 채널에 대한 BD를 수행할 탐색 공간을 PBCH 등을 통해서 얻어낸 시스템 대역폭 정보를 이용하여 혹은 이에 추가적으로 셀 ID의 함수에 의해서 암묵적으로 알 수 있다. 혹은 UE의 디폴트 탐색 공간에 대한 대역폭, 설정 및/또는 타이밍 등에 대한 정보는 PBCH를 통해 시그널링될 수 있으며, 제어 채널이 위치할 수 있는 제어 채널 요소(control channel element, CCE)의 인덱스, 즉, 주어진 주파수 범위 내에서 제어 채널이 전송될 수 있는 위치는 시스템에서 UE와 기지국 사이에 약속되어 있어야 한다. 디폴트 탐색 공간이 시스템에서 정의되면, 상기 디폴트 탐색 공간은 모든 UE에게 공통적으로 적용될 수 있다. 여기서 디폴트 탐색 공간이라 함은 UE가 PBCH를 수신하고, 이후 시스템 정보를 수신하기 위해서 상기 UE가 제어 채널에 대한 블라인드 검출을 수행하는 탐색 공간을 가리킨다.

[216] 그러나, 공통 제어 채널이 전송되지 않고 하나의 제어 채널이 복수의 UE들을 위해 전송되어야 한다는 제약이 없다면, 디폴트 탐색 공간은 시스템의 디폴트 탐색 공간이라기보다 UE-특정적 디폴트 탐색 공간이 될 수 있다. 즉, UE마다 디폴트 탐색 공간을 가질 수 있다. 이 경우 실제 제어 채널이 전송될 수 있는 주파수 위치, CCE 위치 혹은 CCE 번호 등은 UE-특정적으로 결정될 수 있다.

예를 들어, 제어 채널의 주파수 자원이 UE ID의 함수로 결정될 수 있다. 상기 UE-특정적 디폴트 탐색 공간은 광대역에 혹은 특정 대역에 확산되어 위치하는 것이 바람직하다. UE-특정적 디폴트 탐색 공간은 셀 공통인 디폴트 탐색 공간과는 다르다. UE에게는 상기 UE가 시스템 정보 수신을 위한 셀 공통 디폴트 탐색 공간과 UE 전용 데이터 수신을 위한 UE-특정적 디폴트 탐색 공간이라는 2가지 종류의 디폴트 탐색 공간이 설정될 수 있다. 셀 공통 디폴트 탐색 공간은 기존 LTE 시스템의 공통 탐색 공간에 해당할 수 있다. 다만, UE-특정적 디폴트 탐색 공간은 RRC 설정에 의해 정해지는 LTE 시스템의 UE-특정적 탐색 공간과는 다르며, 본 발명의 UE-특정적 디폴트 탐색 공간은 RRC 설정 이전에 UE 전용 데이터 수신을 위해 설정되는 탐색 공간을 의미한다. UE-특정적 디폴트 탐색 공간이 설정되는 광대역 혹은 특정 대역은 UE마다 혹은 특정 서비스 및/또는 사용 예별로 국한되는 특정 서브밴드일 수 있으며, UE-특정적 디폴트 탐색 공간이 설정되는 주파수 대역에 대한 정보는 UE가 초기 접속 혹은 RACH 과정 중에 획득할 수 있다. 복수의 서비스들 및/또는 사용 예들이 서브밴드-단위(subband-wise)로 단일 NR 반송파 내에서 운영되는 경우, 해당 반송파 대역폭 내 특정 서브밴드로 국한되는 디폴트 탐색 공간이 존재할 수 있다.

[217] 도 11은 본 발명에 따라 CSI 측정용 자원을 설정하는 방법을 예시한 것이다.

[218] 유사하게, UE가 하향링크 채널에 대한 CSI를 측정하여 보고하는 동작에 있어서도 디폴트 CSI-RS 설정이 필요하다. 일반적으로, CSI-RS 설정은 CSI-RS의 위치, CSI-RS와 연관된 간섭 측정(CSI-IM) 자원의 위치, CSI-RS 자원 및 CSI-IM 자원과 연관된 CSI 프로세스, QCL 가정 등을 포함하므로, CSI-RS 설정과 관련된 정보는 그 양이 많은 RRC 시그널링으로 UE에게 제공된다. 이 경우, UE가 eNB와 RRC 연결을 수립하기 전까지는 상기 UE는 상기 UE를 위한 CSI-RS 설정 정보를 알 수 없다. LTE 시스템에서 UE는 매 서브프레임에 존재하는 CRS를 이용하여 CSI 피드백을 수행할 수 있었다. 그러나 NR 시스템이 CRS와 같이 상시적으로 전송되는 RS를 사용하지 않는 경우, UE가 CSI-RS 설정에 관한 RRC 시그널링을 수신하지 못하면, CSI 피드백을 적절하게 수행하지 못하는 문제가 발생한다. 따라서 매 서브프레임에 존재한다고 보장되는 RS가 없는 시스템에는 디폴트 CSI 설정이 정의되어야 한다.

[219] 일반적으로 RACH 과정을 진행하는 동안 Msg1을 성공적으로 수신한 기지국은 Msg1에 대한 응답으로서 RAR(즉, Msg2)를 전송할 때, 이후 Msg4 전송을 위한 MCS를 결정하기 위해서 해당 UE에게 CSI 정보를 보고하도록 할 수 있다. 본 발명은 기지국이 해당 UE가 어떤 RS를 근거로 CSI를 계산할 지에 대한 정보, 즉, 디폴트 CSI 측정 설정 정보를 제공할 것을 제안한다. CSI 계산을 위한 디폴트 CSI는 아래와 같은 후보들 중에서 결정될 수 있다.

[220] \* CSI-RS

[221] \* 2차 동기 신호(secondary synchronization signal, SSS)

- [222] \* PBCH DMRS
- [223] \* PDCCH/PDSCH DMRS
- [224] \* PDSCH 품질(quality)
- [225] CSI 보고에 CSI-RS를 이용하는 경우, 디폴트 CSI-RS 설정에 포함되어야 하는 정보는 다음과 같다.
- [226] \* CSI-RS 포트 수 및 자원 위치 / CSI-IM 자원 수 및 위치 / CSI 보고 모드, 보고해야 할 CSI 정보의 종류 및 양 / CSI 보고 자원 양 및 위치
- [227] 이러한 정보는 UE가 PSS/SSS 등의 동기 신호를 검출하고 나서, PBCH를 복호하고 나서 획득하는 시스템 정보 블록(system information block, SIB)을 통해 제공될 수 있다. 여기서 SIB라 함은 셀 접속에 필수적인 최소 시스템 정보(system information, SI)의 블록 및/또는 다른 SI의 블록일 수 있다. UE는 PSS/SSS를 검출한 시간/주파수 자원의 위치에서 혹은 PBCH에서 지시된 위치에서 SIB를 획득할 수 있다. SIB는 약속된/고정된 시간/주파수 영역에서 전송될 수 있다. 혹은 UE가 PRACH 자원 설정을 획득하는 시점/자원/시그널링을 통해 네트워크가 디폴트 CSI 프로세스에 대한 정보를 전송할 수 있다. 디폴트 CSI 프로세스는 시스템에서 약속으로 고정될 수 있다. CSI-RS 설정 및/또는 CSI 프로세스에 대한 정보와 함께 CSI-RS와 PDSCH의 전송 전력 비(ratio)도 함께 시그널링된다. 네트워크/eNB는 RAR 메시지를 통해 CSI 보고를 UE에게 명령할 수 있다. SIB에 복수 개의 디폴트 CSI-RS 설정들에 대한 정보가 포함될 수 있다. 네트워크/eNB는 특정 CSI-RS/CSI-IM을 지시하여 CSI 보고를 수행하도록 RAR 메시지로 UE에게 명령할 수 있다.
- [228] UE는 RAR 메시지를 통해 지시된 CSI-RS와 CSI-IM을 이용하여 CSI를 측정하고, Msg3 혹은 네트워크/eNB가 지시하는 특정 자원을 통해서 상기 CSI를 보고한다. 복수 개의 CSI-RS/CSI-IM 설정들이 RAR에서 지시된 경우, UE는 디폴트로 모든 CSI-RS 및 CSI-IM 쌍들에 대한 CSI 보고 혹은 UE별로 가장 좋은 CSI-RS 및 CSI-IM 쌍에 대한 CSI를 보고할 수 있다. 네트워크/eNB는 몇 개의 CSI에 대한 보고를 해야 하는지를 RAR 메시지에서 UE에게 지시할 수 있다. 이 경우, CSI는 특정 CSI-RS 및 CSI-IM 쌍, 즉, 특정 CSI-RS 자원 및 CSI-IM 자원에 대한 측정을 기반으로 유추(derive)된다. CSI는 해당 RS가 전송되는 시점, 즉, 해당 CSI-RS 및 CSI-IM 쌍이 존재하는 시점에서만 측정된 원-샷 측정 결과일 수 있다. 복수 시점에서의 CSI-RS/CSI-IM에 대한 측정하여 평균한 결과에 대한 CSI 보고를 원하는 경우, 네트워크/eNB는 CSI에 대한 원-샷 측정 여부를 지시할 수 있다. UE는 네트워크/eNB에 의한 시그널링에 따라 원-샷으로 측정된 CSI 값 혹은 시간 축으로 평균을 취한 CSI 값을 보고한다.
- [229] 네트워크/eNB는 디폴트 CSI-RS에 대한 설정을 RAR 메시지를 통해 UE에게 전달할 수 있다. 도 11을 참조하면, RA Msg1을 전송하면(S1101), 상기 Msg1에 대한 응답으로 네트워크/eNB는 RAR에서 CSI-RS 설정 정보와, 간섭을 어디에서 측정해야 하는 지를 지시하는 CSI-IM 자원 정보를 전달할 수 있다(S1102).

