

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 2월 4일 (04.02.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/018107 A1

- (51) 국제특허분류:
H04W 56/00 (2009.01) H04W 88/02 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/008008
- (22) 국제출원일: 2015년 7월 30일 (30.07.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
62/031,154 2014년 7월 30일 (30.07.2014) US
- (71) 출원인: 엘지전자(주) (LG ELECTRONICS INC.)
[KR/KR]; 150-721 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김명섭 (KIM, Myoungseob); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11길 19, 엘지전자 R&D 캠퍼스, Seoul (KR). 서한별 (SEO, Hanbyul); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11길 19, 엘지전자 R&D 캠퍼스, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 로알 (ROYAL PATENT & LAW OFFICE); 151-800 서울시 관악구 남부순환로 2072, 도원회관 빌딩 1층, 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).

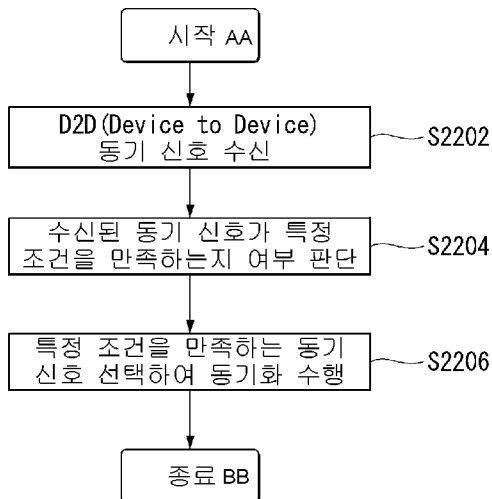
공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PERFORMING DEVICE-TO-DEVICE SYNCHRONIZATION IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 단말 간 동기화를 수행하기 위한 방법 및 장치



S2202 ... Receive device to device (D2D) synchronization signal
S2204 ... Determine whether received synchronization signal satisfies specific condition
S2206 ... Perform synchronization by selecting synchronization signal that satisfies specific condition
AA ... Start
BB ... End

(57) Abstract: The present invention relates to a method and a device for reselecting a synchronization signal in a wireless communication system that supports device-to-device direct communication, the method comprising the steps of: receiving a first synchronization signal from a second terminal and a second synchronization signal from a third terminal; comparing a first reception power level indicating the reception power of the first synchronization signal and a second reception power level indicating the reception power of the second synchronization signal to a first threshold value indicating the minimum reception power for reselecting a synchronization signal; and selecting the first synchronization signal or the second synchronization signal according to the comparison result, wherein the first synchronization signal is a synchronization signal selected in a previous synchronization procedure.

(57) 요약서: 단말 간 직접 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동기 신호(Synchronization Signal)를 재선택하기 위한 방법 및 장치에 관한 것으로서, 제 2 단말로부터 제 1 동기 신호 및 제 3 단말로부터 제 2 동기 신호를 수신하는 단계; 상기 제 1 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 2 수신 전력 레벨을 동기 신호를 재선택하기 위한 최소 수신 전력을 나타내는 제 1 임계값과 비교하는 단계; 및 상기 비교 결과에 따라 상기 제 1 동기 신호 또는 제 2 동기 신호를 선택하는 단계를 포함하되, 상기 제 1 동기 신호는 이전 동기화 절차에서 선택된 동기 신호인 것을 특징으로 한다.

WO 2016/018107 A1



-
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를
접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙
48.2(h))

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 단말 간 동기화를 수행하기 위한 방법 및 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 동기화 방법에 관한 것으로서, 특히 단말 간 직접통신에 있어서 동기화(Synchronization)를 위한 동기 신호를 재선택하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 스마트폰과 태블릿 PC가 보급되고 고용량 멀티미디어 통신이 활성화되면서 모바일 트래픽이 급격하게 증가하고 있다. 앞으로 모바일 트래픽의 증가 추세가 해마다 약 2배 정도의 트래픽 증가가 예상되고 있다. 이러한 모바일 트래픽의 대부분은 기지국을 통해 전송되고 있기 때문에 통신 서비스 사업자들은 당장 심각한 망 부하 문제에 직면해 있다. 이에 통신 사업자들은 증가하는 트래픽을 처리하기 위해 망 설비를 증가하고, 모바일 WIMAX, LTE(Long Term Evolution)와 같이 많은 양의 트래픽을 효율적으로 처리할 수 있는 차세대 이동통신 표준을 서둘러 상용화 해왔다. 하지만 앞으로 더욱 급증하게 될 트래픽의 양을 감당하기 위해서는 또 다른 해결책이 필요한 시점이다.
- [3] 기기간 직접(Device-to-Device, D2D) 통신은 기지국과 같은 기반 시설을 이용하지 않고 인접한 노드 사이에 트래픽을 직접 전달하는 분산형 통신 기술이다. D2D 통신 환경에서 휴대 단말 등 각 노드는 스스로 물리적으로 인접한 다른 단말을 찾고, 통신 세션을 설정한 뒤 트래픽을 전송한다. 이처럼 D2D 통신은 기지국으로 집중되는 트래픽을 분산시켜 트래픽 과부하 문제를 해결할 수 있기 때문에 4G 이후의 차세대 이동통신 기술의 요소 기술로써 각광을 받고 있다. 이러한 이유로 3GPP나 IEEE 등의 표준단체는 LTE-A 나 Wi-Fi에 기반하여 D2D 통신표준 제정을 추진하고 있으며, 퀄컴 등에서도 독자적이 D2D 통신 기술을 개발하고 있다.
- [4] D2D통신은 이동통신 시스템의 성능을 높이는데 기여할뿐만 아니라 새로운 통신 서비스를 창출할 것으로도 기대된다. 또한 인접성 기반의 소셜 네트워크 서비스나 네트워크 게임 등의 서비스를 지원할 수 있다. 이처럼 D2D기술은 다양한 분야에서 새로운 서비스를 제공해 줄 것으로 예상된다.
- [5] 이미 널리 활용되고 있는 기기간 통신 기술은 적외선 통신, ZigBee, RFID(radio frequency identification)와 이에 기반한 NFC(near field communication) 등이 존재한다. 하지만, 이 기술들은 굉장히 제한적인 거리(1m 내외) 내에서 특수한 목적의 통신만을 지원하기 때문에 엄밀하게는 기지국의 트래픽을 분산시키는 D2D 통신 기술로 분류하기는 어렵다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명은 무선 통신시스템에서 단말 간 동기화(Synchronization) 방법 및 장치를 제공함에 그 목적이 있다.
- [7] 본 발명은 무선 통신 시스템에서 단말 간 직접 통신(Device to Device)을 위한 동기 신호 선택 방법 및 장치를 제공함에 그 목적이 있다.
- [8] 본 발명은 무선 통신 시스템에서 단말 간 직접 통신(Device to Device)을 위한 초기 동기 신호 선택 이후, 동기 신호를 재선택 하기 위한 방법 및 장치를 제공함에 그 목적이 있다.
- [9] 본 발명은 무선 통신 시스템에서 단말 간 직접 통신(Device to Device)을 위한 초기 동기 신호 선택 이후, 동기 신호를 재선택할 때, 수신 전력을 최소 수신전력을 나타내는 임계값과 비교함으로써 동기 신호를 재선택하는 방법 및 장치를 제공함에 그 목적이 있다.
- [10] 본 발명은 무선 통신 시스템에서 단말 간 직접 통신(Device to Device)을 위한 초기 동기 신호 선택 이후, 동기 신호를 재선택할 때, 초기 동기 신호 선택보다 더 높은 임계값을 통해 동기 신호를 재선택하는 방법 및 장치를 제공함에 그 목적이 있다.
- [11] 본 발명은 무선 통신 시스템에서 단말 간 직접 통신(Device to Device)을 위한 초기 동기 신호 선택 이후, 동기 신호를 재선택할 때, 우선순위(Priority)를 비교함으로써 동기 신호를 재선택하는 방법 및 장치를 제공함에 그 목적이 있다.
- [12] 본 명세서에서 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

- [13] 본 발명에서는 상술한 문제점을 해결하기 위하여, 단말 간 직접 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동기 신호(Synchronization Signal)를 재선택하기 위한 방법 및 장치를 제공한다.
- [14] 구체적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 신호(Synchronization Signal)를 재선택하기 위한 방법은, 제 2 단말로부터 제 1 동기 신호 및 제 3 단말로부터 제 2 동기신호를 수신하는 단계; 상기 제 1 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 2 수신 전력 레벨을 동기 신호를 재선택하기 위한 최소 수신 전력을 나타내는 제 1 임계값과 비교하는 단계; 및 상기 비교 결과에 따라 상기 제 1 동기 신호 또는 제 2 동기 신호를 선택하는 단계를 포함하되, 상기 제 1 동기 신호는 이전 동기화 절차에서 선택된 동기 신호인 것을 특징으로 한다.
- [15] 또한, 본 발명에서, 상기 제 1 임계값은 이전 동기화 절차에서 최소 수신 전력을

나타내는 제 2 임계값보다 큰 것을 특징으로 한다.

