

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 3월 3일 (03.03.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/032202 A2

- (51) 국제특허분류:
H04J 11/00 (2006.01) H04W 56/00 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/008864
- (22) 국제출원일: 2015년 8월 25일 (25.08.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
62/042,237 2014년 8월 26일 (26.08.2014) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 서인권 (SEO, Inkwon); 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).
- (74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 05556 서울시 송파구 올림픽로 82, 7층 KBK 특허법률사무소, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO,

AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

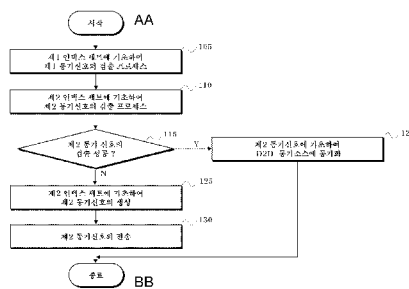
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

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

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING AND RECEIVING SYNCHRONIZATION SIGNAL IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM AND DEVICE FOR PERFORMING SAME

(54) 발명의 명칭 : 무선 통신 시스템에서 동기 신호를 송수신하는 방법 및 이를 수행하는 장치

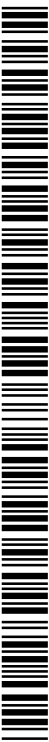


105 ... Process of detecting first synchronization signal on basis of first index set
 110 ... Process of detecting second synchronization signal on basis of second index set
 115 ... Second synchronization signal detection succeeded?
 120 ... Synchronize with D2D synchronization source on basis of second synchronization signal
 125 ... Generate second synchronization signal on basis of second index set
 130 ... Transmit second synchronization signal
 AA ... Start
 BB ... End

(57) Abstract: A method for a device to device (D2D) communication-supporting user equipment detecting a synchronization signal, according to one embodiment of the present invention, comprises the steps of: on the basis of a first index set having a plurality of root indexes on a Zadoff-Chu sequence, detecting a first synchronization signal transmitted by a network; and, on the basis of a second index set having a plurality of root indexes that are different from the first index set, detecting a second synchronization signal transmitted by a D2D synchronization source, wherein the total number of the root indexes of the second index set is configured to be the total number of the root indexes of the first index set - 1.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



WO 2016/032202 A2

본 발명의 일 실시예에 따라서 D2D(device to device) 통신을 지원하는 단말이 동기 신호를 검출하는 방법은, 자도프-츄(Zadoff-Chu) 시퀀스에 대한 다수의 루트 인덱스(root index)들을 갖는 제 1 인덱스 세트에 기초하여 네트워크가 전송하는 제 1 동기 신호의 검출을 수행하는 단계; 및 상기 제 1 인덱스 세트와 상이한 다수의 루트 인덱스들을 갖는 제 2 인덱스 세트에 기초하여 D2D 동기 소스(synchronization source)가 전송하는 제 2 동기 신호의 검출을 수행하는 단계를 포함하되, 상기 제 2 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는, 상기 제 1 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수 - 1로 설정된다.

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 동기 신호를 송수신하는 방법 및 이를 수행하는 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 D2D 통신을 지원하는 단말이 동기 신호를 수신 또는 송신하는 방법에 대한 것이다.

배경기술

- [2] 무선 통신 시스템이 음성이나 데이터 등과 같은 다양한 종류의 통신 서비스를 제공하기 위해 광범위하게 전개되고 있다. 일반적으로 무선 통신 시스템은 가용한 시스템 자원(대역폭, 전송 파워 등)을 공유하여 다중 사용자와의 통신을 지원할 수 있는 다중 접속(multiple access) 시스템이다. 다중 접속 시스템의 예들로는 CDMA(code division multiple access) 시스템, FDMA(frequency division multiple access) 시스템, TDMA(time division multiple access) 시스템, OFDMA(orthogonal frequency division multiple access) 시스템, SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 시스템, MC-FDMA(multi carrier frequency division multiple access) 시스템 등이 있다.
- [3] 장치 대 장치(Device-to-Device; D2D) 통신이란 단말(User Equipment; 단말)들 간에 직접적인 링크를 설정하여, 기지국(evolved NodeB; eNB)을 거치지 않고 단말 간에 음성, 데이터 등을 직접 주고 받는 통신 방식을 말한다. D2D 통신은 단말-대-단말(단말-to-단말) 통신, 피어-대-피어(Peer-to-Peer) 통신 등의 방식을 포함할 수 있다. 또한, D2D 통신 방식은 M2M(Machine-to-Machine) 통신, MTC(Machine Type Communication) 등에 응용될 수 있다.
- [4] D2D 통신은 급속도로 증가하는 데이터 트래픽에 따른 기지국의 부담을 해결할 수 있는 하나의 방안으로서 고려되고 있다. 예를 들어, D2D 통신에 의하면 기존의 무선 통신 시스템과 달리 기지국을 거치지 않고 장치 간에 데이터를 주고 받기 때문에 네트워크의 과부하를 줄일 수 있게 된다. 또한, D2D 통신을 도입함으로써, 기지국의 절차 감소, D2D에 참여하는 장치들의 소비 전력 감소, 데이터 전송 속도 증가, 네트워크의 수용 능력 증가, 부하 분산, 셀 커버리지 확대 등의 효과를 기대할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 D2D 통신을 지원하는 단말이 D2D 동기 신호를 송수신함으로써 D2D 동기화를 수행하는 방법을 제공하는데 있다.
- [6] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수

있을 것이다.

과제 해결 수단

- [7] 상술된 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 D2D(device to device) 통신을 지원하는 단말이 동기 신호를 검출하는 방법은, 자도프-츄(Zadoff-Chu) 시퀀스에 대한 다수의 루트 인덱스(root index)들을 갖는 제1 인덱스 세트에 기초하여 네트워크가 전송하는 제1 동기 신호의 검출을 수행하는 단계; 및 상기 제1 인덱스 세트와 상이한 다수의 루트 인덱스들을 갖는 제2 인덱스 세트에 기초하여 D2D 동기 소스(synchronization source)가 전송하는 제2 동기 신호의 검출을 수행하는 단계를 포함하되, 상기 제2 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는, 상기 제1 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수 - 1로 설정된다.
- [8] 바람직하게는, 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 제1 루트 인덱스는 상기 D2D 동기 소스가 상기 네트워크의 커버리지 밖에 위치함을 지시하고, 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 제2 루트 인덱스는 상기 D2D 동기 소스가 상기 네트워크의 커버리지 내에 위치함을 지시할 수 있다.
- [9] 바람직하게는, 상기 제1 동기 신호는 하향링크 자원에 맵핑된 PSS(primary synchronization signal)를 포함하고, 상기 제2 동기 신호는 상향링크 자원에 맵핑된 PD2DSS(primary D2D synchronization signal)를 포함할 수 있다.
- [10] 바람직하게는, 상기 제1 동기 신호는 OFDMA (orthogonal frequency division multiple access) 방식으로 전송되고, 상기 제2 동기 신호는 SC-FDMA(single carrier-frequency division multiple access) 방식으로 전송될 수 있다.
- [11] 바람직하게는, 상기 제1 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는 3이고, 상기 제2 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는 2로 설정될 수 있다.
- [12] 바람직하게는, 상기 제1 인덱스 세트는 루트 인덱스들 '25', '29' 및 '34'를 포함하고, 상기 제2 인덱스 세트는 루트 인덱스들 '26' 및 '37'을 포함할 수 있다.
- [13] 바람직하게는, 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 제1 루트 인덱스와 제2 루트 인덱스의 합이 상기 자도프-츄 시퀀스의 길이에 대응하도록 설정될 수 있다.
- [14] 바람직하게는, 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 다수의 루트 인덱스들 중 적어도 하나는 상기 제1 인덱스 세트에 포함된 다수의 루트 인덱스들 중 적어도 하나와 루트 대칭 속성(root symmetric property)을 갖는 값으로 설정될 수 있다.
- [15] 바람직하게는, 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 다수의 루트 인덱스들 중 상기 제1 인덱스 세트에 포함된 소정의 루트 인덱스와의 합이 '63'이 되는 제1 루트 인덱스는 상기 네트워크의 커버리지 내에서 사용되고, 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 다수의 루트 인덱스들 중 상기 제1 인덱스 세트에 포함된 상기 소정의 루트 인덱스와의 합이 '63'이 아닌 제2 루트 인덱스는 상기 네트워크의 커버리지 밖에서 사용될 수 있다.
- [16] 바람직하게는, 상기 제2 동기 신호의 검출은 상기 제1 동기 신호의 검출이

- 실패하는 경우에 수행될 수 있다.
- [17] 바람직하게는, 상기 방법은, 상기 제1 동기 신호의 검출 및 상기 제2 동기 신호의 검출이 모두 실패하는 경우, 상기 제2 인덱스 세트에 기초하여 상기 제2 동기 신호를 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [18] 상술된 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 다른 일 측면에 따른 D2D(device to device) 통신을 지원하는 단말이 D2D 동기 신호를 전송하는 방법은, 자도프-츄(Zadoff-Chu) 시퀀스에 대한 다수의 루트 인덱스(root index)들을 갖는 제1 인덱스 세트에 기초하여 네트워크가 전송하는 제1 동기 신호의 검출을 수행하는 단계; 상기 제1 인덱스 세트와 상이한 다수의 루트 인덱스들을 갖는 제2 인덱스 세트에 기초하여 제2 동기 신호를 생성하는 단계; 및 상기 생성된 제2 동기 신호를 전송하는 단계를 포함하되, 상기 제2 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는, 상기 제1 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수 - 1로 설정된다.
- [19] 바람직하게는, 상기 제2 동기 신호를 생성하는 단계는, 상기 단말이 상기 네트워크의 커버리지 밖에 위치하는 경우 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 제1 루트 인덱스를 이용하여 상기 제2 동기 신호를 생성하고, 상기 단말이 상기 네트워크의 커버리지 내에 위치하는 경우 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 제2 루트 인덱스를 이용하여 상기 제2 동기 신호를 생성하는 것일 수 있다.
- [20] 상술된 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 또 다른 일 측면에 따른 D2D(device to device) 통신을 지원하는 단말은, RF(radio frequency) 신호를 수신하는 수신기; 및 상기 수신기를 제어하는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는, 자도프-츄(Zadoff-Chu) 시퀀스에 대한 다수의 루트 인덱스(root index)들을 갖는 제1 인덱스 세트에 기초하여 네트워크가 전송하는 제1 동기 신호의 검출을 수행하고, 상기 제1 인덱스 세트와 상이한 다수의 루트 인덱스들을 갖는 제2 인덱스 세트에 기초하여 D2D 동기 소스(synchronization source)가 전송하는 제2 동기 신호의 검출을 수행하고, 상기 제2 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는, 상기 제1 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수 - 1로 설정된다.
- [21] 상술된 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 또 다른 일 측면에 따른 D2D(device to device) 통신을 지원하는 단말은, 자도프-츄(Zadoff-Chu) 시퀀스에 대한 다수의 루트 인덱스(root index)들을 갖는 제1 인덱스 세트에 기초하여 네트워크가 전송하는 제1 동기 신호의 검출을 수행하고, 상기 제1 인덱스 세트와 상이한 다수의 루트 인덱스들을 갖는 제2 인덱스 세트에 기초하여 제2 동기 신호를 생성하는 프로세서; 및 상기 생성된 제2 동기 신호를 전송하는 송신기를 포함하되, 상기 제2 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는, 상기 제1 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수 - 1로 설정된다.