그러면 UE는 해당 CSI-RS과 CSI-IM 자원을 이용하여 CSI를 측정하고, Msg3 혹은 네트워크/eNB가 지시하는 특정 자원을 통해서 이를 보고한다(S1103). 복수 개의 CSI-RS 및 CSI-IM 쌍들이 RAR에서 지시된 경우, UE는 디폴트로 모든 CSI-RS 및 CSI-IM 쌍에 대한 CSI 보고 혹은 상기 UE가 가장 좋은 CSI-RS 및 CSI-IM 쌍에 대한 CSI를 보고할 수 있다. 네트워크/eNB는 몇 개의 CSI에 대한 보고를 할 것인지를 RAR 메시지에서 지시할 수 있다. 이 경우, CSI는 특정 CSI-RS 및 CSI-IM 쌍에 대한 측정이며, 해당 RS가 전송되는 시점, 즉, 해당 CSI-RS 및 CSI-IM 쌍이 존재하는 시점에서만 측정한 원-샷 측정 결과일 수 있다. 복수 시점에서의 CSI-RS/CSI-IM에 대해 측정하고 평균한 결과에 대한 CSI 보고를 원하는 경우, 네트워크/eNB는 CSI에 대한 원-샷 측정 여부를 지시할 수 있다. 네트워크/eNB에 의한 시그널링 값에 따라서 UE는 원-샷 측정한 CSI 값 혹은 시간 축으로 평균한 CSI 값을 보고한다.

- [230] 전술한 방법에 의하면 네트워크/eNB는 RAR을 나르는 PDSCH을 통해 CSI-RS 설정을 전송함으로써 UE에게 CSI 보고를 트리거할 수 있다. 즉, RAR이 CSI-RS 설정을 포함하면, CSI 보고를 트리거하는 CSI 요청 필드가 없더라도, CSI 보고가 트리거된 것으로 해석된다. CSI 요청 필드는 PUSCH를 스케줄링하는 UL DCI 혹은 RAR을 나르는 PDSCH를 스케줄링하는 RAR 그랜트에 포함될 수 있다.
- [231] 이와 다른 방법으로, Msg1을 성공적으로 수신한 기지국은, 상기 Msg1에 대한 응답인 RAR에 대한 모니터링 윈도우 내에서, 비주기적 CSI를 트리거하는 DCI를 RA-RNTI를 이용하여 전송할 수 있다. 네트워크/eNB는 해당 DCI 혹은 해당 DCI가 스케줄링하는 PDSCH에서 비주기적 CSI가 전송되는 시점, 심볼 번호, 전송 대역, 포트 정보 등을 알려줄 수 있다. 혹은 해당 DCI가 스케줄링하는 PDSCH에서 비주기적 CSI-RS 설정 정보를 전송해 줄 수 있다. 추가적으로 네트워크/eNB는 CSI-RS와 PDSCH의 전력 비 정보도 알려줄 수 있다. UE는 해당 비주기적 CSI-RS가 전송되는 시점에서 CSI를 측정하고, RAR에서 CSI 요청이 있는 경우, 상기 RAR에서 지정한 자원에서 혹은 Msg3 전송 시에 상기 CSI를 보고한다.
- [232] 해당 DCI 혹은 비주기적 CSI-RS 정보는 RAR에 포함되어 전송될 수 있다. 이러한 정보가 포함된 RAR을 수신한 경우, UE는 비주기적 CSI-RS 정보를 수신하였으므로, 해당 CSI-RS를 측정하고 그 결과를 Msg3로 보고한다.
- [233] 다만, 비주기적 CSI-RS 관련 정보가 별도의 DCI를 통해 전송된 경우, UE는 상기 DCI를 분실(missing)할 수 있다. UE가 비주기적 CSI-RS 관련 정보가 있는 DCI를 수신하지 못했음에도 RAR에서 CSI 요청을 수신한 경우, 상기 UE는 Msg3를 전송할 때 이용 불가능한 값(not available value)을 CSI로서 보고하거나, CSI-RS를 측정하지 못했음을 나타내는 값을 보고하거나, 전술한 CSI를 위한 디폴트 RS들(예, CSI-RS, SSS, PBCH DMRS, PDCCH/PDSCH DMRS, PDSCH 품질) 중 하나의 채널/신호를 이용하여 CSI를 보고할 수 있다.
- [234] 디폴트 CSI 계산을 위한 RS는 별도의 설정 혹은 시그널링이 없는 한, SSS,

PBCH DM-RS, PDSCH SNR(signal-to-noise ratio), 혹은 PDSCH BER(bit error rate) 중 하나일 수 있다. 혹은 이들 후보 신호/채널들의 조합이 디폴트 CSI 계산을 위해 사용될 수도 있다. 예를 들어, SSS와 PBCH DM-RS 및 PBCH 자체의 품질의 조합이 디폴트 CSI 계산에 사용될 질 수 있으며, 동일한 SS 블록을 구성하는 SSS와 PBCH 및 PBCH DM-RS의 품질로서 디폴트 CSI 계산을 위한 RS가 지정될 수 있다. 디폴트 CSI 계산을 위해 어떤 신호를 사용할 지의 여부는 표준 문서에 지정될 수 있다. 디폴트 CSI 계산을 위한 신호에 추가적으로, 전술한 바와 같이 CSI-RS에 대한 설정을 RAR을 이용하여 제공함으로써 UE에게 CSI-RS에 대한 측정을 수행하도록 할 수 있다.

- [235] 네트워크가 Msg4 전송을 위한 MCS 결정을 위해서 UE에게 CSI 요청을 전송하는 경우, CSI를 계산하는 신호로서 SSS가 사용될 수 있다. 예를 들어, 별도의 설정이 없는 한, UE는 SSS의 수신 SNR 값을 네트워크에 보고할 수 있다. NR 시스템에서 RACH를 전송할 때, UE는 특정 셀 및 특정 빔을 타겟해서 전송하게 될 것이다. 상기 UE는 전체 수신 신호 세기 대비 해당 셀의 특정 빔에 해당하는 SSS 수신 신호 값을 보고할 수 있다. 다만, SSS 전송 대역과 RACH Msg 4 전송 대역이 다른 경우, SSS를 이용한 SNR 값은 RACH Msg4 전송을 위한 MCS를 결정할 때 그 부정확도로 인해서 그다지 도움이 되지 않을 수 있다. 따라서, UE는 보다 광대역으로 전송되는 PBCH DM-RS의 수신 SNR 값을 이용하여 해당 값을 보고할 수 있다. 혹은 SSS와 PBCH DM-RS를 컴바이닝한 수신 SNR 값을 보고할 수 있다. 네트워크/eNB는 RAR에서 CSI 요청을 할 경우, 어떤 빔 방향에 대한 CSI를 해야 할 것인지, 특정 빔 인덱스/방향 혹은 SS 블록 인덱스도 지시해 줄 수 있다. 별도의 지시가 없는 경우, UE는 자신이 전송한 Msg1과 연결되어 있는 SS 블록 인덱스 혹은 특정 빔 인덱스/방향에 대한 CSI를 측정하여 보고한다. SSS 대비 PDSCH의 전송 전력 비, PBCH DM-RS 대비 PDSCH의 전송 전력 비, SSS 대비 PBCH DM-RS의 전송 전력 비에 대한 정보가 UE에게 별도로 시그널링된다. 시그널링이 없다면, UE는 이들 전력 비를 특정 값으로 가정할 수 있다. 예를 들면, UE는 이들 전력 비를 1이라고 가정하고 CSI를 계산할 수 있다.