- [16] 또한, 본 발명에서, 상기 제 1 동기 신호 또는 제 2 동기 신호를 선택하는 단계는, 상기 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 수신 전력 레벨 중 상기 제 1 임계값 보다 큰 수신 전력 레벨을 갖는 동기 신호를 선택하는 것을 특징으로 한다.
- [17] 또한, 본 발명에서, 상기 제 1 동기 신호 또는 제 2 동기 신호를 선택하는 단계는, 상기 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 수신 전력 레벨이 상기 제 1 임계값 보다 큰 경우, 가장 큰 수신 전력 레벨을 갖는 동기 신호를 선택하는 것을 특징으로 한다.
- [18] 또한, 본 발명에서, 상기 제 1 동기 신호 또는 제 2 동기 신호를 선택하는 단계는, 상기 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 수신 전력 레벨이 상기 제 1 임계값 보다 큰 경우, 상기 제 1 동기신호를 선택하는 것을 특징으로 한다.
- [19] 또한, 본 발명에서, 상기 제 1 임계값은 이전 동기화 절차에서 최소 수신 전력을 나타내는 제 2 임계값과 동일한 것을 특징으로 한다.
- [20] 또한, 본 발명은, 제 2 단말로부터 제 1 동기 신호 및 제 3 단말로부터 제 2 동기신호를 수신하는 단계; 상기 제 2 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 2 수신 전력 레벨을 동기 신호를 선택하기 위한 최소 수신 전력을 나타내는 제 1 임계값과 비교하고, 상기 제 1 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 1 수신 전력 레벨을 이전 동기화 절차에서 최소 수신 전력을 나타내는 제 2 임계값과 비교하는 단계; 및 상기 비교 결과에 따라 상기 제 1 동기 신호 또는 제 2 동기 신호를 선택하는 단계를 포함하되, 상기 제 1 동기 신호는 이전 동기화 절차에서 선택된 동기 신호이며, 상기 제 1 임계값은 상기 제 2 임계값 보다 큰 것을 특징으로 하는 방법을 제공한다.
- [21] 또한, 본 발명은, 제 2 단말로부터 제 1 동기 신호 및 제 3 단말로부터 제 2 동기신호를 수신하는 단계; 상기 제 1 동기 신호의 우선순위(Priority)를 나타내는 제 1 우선 순위와 상기 제 2 동기 신호의 우선순위(Priority)를 나타내는 제 2 우선 순위를 비교하는 단계; 및 상기 비교 결과 더 높은 우선순위를 가지는 동기 신호를 선택하는 단계를 포함하되, 상기 제 1 동기 신호는 이전 동기화 절차에서 선택된 동기 신호인 것을 특징으로 하는 방법을 제공한다.
- [22] 또한, 본 발명에서, 상기 동기 신호를 선택하는 단계는, 상기 제 2 우선순위가 상기 제 1 우선 순위보다 더 높은 우선순위를 가지는 경우, D2D(Device to Device) 동기 신호 선택 주기와 상관없이 상기 제 2 동기신호를 선택하는 것을 특징으로 한다.
- [23] 또한, 본 발명은, 무선 신호를 송신 및 수신하기 위한 통신부; 및 상기 통신부와 기능적으로 결합 되어 있는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는, 제 2 단말로부터 제 1 동기 신호 및 제 3 단말로부터 제 2 동기신호를 수신하고, 상기 제 1 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 2 수신 전력 레벨을 동기 신호를 선택하기 위한 최소 수신 전력을 나타내는 제 1 임계값과 비교하며, 상기 비교 결과에 따라 상기

제 1 동기 신호 또는 제 2 동기 신호를 선택하도록 제어하되, 상기 제 1 동기 신호는 이전 동기화 절차에서 선택된 동기 신호인 것을 특징으로 하는 단말을 제공한다.

- [24] 또한, 본 발명에서, 상기 제 1 임계값은 이전 동기화 절차에서 최소 수신 전력을 나타내는 제 2 임계값보다 큰 것을 특징으로 한다.
- [25] 또한, 본 발명에서, 상기 프로세서는, 상기 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 수신 전력 레벨 중 상기 제 1 임계값 보다 큰 수신 전력 레벨을 갖는 동기 신호를 선택하도록 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [26] 또한, 본 발명에서, 상기 프로세서는, 상기 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 수신 전력 레벨이 상기 제 1 임계값 보다 큰 경우, 가장 큰 수신 전력 레벨을 갖는 동기 신호를 선택하도록 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [27] 또한, 본 발명에서, 상기 프로세서는, 상기 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 수신 전력 레벨이 상기 제 1 임계값 보다 큰 경우, 상기 제 1 동기신호를 선택하도록 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [28] 또한, 본 발명에서, 상기 제 1 임계값은 이전 동기화 절차에서 최소 수신 전력을 나타내는 제 2 임계값과 동일한 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [29] 본 발명에 따른 무선 통신 시스템에서 단말 간 동기화를 수행하기 위한 방법 및 장치에 의하면 다음과 같은 효과가 있다.
- [30] 본 발명에 의하면, 단말 간 직접 통신(Device-to-Device)에서 동기 신호 선택 방법을 통하여 효율적으로 동기 신호를 선택할 수 있다.
- [31] 또한, 본 발명에 의하면, 단말 간 직접 통신(Device-to-Device)에서 동기 신호 선택 방법을 통하여, 최적의 동기 신호를 재선택할 수 있다.
- [32] 또한, 본 발명에 의하면, 단말 간 직접 통신(Device-to-Device)에서 동기 신호 선택 방법을 통하여, 초기 동기 신호 선택 조건보다 더 엄격한(strict)한 조건을 통해서 동기 신호를 재선택할 수 있다.
- [33] 또한, 본 발명에 의하면, 단말 간 직접 통신(Device-to-Device)에서 동기 신호 선택 방법을 통하여, 초기 동기 신호 선택의 임계값보다 더 큰 임계값을 통해 동기 신호를 재선택할 수 있다.
- [34] 또한, 본 발명에 의하면, 단말 간 직접 통신(Device-to-Device)에서 동기 신호 선택 방법을 통하여, 우선순위(Priority)가 높은 동기 신호를 재선택할 수 있다.
- [35] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과로 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

- [36] 도 1은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

- [37] 도 2는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.
- [38] 도 3은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.
- [39] 도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.
- [40] 도 5는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 PUCCH 포맷들이 상향링크 물리자원블록의 PUCCH 영역에 매핑되는 형태의 일 예를 나타낸다.
- [41] 도 6은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 일반 CP의 경우의 CQI 채널의 구조를 나타낸다.
- [42] 도 7은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 일반 CP의 경우에 ACK/NACK 채널의 구조를 나타낸다.
- [43] 도 8은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하나의 슬롯 동안 5개의 SC-FDMA 심볼을 생성하여 전송하는 일 예를 나타낸다.
- [44] 도 9는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 컴포넌트 캐리어 및 캐리어 병합의 일 예를 나타낸다.
- [45] 도 10은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 서브 프레임 구조의 일 예를 나타낸다.
- [46] 도 11은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 UL-SCH의 전송 채널 프로세싱의 일 예를 나타낸다.
- [47] 도 12는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 전송 채널(transport channel)인 상향링크 공유채널의 신호 처리 과정의 일 예를 나타낸다.
- [48] 도 13은 일반적인 다중 입출력 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도이다.
- [49] 도 14는 다수의 송신 안테나에서 하나의 수신 안테나로의 채널을 나타낸 도이다.
- [50] 도 15는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 자원 블록 쌍에 매핑된 참조 신호 패턴을 예시한다.
- [51] 도 16은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 사운딩 참조 신호 심볼을 포함한 상향링크 서브 프레임을 예시한다.
- [52] 도 17은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 릴레이 노드 자원 분할을 예시한다.
- [53] 도 18은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 D2D 통신을 개념적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [54] 도 19는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 D2D 통신의 다양한 시나리오들의 일 예를 나타낸다.
- [55] 도 20 및 도 21은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 D2D 통신의 자원 할당 방법의 일 예를 나타낸다.
- [56] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D(Device to Device)의 동기 신호 선택

방법의 일 예를 간략히 나타낸 순서도이다.

- [57] 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 신호 선택 조건을 통해서 D2D(Device to Device)의 동기 신호를 재선택하는 방법의 일 예를 나타낸 순서도이다.
- [58] 도 24은 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 신호 선택 조건을 통해서 D2D(Device to Device)의 동기 신호를 재선택하는 방법의 또 다른 일 예를 나타낸 순서도이다.
- [59] 도 25은 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 신호 선택 조건을 통해서 D2D(Device to Device)의 동기 신호를 재선택하는 방법의 또 다른 일 예를 나타낸 순서도이다.
- [60] 도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도의 일 예를 나타낸다.

발명의 실시를 위한 형태

- [61] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.
- [62] 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.
- [63] 본 명세서에서 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. 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, eNB(*evolved-NodeB*), BTS(*base transceiver system*), 액세스 포인트(AP: *Access Point*) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(Terminal)'은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, UE(*User Equipment*), MS(*Mobile Station*), UT(*user terminal*), MSS(*Mobile Subscriber Station*), SS(*Subscriber Station*), AMS(*Advanced Mobile Station*), WT(*Wireless terminal*), MTC(*Machine-Type Communication*) 장치, M2M(*Machine-to-Machine*) 장치, D2D(*Device-to-Device*) 장치 등의 용어로 대체될 수 있다.
- [64] 이하에서, 하향링크(DL: *downlink*)는 기지국에서 단말로의 통신을 의미하며, 상향링크(UL: *uplink*)는 단말에서 기지국으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 송신기는 기지국의 일부이고, 수신기는 단말의 일부일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 단말의 일부이고, 수신기는 기지국의 일부일 수 있다.

- [65] 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.
- [66] 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), NOMA(non-orthogonal multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 이용될 수 있다. CDMA는 UTRA(universal terrestrial radio access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(global system for mobile communications)/GPRS(general packet radio service)/EDGE(enhanced data rates for GSM evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(universal mobile telecommunications system)의 일부이다. 3GPP(3rd generation partnership project) LTE(long term evolution)은 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(advanced)는 3GPP LTE의 진화이다.
- [67] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802, 3GPP 및 3GPP2 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.
- [68] 설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [69]
- [70] 시스템 일반
- [71] 도 1은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.
- [72] 3GPP LTE/LTE-A에서는 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.
- [73] 도 1(a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 예시한다. 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성된다. 하나의 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임을 전송하는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 한다. 예를 들어, 하나의 서브프레임은 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms일 수 있다.
- [74] 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(RB: Resource

Block)을 포함한다.. 3GPP LTE는 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로 OFDM 심볼은 하나의 심볼 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것이다. OFDM 심볼은 하나의 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간이라고 할 수 있다. 자원 블록(resource block)은 자원 할당 단위이고, 하나의 슬롯에서 복수의 연속적인 부반송파(subcarrier)를 포함한다.