발명의 효과

- [22] 본 발명의 일 실시예에 따르면 PSS의 루트 인덱스들과 상이하게 정의된 D2D 동기 신호의 루트 인덱스를 통해서 인-커버리지 소스와 아웃-커버리지 소스가 구별됨에 따라서 D2D 통신을 지원하는 단말이 D2D 동기화를 효율적으로 수행할 수 있다.
- [23] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [24] 본 명세서에 첨부되는 도면은 본 발명에 대한 이해를 제공하기 위한 것으로서 본 발명의 다양한 실시형태들을 나타내고 명세서의 기재와 함께 본 발명의 원리를 설명하기 위한 것이다.
- [25] 도 1은 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- [26] 도 2는 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다.
- [27] 도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- [28] 도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- [29] 도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.
- [30] 도 6은 3GPP 시스템의 PSS 및 SSS를 나타내는 도면이다.
- [31] 도 7은 3GPP 시스템의 PBCH를 나타내는 도면이다.
- [32] 도 8은 3GPP 시스템의 초기접속 절차 및 신호 송수신 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [33] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D 통신을 설명하기 위한 도면이다.
- [34] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 신호의 송수신 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [35] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신 장치의 구성을 도시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [36] 이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다.
- [37] 본 명세서에서 본 발명의 실시예들을 기지국과 단말 간의 데이터 송신 및 수신 관계를 중심으로 설명한다. 여기서, 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미를 갖는다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는

- 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.
- [38] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. '기지국(BS: Base Station)'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(AP: Access Point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 중계기는 Relay Node(RN), Relay Station(RS) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(Terminal)'은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station), SS(Subscriber Station) 등의 용어로 대체될 수 있다. 또한, 이하의 설명에서 기지국이라 함은 스케줄링 수행 노드, 클러스터 헤더(cluster header) 등을 장치를 지칭하는 의미로써도 사용될 수 있다. 만약 기지국이나 릴레이도 단말이 전송하는 신호를 전송한다면, 일종의 단말로 간주할 수 있다.
- [39] 이하에서 기술되는 셀의 명칭은 기지국(base station, eNB), 섹터(sector), 리모트라디오헤드(remote radio head, RRH), 릴레이(relay)등의 송수신 포인트에 적용되며, 또한 특정 송수신 포인트에서 구성 반송파(component carrier)를 구분하기 위한 포괄적인 용어로 사용되는 것일 수 있다.
- [40] 이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [41] 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.
- [42] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802 시스템, 3GPP 시스템, 3GPP LTE 및 LTE-A(LTE-Advanced)시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.
- [43] 이하의 기술은 CDMA(Code Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA)

등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다. WiMAX는 IEEE 802.16e 규격(WirelessMAN-OFDMA Reference System) 및 발전된 IEEE 802.16m 규격(WirelessMAN-OFDMA Advanced system)에 의하여 설명될 수 있다. 명확성을 위하여 이하에서는 3GPP LTE 및 3GPP LTE-A 시스템을 위주로 설명하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.

[44] **LTE/LTE-A 자원 구조/채널**

[45] 도 1을 참조하여 무선 프레임의 구조에 대하여 설명한다.

[46] 셀룰라 OFDM 무선 패킷 통신 시스템에서, 상/하향링크 데이터 패킷 전송은 서브프레임(subframe) 단위로 이루어지며, 한 서브프레임은 다수의 OFDM 심볼을 포함하는 일정 시간 구간으로 정의된다. 3GPP LTE 표준에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조와 TDD(Time Division Duplex)에 적용 가능한 타입 2의 무선 프레임 구조를 지원한다.

[47] 도 1(a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하향링크 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 하고, 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(Resource Block; RB)을 포함한다. 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서는 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로, OFDM 심볼이 하나의 심볼 구간을 나타낸다. OFDM 심볼은 또한 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간으로 칭하여질 수도 있다. 자원 블록(Resource Block; RB)은 자원 할당 단위이고, 하나의 블록에서 복수개의 연속적인 부반송파(subcarrier)를 포함할 수 있다.

[48] 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 CP(Cyclic Prefix)의 구성(configuration)에 따라 달라질 수 있다. CP에는 확장된 CP(extended CP)와 일반 CP(normal CP)가 있다. 예를 들어, OFDM 심볼이 일반 CP에 의해 구성된 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 7개일 수 있다. OFDM 심볼이 확장된 CP에 의해 구성된 경우, 한 OFDM 심볼의 길이가 늘어나므로, 한 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 일반 CP인 경우보다 적다. 확장된 CP의 경우에, 예를 들어, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 6개일 수 있다. 단말이 빠른 속도로 이동하는 등의 경우와 같이 채널상태가 불안정한 경우, 심볼간 간섭을 더욱 줄이기 위해 확장된 CP가 사용될 수 있다.

- [49] 일반 CP가 사용되는 경우 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하므로, 하나의 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼을 포함한다. 이때, 각 서브프레임의 처음 2개 또는 3개의 OFDM 심볼은 PDCCH(physical downlink control channel)에 할당되고, 나머지 OFDM 심볼은 PDSCH(physical downlink shared channel)에 할당될 수 있다.
- [50] 도 1(b)는 타입 2 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 타입 2 무선 프레임은 2개의 해프 프레임 (half frame)으로 구성되며, 각 해프 프레임은 5개의 서브프레임과 DwPTS (Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(Guard Period; GP), UpPTS (Uplink Pilot Time Slot)로 구성되며, 이 중 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다. DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다. 한편, 무선 프레임의 타입에 관계 없이 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다.
- [51] 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [52] 도 2는 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다. 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 7 개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원블록(RB)은 주파수 영역에서 12 개의 부반송파를 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 일반 CP(Cyclic Prefix)의 경우에는 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼을 포함하지만, 확장된 CP(extended-CP)의 경우에는 하나의 슬롯이 6 OFDM 심볼을 포함할 수 있다. 자원 그리드 상의 각각의 요소는 자원 요소(resource element)라 한다. 하나의 자원블록은 12×7 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록들의 개수(N_{DL})는 하향링크 전송 대역폭에 따른다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.
- [53] 도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하나의 서브프레임 내에서 첫 번째 슬롯의 앞 부분의 최대 3 개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 해당한다. 나머지 OFDM 심볼들은 물리하향링크공유채널(Physical Downlink Shared Channel; PDSCH)이 할당되는 데이터 영역에 해당한다. 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 하향링크 제어 채널들에는, 예를 들어, 물리제어포맷지시자채널(Physical Control Format Indicator Channel; PCFICH), 물리하향링크제어채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH), 물리HARQ지시자채널(Physical Hybrid automatic repeat request Indicator Channel; PHICH) 등이 있다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내의 제어 채널 전송에 사용되는 OFDM 심볼의

개수에 대한 정보를 포함한다. PHICH는 상향링크 전송의 응답으로서 HARQ ACK/NACK 신호를 포함한다. PDCCH를 통하여 전송되는 제어 정보를 하향링크제어정보(Downlink Control Information; DCI)라 한다. DCI는 상향링크 또는 하향링크 스케줄링 정보를 포함하거나 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송 전력 제어 명령을 포함한다. PDCCH는 하향링크공유채널(DL-SCH)의 자원 할당 및 전송 포맷, 상향링크공유채널(UL-SCH)의 자원 할당 정보, 페이징 채널(PCH)의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 임의접속응답(Random Access Response)과 같은 상위계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내의 개별 단말에 대한 전송 전력 제어 명령의 세트, 전송 전력 제어 정보, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 포함할 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있다. 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 이상의 연속하는 제어채널요소(Control Channel Element; CCE)의 조합(aggregation)으로 전송된다. CCE는 무선 채널의 상태에 기초한 코딩 레이트로 PDCCH를 제공하기 위해 사용되는 논리 할당 단위이다. CCE는 복수개의 자원 요소 그룹에 대응한다. PDCCH를 위해 필요한 CCE의 개수는 DCI의 크기와 코딩 레이트 등에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, PDCCH 전송에는 CCE 개수 1, 2, 4, 8(각각 PDCCH 포맷 0, 1, 2, 3에 대응)개 중 어느 하나가 사용될 수 있으며, DCI의 크기가 큰 경우 및/또는 채널 상태가 좋지 않아 낮은 코딩 레이트가 필요한 경우 상대적으로 많은 개수의 CCE가 하나의 PDCCH 전송을 위해 사용될 수 있다. 기지국은 단말에게 전송되는 DCI의 크기, 셀 대역폭, 하향링크 안테나 포트의 개수, PHICH 자원 양 등을 고려하여 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 순환잉여검사(Cyclic Redundancy Check; CRC)를 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 용도에 따라 무선 네트워크 임시 식별자(Radio Network Temporary Identifier; RNTI)라 하는 식별자로 마스킹된다. PDCCH가 특정 단말에 대한 것이라면, 단말의 cell-RNTI(C-RNTI) 식별자가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, PDCCH가 페이징 메시지에 대한 것이라면, 페이징 지시자 식별자(Paging Indicator Identifier; P-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(SIB))에 대한 것이라면, 시스템 정보 식별자 및 시스템 정보 RNTI(SI-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 임의 접속 프리앰블의 전송에 대한 응답인 임의접속응답을 나타내기 위해, 임의접속-RNTI(RA-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

- [54] 도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 분할될 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 포함하는 물리상향링크제어채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH)이 할당된다. 데이터 영역에는 사용자 데이터를 포함하는 물리상향링크공유채널(Physical Uplink Shared Channel; PUSCH)이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해서, 하나의 단말은 PUCCH와

PUSCH를 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)에 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 2 슬롯에 대하여 상이한 부반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍이 슬롯 경계에서 주파수-호핑(frequency-hopped)된다고 한다.

[55] **참조 신호 (Reference Signal; RS)**

[56] 무선 통신 시스템에서 패킷을 전송할 때, 전송되는 패킷은 무선 채널을 통해서 전송되기 때문에 전송과정에서 신호의 왜곡이 발생할 수 있다. 왜곡된 신호를 수신측에서 올바르게 수신하기 위해서는 채널 정보를 이용하여 수신 신호에서 왜곡을 보정하여야 한다. 채널 정보를 알아내기 위해서, 송신측과 수신측에서 모두 알고 있는 신호를 전송하여, 상기 신호가 채널을 통해 수신될 때의 왜곡 정도를 가지고 채널 정보를 알아내는 방법을 주로 사용한다. 상기 신호를 파일럿 신호(Pilot Signal) 또는 참조신호(Reference Signal)라고 한다.

[57] 다중안테나를 사용하여 데이터를 송수신하는 경우에는 각 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 채널 상황을 알아야 올바른 신호를 수신할 수 있다. 따라서, 각 송신 안테나 별로, 좀더 자세하게는 안테나 포트(port)별로 별도의 참조신호가 존재하여야 한다.

[58] 참조신호는 상향링크 참조신호와 하향링크 참조신호로 구분될 수 있다. 현재 LTE 시스템에는 상향링크 참조신호로써,

[59] i) PUSCH 및 PUCCH를 통해 전송된 정보의 코히런트(coherent)한 복조를 위한 채널 추정을 위한 복조 참조신호(DeModulation-Reference Signal, DM-RS)

[60] ii) 기지국이, 네트워크가 다른 주파수에서의 상향링크 채널 품질을 측정하기 위한 사운드링 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS)가 있다.

[61] 한편, 하향링크 참조신호에는,

[62] i) 셀 내의 모든 단말이 공유하는 셀-특정 참조신호(Cell-specific Reference Signal, CRS)

[63] ii) 특정 단말만을 위한 단말-특정 참조신호(UE-specific Reference Signal)

[64] iii) PDSCH가 전송되는 경우 코히런트한 복조를 위해 전송되는 (DeModulation-Reference Signal, DM-RS)

[65] iv) 하향링크 DMRS가 전송되는 경우 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI)를 전달하기 위한 채널상태정보 참조신호(Channel State Information-Reference Signal, CSI-RS)

[66] v) MBSFN(Multimedia Broadcast Single Frequency Network) 모드로 전송되는 신호에 대한 코히런트한 복조를 위해 전송되는 MBSFN 참조신호(MBSFN Reference Signal)

[67] vi) 단말의 지리적 위치 정보를 추정하는데 사용되는 위치 참조신호(Positioning Reference Signal)가 있다.

[68] 참조신호는 그 목적에 따라 크게 두 가지로 구분될 수 있다. 채널 정보 획득을

위한 목적의 참조신호와 데이터 복조를 위해 사용되는 참조신호가 있다. 전자는 UE가 하향 링크로의 채널 정보를 획득하는데 그 목적이 있으므로 광대역으로 전송되어야 하고, 특정 서브 프레임에서 하향 링크 데이터를 수신하지 않는 단말이라도 그 참조신호를 수신하여야 한다. 또한 이는 핸드오버 등의 상황에서도 사용된다. 후자는 기지국이 하향링크를 보낼 때 해당 리소스에 함께 보내는 참조신호로서, 단말은 해당 참조신호를 수신함으로써 채널 측정을 하여 데이터를 복조할 수 있게 된다. 이 참조신호는 데이터가 전송되는 영역에 전송되어야 한다.