- [236] UE는 디폴트 CSI 계산을 위해 PDCCH DM-RS 및/또는 PDSCH DM-RS(PDCCH/PDSCH DM-RS)를 사용할 수 있다. 여기서 PDCCH/PDSCH DM-RS라 함은 최소 SI, 정확히는 남은 최소 SI 전송에 사용되는 PDCCH/PDSCH DM-RS로서, 셀 공통으로 혹은 빔 공통으로 전송되는 DM-RS를 의미한다. 여기서 최소 SI라 함은 NR에서 UE가 네트워크에 접속하기 위해서 반드시 필요한 필수적인 SI를 지칭한다. 최소 SI 중에서도 가장 필수적인 정보가 PBCH를 통해서 전송되고, PBCH에 전송되지 않은 나머지 최소 SI(remaining minimum SI, RMSI)라 하는데, UE는 RMSI까지 수신해야 임의 접속 과정을 수행하여 네트워크에 접속할 수 있게 된다. PDCCH/PDSCH는 적어도 SI 전송을 위해 전송되고, SI 전송용 PDCCH/PDSCH는 복수의 UE를 대상으로 전송되므로



상대적으로 광대역으로 전송될 가능성이 높다. SI도 SS 블록과 마찬가지로 셀 전체를 커버해야 하므로 빔 스위칭되어 전송될 것이다. PDCCH/PDSCH DM-RS에는 빔에 대한 정보도 포함될 수 있다. 이 경우, PDCCH/PDSCH DM-RS의 수신 SNR 값이 디폴트 CSI 값으로서 사용될 수 있다. 즉, SI를 위한 DM-RS가 CSI 계산에 사용될 수 있다. 이 경우, PDCCH/PDSCH DM-RS 대비 PDSCH의 전력 비에 대한 정보가 UE에게 시그널링된다. 네트워크/eNB가 RAR에서 CSI 요청을 전송하면, UE는 자신이 전송한 Msg1과 연결되어 있는 SS 블록 인덱스 혹은 특정 빔 인덱스/방향에 대응되는 PDCCH/PDSCH DM-RS의 수신 SNR 값을 CSI 값으로서 보고한다.

- [237] UE는 디폴트 CSI 계산을 위해 PDCCH 품질 또는 PDSCH 품질을 사용할 수 있다. UE는 최소 SI를 나르는 PDSCH와 연관된 PDCCH를 수신하고 상기 PDCCH를 성공적으로 복호한 경우, 복호한 신호의 품질에 따라서 CSI를 계산할 수 있다. UE는 최소 SI를 나르는 PDSCH를 수신하고 상기 PDSCH를 성공적으로 복호한 경우, 복호한 신호의 품질에 따라서 CSI를 계산할 수 있다. 혹은 RAR을 성공적으로 수신한 경우, 즉, Msg2의 PDSCH를 성공적으로 수신하고 상기 PDSCH를 성공적으로 복호한 후에, 복호한 신호의 품질에 따라서 CSI를 계산할 수 있다. 즉, SI의 수신 품질이 CSI 계산에 사용될 수 있다. 단순히 BER을 이용하여 CSI를 계산할 수도 있고, 복호한 신호 혹은 복호된 비트들을 다시 변조함으로써 변조 심볼을 이용하여 CSI를 유추할 수 있다.
- [238] <다중 UE 탐색 공간>
- [239] NR 시스템에서 제어 채널 수신을 위한 탐색 공간, 가상 셀 ID 등의 설정을 수신한 이후, UE는 다음과 같이 동작할 수 있다.
- [240] UE가 제어 채널 수신을 위한 디폴트 ID 및 디폴트 탐색 공간을 이용하여 제어 채널을 수신하면, 그 후 어느 특정 시점에서 제어 채널 DM-RS를 위한 초기 값(즉, 시드 값)을 추가적으로 수신할 수 있다. 이 경우 UE는 복수 개의 ID(이하, 가상 셀 ID)를 수신할 수 있으며, 상기 복수 개의 ID 각각에 대해 UE 탐색 공간이 설정될 수 있다. 즉, UE에게 복수 개의 UE 탐색 공간이 설정될 수 있다. 상기 복수의 UE 탐색 공간은 다음과 같은 옵션(들)에 따라 설정될 수 있다.
- [241] 1) 복수의 탐색 공간들이 독립적으로 설정된다. 서로 다른 탐색 공간의 설정과 관계없이 UE는 복수 개 탐색 공간의 설정을 수신할 뿐이며, 복수의 탐색 공간이 독립적으로 설정되므로 상기 UE에게 설정되는 탐색 공간들의 일부 영역이 겹치거나 아예 겹치지 않을 수도 있다.
- [242] 2) 복수의 탐색 공간들이 서로 직교하게 설정된다. 즉, 복수의 탐색 공간들이 상호 중복되지 않도록 설정된다. 서로 다른 탐색 공간들이 서로 중복되지 않고 아예 직교하게 설정될 수 있다. 즉, 탐색 공간들이 서로 겹치지 않는 CCE로 구성될 수 있다.
- [243] 3) 복수의 탐색 공간들이 특정 영역으로 구분될 수 있다. 예를 들어, 서브밴드별로 탐색 공간이 정의될 수 있다. 혹은, 일정 범위의 CCE 인덱스들로

각각의 탐색 공간들이 설정될 수 있다.

[244] 복수의 UE 탐색 공간들이 설정되는 경우, 상기 복수의 UE 탐색 공간들 중 적어도 하나의 UE 탐색 공간은 광대역 혹은 특정 대역으로 확산된 형태로 설정된다. 아날로그 빔포밍이 적용되는 경우, 빔별로 별도의 탐색 공간이 설정될 수 있다. UE가 복수의 UE 탐색 공간들을 갖는 경우, UE의 탐색 공간은 추가적으로 빔 인덱스의 함수로 결정될 수 있다.

[245] \* DL 제어 DM-RS 시퀀스 시드: UE에게 설정된 가상 셀 ID가 시퀀스의 시드 값으로 사용된다. 가상 셀 ID는 각각 탐색 공간에 연결되어 있다. 특정 탐색 공간에 타이되어 있는 가상 셀 ID가 DM-RS 시퀀스의 시드 값으로 사용된다.

[246] \* DL/UL 데이터 및 UL 제어 채널 DM-RS 시퀀스의 시드 값: UE는 복수의 DM-RS 시퀀스 시드 값들을 상위 시그널링으로 수신할 수 있다. 실제 DM-RS 시퀀스에 사용되는 값은 DCI를 통해 UE에게 직접적으로 시그널링된다. DL 데이터에 사용될 가상 셀 ID는 DL 그랜트에 의해 지정될 수 있으며, UL 데이터 및 UL 제어 신호에 사용될 가상 셀 ID는 UL 그랜트에 의해 지정될 수 있다. 기지국이 UL 그랜트로 가상 셀 ID를 UE에게 지정해 주는 경우, UL 데이터 DM-RS 시드와 UL 제어 DM-RS 시드를 독립적으로 각각 지정해 줄 수 있다. DL 제어 채널에 사용된 가상 셀 ID와 데이터 복조를 위한 DM-RS 시퀀스 시드 값이 서로 다를 수 있다. DM-RS 시퀀스가 CAZAC 기반의 시퀀스일 경우, UE가 사용해야 할 루트 인덱스가 DCI로 상기 UE에게 지시될 수 있다. 상기 UE는 상기 지시된 값을 이용하여 DM-RS 시퀀스를 생성하고, UL 데이터/제어 신호와 함께 상기 DM-RS 시퀀스를 전송할 수 있다.

[247] \* DL 제어 채널 스크램블링: 가상 셀 ID를 기반으로 스크램블링 시퀀스가 초기화될 수 있다. 탐색 공간별로 타이되어 있는 가상 셀 ID가 DL 제어 채널 스크램블링에 적용된다.

[248] \* UL/DL 데이터 및 UL 제어 채널에 대한 스크램블링을 위한 시드 값: UE는 복수의 데이터 채널 스크램블링을 위한 시드 값을 상위 시그널링으로 수신할 수 있다. 기지국은 실제 데이터 스크램블링에 사용되는 값을 DCI로 UE에게 직접적으로 시그널링한다. 제어 채널에 사용된 가상 셀 ID와 데이터 스크램블링을 위한 시드 값이 서로 다를 수 있다.

[249] <TPC 명령>

[250] 이하에서는 NR 시스템에서 UL 전력 제어를 위해 전송 전력 제어(transmit power control, TPC) 명령을 전송하는 방법이 제안된다. 기지국은 주로 주기적으로 전송되는 상향링크 신호/채널에 대해서 전송 전력에 대한 램핑 업 명령 혹은 램핑 다운 명령을 전송할 수 있다. 아날로그 빔이 적용되는 경우, 및/또는 기지국이 다중-빔(multi-beam)을 이용하여 서비스를 하는 경우, UE는 각 빔 ID별로 TPC RNTI를 다르게 설정 받을 수 있다. 예를 들어, 빔별 TPC RNTI는 빔 ID의 함수로 자동 지정될 수 있다. UE는 빔별 그룹 TPC 명령 DCI에 대해서 공통적으로 하나의 TPC 인덱스, 즉, DCI 내 하나의 TPC 비트 위치만을 할당 받을

수 있다. 다시 말해, 기지국이 그룹핑된 복수의 UE들에 대한 TPC 명령을 전송할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 특정 UE들을 특정 TPC RNTI로 그룹핑하고, 해당 TPC RNTI를 이용한 DCI 내의 비트 위치를 UE마다 지정하고, 해당 비트 위치의 비트 값을 세팅하여 DCI를 전송함으로써, 전력 상향 명령 혹은 전력 하향 명령을 복수의 UE들에게 보낼 수 있다. 다중-빔 환경에서, UE는 자신의 서빙 빔 ID에 대응되는 TPC RNTI를 기반으로 그룹 TPC 명령 DCI 검출을 시도한다. 상기 그룹 TPC 명령 DCI 검출에 성공한 경우, UE는 자신에게 할당된 tpc-index를 이용하여 TPC RNTI를 이용한 DCI로부터 자신의 TPC 명령을 수신하고, 상기 TPC 명령을 상향링크 전력 제어에 적용한다. 서빙 빔이 변경된 경우, UE는 서빙 빔 인덱스에 대응되는 TPC RNTI를 도출해 낼 수 있으며, 해당 TPC RNTI를 이용하여 자신의 TPC 명령을 수신할 수 있다.