[75] 도 1의 (b)는 타입 2 프레임 구조(frame structure type 2)를 나타낸다. 타입 2 무선 프레임은 2개의 하프 프레임(half frame)으로 구성되며, 각 하프 프레임은 5개의 서브프레임과 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(GP: Guard Period), 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 상향링크 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

[76] TDD 시스템의 타입 2 프레임 구조에서 상향링크-하향링크 구성(uplink-downlink configuration)은 모든 서브프레임에 대하여 상향링크와 하향링크가 할당(또는 예약)되는지 나타내는 규칙이다.

[77] 아래 표 1은 상향링크-하향링크 구성을 나타낸다.

[78] [표1]

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

[79] 표 1을 참조하면, 무선 프레임의 각 서브프레임 별로, 'D'는 하향링크 전송을 위한 서브프레임을 나타내고, 'U'는 상향링크 전송을 위한 서브프레임을 나타내며, 'S'는 DwPTS, GP, UpPTS 3가지의 필드로 구성되는 스페셜 서브프레임(special subframe)을 나타낸다. 상향링크-하향링크 구성은 7가지로 구분될 수 있으며, 각 구성 별로 하향링크 서브프레임, 스페셜 서브프레임, 상향링크 서브프레임의 위치 및/또는 개수가 다르다.

- [80] 하향링크에서 상향링크로 변경되는 시점 또는 상향링크에서 하향링크로 전환되는 시점을 전환 시점(*switching point*)이라 한다. 전환 시점의 주기성(*Switch-point periodicity*)은 상향링크 서브프레임과 하향링크 서브프레임이 전환되는 양상이 동일하게 반복되는 주기를 의미하며, 5ms 또는 10ms가 모두 지원된다. 5ms 하향링크-상향링크 전환 시점의 주기를 가지는 경우에는 스페셜 서브프레임(S)은 하프-프레임 마다 존재하고, 5ms 하향링크-상향링크 전환 시점의 주기를 가지는 경우에는 첫번째 하프-프레임에만 존재한다.
- [81] 모든 구성에 있어서, 0번, 5번 서브프레임 및 DwPTS는 하향링크 전송만을 위한 구간이다. UpPTS 및 서브프레임 서브프레임에 바로 이어지는 서브프레임은 항상 상향링크 전송을 위한 구간이다.
- [82] 이러한, 상향링크-하향링크 구성은 시스템 정보로써 기지국과 단말이 모두 알고 있을 수 있다. 기지국은 상향링크-하향링크 구성 정보가 바뀔 때마다 구성 정보의 인덱스만을 전송함으로써 무선 프레임의 상향링크-하향링크 할당상태의 변경을 단말에 알려줄 수 있다. 또한, 구성 정보는 일종의 하향링크 제어정보로서 다른 스케줄링 정보와 마찬가지로 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 전송될 수 있으며, 방송 정보로서 브로드캐스트 채널(broadcast channel)을 통해 셀 내의 모든 단말에 공통으로 전송될 수도 있다.
- [83] 무선 프레임의 구조는 하나의 예시에 불과하며, 무선 프레임에 포함되는 부 반송파의 수 또는 서브 프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [84] 도 2는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.
- [85] 도 2를 참조하면, 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 여기서, 하나의 하향링크 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원 블록은 주파수 영역에서 12개의 부 반송파를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [86] 자원 그리드 상에서 각 요소(element)를 자원 요소(resource element)하고, 하나의 자원 블록(RB: resource block)은 12 × 7 개의 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원 블록들의 수 N_{DL} 은 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다.
- [87] 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.
- [88] 도 3은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.
- [89] 도 3을 참조하면, 서브 프레임내의 첫번째 슬롯에서 앞의 최대 3개의 OFDM 심볼들이 제어 채널들이 할당되는 제어 영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심볼들은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)이 할당되는 데이터 영역(data region)이다. 3GPP LTE에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 일례로

PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 등이 있다.

- [90] PCFICH는 서브 프레임의 첫번째 OFDM 심볼에서 전송되고, 서브 프레임 내에 제어 채널들의 전송을 위하여 사용되는 OFDM 심볼들의 수(즉, 제어 영역의 크기)에 관한 정보를 나른다. PHICH는 상향 링크에 대한 응답 채널이고, HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)에 대한 ACK(Acknowledgement)/NACK(Not-Acknowledgement) 신호를 나른다. PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 하향링크 제어정보(DCI: downlink control information)라고 한다. 하향링크 제어정보는 상향링크 자원 할당 정보, 하향링크 자원 할당 정보 또는 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송(Tx) 파워 제어 명령을 포함한다.

- [91] PDCCH는 DL-SCH(Downlink Shared Channel)의 자원 할당 및 전송 포맷(이를 하향링크 그랜트라고도 한다.), UL-SCH(Uplink Shared Channel)의 자원 할당 정보(이를 상향링크 그랜트라고도 한다.), PCH(Paging Channel)에서의 페이징(paging) 정보, DL-SCH에서의 시스템 정보, PDSCH에서 전송되는 랜덤 액세스 응답(random access response)과 같은 상위 레이어(upper-layer) 제어 메시지에 대한 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내 개별 단말들에 대한 전송 파워 제어 명령들의 집합, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 나를 수 있다. 복수의 PDCCH들은 제어 영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH들을 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 복수의 연속적인 CCE(control channel elements)의 집합으로 구성된다. CCE는 무선 채널의 상태에 따른 부호화율(coding rate)을 PDCCH에 제공하기 위하여 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group)들에 대응된다. PDCCH의 포맷 및 사용 가능한 PDCCH의 비트 수는 CCE들의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율 간의 연관 관계에 따라 결정된다.

- [92] 기지국은 단말에게 전송하려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 붙인다. CRC에는 PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(이를 RNTI(Radio Network Temporary Identifier)라고 한다.)가 마스킹된다. 특정의 단말을 위한 PDCCH라면 단말의 고유한 식별자, 예를 들어 C-RNTI(Cell-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는 페이징 메시지를 위한 PDCCH라면 페이징 지시 식별자, 예를 들어 P-RNTI(Paging-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 시스템 정보, 더욱 구체적으로 시스템 정보 블록(SIB: system information block)를 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자, SI-RNTI(system information RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 랜덤 액세스 프리앰블의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위하여, RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

[93]

- [94] **PDCCH(Physical Downlink Control Channel)**

- [95] 이하에서, PDCCH에 대해 좀 더 구체적으로 살펴보기로 한다.
- [96] PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(DCI: Downlink Control Indicator)라고 한다. PDCCH은 DCI 포맷에 따라서 제어 정보의 크기 및 용도가 다르며 또한 부호화율에 따라 크기가 달라질 수 있다.
- [97] 표 2는 DCI 포맷에 따른 DCI를 나타낸다.
- [98] [표2]

DCI format	Objective
0	Scheduling of PUSCH
1	Scheduling of one PDSCH codeword
1A	Compact scheduling of one PDSCH codeword
1B	Closed-loop single-rank transmission
1C	Paging, RACH response and dynamic BCCH
1D	MU-MIMO
2	Scheduling of rank-adapted closed-loop spatial multiplexing mode
2A	Scheduling of rank-adapted open-loop spatial multiplexing mode
3	TPC commands for PUCCH and PUSCH with 2bit power adjustments
3A	TPC commands for PUCCH and PUSCH with single bit power adjustments
4	the scheduling of PUSCH in one UL cell with multi-antenna port transmission mode

- [99] 표 2를 참조하면, DCI 포맷으로는 PUSCH 스케줄링을 위한 포맷 0, 하나의 PDSCH 코드워드의 스케줄링을 위한 포맷 1, 하나의 PDSCH 코드워드의 간단한(compact) 스케줄링을 위한 포맷 1A, DL-SCH의 매우 간단한 스케줄링을 위한 포맷 1C, 폐루프(Closed-loop) 공간 다중화(spatial multiplexing) 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2, 개루프(Openloop) 공간 다중화 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2A, 상향링크 채널을 위한 TPC(Transmission Power Control) 명령의 전송을 위한 포맷 3 및 3A, 다중 안테나 포트 전송 모드(transmission mode)에서 하나의 상향링크 셀 내 PUSCH 스케줄링을 위한 포맷 4가 있다.
- [100] DCI 포맷 1A는 단말에 어떤 전송 모드가 설정되어도 PDSCH 스케줄링을 위해 사용될 수 있다.
- [101] 이러한, DCI 포맷은 단말 별로 독립적으로 적용될 수 있으며, 하나의 서브프레임 안에 여러 단말의 PDCCH가 동시에 다중화(multiplexing)될 수 있다. PDCCH는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE(control channel elements)의

집합(aggregation)으로 구성된다. CCE는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 4개의 자원 요소로 구성된 REG의 9개의 세트에 대응하는 단위를 말한다. 기지국은 하나의 PDCCH 신호를 구성하기 위해 {1, 2, 4, 8} 개의 CCE들을 사용할 수 있으며, 이때의 {1, 2, 4, 8}은 CCE 집합 레벨(aggregation level)이라고 부른다.