[69] 다중안테나(MIMO) 시스템의 모델링

[70] 도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.

[71] 도 5(a)에 도시된 바와 같이 송신 안테나의 수를 N_T 개로, 수신 안테나의 수를 N_R 개로 늘리면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와 달리 안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가한다. 따라서, 전송 레이트를 향상시키고 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 채널 전송 용량이 증가함에 따라, 전송 레이트는 이론적으로 단일 안테나 이용시의 최대 전송 레이트(R_0)에 레이트 증가율(R_i)이 곱해진 만큼 증가할 수 있다.

[72] [수학식 1]

$$[73] \quad R_i = \min(N_T, N_R)$$

[74] 예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다. 다중안테나 시스템의 이론적 용량 증가가 90년대 중반에 증명된 이후 이를 실질적인 데이터 전송률 향상으로 이끌어 내기 위한 다양한 기술들이 현재까지 활발히 연구되고 있다. 또한, 몇몇 기술들은 이미 3세대 이동 통신과 차세대 무선랜 등의 다양한 무선 통신의 표준에 반영되고 있다.

[75] 현재까지의 다중안테나 관련 연구 동향을 살펴보면 다양한 채널 환경 및 다중접속 환경에서의 다중안테나 통신 용량 계산 등과 관련된 정보 이론 측면 연구, 다중안테나 시스템의 무선 채널 측정 및 모형 도출 연구, 전송 신뢰도 향상 및 전송률 향상을 위한 시공간 신호 처리 기술 연구 등 다양한 관점에서 활발히 연구가 진행되고 있다.

[76] 다중안테나 시스템에서의 통신 방법을 수학적 모델링을 이용하여 보다 구체적으로 설명한다. 상기 시스템에는 N_T 개의 송신 안테나와 N_R 개의 수신 안테나가 존재한다고 가정한다.

[77] 송신 신호를 살펴보면, N_T 개의 송신 안테나가 있는 경우 전송 가능한 최대 정보는 N_T 개이다. 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

[78] [수학식 2]

$$[79] \quad \mathbf{s} = [s_1, s_2, \dots, s_{N_T}]^T$$

[80] 각각의 전송 정보 $\mathbf{s}_1, \mathbf{s}_2, \dots, \mathbf{s}_{N_T}$ 는 전송 전력이 다를 수 있다. 각각의 전송 전력을 P_1, P_2, \dots, P_{N_T} 라고 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

[81] [수학식 3]

$$[82] \quad \hat{\mathbf{s}} = [\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_{N_T}]^T = [P_1 s_1, P_2 s_2, \dots, P_{N_T} s_{N_T}]^T$$

[83] 또한, $\hat{\mathbf{s}}$ 는 전송 전력의 대각행렬 \mathbf{P} 를 이용해 다음과 같이 표현될 수 있다.

[84] [수학식 4]

$$[85] \quad \hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{P}\mathbf{s}$$

[86] 전송전력이 조정된 정보 벡터 $\hat{\mathbf{s}}$ 에 가중치 행렬 \mathbf{W} 가 적용되어 실제 전송되는 N_T 개의 송신신호 $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_{N_T}$ 가 구성되는 경우를 고려해 보자. 가중치 행렬 \mathbf{W} 는 전송 정보를 전송 채널 상황 등에 따라 각 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 한다. $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_{N_T}$ 는 벡터 \mathbf{X} 를 이용하여 다음과 같이 표현될 수 있다.

[87] [수학식 5]

$$[88] \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \mathbf{x}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{x}_i \\ \vdots \\ \mathbf{x}_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{i1} & w_{i2} & \dots & w_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \dots & w_{N_T N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

[89] 여기에서, w_{ij} 는 i 번째 송신 안테나와 j 번째 정보간의 가중치를 의미한다. \mathbf{W} 는 프리코딩 행렬이라고도 불린다.

[90] 수신신호는 N_R 개의 수신 안테나가 있는 경우 각 안테나의 수신신호 $\mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2, \dots, \mathbf{y}_{N_R}$ 은 벡터로 다음과 같이 표현될 수 있다.

[91] [수학식 6]

$$[92] \quad \mathbf{y} = [\mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2, \dots, \mathbf{y}_{N_R}]^T$$

[93] 다중안테나 무선 통신 시스템에서 채널을 모델링하는 경우, 채널은 송수신 안테나 인덱스에 따라 구분될 수 있다. 송신 안테나 j 로부터 수신 안테나 i 를

거치는 채널을 h_{ij} 로 표시하기로 한다. h_{ij} 에서, 인덱스의 순서가 수신 안테나 인덱스가 먼저, 송신 안테나의 인덱스가 나중에 의미한다.

[94] 한편, 도 5(b)은 N_T 개의 송신 안테나에서 수신 안테나 i 로의 채널을 도시한 도면이다. 상기 채널을 묶어서 벡터 및 행렬 형태로 표시할 수 있다. 도 5(b)에서, 총 N_T 개의 송신 안테나로부터 수신 안테나 i 로 도착하는 채널은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[95] [수학식 7]

$$[96] \quad \mathbf{h}_i^T = [h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}]$$

[97] 따라서, N_T 개의 송신 안테나로부터 N_R 개의 수신 안테나로 도착하는 모든 채널은 다음과 같이 표현될 수 있다.

[98] [수학식 8]

$$[99] \quad \mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^T \\ \mathbf{h}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_i^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_{N_R}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \dots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix}$$

[100] 실제 채널에는 채널 행렬 \mathbf{H} 를 거친 후에 백색잡음(AWGN; Additive White Gaussian Noise)이 더해진다. N_R 개의 수신 안테나 각각에 더해지는 백색잡음 n_1, n_2, \dots, n_{N_R} 은 다음과 같이 표현될 수 있다.

[101] [수학식 9]

$$[102] \quad \mathbf{n} = [n_1, n_2, \dots, n_{N_R}]^T$$

[103] 상술한 수식 모델링을 통해 수신신호는 다음과 같이 표현될 수 있다.

[104] [수학식 10]

$$[105] \quad \mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \dots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}$$

[106] 한편, 채널 상태를 나타내는 채널 행렬 \mathbf{H} 의 행과 열의 수는 송수신 안테나의 수에 의해 결정된다. 채널 행렬 \mathbf{H} 에서 행의 수는 수신 안테나의 수 N_R 과 같고, 열의 수는 송신 안테나의 수 N_T 와 같다. 즉, 채널 행렬 \mathbf{H} 는 행렬이 $N_R \times N_T$ 된다.

[107] 행렬의 랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행 또는 열의 개수 중에서 최소 개수로 정의된다. 따라서, 행렬의 랭크는 행 또는 열의 개수 보다 클 수 없다.

채널 행렬 \mathbf{H} 의 랭크($rank(\mathbf{H})$)는 다음과 같이 제한된다.

[108] [수학식 11]

$$[109] \quad rank(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

[110] 랭크의 다른 정의는 행렬을 고유치 분해(Eigen value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 고유치들의 개수로 정의할 수 있다. 유사하게, 랭크의 또 다른 정의는 특이치 분해(singular value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 특이치들의 개수로 정의할 수 있다. 따라서, 채널 행렬에서 랭크의 물리적인 의미는 주어진 채널에서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다.

[111] 본 문서의 설명에 있어서, MIMO 전송에 대한 '랭크(Rank)'는 특정 시점 및 특정 주파수 자원에서 독립적으로 신호를 전송할 수 있는 경로의 수를 나타내며, '레이어(layer)의 개수'는 각 경로를 통해 전송되는 신호 스트림의 개수를 나타낸다. 일반적으로 송신단은 신호 전송에 이용되는 랭크 수에 대응하는 개수의 레이어를 전송하기 때문에 특별한 언급이 없는 한 랭크는 레이어 개수와 동일한 의미를 가진다.

[112] PSS(Primary synchronous signal) / SSS(Secondary Synchronous Signal)

[113] 도 6은 LTE/LTE-A 시스템에서 셀 탐색(cell search)에 사용되는 동기신호인 PSS 및 SSS를 설명하기 위한 도면이다. PSS 및 SSS를 설명하기 앞서, 셀 탐색에 대해 살펴보면, 셀 탐색은 단말이 최초로 셀에 접속하는 경우, 현재 접속되어 있는 셀에서 다른 셀로 핸드오버를 수행하는 경우 또는 셀 재 선택(Cell reselection)의 경우 등을 위해 수행하는 것으로써, 셀에 대한 주파수 및 심볼 동기 획득, 셀의 하향링크 프레임 동기 획득 및 셀 식별자(N_{ID}^{Cell}) 결정으로 이루어질 수 있다. 셀 식별자는 3개가 하나의 셀 그룹을 이루고, 셀 그룹은 168개가 존재할 수 있다.

[114] 셀 탐색을 위해 기지국에서는 PSS 및 SSS를 전송한다. 단말은 PSS를 검출하여 셀의 5ms 타이밍을 획득하고, 셀 그룹 내의 셀 식별자에 대해 알 수 있다. 또한, 단말은 SSS를 검출하여 라디오 프레임 타이밍 및 셀 그룹을 알 수 있다.

[115] 도 6을 참조하면, PSS는 0번 및 5번 서브프레임에서 전송되며, 보다 상세하게는 0번 및 5번 서브프레임에서 첫 번째 슬롯의 마지막 OFDM 심볼에 전송된다. 또한, SSS는 0번 및 5번 서브프레임의 첫 번째 슬롯의 마지막에서 두 번째 OFDM 심볼에서 전송된다. 즉, SSS는 PSS가 전송되기 직전의 OFDM 심볼에서 전송된다. 이러한 전송 타이밍은 FDD의 경우이며, TDD의 경우 PSS는 1번 및 6번 서브프레임의 세 번째 심볼, 즉, DwPTS에서 전송되며, SSS는 0번 및 5번 서브프레임의 마지막 심볼에서 전송된다. 즉, TDD에서 SSS는 PSS보다 3심볼 앞에서 전송된다.

[116] PSS는 길이 63의 자도프-추(Zadoff-Chu) 시퀀스이며, 실제 전송에 있어서는 시퀀스의 양쪽 끝에 0이 패딩되어 시퀀스가 시스템 주파수 대역폭의 가운데 73개의 부반송파(DC 부반송파를 제외하면 72개의 부반송파, 즉 6RB) 상으로 전송된다. SSS는 두 개의 길이 31인 시퀀스가 주파수 인터리빙된 길이 62의

시퀀스로 이루어지며, PSS와 마찬가지로 전체 시스템 대역폭의 가운데 72개의 부반송파 상에서 전송된다.

[117] **PBCH(Physical Broadcast Channel)**

[118] 도 7은 PBCH를 설명하기 위한 도면이다. PBCH는 주 정보 블록(Master Information Block, MIB)에 해당하는 시스템 정보가 전송되는 채널로써, 단말이 앞서 설명된 PSS/SSS를 통해 동기를 획득하고 셀 식별자를 획득한 이후 시스템 정보를 획득하는데 사용된다. 여기서 MIB에는 하향링크 셀 대역폭 정보, PHICH 설정 정보, 서브프레임 번호(System Frame Number, SFN) 등이 포함될 수 있다.

[119] MIB는 도 7에 도시된 바와 같이, 하나의 MIB 전송 블록이 4개의 연속된 라디오 프레임에서 각각 첫 번째 서브프레임을 통하여 전송된다. 보다 상세히 설명하면, PBCH는 4개의 연속된 라디오 프레임에서 0번 서브프레임의 두 번째 슬롯의 처음 4개의 OFDM 심볼에서 전송된다. 따라서, 하나의 MIB를 전송하는 PBCH는 40ms의 주기로 전송된다. PBCH는 주파수 축에서 전체 대역폭의 가운데 72개의 부반송파상에서 전송되는데, 이는 가장 작은 하향링크 대역폭인 6RB에 해당하는 것으로 단말이 전체 시스템 대역폭의 크기를 모르는 경우에도 문제없이 BCH를 복호할 수 있도록 하기 위함이다.