- [251] TPC RNTI를 이용한 TPC 명령은 빔 ID별로 다른 탐색 공간에서 전송될 수 있다. UE가 TPC RNTI를 이용하여 TPC 명령을 획득할 수 있다.
- [252] 도 12는 본 발명을 수행하는 전송장치(10) 및 수신장치(20)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.
- [253] 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 전송한 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.
- [254] 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.
- [255] 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.

- [256] 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 동가이다. 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 이상의 양의 정수)의 전송 안테나를 포함할 수 있다.
- [257] 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.
- [258] 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.

- [259] 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.
- [260] eNB 프로세서는 본 발명에 따른 시드 값을 이용하여 CRS 및/또는 DL DM-RS를 생성할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 본 발명에 따른 시드 값을 이용하여 PDCCH, EPDCCH 및/또는 PDSCH를 스크램블링할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 CRS, DL DM-RS, PDCCH, EPDCCH, 및/또는 PDSCH를 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 PUCCH DM-RS 및/또는 PUSCH DM-RS를 수신하도록 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 본 발명에 따른 시드 값을 이용하여 PUCCH DM-RS 및/또는 PUSCH DM-RS를 검출할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 CRS, DL DM-RS, PDCCH, EPDCCH, 및/또는 PDSCH를 수신하도록 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. UE 프로세서는 본 발명에 따른 시드 값을 이용하여 CRS 및/또는 DL DM-RS를 검출할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 본 발명에 따른 시드 값을 이용하여 PDCCH, EPDCCH 및/또는 PDSCH를 디스크램블링할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 본 발명에 따른 시드 값을 이용하여 PUCCH DM-RS 및/또는 PUSCH DM-RS를 생성할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 PUCCH DM-RS 및/또는 PUSCH DM-RS를 전송하도록 UE RF 유닛을 제어할 수 있다.
- [261] eNB 프로세서는 본 발명에 따라 디폴트 탐색 공간을 설정할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 본 발명에 따라 디폴트 탐색 공간의 설정 정보를 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 본 발명에 따라 설정된 디폴트 탐색 공간에서 제어 채널을 전송하도록 상기 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 본 발명에 따라 디폴트 CSI 측정용 신호 및/또는 자원을 설정할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 RAR로 상기 디폴트 CSI 측정용 신호 및/또는 자원에 대한 설정 정보를 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 DCI 혹은 상기 RAR을 통해 CSI 요청을 전송하도록 상기 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 상기 CSI 요청에 대응한 CSI를 수신하도록 상기 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. UE 프로세서는 본 발명에 따라 설정된 디폴트 탐색 공간에 설정 정보를 수신하도록 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 본 발명에 따라 디폴트 탐색 공간의 설정 정보를 바탕으로, 상기 디폴트 탐색 공간에서 제어 채널의 검출 시도할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 본 발명에 따라 디폴트 CSI 측정용 신호 및/또는 자원에 대한 설정 정보를 수신할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 RAR에서 상기 디폴트 CSI 측정용 신호 및/또는 자원에 대한 설정 정보를 수신하도록 상기 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 DCI 혹은 상기 RAR을 통해 CSI

요청을 수신하도록 상기 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 상기 디폴트 CSI 측정용 신호 및/또는 자원에 대한 설정 정보를 바탕으로 CSI를 유추할 수 있다. 상기 UE RF 유닛을 제어하여 상기 CSI를 보고할 수 있다.

- [262] 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

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

## 청구범위

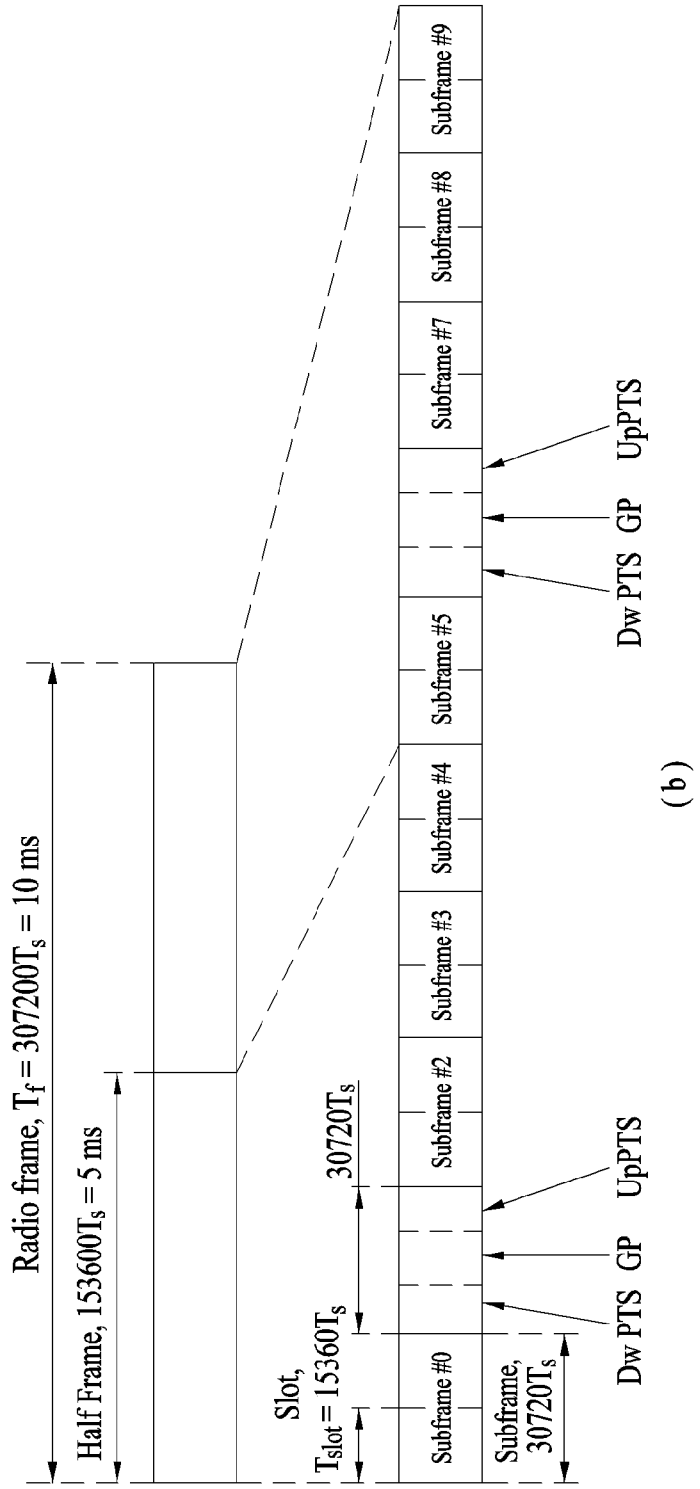
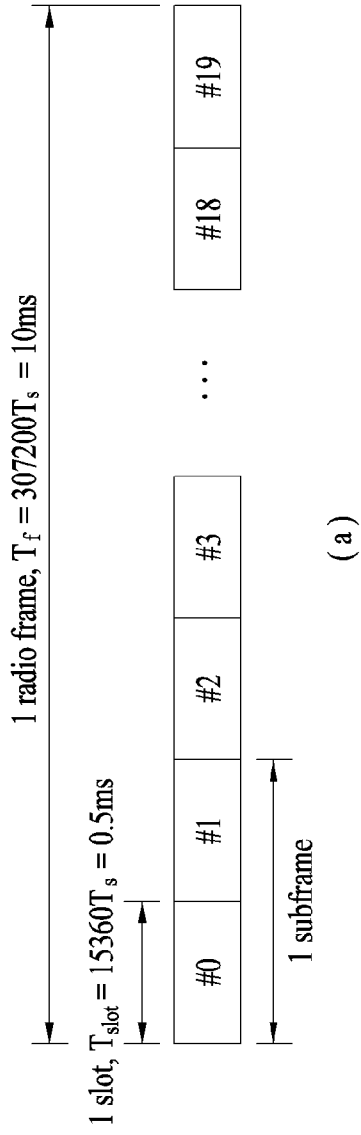
- [청구항 1] 무선 통신 시스템에서 사용자기기가 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 전송함에 있어서,  
 임의 접속 프리앰블을 전송;  
 상기 임의 접속 프리앰블에 대한 응답으로 임의 접속 응답을 수신; 및  
 CSI 보고를 수행하는 것을 포함하며,  
 상기 임의 접속 응답은 CSI 측정 설정 정보를 포함하고,  
 상기 CSI 보고는 상기 CSI 측정 설정 정보를 바탕으로 수행되는,  
 채널 상태 정보 전송 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,  
 채널 상태 정보 참조 신호(channel state information reference signal, CSI-RS), 동기 신호, 물리 방송 채널의 수신을 위한 복조 참조 신호, 시스템 정보의 수신을 위한 복조 참조 신호, 혹은 시스템 정보의 수신 품질을 기반으로 CSI를 계산하는 것을 포함하고,  
 상기 CSI 보고는 상기 계산된 CSI를 포함하는,  
 채널 상태 정보 전송 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,  
 상기 CSI 측정 설정 정보는 상기 CSI 보고를 위한 CSI-RS 설정 정보를 포함하는,  
 채널 상태 정보 전송 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,  
 CSI 요청을 포함하는 하향링크 제어 정보를 수신하는 것을 더 포함하고,  
 상기 CSI 보고는 상기 CSI 요청에 대응하여 수행되는,  
 채널 상태 정보 전송 방법.
- [청구항 5] 무선 통신 시스템에서 사용자기기가 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 전송함에 있어서,  
 무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛, 및  
 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는:  
 임의 접속 프리앰블을 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어;  
 상기 임의 접속 프리앰블에 대한 응답으로 임의 접속 응답을 수신하도록  
 상기 RF 유닛을 제어; 및  
 CSI 보고를 수행하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되고,  
 상기 임의 접속 응답은 CSI 측정 설정 정보를 포함하고,  
 상기 CSI 보고는 상기 CSI 측정 설정 정보를 바탕으로 수행되는,  
 사용자기기.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,