- [102] 특정 PDCCH의 전송을 위해 사용되는 CCE의 개수는 채널 상태에서 따라 기지국에 의하여 결정된다. 각 단말에 따라 구성된 PDCCH는 CCE 대 RE 맵핑 규칙(CCE-to-RE mapping rule)에 의하여 각 서브프레임의 제어 채널 영역으로 인터리빙(interleaving)되어 맵핑된다. PDCCH의 위치는 각 서브프레임의 제어채널을 위한 OFDM 심볼 개수, PHICH 그룹 개수 그리고 송신안테나 및 주파수 천이 등에 따라 달라질 수 있다.
- [103] 상술한 바와 같이, 다중화된 각 단말의 PDCCH에 독립적으로 채널 코딩이 수행되고 CRC(Cyclic Redundancy Check)가 적용된다. 각 단말의 고유의 식별자(UE ID)를 CRC에 마스킹(masking)하여 단말이 자신의 PDCCH를 수신할 수 있도록 한다. 하지만, 서브프레임 내에서 할당된 제어 영역에서 기지국은 단말에게 해당하는 PDCCH가 어디에 있는지에 관한 정보를 제공하지 않는다. 단말은 기지국으로부터 전송된 제어채널을 수신하기 위해서 자신의 PDCCH가 어느 위치에서 어떤 CCE 집합 레벨이나 DCI 포맷으로 전송되는지 알 수 없으므로, 단말은 서브프레임 내에서 PDCCH 후보(candidate)들의 집합을 모니터링하여 자신의 PDCCH를 찾는다. 이를 블라인드 디코딩(BD: Blind Decoding)이라 한다.
- [104] 블라인드 디코딩은 블라인드 탐색(Blind Detection) 또는 블라인드 서치(Blind Search)라고 불릴 수 있다. 블라인드 디코딩은 단말이 CRC 부분에 자신의 단말 식별자(UE ID)를 디 마스킹(De-Masking) 시킨 후, CRC 오류를 검토하여 해당 PDCCH가 자신의 제어 채널인지 여부를 확인하는 방법을 말한다.
- [105] 이하, DCI 포맷 0를 통해 전송되는 정보를 설명한다.
- [106] DCI 포맷 0는 하나의 상향링크 셀에서의 PUSCH를 스케줄링하기 위해 사용된다.
- [107] 표 3은 DCI 포맷 0에서 전송되는 정보를 나타낸다.

[108] [표3]

Format 0(Release 8)	Format 0(Release 10)
	Carrier Indicator (CIF)
Flag for format 0/format 1A differentiation	Flag for format 0/format 1A differentiation
Hopping flag (FH)	Hopping flag (FH)
Resource block assignment (RIV)	Resource block assignment (RIV)
MCS and RV	MCS and RV
NDI (New Data Indicator)	NDI (New Data Indicator)
TPC for PUSCH	TPC for PUSCH
Cyclic shift for DM RS	Cyclic shift for DM RS
UL index (TDD only)	UL index (TDD only)
Downlink Assignment Index (DAI)	Downlink Assignment Index (DAI)
CSI request (1 bit)	CSI request (1 or 2 bits: 2 bit is for multi carrier)
	SRS request
	Resource allocation type (RAT)

[109] 표 3을 참조하면, DCI 포맷 0를 통해 전송되는 정보는 다음과 같다.

[110] 1) 캐리어 지시자(Carrier indicator) - 0 또는 3 비트로 구성된다.

[111] 2) DCI 포맷 0와 포맷 1A를 구분하기 위한 플래그 - 1 비트로 구성되며, 0 값은 DCI 포맷 0를 지시하고, 1 값은 DCI 포맷 1A를 지시한다.

[112] 3) 주파수 도약(hopping) 플래그 - 1 비트로 구성된다. 이 필드는 필요한 경우 해당 자원 할당의 최상위 비트(MSB: Most Significant bit)를 다중 클러스터(multi-cluster) 할당을 위해 사용될 수 있다.

[113] 4) 자원 블록 할당(Resource block assignment)과 도약(hopping) 자원 할당 - $\lceil \log_2 (N_{RB}^{DL} (N_{RB}^{DL} + 1) / 2) \rceil$ 비트로 구성된다.

[114] 여기서, 단일 클러스터(single-cluster allocation) 할당에서 PUSCH 도약의 경우, $\tilde{n}_{PRB}(i)$ 의 값을 획득하기 위해 N_{UL_hop} 개의 최상위 비트(MSB)들이 사용된다. $(\lceil \log_2 (N_{RB}^{UL} (N_{RB}^{UL} + 1) / 2) \rceil - N_{UL_hop})$ 비트는 상향링크 서브프레임 내에 첫 번째 슬롯의 자원 할당을 제공한다. 또한, 단일 클러스터 할당에서 PUSCH 도약이 없는 경우, $(\lceil \log_2 (N_{RB}^{UL} (N_{RB}^{UL} + 1) / 2) \rceil)$ 비트가 상향링크 서브프레임 내에 자원 할당을 제공한다. 또한, 다중 클러스터 할당(multi-cluster

allocation)에서 PUSCH 도약이 없는 경우, 주파수 도약 플래그 필드 및 자원 블록 할당과 도약 자원 할당 필드의 연결(concatenation)로부터 자원 할당 정보가 얻어지고, $\left\lceil \log_2 \left(\left(\left\lceil \frac{N_{RB}^{UL}}{4} \right\rceil P + 1 \right) \right) \right\rceil$ 비트가 상향링크 서브프레임 내에 자원

할당을 제공한다. 이때, P 값은 하향링크 자원 블록의 수에 의해 정해진다.

- [115] 5) 변조 및 코딩 기법(MCS: Modulation and coding scheme) - 5 비트로 구성된다.
- [116] 6) 새로운 데이터 지시자(New data indicator) - 1 비트로 구성된다.
- [117] 7) PUSCH를 위한 TPC(Transmit Power Control) 커맨드 - 2 비트로 구성된다.
- [118] 8) DMRS(demodulation reference signal)을 위한 순환 쉬프트(CS: cyclic shift)와 직교 커버 코드(OC/OCC: orthogonal cover/orthogonal cover code)의 인덱스 - 3 비트로 구성된다.
- [119] 9) 상향링크 인덱스 - 2 비트로 구성된다. 이 필드는 상향링크-하향링크 구성 0에 따른 TDD 동작에만 존재한다.
- [120] 10) 하향링크 할당 인덱스(DAI: Downlink Assignment Index) - 2 비트로 구성된다. 이 필드는 상향링크-하향링크 구성(uplink-downlink configuration) 1-6에 따른 TDD 동작에만 존재한다.
- [121] 11) 채널 상태 정보(CSI: Channel State Information) 요청 - 1 또는 2 비트로 구성된다. 여기서, 2 비트 필드는 하나 이상의 하향링크 셀이 설정된 단말에 단말 특정(UE specific)하게 해당 DCI가 C-RNTI(Cell-RNTI)에 의해 매핑된 경우에만 적용된다.
- [122] 12) 사운딩 참조 신호(SRS: Sounding Reference Signal) 요청 - 0 또는 1 비트로 구성된다. 여기서, 이 필드는 스케줄링하는 PUSCH가 단말 특정(UE specific)하게 C-RNTI에 의해 매핑되는 경우에만 존재한다.
- [123] 13) 자원 할당 타입(Resource allocation type) - 1 비트로 구성된다.
- [124] DCI 포맷 0 내에 정보 비트의 수가 DCI 포맷 1A의 페이로드 크기(추가된 패딩 비트 포함)보다 작은 경우, DCI 포맷 0에 DCI 포맷 1A의 페이로드 크기가 같아지도록 0이 추가된다.
- [125]
- [126] 도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.
- [127] 도 4를 참조하면, 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)이 할당된다. 데이터 영역은 사용자 데이터를 나르는 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH을 동시에 전송하지 않는다.
- [128] 하나의 단말에 대한 PUCCH에는 서브 프레임 내에 자원 블록(RB: Resource Block) 쌍이 할당된다. RB 쌍에 속하는 RB들은 2개의 슬롯들의 각각에서 서로

다른 부 반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당된 RB 쌍은 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다.

[129]

[130] 물리상향링크제어채널(PUCCH)

[131] PUCCH를 통하여 전송되는 상향링크 제어 정보(UCI)는, 스케줄링 요청(SR: Scheduling Request), HARQ ACK/NACK 정보 및 하향링크 채널 측정 정보를 포함할 수 있다.

[132] HARQ ACK/NACK 정보는 PDSCH 상의 하향링크 데이터 패킷의 디코딩 성공 여부에 따라 생성될 수 있다. 기존의 무선 통신 시스템에서, 하향링크 단일 코드워드(codeword) 전송에 대해서는 ACK/NACK 정보로서 1 비트가 전송되고, 하향링크 2 코드워드 전송에 대해서는 ACK/NACK 정보로서 2 비트가 전송된다.

[133] 채널 측정 정보는 다중입출력(MIMO: Multiple Input Multiple Output) 기법과 관련된 피드백 정보를 지칭하며, 채널품질지시자(CQI: Channel Quality Indicator), 프리코딩매트릭스인덱스(PMI: Precoding Matrix Index) 및 랭크 지시자(RI: Rank Indicator)를 포함할 수 있다. 이들 채널 측정 정보를 통칭하여 CQI 라고 표현할 수도 있다.

[134] CQI 의 전송을 위하여 서브프레임 당 20 비트가 사용될 수 있다.

[135] PUCCH는 BPSK(Binary Phase Shift Keying)과 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 기법을 사용하여 변조될 수 있다. PUCCH를 통하여 복수개의 단말의 제어 정보가 전송될 수 있고, 각 단말들의 신호를 구별하기 위하여 코드분할다중화(CDM: Code Division Multiplexing)을 수행하는 경우에 길이 12의 CAZAC(Constant Amplitude Zero Autocorrelation) 시퀀스를 주로 사용한다. CAZAC 시퀀스는 시간 영역(time domain) 및 주파수 영역(frequency domain)에서 일정한 크기(amplitude)를 유지하는 특성을 가지므로 단말의 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio) 또는 CM(Cubic Metric)을 낮추어 커버리지를 증가시키기에 적합한 성질을 가진다. 또한, PUCCH를 통해 전송되는 하향링크 데이터 전송에 대한 ACK/NACK 정보는 직교 시퀀스(orthogonal sequence) 또는 직교 커버(OC: orthogonal cover)를 이용하여 커버링된다.