[120] **초기 접속 절차(Initial Access)**

[121] 도 8은 3GPP 시스템에 이용되는 초기접속 절차 및 물리 채널들을 이용한 신호 송수신 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[122] UE는 전원이 켜지거나 새로이 셀에 진입한 경우 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색(Initial cell search) 작업을 수행한다(S301). 이를 위해, UE는 기지국으로부터 PSS 및 SSS를 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득할 수 있다. 그 후, UE는 기지국으로부터 PBCH(Physical Broadcast Channel)를 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, UE는 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 참조 신호(Downlink Reference Signal; DL RS)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.

[123] 초기 셀 탐색을 마친 UE는 물리 하향링크 제어 채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH) 및 상기 PDCCH에 실린 정보에 따라 물리 하향링크 공유 채널(Physical Downlink Control Channel; PDSCH)을 수신함으로써 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다(S302).

[124] 한편, 기지국에 최초로 접속하거나 신호 전송을 위한 무선 자원이 없는 경우 UE는 기지국에 대해 임의 접속 과정(Random Access Procedure; RACH)을 수행할 수 있다(단계 S303 내지 단계 S306). 이를 위해, UE는 물리 임의 접속 채널(Physical Random Access Channel; PRACH)을 통해 특정 시퀀스를 프리앰블로 전송하고(S303 및 S305), PDCCH 및 대응하는 PDSCH를 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S304 및 S306). 경쟁 기반 RACH의 경우, 추가적으로 충돌 해결 절차(Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.

- [125] 상술한 바와 같은 절차를 수행한 UE는 이후 일반적인 상/하향링크 신호 전송 절차로서 PDCCH/PDSCH 수신(S307) 및 물리 상향링크 공유 채널(Physical Uplink Shared Channel; PUSCH)/물리 상향링크 제어 채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH) 전송(S308)을 수행할 수 있다. 특히 UE는 PDCCH를 통하여 하향링크 제어 정보(Downlink Control Information; DCI)를 수신한다. 여기서 DCI는 UE에 대한 자원 할당 정보와 같은 제어 정보를 포함하며, 그 사용 목적에 따라 포맷이 서로 다르다.
- [126] 한편, UE가 상향링크를 통해 기지국에 전송하는 또는 UE가 기지국으로부터 수신하는 제어 정보는 하향링크/상향링크 ACK/NACK 신호, CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Index), RI(Rank Indicator) 등을 포함한다. 3GPP LTE 시스템의 경우, UE는 상술한 CQI/PMI/RI 등의 제어 정보를 PUSCH 및/또는 PUCCH를 통해 전송할 수 있다.
- [127] **D2D(Device to Device) UE의 동기 획득**
- [128] 이하에서는 상술한 설명 및 기존 LTE/LTE-A 시스템에 기초하여, D2D 통신에서 D2D UE들간 동기 획득에 대해 설명한다. D2D는 UE들간 직접 통신을 의미하는 것으로서, 'D2D'의 용어는 '사이드 링크(Sidelink)'의 용어로 대체 또는 혼용될 수 있다. D2D UE는, D2D를 지원하는 UE를 의미한다. OFDM 시스템에서는 시간/주파수 동기가 맞지 않을 경우 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference)로 인해 OFDM 신호에서 서로 다른 UE들 간에 멀티플렉싱이 불가능할 수 있다. 동기를 맞추기 위해 D2D UE들이 직접 동기 신호를 송수신하여 모든 D2D UE들이 개별적으로 동기를 맞추는 것은 비효율적이다. 따라서, D2D와 같은 분산 노드 시스템에서는 특정 노드가 대표 동기 신호를 전송해주고 나머지 D2D UE들이 이에 동기를 맞출 수 있다. 다시 말해, D2D 신호 송수신을 위해 일부 노드들이 (e.g., eNB, UE, synchronization reference node 또는 synchronization source) 주기적으로 D2DSS(D2D Synchronization Signal)를 전송하고, 나머지 D2D UE들이 이에 동기를 맞추어 신호를 송수신하는 방식이 사용될 수 있다.
- [129] D2DSS의 전송 주기는 40ms 보다 작지 않으며, 서브프레임에서 하나 이상의 심볼이 D2DSS의 전송에서 사용될 수 있다.
- [130] D2DSS는 PD2DSS(Primary D2DSS) 및 SD2DSS(Secondary D2DSS)를 포함할 수 있다. 'PD2DSS'의 용어는 'PSSS(Primary Sidelink synchronization signal)'의 용어로 대체/혼용되고, 'SD2DSS'의 용어는 'SSSS(Secondary Sidelink synchronization signal)'의 용어로 대체/혼용될 수 있다. PD2DSS는 소정 길이의 자도프 추 시퀀스(Zadoff-chu sequence)이거나 또는 PSS와 유사/변형/반복된 구조 동일 수 있다. SD2DSS는 M-시퀀스 또는 SSS와 유사/변형/반복된 구조 동일 수 있다.
- [131] D2D UE가 D2D 동기 소스를 선택함에 있어서, 동일한 우선순위 기준이 적용되어야 한다. 커버리지 밖 상황에서 모든 수신된 D2DSS의 신호 강도가 미리 설정된 값 이하인 경우, D2D UE 스스로가 동기 소스가 될 수 있다. 그리고,

커버리지 안 상황에서 eNB의 지시에 의해 D2D UE가 동기 소스로 설정될 수 있다. 만약 D2D UE들이 eNB로부터 동기를 맞출 경우, 동기 소스는 eNB일 수 있고, D2DSS는 PSS/SSS일 수 있다. eNB로부터 유도된 동기 소스의 D2DSS는 eNB로부터 유도되지 않은 동기 소스의 D2DSS와 상이할 수 있다.

[132] PD2DSCH(Physical D2D synchronization channel)는 D2D 신호 송수신 전에 D2D UE가 가장 먼저 알아야 하는 기본이 되는 시스템 정보(예를 들어, D2DSS에 관련된 정보, 듀플렉스 모드(Duplex Mode, DM), TDD UL/DL 구성, 리소스 풀 관련 정보, D2DSS에 관련된 애플리케이션의 종류 등)가 전송되는 방송 채널일 수 있다. 'PD2DSCH'의 용어는 'PSBCH(Physical Sidelink Broadcast CHannel)'의 용어로 명칭될 수 있다. PD2DSCH는 D2DSS와 동일한 서브프레임 상에서 전송될 수 있다.

[133] D2DSS는 특정 시퀀스 형태일 수 있고, PD2DSCH는 특정 정보를 나타내는 시퀀스거나 사전에 정해진 채널 코딩을 거친 후의 코드 워드 형태일 수 있다. 여기서, SRN은 eNB 또는 D2D UE가 될 수 있다. 부분 네트워크 커버리지(partial network coverage) 또는 커버리지 바깥(out of network coverage)의 경우에는 D2D UE가 동기 소스가 될 수 있다.

[134] 도 9와 같은 상황에서 커버리지 밖(out of coverage) 단말과의 D2D 통신을 위해 D2DSS는 릴레이 될 수 있다. 또한, D2DSS는 다중 홉을 통해 릴레이될 수 있다. 이하의 설명에서 동기 신호를 릴레이 한다는 것은 직접 기지국의 동기신호를 AF 릴레이하는 것뿐만 아니라, 동기 신호 수신 시점에 맞추어 별도의 포맷의 D2D 동기신호를 전송하는 것도 포함하는 개념이다. 이와 같이, D2D 동기 신호가 릴레이 됨으로써 커버리지 안 D2D UE와 커버리지 밖 D2D UE가 직접 통신을 수행할 수 있다.

[135] **D2D 동기 신호의 생성**

[136] 상술된 바와 같이 D2D 동작은 LTE/LTE-A 시스템을 기반으로 구성되고, PD2DSS 및 SD2DSS 역시 LTE/LTE-A의 PSS/SSS를 기반으로 생성된다. 이하에서는 PD2DSS 시퀀스의 생성 및 전송에 대하여 보다 상세히 살펴본다.

[137] LTE/LTE-A에서의 기지국이 전송하는 PSS의 시퀀스는 수학적 식 12와 같이 생성된다.

[138] [수학적 식 12]

[139]

$$d_u(n) = \begin{cases} e^{-j\frac{\pi un(n+1)}{63}} & n = 0, 1, \dots, 30 \\ e^{-j\frac{\pi u(n+1)(n+2)}{63}} & n = 31, 32, \dots, 61 \end{cases}$$

[140] 수학적 식 12에서 u 는 자도프-츄(Zadoff-Chu) 시퀀스의 루트 인덱스이다. 루트 인덱스 u 는 {25, 29, 34} 중 하나가 선택되며, 선택된 값에 기초하여 물리 셀 ID(N_{ID}^{Cell})가 생성된다. 보다 구체적으로 물리 셀 ID $N_{ID}^{Cell} = 3N_{ID}^{(1)} + N_{ID}^{(2)}$ 로 주어진다. N

$n_{ID}^{(1)}$ 는 SSS 시퀀스로부터 도출되는 0~167 중의 하나의 수이고, $n_{ID}^{(2)}$ 는 PSS 시퀀스로부터 도출되는 0~2 중의 하나의 수이다. $n_{ID}^{(2)}=0,1,2$ 는 각각 루트 인덱스 {25,29,34}와 대응된다.

- [141] PSS 생성에 사용되는 루트 인덱스들의 세트 {25,29,34}는 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio), 큐빅 메트릭(Cubic metric), 주파수 오프셋 민감도(frequency offset sensitivity) 등을 고려하여 선택되었다. 루트 인덱스들 중 29와 34는 자도프-츄 시퀀스의 특성상 시간 도메인에서 루트 대칭 속성(root symmetry property)을 가지므로, 루트 인덱스 29와 34에 의해 생성되는 시퀀스의 각 값들은 동일 위치에서 공액 복소(complex conjugate)의 형태로 나타난다. 즉, 루트 인덱스들의 합이 자도프-츄 시퀀스의 길이와 같은 한 쌍의 루트 인덱스들은 공액 복소(complex conjugate)의 특성을 갖는다. 따라서, 한 쌍 중 어느 하나의 루트 인덱스만 이용하더라도 다른 하나의 루트 인덱스를 통해서 생성된 시퀀스까지 검출될 수 있어, 수신기의 상관기 복잡도 (correlator complexity)가 저감될 수 있다.
- [142] PD2DSS/SD2DSS는 LTE PSS/SSS를 기반으로 구성될 수 있다. 예컨대, LTE의 PSS 시퀀스를 생성하는 수학적 식 12가 PD2DSS를 생성하기 위하여 재사용될 수 있다. 생성된 LTE의 PSS의 시퀀스는 eNB에 의해 DL 자원에서 전송되지만, D2D communication이 UL 자원 상에서 수행되므로 PD2DSS는 동기 소스에 의해 UL 자원에서 전송된다.
- [143] 한편, LTE의 PSS 시퀀스를 생성하는 수학적 식 12가 PD2DSS를 생성하기 위하여 재사용될 때, PSS의 루트 인덱스들 25, 29, 34까지 재사용될 수 있는지 여부가 문제된다. FDD의 경우 PSS의 루트 인덱스들을 그대로 사용하더라도, UL 자원과 DL 자원의 주파수 대역이 상이하므로, PD2DSS와 PSS의 심볼의 위치 등을 다르게 구성하면 PSS 및 PD2DSS 각각을 검출하는데 문제가 발생하지 않는다.
- [144] 그러나 TDD의 경우 LTE PSS의 루트 인덱스를 그대로 재사용할 경우, LTE를 지원하지만 D2D는 지원하지 않는 레거시 UE가 오동작 할 수 있다. 예를 들어, eNB에 초기 접속을 수행하려는 레거시 UE는 TDD의 UL-DL 서브프레임 설정을 알 수 없으므로, UL 자원에 속하는 서브프레임과 DL 자원에 속하는 서브프레임을 시간적으로 구별할 수 없다. 따라서, 레거시 UE가 초기 접속(initial access) 등을 위해 PSS/SSS를 검출을 시도할 때, 레거시 UE는 UL/DL의 시간적 구별없이 서브프레임들을 연속적으로 모니터링한다. 이 때, 레거시 UE 근처에 D2D 동기 소스(synchronization source)로 동작하는 D2D UE가 있으면, 상대적으로 수신 전력이 높은 D2D UE의 PD2DSS를 검출하고, eNB로부터 전송되는 PSS/SSS를 검출하지 못할 수 있다. 이와 같은 오동작을 방지하기 위해 PD2DSS 시퀀스의 루트 인덱스는 LTE의 PSS 시퀀스의 루트 인덱스와 다르게 정의되는 것이 바람직하다.
- [145] 이상의 논의를 바탕으로 PD2DSS 시퀀스의 생성에 사용되는 루트 인덱스를 설정하는 실시예들을 보다 상세히 살펴본다.