상기 프로세서는 채널 상태 정보 참조 신호(channel state information reference signal, CSI-RS), 동기 신호, 물리 방송 채널의 수신을 위한 복조 참조 신호, 시스템 정보의 수신을 위한 복조 참조 신호, 혹은 시스템 정보의 수신 품질을 기반으로 CSI를 계산하도록 구성되고, 상기 CSI 보고는 상기 계산된 CSI를 포함하는, 사용자기기.

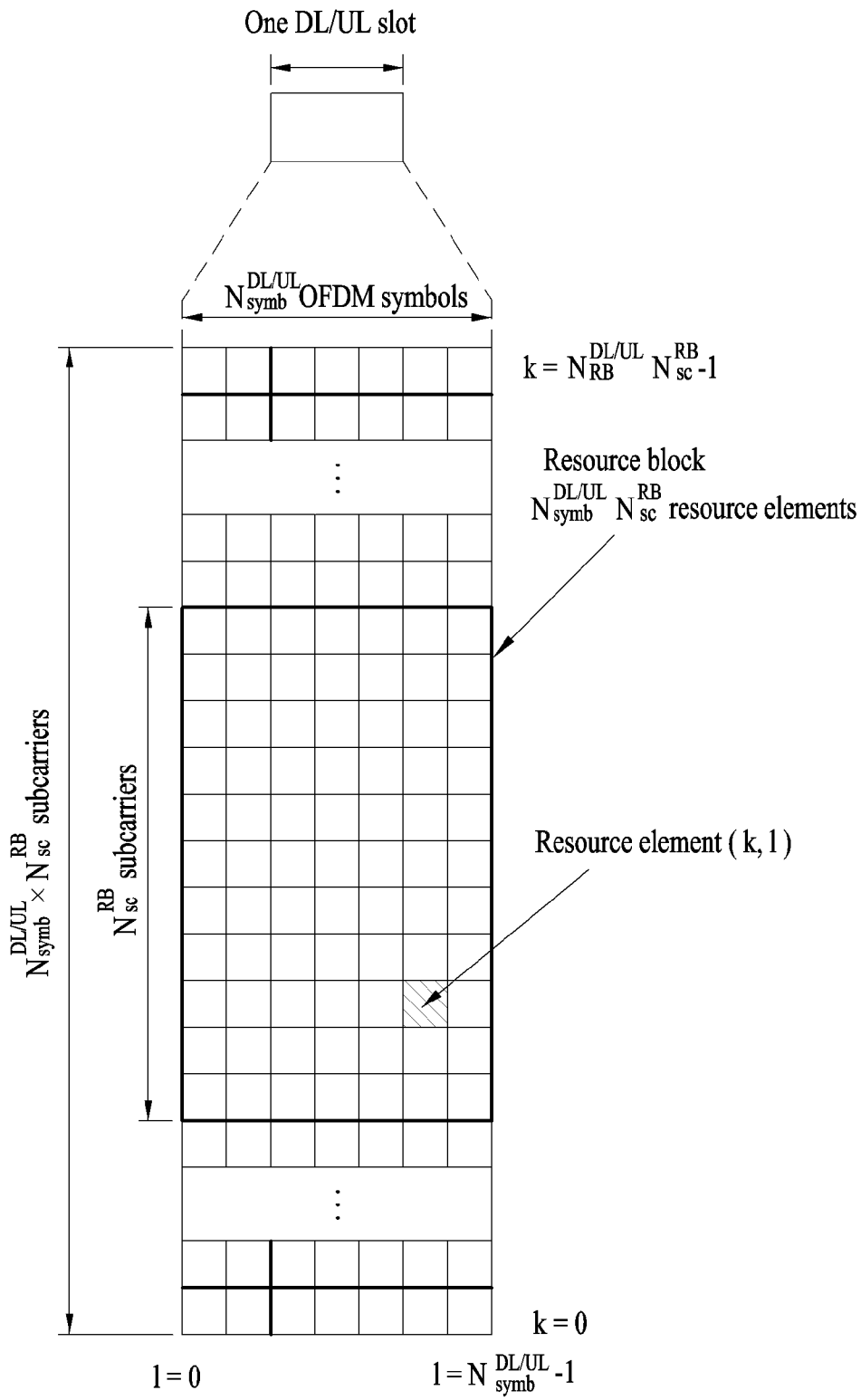
- [청구항 7] 제5항에 있어서,  
상기 CSI 측정 설정 정보는 상기 CSI 보고를 위한 CSI-RS 설정 정보를 포함하는,  
사용자기기.
- [청구항 8] 제5항에 있어서,  
상기 프로세서는 CSI 요청을 포함하는 하향링크 제어 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되고,  
상기 CSI 보고는 상기 CSI 요청에 대응하여 수행되는,  
사용자기기.
- [청구항 9] 무선 통신 시스템에서 기지국이 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 수신함에 있어서,  
사용자기기로부터 임의 접속 프리앰블을 수신;  
상기 임의 접속 프리앰블에 대한 응답으로 임의 접속 응답을 상기 사용자기기에게 전송; 및  
상기 사용자기기로부터 CSI 보고를 수신하는 것을 포함하며,  
상기 임의 접속 응답은 CSI 측정 설정 정보를 포함하고,  
상기 CSI 보고는 상기 CSI 측정 설정 정보와 연관된,  
채널 상태 정보 수신 방법.
- [청구항 10] 무선 통신 시스템에서 기지국이 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 수신함에 있어서,  
무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛, 및  
상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는:  
사용자기기로부터 임의 접속 프리앰블을 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어;  
상기 임의 접속 프리앰블에 대한 응답으로 임의 접속 응답을 상기 사용자기기에게 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어; 및  
상기 사용자기기로부터 CSI 보고를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되며,  
상기 임의 접속 응답은 CSI 측정 설정 정보를 포함하고,  
상기 CSI 보고는 상기 CSI 측정 설정 정보와 연관된,  
기지국.