[136] 또한, PUCCH 상으로 전송되는 제어정보는 서로 다른 순환 시프트(CS: cyclic shift) 값을 가지는 순환 시프트된 시퀀스(cyclically shifted sequence)를 이용하여 구별될 수 있다. 순환 시프트된 시퀀스는 기본 시퀀스(base sequence)를 특정 CS 양(cyclic shift amount) 만큼 순환 시프트시켜 생성할 수 있다. 특정 CS 양은 순환 시프트 인덱스(CS index)에 의해 지시된다. 채널의 지연 확산(delay spread)에 따라 사용 가능한 순환 시프트의 수는 달라질 수 있다. 다양한 종류의 시퀀스가 기본 시퀀스로 사용될 수 있으며, 전술한 CAZAC 시퀀스는 그 일례이다.

[137] 또한, 단말이 하나의 서브프레임에서 전송할 수 있는 제어 정보의 양은 제어 정보의 전송에 이용가능한 SC-FDMA 심볼의 개수(즉, PUCCH 의 코히어런트(coherent) 검출을 위한 참조신호(RS) 전송에 이용되는 SC-FDMA

심볼을 제외한 SC-FDMA 심볼들)에 따라 결정될 수 있다.

- [138] 3GPP LTE 시스템에서 PUCCH 는, 전송되는 제어 정보, 변조 기법, 제어 정보의 양 등에 따라 총 7 가지 상이한 포맷으로 정의되며, 각각의 PUCCH 포맷에 따라서 전송되는 상향링크 제어 정보(UCI: uplink control information)의 속성은 다음의 표 4와 같이 요약할 수 있다.

- [139] [표4]

PUCCH Format	Uplink Control Information(UCI)
Format 1	Scheduling Request(SR)(unmodulated waveform)
Format 1a	1-bit HARQ ACK/NACK with/without SR
Format 1b	2-bit HARQ ACK/NACK with/without SR
Format 2	CQI (20 coded bits)
Format 2	CQI and 1- or 2-bit HARQ ACK/NACK (20 bits) for extended CP only
Format 2a	CQI and 1-bit HARQ ACK/NACK (20+1 coded bits)
Format 2b	CQI and 2-bit HARQ ACK/NACK (20+2 coded bits)

- [140] PUCCH 포맷 1은 SR의 단독 전송에 사용된다. SR 단독 전송의 경우에는 변조되지 않은 파형이 적용되며, 이에 대해서는 후술하여 자세하게 설명한다.
- [141] PUCCH 포맷 1a 또는 1b는 HARQ ACK/NACK의 전송에 사용된다. 임의의 서브프레임에서 HARQ ACK/NACK이 단독으로 전송되는 경우에는 PUCCH 포맷 1a 또는 1b를 사용할 수 있다. 또는, PUCCH 포맷 1a 또는 1b를 사용하여 HARQ ACK/NACK 및 SR이 동일 서브프레임에서 전송될 수도 있다.
- [142] PUCCH 포맷 2는 CQI의 전송에 사용되고, PUCCH 포맷 2a 또는 2b는 CQI 및 HARQ ACK/NACK의 전송에 사용된다.
- [143] 확장된 CP의 경우에는 PUCCH 포맷 2가 CQI 및 HARQ ACK/NACK의 전송에 사용될 수도 있다.
- [144] 도 5는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 PUCCH 포맷들이 상향링크 물리자원블록의 PUCCH 영역에 매핑되는 형태의 일례를 나타낸다.
- [145] 도 5에서 N_{RB}^{UL} 은 상향링크에서의 자원블록의 개수를 나타내고, 0, 1, ..., N_{RB}^{UL} -1은 물리자원블록의 번호를 의미한다. 기본적으로, PUCCH는 상향링크 주파수 블록의 양쪽 끝단(edge)에 매핑된다. 도 5에서 도시하는 바와 같이, $m=0,1$ 로 표시되는 PUCCH 영역에 PUCCH 포맷 2/2a/2b가 매핑되며, 이는 PUCCH 포맷 2/2a/2b가 대역-끝단(bandedge)에 위치한 자원블록들에 매핑되는 것으로 표현할 수 있다. 또한, $m=2$ 로 표시되는 PUCCH 영역에 PUCCH 포맷 2/2a/2b 및 PUCCH 포맷 1/1a/1b가 함께(mixed) 매핑될 수 있다. 다음으로, $m=3,4,5$ 로 표시되는 PUCCH 영역에 PUCCH 포맷 1/1a/1b가 매핑될 수 있다. PUCCH 포맷 2/2a/2b에

의해 사용가능한 PUCCH RB들의 개수($N_{RB}^{(2)}$)는 브로드캐스팅 시그널링에

의해서 셀 내의 단말들에게 지시될 수 있다.

[146] PUCCH 포맷 2/2a/2b에 대하여 설명한다. PUCCH 포맷 2/2a/2b는 채널 측정 피드백(CQI, PMI, RI)을 전송하기 위한 제어 채널이다.

[147] 채널측정피드백(이하에서는, 통칭하여 CQI 정보라고 표현함)의 보고 주기 및 측정 대상이 되는 주파수 단위(또는 주파수 해상도(resolution))는 기지국에 의하여 제어될 수 있다. 시간 영역에서 주기적 및 비주기적 CQI 보고가 지원될 수 있다. PUCCH 포맷 2는 주기적 보고에만 사용되고, 비주기적 보고를 위해서는 PUSCH가 사용될 수 있다. 비주기적 보고의 경우에 기지국은 단말에게 상향링크 데이터 전송을 위하여 스케줄링된 자원에 개별 CQI 보고를 실어서 전송할 것을 지시할 수 있다.

[148] 도 6은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 일반 CP의 경우의 CQI 채널의 구조를 나타낸다.

[149] 하나의 슬롯의 SC-FDMA 심볼 0 내지 6 중에서, SC-FDMA 심볼 1 및 5 (2 번째 및 6 번째 심볼)는 복조참조신호(DMRS: Demodulation Reference Signal) 전송에 사용되고, 나머지 SC-FDMA 심볼에서 CQI 정보가 전송될 수 있다. 한편, 확장된 CP의 경우에는 하나의 SC-FDMA 심볼 (SC-FDMA 심볼 3)이 DMRS 전송에 사용된다.

[150] PUCCH 포맷 2/2a/2b에서는 CAZAC 시퀀스에 의한 변조를 지원하고, QPSK 변조된 심볼이 길이 12의 CAZAC 시퀀스로 승산된다. 시퀀스의 순환 시프트(CS)는 심볼 및 슬롯 간에 변경된다. DMRS에 대해서 직교 커버링이 사용된다.

[151] 하나의 슬롯에 포함되는 7개의 SC-FDMA 심볼 중 3개의 SC-FDMA 심볼 간격만큼 떨어진 2개의 SC-FDMA 심볼에는 참조신호(DMRS)가 실리고, 나머지 5개의 SC-FDMA 심볼에는 CQI 정보가 실린다. 한 슬롯 안에 두 개의 RS가 사용된 것은 고속 단말을 지원하기 위해서이다. 또한, 각 단말은 순환 시프트(CS) 시퀀스를 사용하여 구분된다. CQI 정보 심볼들은 SC-FDMA 심볼 전체에 변조되어 전달되고, SC-FDMA 심볼은 하나의 시퀀스로 구성되어 있다. 즉, 단말은 각 시퀀스로 CQI를 변조해서 전송한다.

[152] 하나의 TTI에 전송할 수 있는 심볼 수는 10개이고, CQI 정보의 변조는 QPSK까지 정해져 있다. SC-FDMA 심볼에 대해 QPSK 매핑을 사용하는 경우 2비트의 CQI 값이 실릴 수 있으므로, 한 슬롯에 10비트의 CQI 값을 실을 수 있다. 따라서, 한 서브프레임에 최대 20비트의 CQI 값을 실을 수 있다. CQI 정보를 주파수 영역에서 확산시키기 위해 주파수 영역 확산 부호를 사용한다.

[153] 주파수 영역 확산 부호로는 길이-12의 CAZAC 시퀀스(예를 들어, ZC 시퀀스)를 사용할 수 있다. 각 제어채널은 서로 다른 순환 시프트(cyclic shift) 값을 갖는 CAZAC 시퀀스를 적용하여 구분될 수 있다. 주파수 영역 확산된 CQI

정보에 IFFT가 수행된다.

- [154] 12 개의 동등한 간격을 가진 순환 시프트에 의해서 12 개의 상이한 단말들이 동일한 PUCCH RB 상에서 직교 다중화될 수 있다. 일반 CP 경우에 SC-FDMA 심볼 1 및 5 상의 (확장된 CP 경우에 SC-FDMA 심볼 3 상의) DMRS 시퀀스는 주파수 영역 상의 CQI 신호 시퀀스와 유사하지만 CQI 정보와 같은 변조가 적용되지는 않는다.

- [155] 단말은 PUCCH 자원 인덱스($n_{\text{PUCCH}}^{(1,\tilde{p})}$, $n_{\text{PUCCH}}^{(2,\tilde{p})}$, $n_{\text{PUCCH}}^{(3,\tilde{p})}$)로 지시되는 PUCCH

자원 상에서 주기적으로 상이한 CQI, PMI 및 RI 타입을 보고하도록 상위 계층 시그널링에 의하여 반-정적으로(semi-statically) 설정될 수 있다. 여기서, PUCCH 자원 인덱스($n_{\text{PUCCH}}^{(2,\tilde{p})}$)는 PUCCH 포맷 2/2a/2b 전송에 사용되는 PUCCH 영역 및

사용될 순환 시프트(CS) 값을 지시하는 정보이다.

- [156] **PUCCH 채널 구조**

- [157] PUCCH 포맷 1a 및 1b에 대하여 설명한다.