- [146] 단일의 PD2DSS 루트 인덱스가 정의되는 실시예
- [147] 본 실시예에서는 PD2DSS를 위해 단일의 루트 인덱스가 정의된다. 예컨대, PD2DSS의 루트 인덱스는 38만이 사용될 수 있다. 기존의 LTE는 3 섹터들(sectors)을 가정하고 각 섹터 별로 하나의 PSS 루트 인덱스들이 할당되었지만, D2D 통신에서는 섹터의 구별이 필요하지 않을 수 있다. 또한 상관기가 PD2DSS를 검출할 때, PD2DSS 루트 인덱스의 후보 개수가 적을수록 좋은 성능을 기대할 수 있기 때문에 하나의 PD2DSS 루트 인덱스만을 정의하는 것이 복잡도를 저감하는 측면에서 유리하다. 루트 인덱스 38은 기존 LTE PSS 루트 인덱스 25와 쌍(pair)을 이룬다. 즉, 시간 도메인에서 루트 인덱스 38과 25는 루트 대칭 속성(root symmetry property)을 갖기 때문에, 상관(correlation) 계산의 복잡도(complexity)가 저감될 수 있다.
- [148] 예컨대, TDD 시스템에서 D2D UE는 초기 접속(initial access)시 PSS에 대한 루트 인덱스 {25, 29, 34}에 기초하여 상관(correlation)을 수행하는데, 루트 인덱스 25에 대한 상관을 수행할 때 루트 인덱스 38에 대한 상관이 함께 도출될 수 있다. 이 경우 커버리지 밖에 위치한(out-of-coverage) D2D UE는 셀 동기화 및 D2D 동기화를 복잡도의 큰 증가 없이 동시에 수행할 수 있다.
- [149] 2개의 PD2DSS 루트 인덱스들이 정의되는 실시예
- [150] 본 실시예에서는 PD2DSS를 위해 2개의 루트 인덱스들이 정의된다. 2개의 루트 인덱스들 중 제1 루트 인덱스는 커버리지 내에 위치한(in-coverage) 동기 소스 D2D UE의 PD2DSS에 대응되고, 제2 루트 인덱스는 커버리지 밖에 위치한(out-of-coverage) 동기 소스 D2D UE의 PD2DSS에 대응될 수 있다.
- [151] 2개의 루트 인덱스들은 PAPR, 큐빅 메트릭(Cubic metric), 주파수 오프셋 민감도(frequency offset sensitivity) 등을 고려하여 선택될 수 있으며, 일례로 22, 26, 37 중에서 선택될 수 있다. 이 때, 루트 인덱스 26과 루트 인덱스 37은 합이 자도프-츄 시퀀스의 길이 63에 해당하므로 시간 도메인 상에서 서로 루트 대칭 속성을 갖는다.
- [152] D2D UE는 2개의 루트 인덱스들 중 인-커버리지(in-coverage) 루트 인덱스를 우선적으로 사용하여 PD2DSS의 검출을 시도할 수 있다. 인-커버리지(in-coverage) 루트 인덱스를 사용한 PD2DSS의 검출이 실패할 경우, D2D UE는 아웃-오브-커버리지(out-of-coverage) 루트 인덱스를 사용하여 PD2DSS의 검출을 시도할 수 있다.
- [153] 한편, 일 실시예에 따를 때, 2개의 루트 인덱스들은 {38, M}로 정의될 수 있다. 이 때, 루트 인덱스 38은 인-커버리지(in-coverage) 용도로 사용될 수 있다. 루트 인덱스 38과 쌍을 이루는 PSS 루트 인덱스 25가 기존의 LTE에서 정의되어 있다. 따라서, 인-커버리지 내에서 D2D UE는 PSS 루트 인덱스 25가 사용하여 상관을 수행함으로써, 루트 인덱스 38에 기초한 PD2DSS를 함께 검출할 수 있다. 이와 같이 루트 인덱스 38을 인-커버리지 용도로 사용하면, D2D UE는 상대적으로 낮은 복잡도를 유지하면서 PSS와 PD2DSS의 검출을 동시에 수행할 수 있는

장점이 있다. 루트 인덱스 38 외에 다른 하나의 루트 인덱스 M은 예컨대, 22, 26 또는 37일 수 있다.

[154] **3개의 PD2DSS 루트 인덱스들이 정의되는 실시예**

[155] 본 실시예에서는 PD2DSS를 위해 3개의 루트 인덱스들이 정의된다. 기존 LTE의 PSS와 같이 3개의 PD2DSS 루트 인덱스들이 정의될 수 있다. 예컨대, PSS의 루트 인덱스 25와 루트 대칭 속성(root symmetry property)을 갖는 루트 인덱스 38이 3개의 PD2DSS 루트 인덱스들 중 제1 루트 인덱스일 수 있다. 3개의 PD2DSS 루트 인덱스들 중 제2 루트 인덱스 및 제3 루트 인덱스는 서로 루트 대칭 속성을 갖는 것이 바람직하다. 예컨대, 제2 루트 인덱스 및 제3 루트 인덱스는 각각 26 및 37일 수 있다.

[156] PD2DSS의 루트 인덱스를 {38, 26, 37}로 구성할 경우, LTE PSS와 관계없는 루트 인덱스를 선택할 경우에 비해 수신기의 상관 복잡도(correlation complexity)가 감소된다. 예를 들어, 루트 인덱스 하나에 대한 상관(correlation)의 복잡도를 1이라 가정하고, 루트 대칭 속성(root symmetry property)을 갖는 루트 인덱스(root index)에 대한 상관 복잡도를 무시할 수 있는 수준이라 가정한다. 셀 동기화(cell synchronization)만 수행할 경우, 즉, PSS만 검출하는 경우의 복잡도는 2가 된다(즉, '루트 인덱스 25에 대한 상관 복잡도 1' + '루트 인덱스 쌍 (29,34)에 대한 상관 복잡도 1'). 셀 동기화와 D2D 동기화를 동시에 수행할 경우 복잡도는 3이 된다(즉, '루트 인덱스 쌍 (29,34)에 대한 상관 복잡도 1' + '루트 인덱스 쌍 (25,38)에 대한 상관 복잡도 1' + '루트 인덱스 쌍 (26,27)에 대한 상관 복잡도 1'). 따라서 PSS와 무관한 루트 인덱스들에 기반하여 동작할 경우에 비해 25%의 복잡도가 감소된다.

[157] **IN/OUT NETWORK COVERAGE의 D2DSS 구분**

[158] 복수 개의 PD2DSS 루트 인덱스들이 정의되는 실시예들에서 D2D UE는, PD2DSS 루트 인덱스를 통해 네트워크 커버리지 내의 동기 소스로부터의 D2DSS와 네트워크 커버리지 밖의 동기 소스로부터의 D2DSS를 구분할 수도 있다. 예를 들어, 2개의 루트 인덱스들이 사용될 경우, 제1 루트 인덱스는 동기 소스가 커버리지 내에 위치하는 경우에 사용되고, 제2 루트 인덱스는 동기 소스가 커버리지 밖에 위치하는 경우에 사용될 수 있다.

[159] 다른 실시예에서는, D2D UE는 168개의 ID 중에서 선택된 SD2DSS를 통해 커버리지 내의 동기 소스와 커버리지 밖의 동기 소스를 구분할 수도 있다.

[160] 또한 동기 소스 D2D UE가 네트워크 커버리지 내/외에 있음을 알 수 있을 경우, 커버리지에 속하는 또 다른 UE들의 동기화 절차에 영향을 주지 않기 위해, 인-커버리지에서 동기 소스 D2D UE가 전송하는 PD2DSS의 루트 인덱스는 LTE PSS 시퀀스들과의 상관성이 낮은 루트 인덱스로 선택될 수 있다.

[161] 본 발명은 또 다른 실시예에 따르면, PD2DSS의 루트 인덱스는 동기 소스의 주체 또는 동기 소스의 주체가 전송하는 PD2DSS의 용도를 구분하는 목적으로도 사용될 수 있다. 예를 들어, 루트 인덱스 {38,M} 중 38은 릴레이(relay) 역할을

하는 D2D UE로부터 전송되는 PD2DSS에 사용되고, M은 일반 D2D UE로부터 전송되는 PD2DSS에 사용될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 38은 공공 안전(public safety) 용도로 전송되는 PD2DSS에 사용되고, M은 일반적인 용도로 전송되는 PD2DSS에 사용될 수 있다.

[162] 본 발명의 실시예들에 의한 동기 신호 송수신 방법

[163] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D를 지원하는 단말이 동기 신호를 송수신하는 방법의 흐름을 도시한다. 전술한 설명과 중복되는 내용은 생략된다.

[164] 단말은 자도프-츄(Zadoff-Chu) 시퀀스에 대한 다수의 루트 인덱스(root index)들을 갖는 제1 인덱스 세트에 기초하여 네트워크가 전송하는 제1 동기 신호의 검출을 수행한다(105). 제1 인덱스 세트에 기초한 제1 동기 신호의 검출은, 제1 인덱스 세트에 의하여 사전에 생성/저장된 자도프-츄 시퀀스들을 이용하는 경우를 포괄한다. 제1 동기 신호는 하향링크 자원에 맵핑된 PSS 및 SSS를 포함할 수 있다. 제1 동기 신호는 OFDMA (orthogonal frequency division multiple access) 방식으로 전송될 수 있다. 제1 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는 3이고, 루트 인덱스들 '25', '29' 및 '34'를 포함할 수 있다.

[165] 단말은 제1 인덱스 세트와 상이한 다수의 루트 인덱스들을 갖는 제2 인덱스 세트에 기초하여 D2D 동기 소스(synchronization source)가 전송하는 제2 동기 신호의 검출을 수행한다(110). 예컨대, D2D 동기 소스는 eNB이거나, 또는 다른 D2D 단말일 수 있다. 제2 인덱스 세트에 기초한 제2 동기 신호의 검출은, 제2 인덱스 세트에 의하여 사전에 생성/저장된 자도프-츄 시퀀스들을 이용하는 경우를 포괄한다. 제2 동기 신호는 상향링크 자원에 맵핑된 PD2DSS 및 SD2DSS를 포함할 수 있다. 제2 동기 신호는 SC-FDMA(single carrier-frequency division multiple access) 방식으로 전송될 수 있다. 제2 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는, 제1 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수 - 1로 설정될 수 있다. 예컨대, 제2 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는 2로 설정될 수 있다. 제2 인덱스 세트는 루트 인덱스들 '26' 및 '37'을 포함할 수 있다.

[166] 일 실시예에 따르면, 제2 인덱스 세트에 포함된 어느 하나의 루트 인덱스는 D2D 동기 소스가 네트워크의 커버리지 밖에 위치함을 지시하고, 제2 인덱스 세트에 포함된 다른 하나의 루트 인덱스는 D2D 동기 소스가 네트워크의 커버리지 내에 위치함을 지시할 수 있다. 또한, 제2 인덱스 세트에 포함된 2개의 루트 인덱스들의 합이 자도프-츄 시퀀스의 길이에 대응하도록 설정될 수 있다.