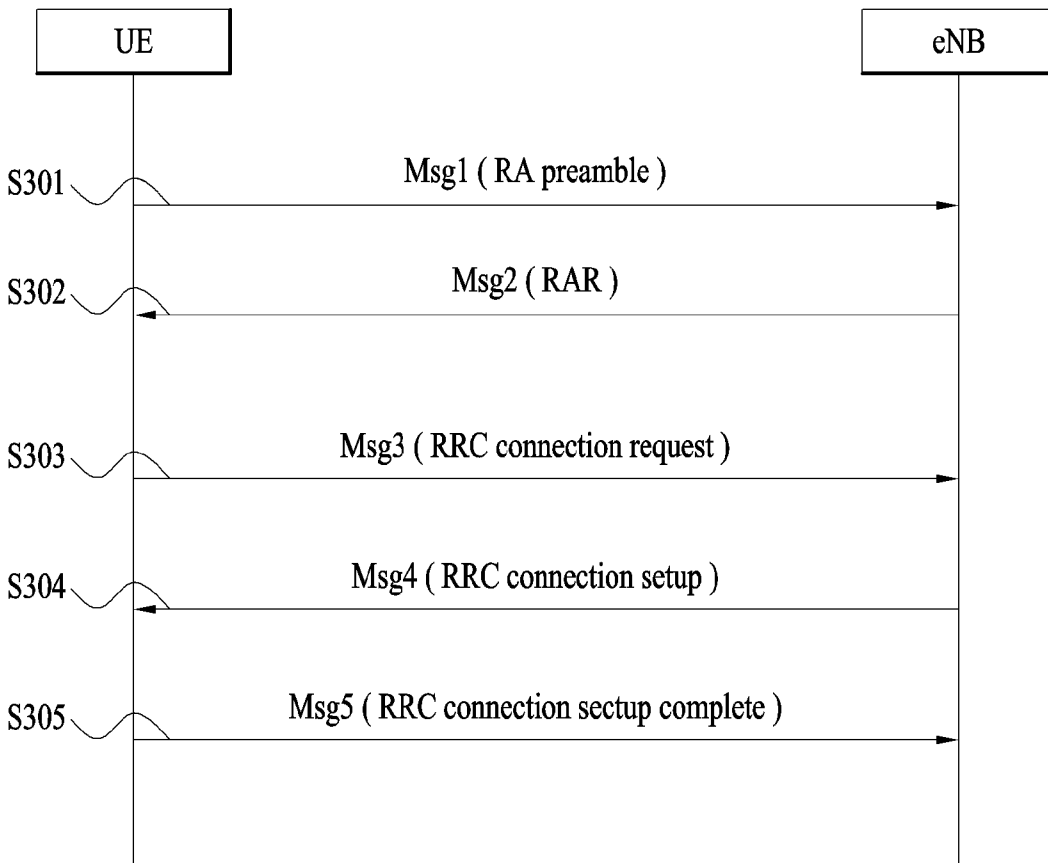
[Fig 1]



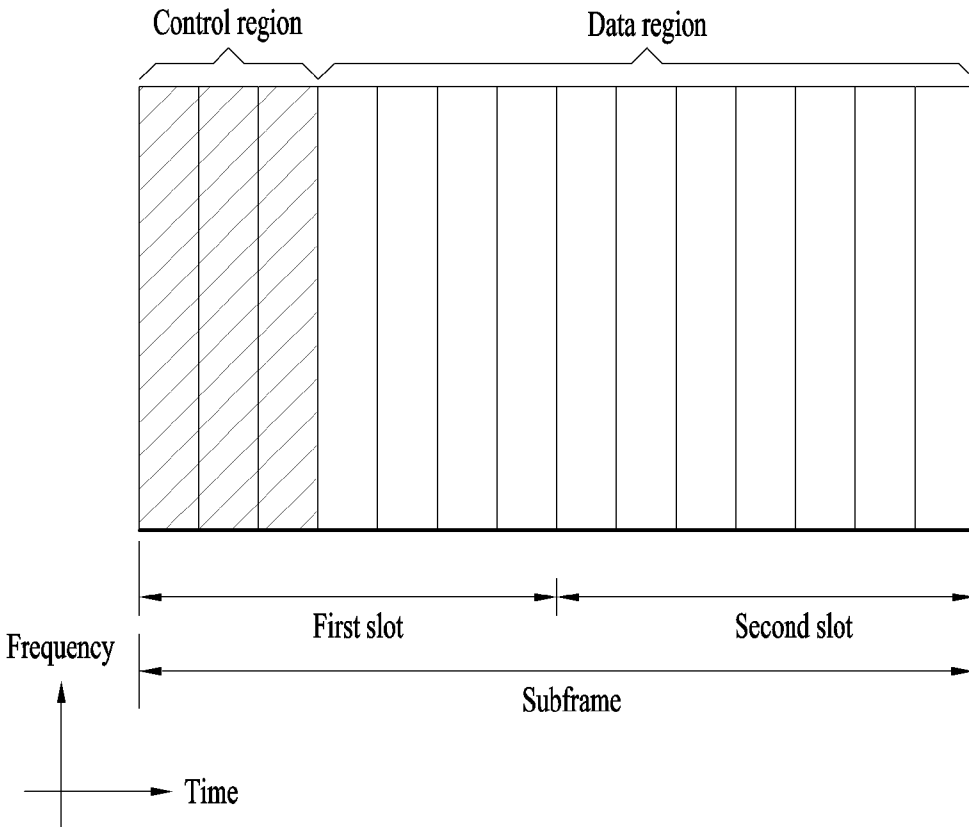
[도2]



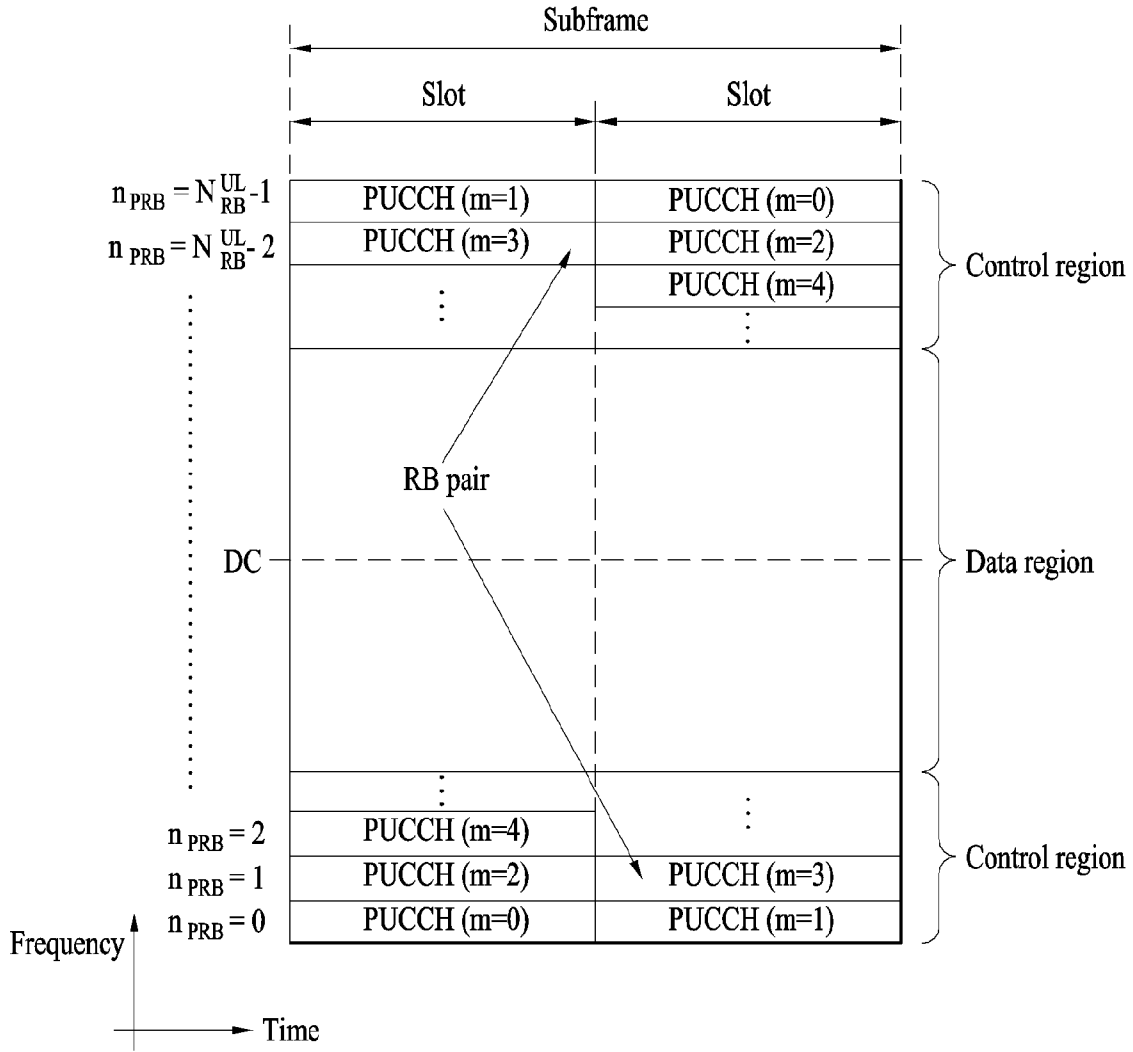
[도3]



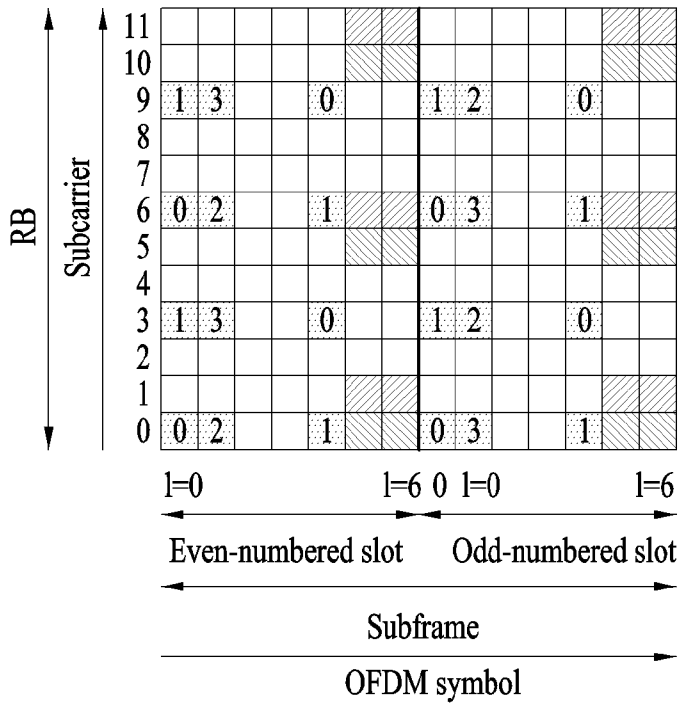
[도4]