- [158] PUCCH 포맷 1a/1b에 있어서 BPSK 또는 QPSK 변조 방식을 이용하여 변조된 심볼은 길이 12 의 CAZAC 시퀀스로 승산(multiply)된다. 예를 들어, 변조 심볼 $d(0)$ 에 길이 N 의 CAZAC 시퀀스 $r(n)$ ($n=0, 1, 2, \dots, N-1$) 가 승산된 결과는 $y(0)$, $y(1)$, $y(2)$, ..., $y(N-1)$ 이 된다. $y(0)$, ..., $y(N-1)$ 심볼들을 심볼 블록(block of symbol)이라고 칭할 수 있다. 변조 심볼에 CAZAC 시퀀스를 승산한 후에, 직교 시퀀스를 이용한 블록-단위(block-wise)확산이 적용된다.

- [159] 일반 ACK/NACK 정보에 대해서는 길이 4의 하다마드(Hadamard) 시퀀스가 사용되고, 짧은(shortened) ACK/NACK 정보 및 참조신호(Reference Signal)에 대해서는 길이 3의 DFT(Discrete Fourier Transform) 시퀀스가 사용된다.

- [160] 확장된 CP의 경우의 참조신호에 대해서는 길이 2의 하다마드 시퀀스가 사용된다.

- [161] 도 7은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 일반 CP의 경우에 ACK/NACK 채널의 구조를 나타낸다.

- [162] 도 7에서는 CQI 없이 HARQ ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 채널 구조를 예시적으로 나타낸다.

- [163] 하나의 슬롯에 포함되는 7 개의 SC-FDMA 심볼 중 중간 부분의 3개의 연속되는 SC-FDMA 심볼에는 참조신호(RS)가 실리고, 나머지 4 개의 SC-FDMA 심볼에는 ACK/NACK 신호가 실린다.

- [164] 한편, 확장된 CP의 경우에는 중간 2 개의 연속되는 심볼에 RS가 실릴 수 있다. RS에 사용되는 심볼의 개수 및 위치는 제어채널에 따라 달라질 수 있으며 이와 연관된 ACK/NACK 신호에 사용되는 심볼의 개수 및 위치도 그에 따라 변경될 수 있다.

- [165] 1 비트 및 2 비트의 확인응답 정보(스크램블링되지 않은 상태)는 각각 BPSK 및

QPSK 변조 기법을 사용하여 하나의 HARQ ACK/NACK 변조 심볼로 표현될 수 있다. 긍정확인응답(ACK)은 '1'로 인코딩될 수 있고, 부정확인응답(NACK)은 '0'으로 인코딩될 수 있다.

- [166] 할당되는 대역 내에서 제어신호를 전송할 때, 다중화 용량을 높이기 위해 2차원 확산이 적용된다. 즉, 다중화할 수 있는 단말 수 또는 제어 채널의 수를 높이기 위해 주파수 영역 확산과 시간 영역 확산을 동시에 적용한다.
- [167] ACK/NACK 신호를 주파수 영역에서 확산시키기 위해 주파수 영역 시퀀스를 기본 시퀀스로 사용한다. 주파수 영역 시퀀스로는 CAZAC 시퀀스 중 하나인 Zadoff-Chu (ZC) 시퀀스를 사용할 수 있다. 예를 들어, 기본 시퀀스인 ZC 시퀀스에 서로 다른 순환 시프트(CS: Cyclic Shift)가 적용됨으로써, 서로 다른 단말 또는 서로 다른 제어 채널의 다중화가 적용될 수 있다. HARQ ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH RB 들을 위한 SC-FDMA 심볼에서 지원되는 CS 자원의 개수는 셀-특정 상위-계층 시그널링 파라미터($\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}$)에 의해 설정된다.
- [168] 주파수 영역 확산된 ACK/NACK 신호는 직교 확산(spreading) 코드를 사용하여 시간 영역에서 확산된다. 직교 확산 코드로는 월시-하다마드(Walsh-Hadamard) 시퀀스 또는 DFT 시퀀스가 사용될 수 있다. 예를 들어, ACK/NACK 신호는 4 심볼에 대해 길이 4의 직교 시퀀스(w_0, w_1, w_2, w_3)를 이용하여 확산될 수 있다. 또한, RS도 길이 3 또는 길이 2의 직교 시퀀스를 통해 확산시킨다. 이를 직교 커버링(OC: Orthogonal Covering)이라 한다.
- [169] 전술한 바와 같은 주파수 영역에서의 CS 자원 및 시간 영역에서의 OC 자원을 이용해서 다수의 단말들이 코드분할다중화(CDM: Code Division Multiplexing) 방식으로 다중화될 수 있다. 즉, 동일한 PUCCH RB 상에서 많은 개수의 단말들의 ACK/NACK 정보 및 RS 가 다중화될 수 있다.
- [170] 이와 같은 시간 영역 확산 CDM 에 대해서, ACK/NACK 정보에 대해서 지원되는 확산 코드들의 개수는 RS 심볼들의 개수에 의해서 제한된다. 즉, RS 전송 SC-FDMA 심볼들의 개수는 ACK/NACK 정보 전송 SC-FDMA 심볼들의 개수보다 적기 때문에, RS 의 다중화 용량(capacity)이 ACK/NACK 정보의 다중화 용량에 비하여 적게 된다.
- [171] 예를 들어, 일반 CP 의 경우에 4 개의 심볼에서 ACK/NACK 정보가 전송될 수 있는데, ACK/NACK 정보를 위하여 4 개가 아닌 3개의 직교 확산 코드가 사용되며, 이는 RS 전송 심볼의 개수가 3 개로 제한되어 RS 를 위하여 3 개의 직교 확산 코드만이 사용될 수 있기 때문이다.
- [172] 일반 CP 의 서브프레임에서 하나의 슬롯에서 3 개의 심볼이 RS 전송을 위해서 사용되고 4 개의 심볼이 ACK/NACK 정보 전송을 위해서 사용되는 경우에, 예를 들어, 주파수 영역에서 6 개의 순환시프트(CS) 및 시간 영역에서 3개의 직교커버(OC) 자원을 사용할 수 있다면, 총 18 개의 상이한 단말로부터의 HARQ 확인응답이 하나의 PUCCH RB 내에서 다중화될 수 있다. 만약, 확장된 CP 의

서브프레임에서 하나의 슬롯에서 2 개의 심볼이 RS 전송을 위해서 사용되고 4 개의 심볼이 ACK/NACK 정보 전송을 위해서 사용되는 경우에, 예를 들어, 주파수 영역에서 6 개의 순환시프트(CS) 및 시간 영역에서 2 개의 직교커버(OC) 자원을 사용할 수 있다면, 총 12 개의 상이한 단말로부터의 HARQ 확인응답이 하나의 PUCCH RB 내에서 다중화될 수 있다.

- [173] 다음으로, PUCCH 포맷 1에 대하여 설명한다. 스케줄링 요청(SR)은 단말이 스케줄링되기를 요청하거나 또는 요청하지 않는 방식으로 전송된다. SR 채널은 PUCCH 포맷 1a/1b 에서의 ACK/NACK 채널 구조를 재사용하고, ACK/NACK 채널 설계에 기초하여 OOK(On-Off Keying) 방식으로 구성된다. SR 채널에서는 참조신호가 전송되지 않는다. 따라서, 일반 CP 의 경우에는 길이 7 의 시퀀스가 이용되고, 확장된 CP 의 경우에는 길이 6 의 시퀀스가 이용된다. SR 및 ACK/NACK 에 대하여 상이한 순환 시프트 또는 직교 커버가 할당될 수 있다. 즉, 긍정(positive) SR 전송을 위해 단말은 SR용으로 할당된 자원을 통해 HARQ ACK/NACK을 전송한다. 부정(negative) SR 전송을 위해서는 단말은 ACK/NACK용으로 할당된 자원을 통해 HARQ ACK/NACK을 전송한다.
- [174] 다음으로 개선된-PUCCH(e-PUCCH) 포맷에 대하여 설명한다. e-PUCCH는 LTE-A 시스템의 PUCCH 포맷 3에 대응할 수 있다. PUCCH 포맷 3을 이용한 ACK/NACK 전송에는 블록 확산(block spreading) 기법이 적용될 수 있다.
- [175] 블록 확산 기법은, 기존의 PUCCH 포맷 1 계열 또는 2 계열과는 달리, 제어 신호 전송을 SC-FDMA 방식을 이용하여 변조하는 방식이다. 도 8에서 나타내는 바와 같이, 심볼 시퀀스가 OCC(Orthogonal Cover Code)를 이용하여 시간 영역(domain) 상에서 확산되어 전송될 수 있다. OCC를 이용함으로써 동일한 RB 상에 복수개의 단말들의 제어 신호들이 다중화될 수 있다. 전송한 PUCCH 포맷 2의 경우에는 하나의 심볼 시퀀스가 시간 영역에 걸쳐서 전송되고 CAZAC 시퀀스의 CS(cyclic shift)를 이용하여 복수개의 단말들의 제어 신호들이 다중화되는 반면, 블록 확산 기반 PUCCH 포맷(예를 들어, PUCCH 포맷 3)의 경우에는 하나의 심볼 시퀀스가 주파수 영역에 걸쳐서 전송되고, OCC를 이용한 시간 영역 확산을 이용하여 복수개의 단말들의 제어 신호들이 다중화된다.
- [176] 도 8은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하나의 슬롯 동안 5 개의 SC-FDMA 심볼을 생성하여 전송하는 일례를 나타낸다.
- [177] 도 8에서는 1 슬롯 동안에 하나의 심볼 시퀀스에 길이=5 (또는 SF=5)의 OCC를 이용하여 5 개의 SC-FDMA 심볼(즉, 데이터 부분)을 생성하여 전송하는 예시를 나타낸다. 이 경우, 1 슬롯 동안 2 개의 RS 심볼이 사용될 수 있다.
- [178] 도 8의 예시에서, RS 심볼은 특정 순환 시프트 값이 적용된 CAZAC 시퀀스로부터 생성될 수 있으며, 복수개의 RS 심볼에 걸쳐 소정의 OCC가 적용된 (또는 곱해진) 형태로 전송될 수 있다. 또한, 도 8의 예시에서 각각의 OFDM 심볼(또는 SC-FDMA 심볼) 별로 12 개의 변조 심볼이 사용되고, 각각의 변조 심볼은 QPSK에 의해 생성되는 것으로 가정하면, 하나의 슬롯에서 전송할

수 있는 최대 비트 수는 $12 \times 2 = 24$ 비트가 된다. 따라서, 2개의 슬롯으로 전송할 수 있는 비트수는 총 48비트가 된다. 이와 같이 블록 확산 방식의 PUCCH 채널 구조를 사용하는 경우 기존의 PUCCH 포맷 1 계열 및 2 계열에 비하여 확장된 크기의 제어 정보의 전송이 가능해진다.