[167] 다른 일 실시예에 따르면, 제2 인덱스 세트에 포함된 다수의 루트 인덱스들 중 적어도 하나는 상기 제1 인덱스 세트에 포함된 다수의 루트 인덱스들 중 적어도 하나와 루트 대칭 속성(root symmetric property)을 갖는 값으로 설정될 수 있다. 또한, 2 인덱스 세트에 포함된 다수의 루트 인덱스들 중 제1 인덱스 세트에 포함된 소정의 루트 인덱스와의 합이 '63'이 되는 루트 인덱스는 네트워크의 커버리지 내에서 사용될 수 있다. 제2 인덱스 세트에 포함된 다수의 루트 인덱스들 중 제1 인덱스 세트에 포함된 소정의 루트 인덱스와의 합이 '63'이 아닌

- 루트 인덱스는 네트워크의 커버리지 밖에서 사용될 수 있다.
- [168] 한편, 제2 동기 신호의 검출은 제1 동기 신호의 검출이 실패하는 경우 또는 제1 동기 신호의 검출에 성공한 뒤 네트워크 커버리지를 이탈한 경우 등에 수행될 수 있으며, 이에 한정되지 않는다.
- [169] 단말이 제2 동기 신호의 검출에 성공하면(115), 단말은 제2 동기 신호를 전송한 D2D 동기 소스와 동기화를 수행한다(120).
- [170] 단말이 제2 동기 신호의 검출에 실패하면(115), 단말은 제2 인덱스 세트 중 어느 하나의 루트 인덱스를 선택하여 제2 동기 신호를 생성한다(125). 예컨대, 단말은 자신이 네트워크의 커버리지 밖에 위치하는지 아니면 네트워크 커버리지 안에 위치하는지 여부에 따라서 제2 인덱스 세트로부터 어느 하나의 루트 인덱스를 선택할 수 있다. 단말이 네트워크 커버리지 밖에 위치하는 경우 제2 인덱스 세트에 포함된 제1 루트 인덱스를 이용하여 제2 동기 신호를 생성하고, 단말이 네트워크의 커버리지 내에 위치하는 경우 제2 인덱스 세트에 포함된 제2 루트 인덱스를 이용하여 제2 동기 신호를 생성할 수 있다.
- [171] 단말은 생성된 제2 동기 신호를 전송한다(130).
- [172] 도시된 실시예에서는 단말이 제1 동기 신호 및/또는 제2 동기 신호의 검출이 실패하는 경우에 제2 동기 신호를 생성 및 전송하는 것으로 예시되었지만, 이에 한정되지 않는다. 다른 실시예에 따르면, 단말은 제1 동기 신호의 검출이 성공하고 기지국과 동기화를 수행한 뒤에 기지국의 지시에 따라서 제2 동기 신호를 생성 및 전송할 수도 있다.
- [173] 본 발명의 실시예들에 의한 장치 구성
- [174] 도 11은 본 발명의 실시 형태에 따른 전송포인트 장치 및 단말 장치의 구성을 도시한 도면이다.
- [175] 도 11을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 전송포인트 장치(10)는, 수신모듈(11), 전송모듈(12), 프로세서(13), 메모리(14) 및 복수개의 안테나(15)를 포함할 수 있다. 복수개의 안테나(15)는 MIMO 송수신을 지원하는 전송포인트 장치를 의미한다. 수신모듈(11)은 단말로부터의 상향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 전송모듈(12)은 단말로의 하향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 프로세서(13)는 전송포인트 장치(10) 전반의 동작을 제어할 수 있다.
- [176] 본 발명의 일 실시예에 따른 전송포인트 장치(10)의 프로세서(13)는, 앞서 설명된 각 실시예들에서 필요한 사항들을 처리할 수 있다.
- [177] 전송포인트 장치(10)의 프로세서(13)는 그 외에도 전송포인트 장치(10)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(14)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.
- [178] 계속해서 도 11을 참조하면 본 발명에 따른 단말 장치(20)는, 수신모듈(21), 전송모듈(22), 프로세서(23), 메모리(24) 및 복수개의 안테나(25)를 포함할 수

있다. 복수개의 안테나(25)는 MIMO 송수신을 지원하는 단말 장치를 의미한다. 수신모듈(21)은 기지국 또는 D2D 단말로부터의 하향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 전송모듈(22)은 기지국 또는 D2D 단말로의 상향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 프로세서(23)는 단말 장치(20) 전반의 동작을 제어할 수 있다.

- [179] 본 발명의 일 실시예에 따른 단말 장치(20)의 프로세서(23)는 앞서 설명된 각 실시예들에서 필요한 사항들을 처리할 수 있다.
- [180] 단말 장치(20)의 프로세서(23)는 그 외에도 단말 장치(20)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(24)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.
- [181] 위와 같은 전송포인트 장치 및 단말 장치의 구체적인 구성은, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있으며, 중복되는 내용은 명확성을 위하여 설명을 생략한다.
- [182] 또한, 도 11에 대한 설명에 있어서 전송포인트 장치(10)에 대한 설명은 하향링크 전송 주체 또는 상향링크 수신 주체로서의 중계기 장치에 대해서도 동일하게 적용될 수 있고, 단말 장치(20)에 대한 설명은 하향링크 수신 주체 또는 상향링크 전송 주체로서의 중계기 장치에 대해서도 동일하게 적용될 수 있다.
- [183] 상술한 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.
- [184] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [185] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [186] 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 본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어,

당업자는 상술한 실시예들에 기재된 각 구성을 서로 조합하는 방식으로 이용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

- [187] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다. 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다. 또한, 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

산업상 이용가능성

- [188] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시형태들은 다양한 이동통신 시스템에 적용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] D2D(device to device) 통신을 지원하는 단말이 동기 신호를 검출하는 방법에 있어서,
 자도프-츄(Zadoff-Chu) 시퀀스에 대한 다수의 루트 인덱스(root index)들을 갖는 제1 인덱스 세트에 기초하여 네트워크가 전송하는 제1 동기 신호의 검출을 수행하는 단계; 및
 상기 제1 인덱스 세트와 상이한 다수의 루트 인덱스들을 갖는 제2 인덱스 세트에 기초하여 D2D 동기 소스(synchronization source)가 전송하는 제2 동기 신호의 검출을 수행하는 단계를 포함하되,
 상기 제2 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는, 상기 제1 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수 - 1로 설정되는, 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 제1 루트 인덱스는 상기 D2D 동기 소스가 상기 네트워크의 커버리지 밖에 위치함을 지시하고, 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 제2 루트 인덱스는 상기 D2D 동기 소스가 상기 네트워크의 커버리지 내에 위치함을 지시하는, 방법.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
 상기 제1 동기 신호는 하향링크 자원에 맵핑된 PSS(primary synchronization signal)를 포함하고, 상기 제2 동기 신호는 상향링크 자원에 맵핑된 PD2DSS(primary D2D synchronization signal)를 포함하는, 방법.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
 상기 제1 동기 신호는 OFDMA (orthogonal frequency division multiple access) 방식으로 전송되고, 상기 제2 동기 신호는 SC-FDMA(single carrier-frequency division multiple access) 방식으로 전송되는, 방법.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
 상기 제1 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는 3이고, 상기 제2 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는 2로 설정되는, 방법.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
 상기 제1 인덱스 세트는 루트 인덱스들 '25', '29' 및 '34'를 포함하고, 상기 제2 인덱스 세트는 루트 인덱스들 '26' 및 '37'을 포함하는, 방법.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,
 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 제1 루트 인덱스와 제2 루트 인덱스의 합이 상기 자도프-츄 시퀀스의 길이에 대응하도록 설정되는, 방법.
- [청구항 8] 제 1 항에 있어서,
 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 다수의 루트 인덱스들 중 적어도 하나는 상기 제1 인덱스 세트에 포함된 다수의 루트 인덱스들 중 적어도 하나와 루트 대칭 속성(root symmetric property)을 갖는 값으로 설정되는, 방법.

- [청구항 9] 제 1 항에 있어서,
 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 다수의 루트 인덱스들 중 상기 제1 인덱스 세트에 포함된 소정의 루트 인덱스와의 합이 '63'이 되는 제1 루트 인덱스는 상기 네트워크의 커버리지 내에서 사용되고,
 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 다수의 루트 인덱스들 중 상기 제1 인덱스 세트에 포함된 상기 소정의 루트 인덱스와의 합이 '63'이 아닌 제2 루트 인덱스는 상기 네트워크의 커버리지 밖에서 사용되는, 방법.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서,
 상기 제2 동기 신호의 검출은 상기 제1 동기 신호의 검출이 실패하는 경우에 수행되는, 방법.
- [청구항 11] 제 1 항에 있어서,
 상기 제1 동기 신호의 검출 및 상기 제2 동기 신호의 검출이 모두 실패하는 경우, 상기 제2 인덱스 세트에 기초하여 상기 제2 동기 신호를 전송하는 단계를 더 포함하는, 방법.
- [청구항 12] D2D(device to device) 통신을 지원하는 단말이 D2D 동기 신호를 전송하는 방법에 있어서,
 자도프-츄(Zadoff-Chu) 시퀀스에 대한 다수의 루트 인덱스(root index)들을 갖는 제1 인덱스 세트에 기초하여 네트워크가 전송하는 제1 동기 신호의 검출을 수행하는 단계;
 상기 제1 인덱스 세트와 상이한 다수의 루트 인덱스들을 갖는 제2 인덱스 세트에 기초하여 제2 동기 신호를 생성하는 단계; 및
 상기 생성된 제2 동기 신호를 전송하는 단계를 포함하되,
 상기 제2 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는, 상기 제1 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수 - 1로 설정되는, 방법.
- [청구항 13] 제 1 항에 있어서, 상기 제2 동기 신호를 생성하는 단계는,
 상기 단말이 상기 네트워크의 커버리지 밖에 위치하는 경우 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 제1 루트 인덱스를 이용하여 상기 제2 동기 신호를 생성하고, 상기 단말이 상기 네트워크의 커버리지 내에 위치하는 경우 상기 제2 인덱스 세트에 포함된 제2 루트 인덱스를 이용하여 상기 제2 동기 신호를 생성하는, 방법.
- [청구항 14] D2D(device to device) 통신을 지원하는 단말에 있어서,
 RF(radio frequency) 신호를 수신하는 수신기; 및
 상기 수신기를 제어하는 프로세서를 포함하되,
 상기 프로세서는, 자도프-츄(Zadoff-Chu) 시퀀스에 대한 다수의 루트 인덱스(root index)들을 갖는 제1 인덱스 세트에 기초하여 네트워크가 전송하는 제1 동기 신호의 검출을 수행하고, 상기 제1 인덱스 세트와 상이한 다수의 루트 인덱스들을 갖는 제2 인덱스 세트에 기초하여 D2D 동기 소스(synchronization source)가 전송하는 제2 동기 신호의 검출을

수행하고,

상기 제2 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는, 상기 제1 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수 - 1로 설정되는, 단말.