[도5]

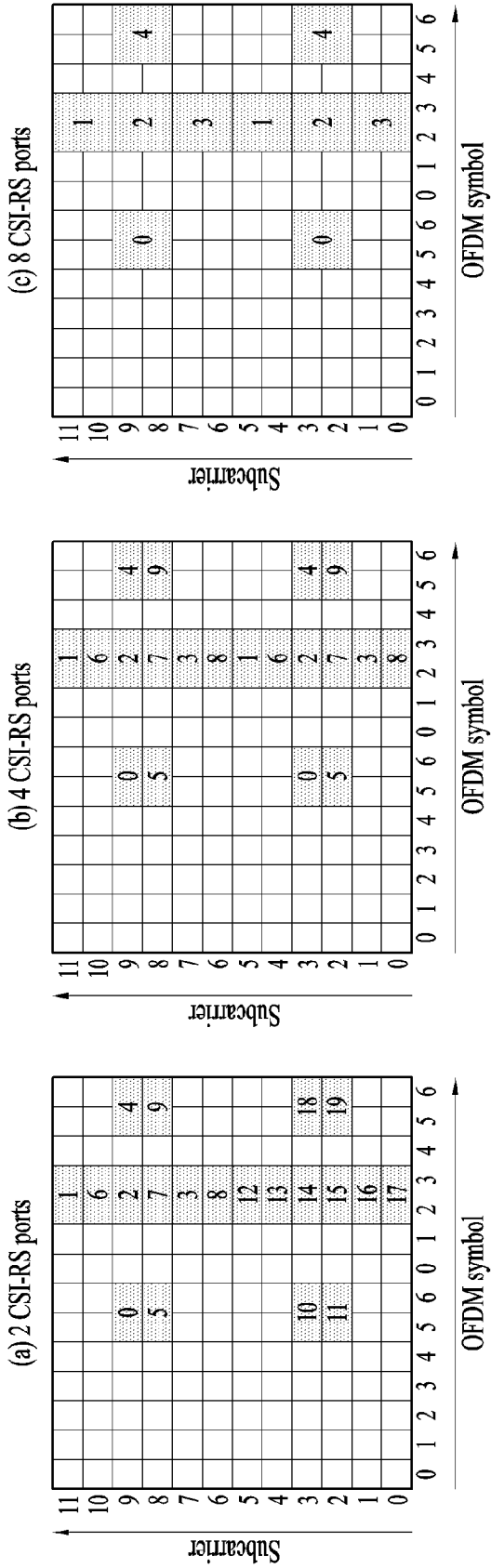


[도6]



-  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  $p \in 9,10,12,14$ )

[도 7]

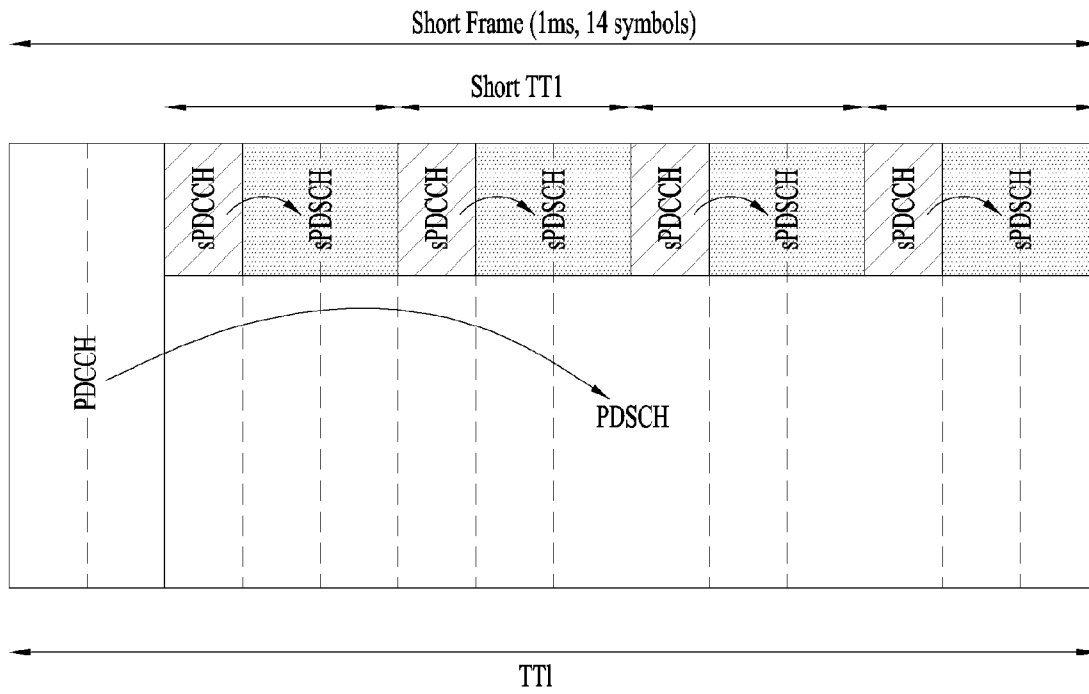


**i** : CSI-RS configuration i available for 2 CSI-RS ports

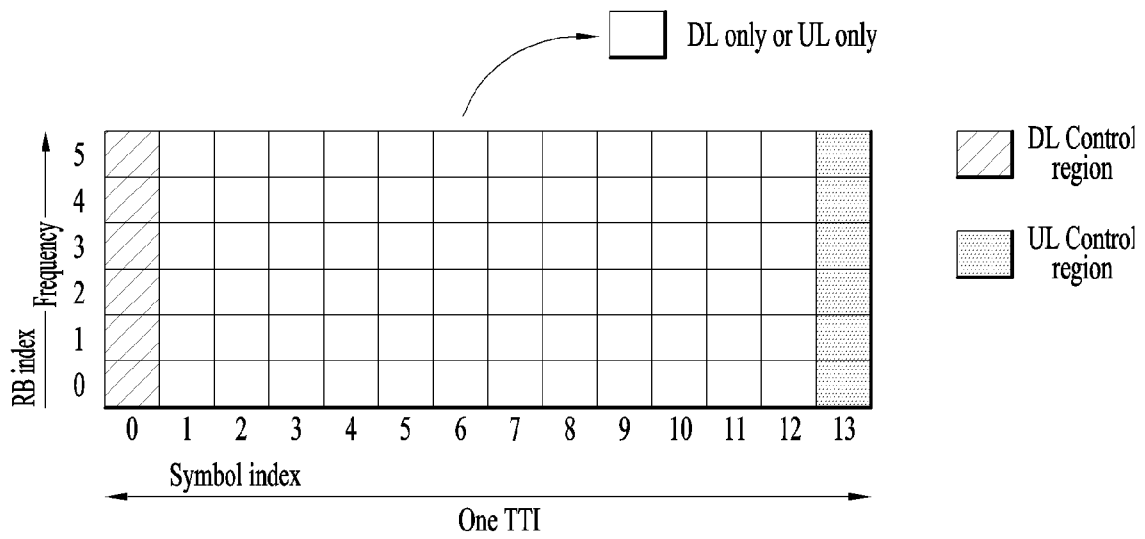
**i** : CSI-RS configuration i available for 8 CSI-RS ports

**i** : CSI-RS configuration i available for 8 CSI-RS ports

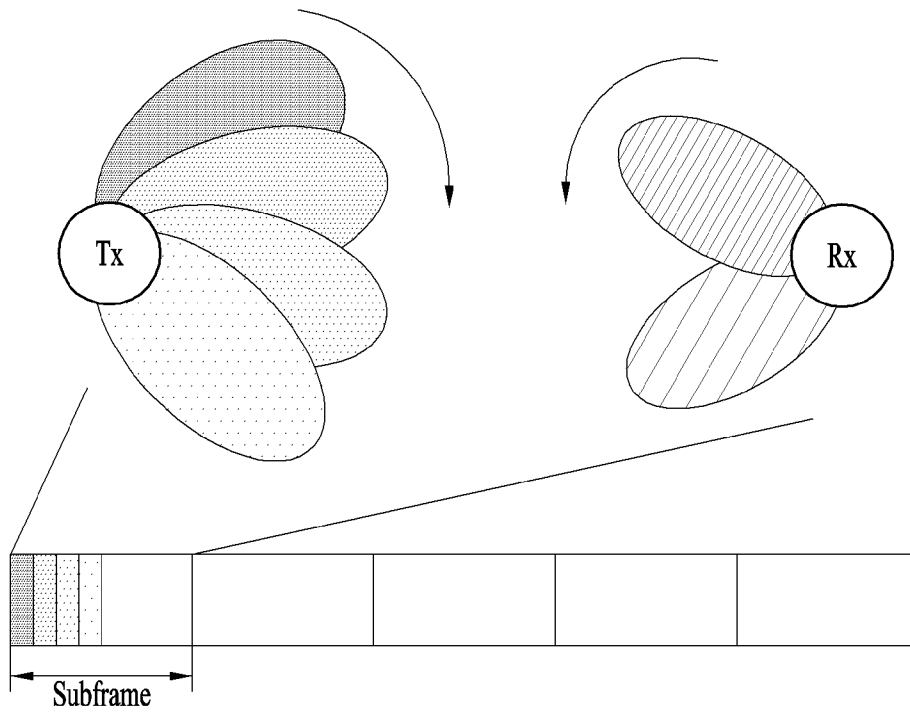
[도8]