[179]

[180] 캐리어 병합 일반

[181] 본 발명의 실시예들에서 고려하는 통신 환경은 멀티 캐리어(Multi-carrier) 지원 환경을 모두 포함한다. 즉, 본 발명에서 사용되는 멀티 캐리어 시스템 또는 캐리어 병합(CA: Carrier Aggregation) 시스템이라 함은 광대역을 지원하기 위해서, 목표로 하는 광대역을 구성할 때 목표 대역보다 작은 대역폭(bandwidth)을 가지는 1개 이상의 컴포넌트 캐리어(CC: Component Carrier)를 병합(aggregation)하여 사용하는 시스템을 말한다.

[182] 본 발명에서 멀티 캐리어는 캐리어의 병합(또는, 반송파 집성)을 의미하며, 이때 캐리어의 병합은 인접한(contiguous) 캐리어 간의 병합뿐 아니라 비인접한(non-contiguous) 캐리어 간의 병합을 모두 의미한다. 또한, 하향링크와 상향링크 간에 집성되는 컴포넌트 캐리어들의 수는 다르게 설정될 수 있다. 하향링크 컴포넌트 캐리어(이하, 'DL CC'라 한다.) 수와 상향링크 컴포넌트 캐리어(이하, 'UL CC'라 한다.) 수가 동일한 경우를 대칭적(symmetrical) 집성이라고 하고, 그 수가 다른 경우를 비대칭적(asymmetrical) 집성이라고 한다. 이와 같은 캐리어 병합은 반송파 집성, 대역폭 집성(bandwidth aggregation), 스펙트럼 집성(spectrum aggregation) 등과 같은 용어와 혼용되어 사용될 수 있다.

[183] 두 개 이상의 컴포넌트 캐리어가 결합되어 구성되는 캐리어 병합은 LTE-A 시스템에서는 100MHz 대역폭까지 지원하는 것을 목표로 한다. 목표 대역보다 작은 대역폭을 가지는 1개 이상의 캐리어를 결합할 때, 결합하는 캐리어의 대역폭은 기존 IMT 시스템과의 호환성(backward compatibility) 유지를 위해서 기존 시스템에서 사용하는 대역폭으로 제한할 수 있다. 예를 들어서 기존의 3GPP LTE 시스템에서는 {1.4, 3, 5, 10, 15, 20}MHz 대역폭을 지원하며, 3GPP LTE-advanced 시스템(즉, LTE-A)에서는 기존 시스템과의 호환을 위해 상기의 대역폭들만을 이용하여 20MHz보다 큰 대역폭을 지원하도록 할 수 있다. 또한, 본 발명에서 사용되는 캐리어 병합 시스템은 기존 시스템에서 사용하는 대역폭과 상관없이 새로운 대역폭을 정의하여 캐리어 병합을 지원하도록 할 수도 있다.

[184] LTE-A 시스템은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용한다.

[185] 상술한 캐리어 병합 환경은 다중 셀(multiple cells) 환경으로 일컬을 수 있다. 셀은 하향링크 자원(DL CC)과 상향링크 자원(UL CC) 한 쌍의 조합으로 정의되나, 상향링크 자원은 필수 요소는 아니다. 따라서, 셀은 하향링크 자원 단독, 또는 하향링크 자원과 상향링크 자원으로 구성될 수 있다. 특정 단말이 단 하나의 설정된 서빙 셀(configured serving cell)을 가지는 경우 1개의 DL CC와

1개의 UL CC를 가질 수 있으나, 특정 단말이 2개 이상의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우에는 셀의 수만큼의 DL CC를 가지며 UL CC의 수는 그와 같거나 그보다 작을 수 있다.

- [186] 또는, 그 반대로 DL CC와 UL CC가 구성될 수도 있다. 즉, 특정 단말이 다수의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우 DL CC의 수보다 UL CC가 더 많은 캐리어 병합 환경도 지원될 수 있다. 즉, 캐리어 병합(carrier aggregation)은 각각 캐리어 주파수(셀의 중심 주파수)가 서로 다른 둘 이상의 셀들의 병합으로 이해될 수 있다. 여기서, 말하는 '셀(Cell)'은 일반적으로 사용되는 기지국이 커버하는 영역으로서의 '셀'과는 구분되어야 한다.
- [187] LTE-A 시스템에서 사용되는 셀은 프라이머리 셀(PCell: Primary Cell) 및 세컨더리 셀(SCell: Secondary Cell)을 포함한다. P셀과 S셀은 서빙 셀(Serving Cell)로 사용될 수 있다. RRC_CONNECTED 상태에 있지만 캐리어 병합이 설정되지 않았거나 캐리어 병합을 지원하지 않는 단말의 경우, P셀로만 구성된 서빙 셀이 단 하나 존재한다. 반면, RRC_CONNECTED 상태에 있고 캐리어 병합이 설정된 단말의 경우 하나 이상의 서빙 셀이 존재할 수 있으며, 전체 서빙 셀에는 P셀과 하나 이상의 S셀이 포함된다.
- [188] 서빙 셀(P셀과 S셀)은 RRC 파라미터를 통해 설정될 수 있다. PhysCellId는 셀의 물리 계층 식별자로 0부터 503까지의 정수값을 가진다. SCellIndex는 S셀을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 1부터 7까지의 정수값을 가진다. ServCellIndex는 서빙 셀(P셀 또는 S셀)을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 0부터 7까지의 정수값을 가진다. 0값은 P셀에 적용되며, SCellIndex는 S셀에 적용하기 위하여 미리 부여된다. 즉, ServCellIndex에서 가장 작은 셀 ID (또는 셀 인덱스)를 가지는 셀이 P셀이 된다.
- [189] P셀은 프라이머리 주파수(또는, primary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미한다. 단말이 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재-설정 과정을 수행하는데 사용될 수 있으며, 핸드오버 과정에서 지시된 셀을 지칭할 수도 있다. 또한, P셀은 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀 중 제어관련 통신의 중심이 되는 셀을 의미한다. 즉, 단말은 자신의 P셀에서만 PUCCH를 할당 받아 전송할 수 있으며, 시스템 정보를 획득하거나 모니터링 절차를 변경하는데 P셀만을 이용할 수 있다. E-UTRAN(Evolved Universal Terrestrial Radio Access)은 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 이동성 제어 정보(mobilityControlInfo)를 포함하는 상위 계층의 RRC 연결 재설정(RRCConnectionReconfiguration) 메시지를 이용하여 핸드오버 절차를 위해 P셀만을 변경할 수도 있다.
- [190] S셀은 세컨더리 주파수(또는, Secondary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미할 수 있다. 특정 단말에 P셀은 하나만 할당되며, S셀은 하나 이상 할당될 수 있다. S셀은 RRC 연결이 설정이 이루어진 이후에 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀

중에서 P셀을 제외한 나머지 셀들, 즉 S셀에는 PUCCH가 존재하지 않는다. E-UTRAN은 S셀을 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 추가할 때, RRC_CONNECTED 상태에 있는 관련된 셀의 동작과 관련된 모든 시스템 정보를 특정 시그널(dedicated signal)을 통해 제공할 수 있다. 시스템 정보의 변경은 관련된 S셀의 해제 및 추가에 의하여 제어될 수 있으며, 이 때 상위 계층의 RRC 연결 재설정 (RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용할 수 있다. E-UTRAN은 관련된 S셀 안에서 브로드캐스트하기 보다는 단말 별로 상이한 파라미터를 가지는 특정 시그널링(dedicated signaling) 할 수 있다.

- [191] 초기 보안 활성화 과정이 시작된 이후에, E-UTRAN은 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 P셀에 부가하여 하나 이상의 S셀을 포함하는 네트워크를 구성할 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 P셀 및 S셀은 각각의 컴포넌트 캐리어로서 동작할 수 있다. 이하의 실시 예에서는 프라이머리 컴포넌트 캐리어(PCC)는 P셀과 동일한 의미로 사용될 수 있으며, 세컨더리 컴포넌트 캐리어(SCC)는 S셀과 동일한 의미로 사용될 수 있다.
- [192] 도 9는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 컴포넌트 캐리어 및 캐리어 병합의 일례를 나타낸다.
- [193] 도 9a는 LTE 시스템에서 사용되는 단일 캐리어 구조를 나타낸다. 컴포넌트 캐리어에는 DL CC와 UL CC가 있다. 하나의 컴포넌트 캐리어는 20MHz의 주파수 범위를 가질 수 있다.
- [194] 도 9b는 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합 구조를 나타낸다. 도 9b의 경우에 20MHz의 주파수 크기를 갖는 3 개의 컴포넌트 캐리어가 결합된 경우를 나타낸다. DL CC와 UL CC가 각각 3 개씩 있으나, DL CC와 UL CC의 개수에 제한이 있는 것은 아니다. 캐리어 병합의 경우 단말은 3개의 CC를 동시에 모니터링할 수 있고, 하향링크 신호/데이터를 수신할 수 있고 상향링크 신호/데이터를 송신할 수 있다.
- [195] 만약, 특정 셀에서 N개의 DL CC가 관리되는 경우에는, 네트워크는 단말에 M ($M \leq N$)개의 DL CC를 할당할 수 있다. 이때, 단말은 M 개의 제한된 DL CC 만을 모니터링하고 DL 신호를 수신할 수 있다. 또한, 네트워크는 L ($L \leq M \leq N$)개의 DL CC에 우선순위를 주어 주된 DL CC를 단말에 할당할 수 있으며, 이러한 경우 UE는 L 개의 DL CC는 반드시 모니터링해야 한다. 이러한 방식은 상향링크 전송에도 똑같이 적용될 수 있다.
- [196] 하향링크 자원의 반송파 주파수(또는 DL CC)와 상향링크 자원의 반송파 주파수(또는, UL CC) 사이의 링크지(linkage)는 RRC 메시지와 같은 상위계층 메시지가 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. 예를 들어, SIB2(System Information Block Type2)에 의해서 정의되는 링크지에 의해서 DL 자원과 UL 자원의 조합이 구성될 수 있다. 구체적으로, 링크지는 UL 그랜트를 나르는 PDCCH가 전송되는 DL CC와 상기 UL 그랜트를 사용하는 UL CC간의 맵핑 관계를 의미할 수 있으며, HARQ를 위한 데이터가 전송되는 DL CC(또는 UL

CC)와 HARQ ACK/NACK 신호가 전송되는 UL CC(또는 DL CC)간의 맵핑 관계를 의미할 수도 있다.