[청구항 15]

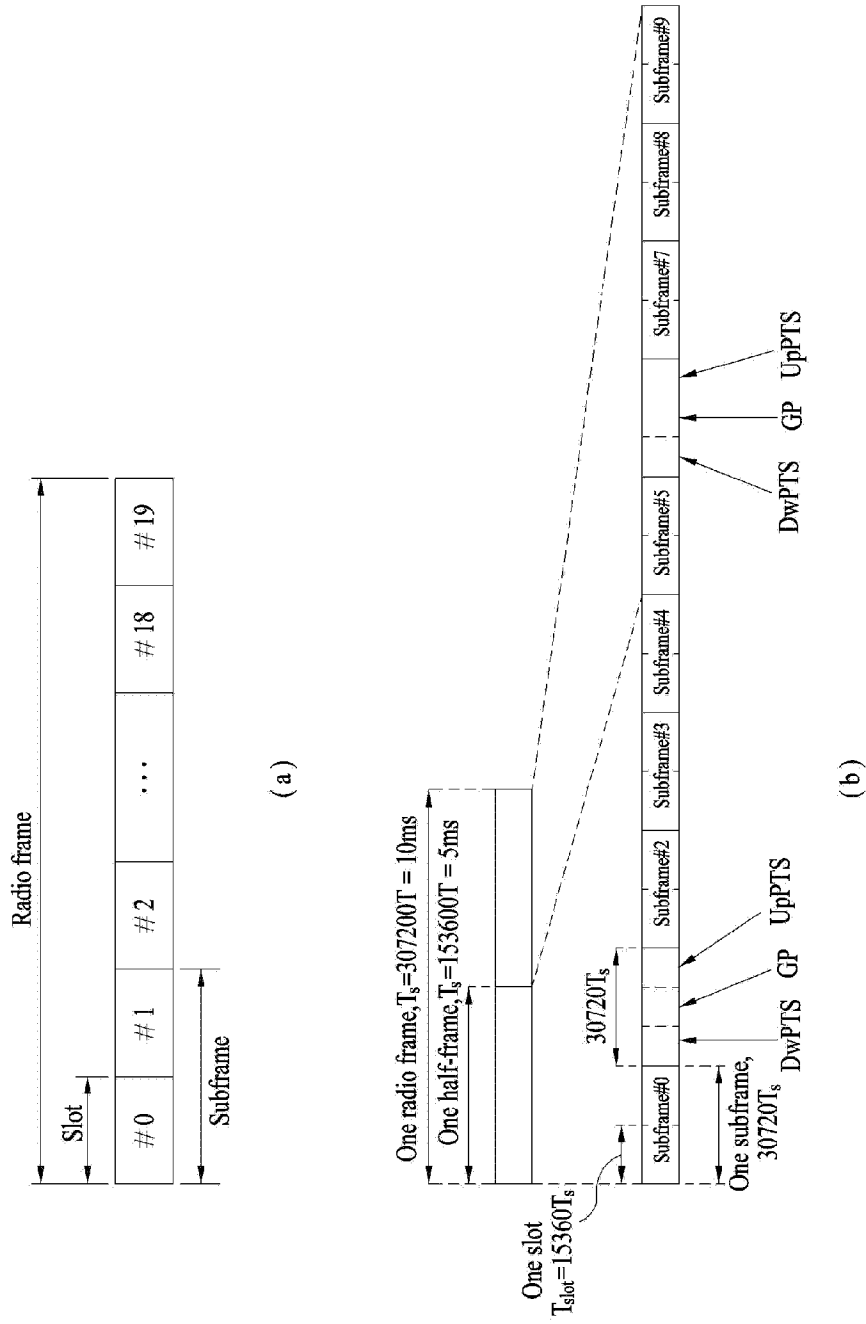
D2D(device to device) 통신을 지원하는 단말에 있어서,

자도프-츄(Zadoff-Chu) 시퀀스에 대한 다수의 루트 인덱스(root index)들을 갖는 제1 인덱스 세트에 기초하여 네트워크가 전송하는 제1 동기 신호의 검출을 수행하고, 상기 제1 인덱스 세트와 상이한 다수의 루트 인덱스들을 갖는 제2 인덱스 세트에 기초하여 제2 동기 신호를 생성하는 프로세서; 및

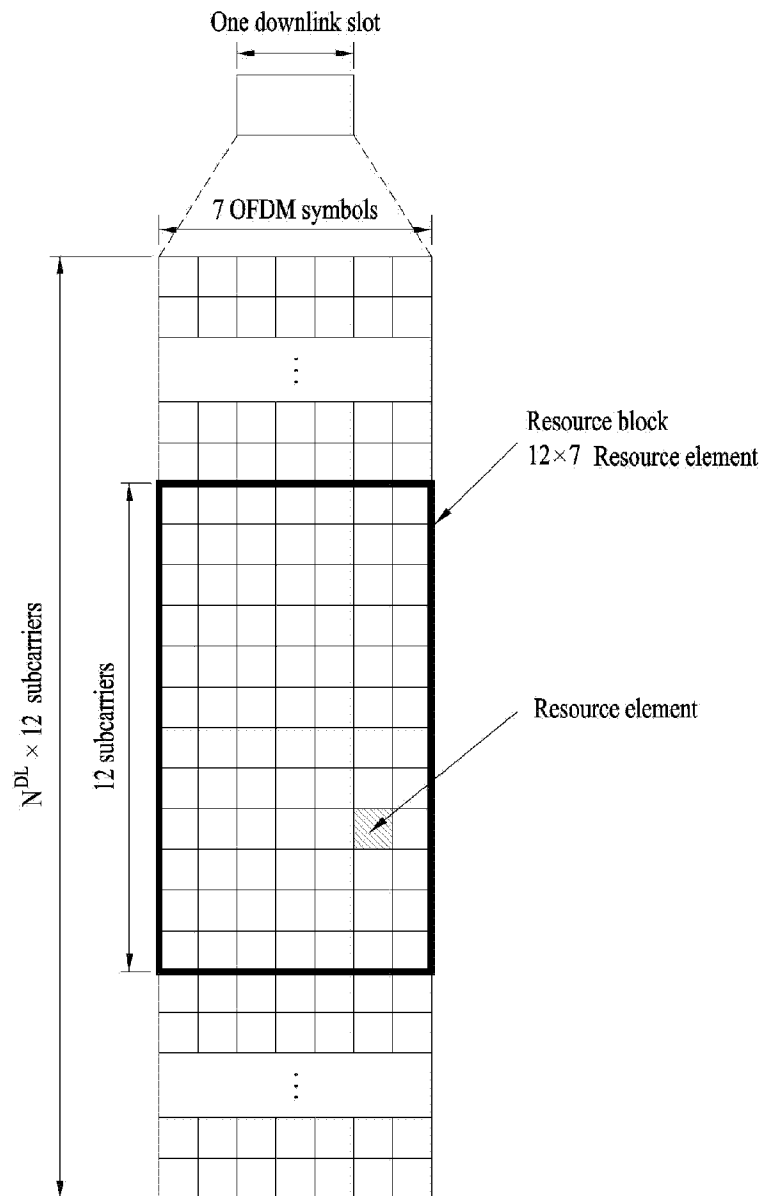
상기 생성된 제2 동기 신호를 전송하는 송신기를 포함하되,

상기 제2 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수는, 상기 제1 인덱스 세트의 루트 인덱스들의 총 개수 - 1로 설정되는, 단말.

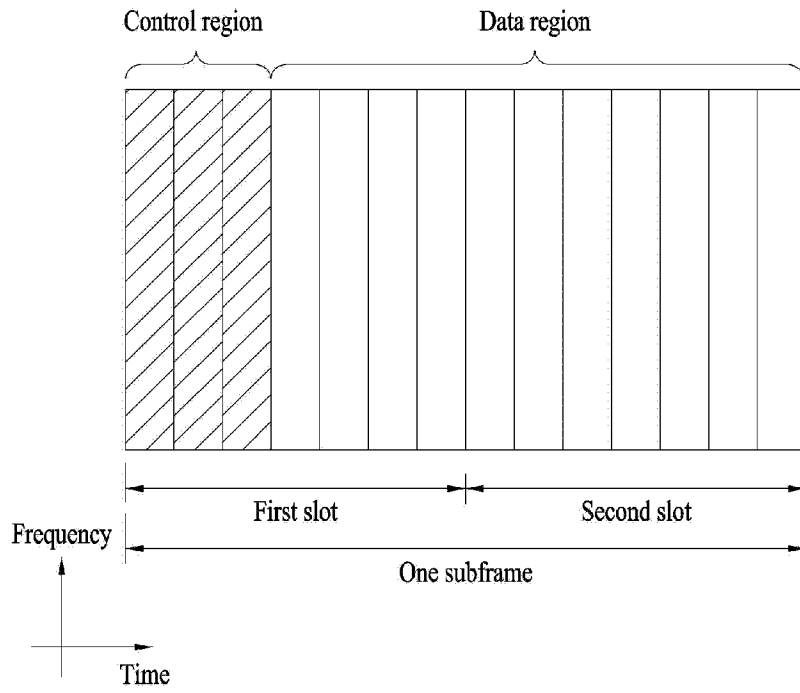
[도 1]



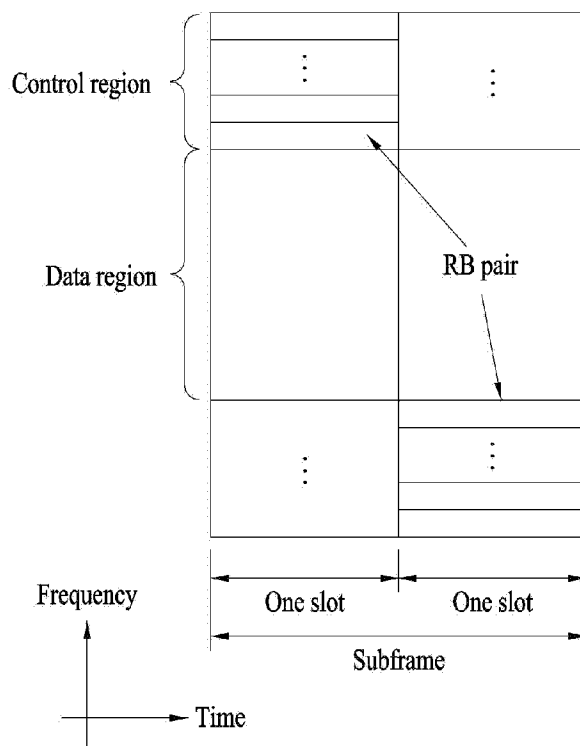
[도2]



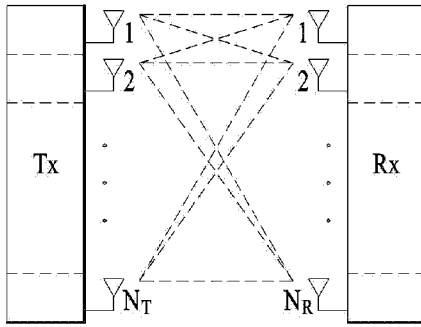
[도3]



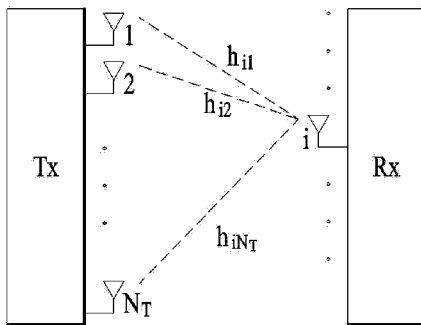
[도4]



[도5]