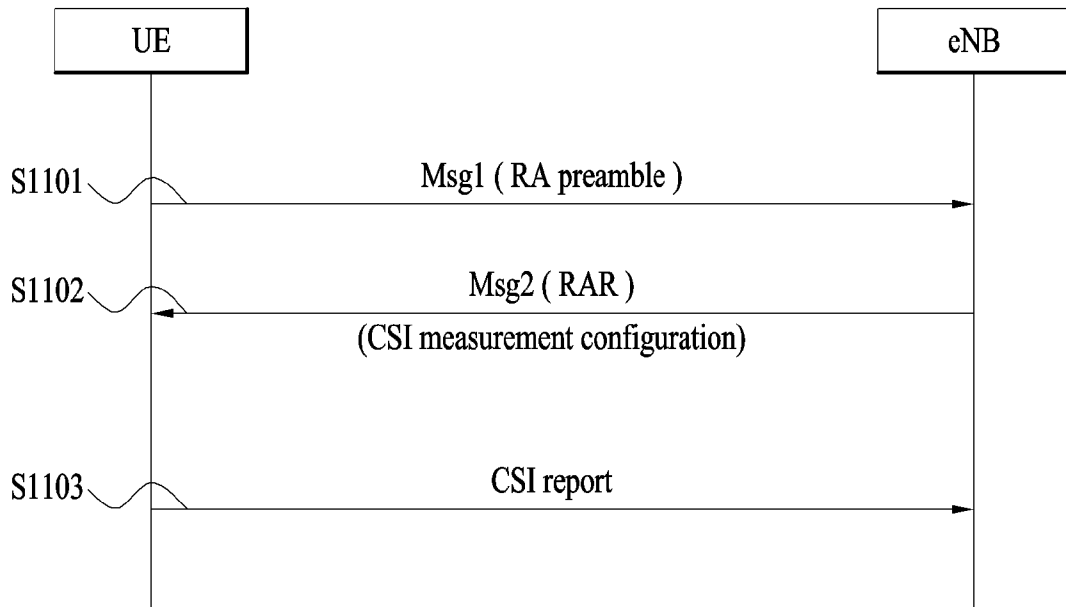
[도9]



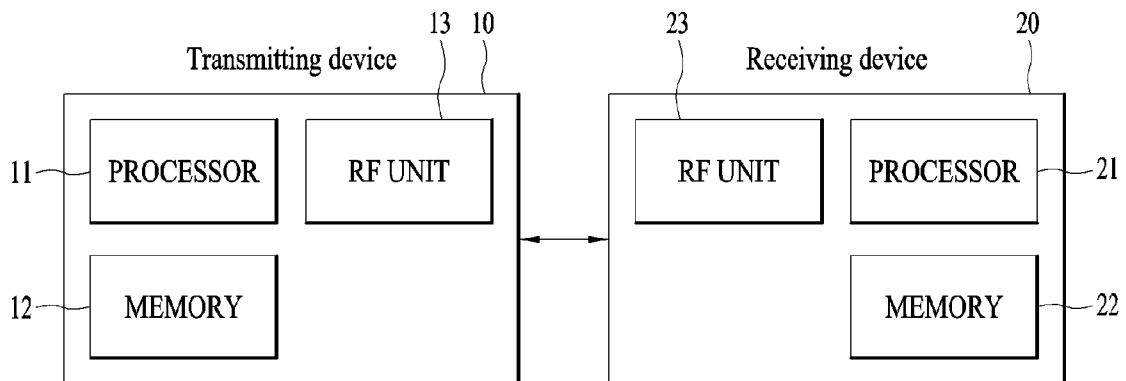
[도 10]



[도 11]



[도 12]





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/008561

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*H04L 1/06(2006.01)i, H04L 5/00(2006.01)i*

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L 1/06; H04L 5/00; H04B 7/06; H04W 48/08; H04B 7/02; H04W 72/04; H04W 72/08; H04W 48/20

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) &amp; Keywords: channel state information, random access response, CSI measurement configured information, CSI report, CSI-RS configuration information

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2016-0050648 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 18 February 2016 See paragraphs [0047], [0094] and figure 8.	1-10
Y	ZTE, "Further Considerations on CSI Feedback for MTC Enhancement", R1-156667, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #83, Anaheim, US, 07 November 2015 See section 2.2.	1-10
Y	WO 2016-114868 A1 (INTEL CORPORATION) 21 July 2016 See paragraph [0015], claim 6 and figures 4-5.	2-3,6-7
A	US 2016-0227548 A1 (MOTOROLA MOBILITY LLC) 04 August 2016 See paragraphs [0022]-[0066] and figures 2-6.	1-10
A	WO 2016-089146 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 09 June 2016 See paragraphs [0481]-[0507] and figure 17.	1-10



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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 NOVEMBER 2017 (16.11.2017)

Date of mailing of the international search report

16 NOVEMBER 2017 (16.11.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office  
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,  
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/KR2017/008561**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2016-0050648 A1	18/02/2016	CN 105122669 A	02/12/2015
		CN 105122680 A	02/12/2015
		GB 201517834 D0	25/11/2015
		GB 2527246 A	16/12/2015
		GB 2527255 A	16/12/2015
		KR 10-2016-0011182 A	29/01/2016
		US 2016-0056877 A1	25/02/2016
		WO 2014-171739 A1	23/10/2014
		WO 2014-171742 A1	23/10/2014
		WO 2016-114868 A1	21/07/2016
US 2016-0227548 A1	04/08/2016	KR 10-2017-0102292 A	08/09/2017
		US 2016-0227519 A1	04/08/2016
		US 2017-0149484 A1	25/05/2017
		US 9743392 B2	22/08/2017
		WO 2016-122852 A1	04/08/2016
		WO 2016-160126 A1	06/10/2016
WO 2016-089146 A1	09/06/2016	NONE	

<b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b> H04L 1/06(2006.01)i, H04L 5/00(2006.01)j		
<b>B. 조사된 분야</b> 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H04L 1/06; H04L 5/00; H04B 7/06; H04W 48/08; H04B 7/02; H04W 72/04; H04W 72/08; H04W 48/20 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: 채널 상대 정보, 임의 접속 응답, CSI 측정 설정 정보, CSI 보고, CSI-RS 설정 정보		
<b>C. 관련 문헌</b>		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	US 2016-0050648 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 2016.02.18 단락 [0047], [0094] 및 도면 8 참조.	1-10
Y	ZTE, 'Further considerations on CSI feedback for MTC enhancement', R1-156667, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #83, Anaheim, US, 2015.11.07 섹션 2.2 참조.	1-10
Y	WO 2016-114868 A1 (INTEL CORPORATION) 2016.07.21 단락 [0015], 청구항 6 및 도면 4-5 참조.	2-3, 6-7
A	US 2016-0227548 A1 (MOTOROLA MOBILITY LLC) 2016.08.04 단락 [0022]-[0066] 및 도면 2-6 참조.	1-10
A	WO 2016-089146 A1 (엘지전자(주)) 2016.06.09 단락 [0481]-[0507] 및 도면 17 참조.	1-10
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 "T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2017년 11월 16일 (16.11.2017)	국제조사보고서 발송일 2017년 11월 16일 (16.11.2017)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 김성우 전화번호 +82-42-481-3348	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2016-0050648 A1	2016/02/18	CN 105122669 A CN 105122680 A GB 201517834 D0 GB 2527246 A GB 2527255 A KR 10-2016-0011182 A US 2016-0056877 A1 WO 2014-171739 A1 WO 2014-171742 A1	2015/12/02 2015/12/02 2015/11/25 2015/12/16 2015/12/16 2016/01/29 2016/02/25 2014/10/23 2014/10/23
WO 2016-114868 A1	2016/07/21	US 2016-0212733 A1	2016/07/21
US 2016-0227548 A1	2016/08/04	KR 10-2017-0102292 A US 2016-0227519 A1 US 2017-0149484 A1 US 9743392 B2 WO 2016-122852 A1 WO 2016-160126 A1	2017/09/08 2016/08/04 2017/05/25 2017/08/22 2016/08/04 2016/10/06
WO 2016-089146 A1	2016/06/09	없음	