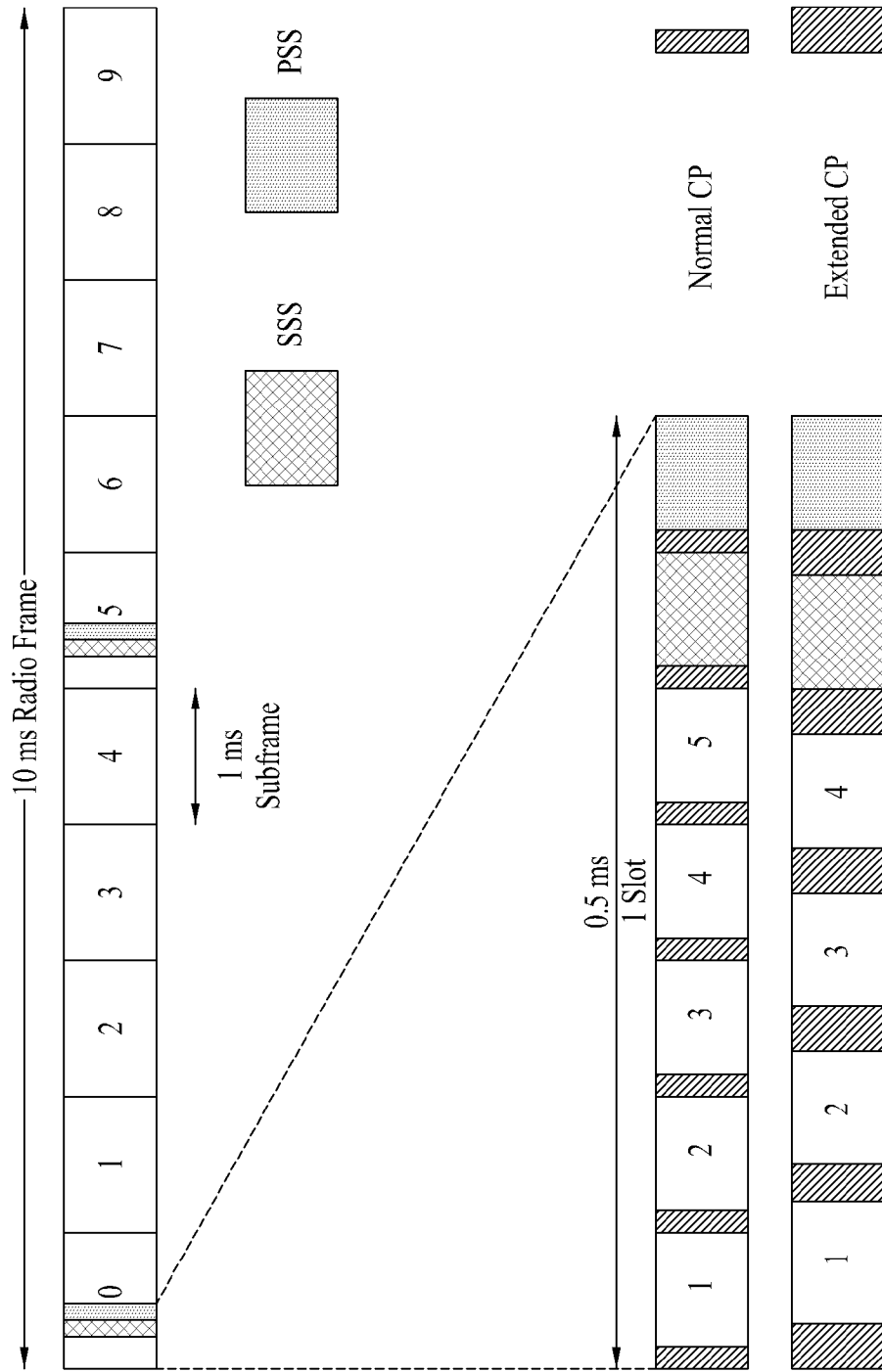


(a)

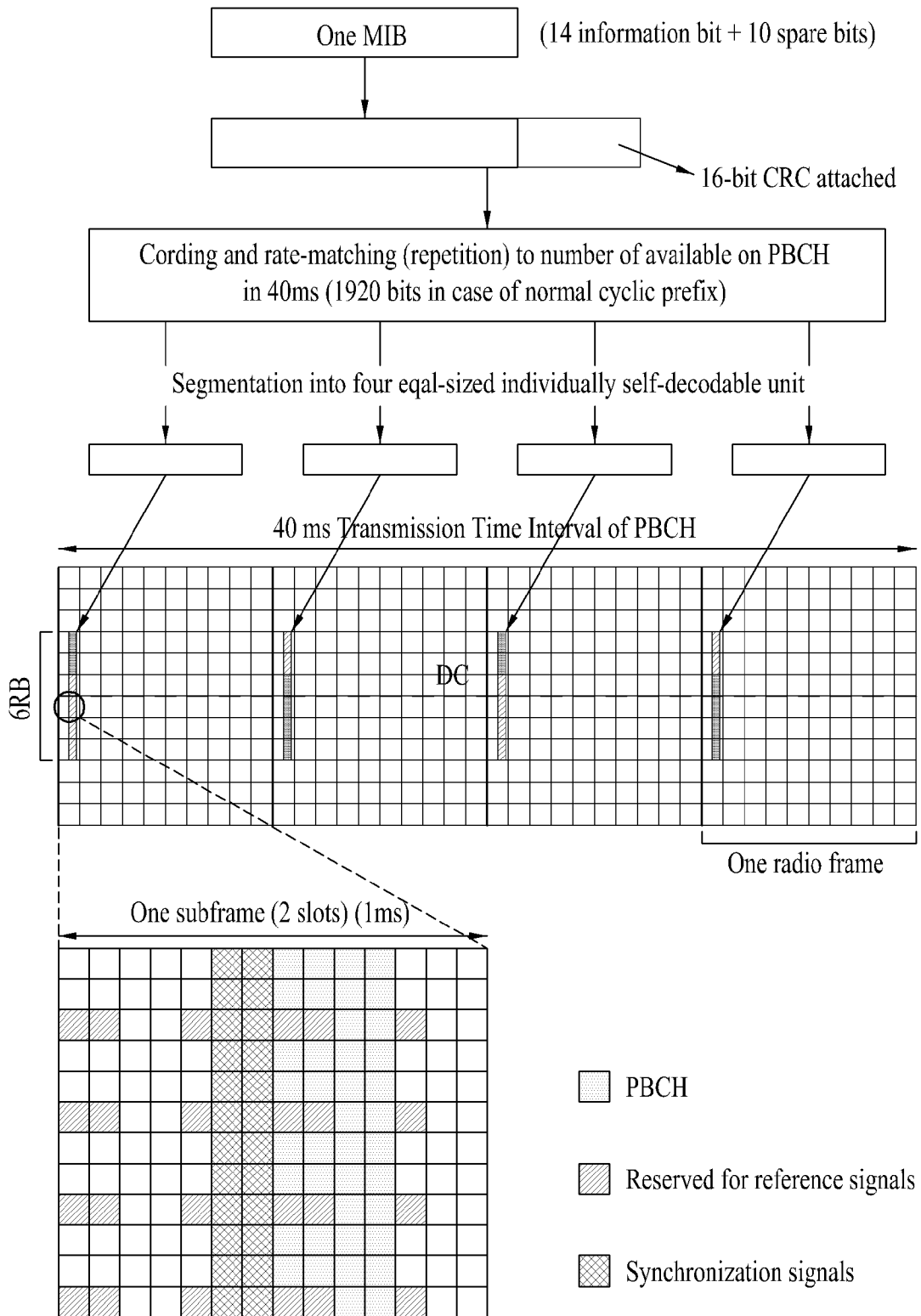


(b)

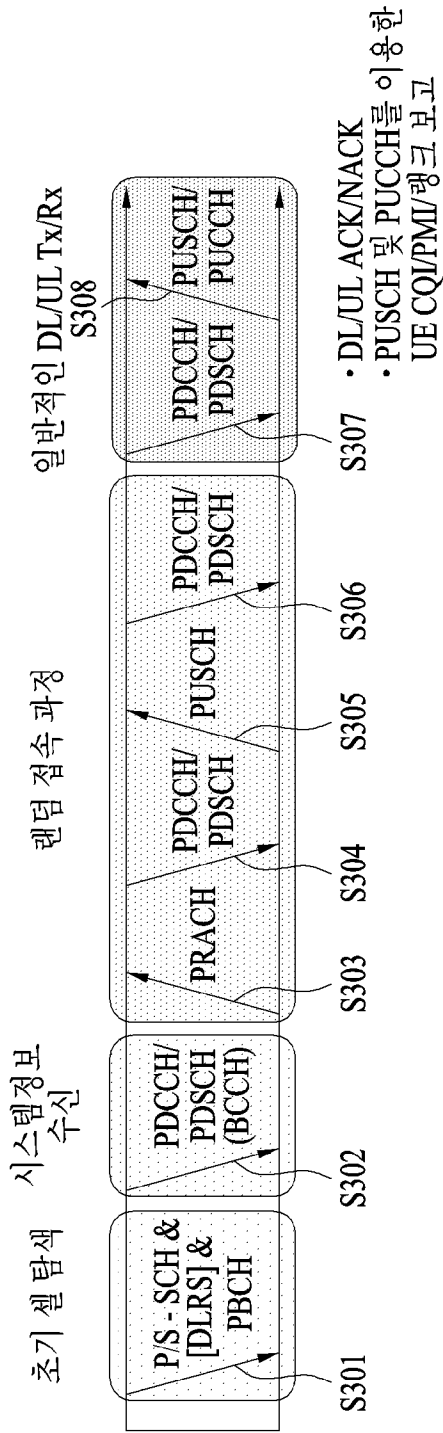
[도6]



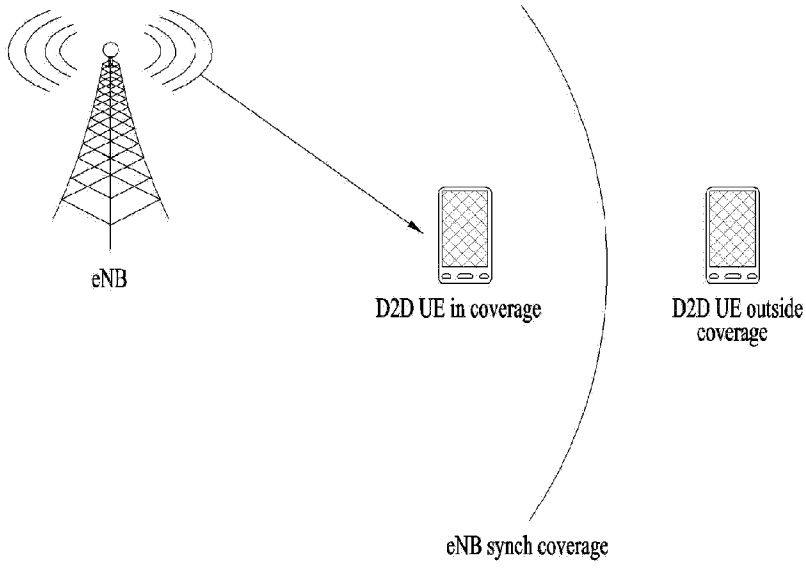
[도7]



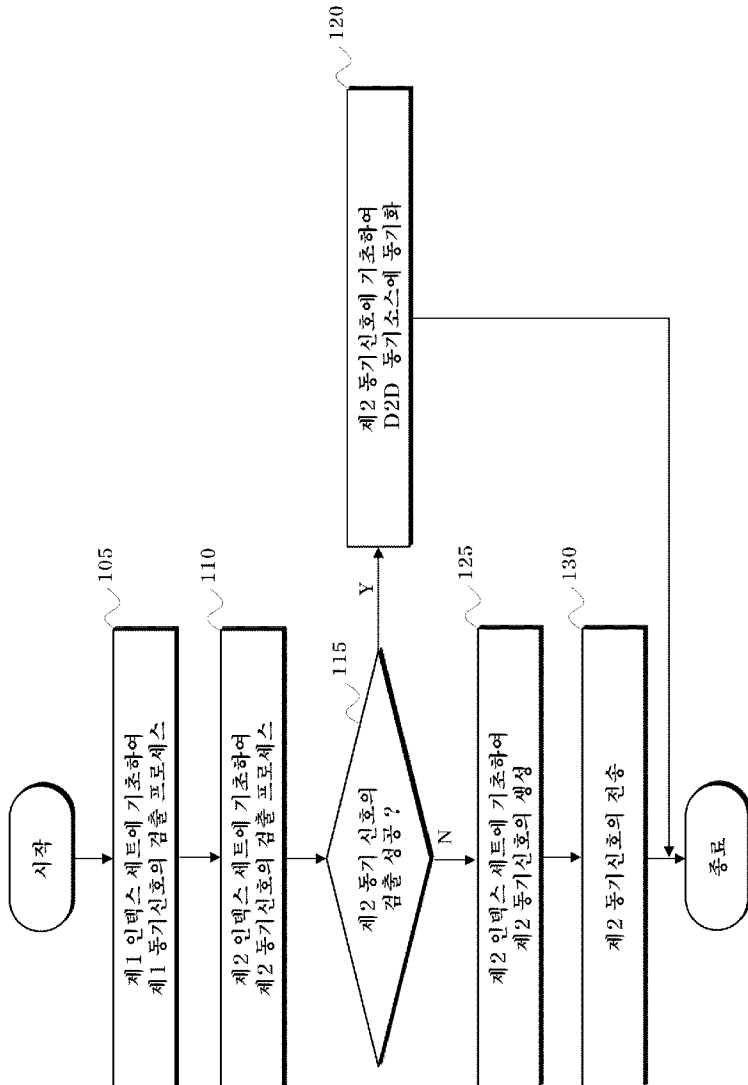
[도 8]



[도9]



[도10]



[도 11]