[197]

[198] 크로스 캐리어 스케줄링(Cross Carrier Scheduling)

[199] 캐리어 병합 시스템에서는 캐리어(또는 반송파) 또는 서빙 셀(Serving Cell)에 대한 스케줄링 관점에서 자가 스케줄링(Self-Scheduling) 방법 및 크로스 캐리어 스케줄링(Cross Carrier Scheduling) 방법의 두 가지가 있다. 크로스 캐리어 스케줄링은 크로스 컴포넌트 캐리어 스케줄링(Cross Component Carrier Scheduling) 또는 크로스 셀 스케줄링(Cross Cell Scheduling)으로 일컬을 수 있다.

[200] 크로스 캐리어 스케줄링은 PDCCH(DL Grant)와 PDSCH가 각각 다른 DL CC로 전송되거나, DL CC에서 전송된 PDCCH(UL Grant)에 따라 전송되는 PUSCH가 UL 그랜트를 수신한 DL CC와 링크되어 있는 UL CC가 아닌 다른 UL CC를 통해 전송되는 것을 의미한다.

[201] 크로스 캐리어 스케줄링 여부는 단말 특정(UE-specific)하게 활성화 또는 비활성화될 수 있으며, 상위계층 시그널링(예를 들어, RRC signaling)을 통해서 반정적(semi-static)으로 각 단말 별로 알려질 수 있다.

[202] 크로스 캐리어 스케줄링이 활성화된 경우, PDCCH에 해당 PDCCH가 지시하는 PDSCH/PUSCH가 어느 DL/UL CC를 통해서 전송되는지를 알려주는 캐리어 지시자 필드(CIF: Carrier Indicator Field)가 필요하다. 예를 들어, PDCCH는 PDSCH 자원 또는 PUSCH 자원을 CIF를 이용하여 다수의 컴포넌트 캐리어들 중 하나에 할당할 수 있다. 즉, DL CC 상에서의 PDCCH가 다중 집성된 DL/UL CC 중 하나에 PDSCH 또는 PUSCH 자원을 할당하는 경우 CIF가 설정된다. 이 경우, LTE-A Release-8의 DCI 포맷은 CIF에 따라 확장될 수 있다. 이때 설정된 CIF는 3bit 필드로 고정되거나, 설정된 CIF의 위치는 DCI 포맷 크기와 무관하게 고정될 수 있다. 또한, LTE-A Release-8의 PDCCH 구조(동일 코딩 및 동일한 CCE 기반의 자원 매핑)를 재사용할 수도 있다.

[203] 반면, DL CC 상에서의 PDCCH가 동일한 DL CC 상에서의 PDSCH 자원을 할당하거나 단일 링크된 UL CC 상에서의 PUSCH 자원을 할당하는 경우에는 CIF가 설정되지 않는다. 이 경우, LTE-A Release-8과 동일한 PDCCH 구조(동일 코딩 및 동일한 CCE 기반의 자원 매핑)와 DCI 포맷이 사용될 수 있다.

[204] 크로스 캐리어 스케줄링이 가능할 때, 단말은 CC별 전송 모드 및/또는 대역폭에 따라 모니터링 CC의 제어영역에서 복수의 DCI에 대한 PDCCH를 모니터링하는 것이 필요하다. 따라서, 이를 지원할 수 있는 검색 공간의 구성과 PDCCH 모니터링이 필요하다.

[205] 캐리어 병합 시스템에서, 단말 DL CC 집합은 단말이 PDSCH를 수신하도록 스케줄링된 DL CC의 집합을 나타내고, 단말 UL CC 집합은 단말이 PUSCH를 전송하도록 스케줄링된 UL CC의 집합을 나타낸다. 또한, PDCCH 모니터링 집합(monitoring set)은 PDCCH 모니터링을 수행하는 적어도 하나의 DL CC의

집합을 나타낸다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합과 같거나, 단말 DL CC 집합의 부분집합(subset)일 수 있다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합내의 DL CC들 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또는 PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합에 상관없이 별개로 정의될 수 있다. PDCCH 모니터링 집합에 포함되는 DL CC는 링크된 UL CC에 대한 자기-스케줄링(self-scheduling)은 항상 가능하도록 설정될 수 있다. 이러한, 단말 DL CC 집합, 단말 UL CC 집합 및 PDCCH 모니터링 집합은 단말 특정(UE-specific), 단말 그룹 특정(UE group-specific) 또는 셀 특정(Cell-specific)하게 설정될 수 있다.

- [206] 크로스 캐리어 스케줄링이 비활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이 항상 단말 DL CC 집합과 동일하다는 것을 의미하며, 이러한 경우에는 PDCCH 모니터링 집합에 대한 별도의 시그널링과 같은 지시가 필요하지 않다. 그러나, 크로스 캐리어 스케줄링이 활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이 단말 DL CC 집합 내에서 정의되는 것이 바람직하다. 즉, 단말에 대하여 PDSCH 또는 PUSCH를 스케줄링하기 위하여 기지국은 PDCCH 모니터링 집합만을 통해 PDCCH를 전송한다.
- [207] 도 10은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 서브 프레임 구조의 일례를 나타낸다.
- [208] 도 10을 참조하면, LTE-A 단말을 위한 DL 서브프레임은 3개의 DL CC가 결합되어 있으며, DL CC 'A'는 PDCCH 모니터링 DL CC로 설정된 경우를 나타낸다. CIF가 사용되지 않는 경우, 각 DL CC는 CIF 없이 자신의 PDSCH를 스케줄링하는 PDCCH를 전송할 수 있다. 반면, CIF가 상위 계층 시그널링을 통해 사용되는 경우, 단 하나의 DL CC 'A'만이 CIF를 이용하여 자신의 PDSCH 또는 다른 CC의 PDSCH를 스케줄링하는 PDCCH를 전송할 수 있다. 이때, PDCCH 모니터링 DL CC로 설정되지 않은 DL CC 'B'와 'C'는 PDCCH를 전송하지 않는다.
- [209]
- [210] 일반적인 ACK/NACK 멀티플렉싱 방법
- [211] 단말이 eNB로부터 수신되는 다수의 데이터 유닛들에 해당하는 다수의 ACK/NACK들을 동시에 전송해야 하는 상황에서, ACK/NACK 신호의 단일-주파수 특성을 유지하고, ACK/NACK 전송 전력을 줄이기 위해, PUCCH 자원 선택에 기초한 ACK/NACK 다중화 방법이 고려될 수 있다.
- [212] ACK/NACK 다중화와 함께, 다수의 데이터 유닛들에 대한 ACK/NACK 응답들의 콘텐츠들은 실제 ACK/NACK 전송에 사용되는 PUCCH 자원과 QPSK 변조 심볼들의 자원의 결합에 의해 식별된다.
- [213] 예를 들어, 만일 하나의 PUCCH 자원이 4 비트를 전송하고 4개의 데이터 유닛들이 최대 전송될 수 있는 경우, ACK/NACK 결과는 아래 표 5와 같이 eNB에서 식별될 수 있다.

[214] [표5]

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1), HARQ-ACK(2), HARQ-ACK(3)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	b(0), b(1)
ACK, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK, DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
NACK, DTX, DTX, DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 0
ACK, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 1
ACK, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 1
NACK/DTX, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK, DTX, DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 0
DTX, DTX, DTX, DTX	N/A	N/A

[215] 상기 표 5에서 HARQ-ACK(i)는 i번째 데이터 유닛(data unit)에 대한 ACK/NACK 결과를 나타낸다. 상기 표 5에서 DTX(DTX(Discontinuous Transmission))는 해당되는 HARQ-ACK(i)을 위해 전송될 데이터 유닛이 없거나 단말이 HARQ-ACK(i)에 대응하는 데이터 유닛을 검출하지 못함을 의미한다.

[216] 상기 표 5에 의하면, 최대 4개의 PUCCH 자원($n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$, $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$, $n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$, and $n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$)이 있고, b(0), b(1)은 선택된 PUCCH를 이용하여 전송되는 2개의 비트이다.

[217] 예를 들어, 단말이 4개의 데이터 유닛들을 모두 성공적으로 수신하면, 단말은 $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$ 을 이용하여 2 비트 (1,1)을 전송한다.

[218] 단말이 첫번째 및 세번째 데이터 유닛에서 디코딩에 실패하고, 두번째 및 네번째 데이터 유닛에서 디코딩에 성공하면, 단말은 $n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$ 을 이용하여 비트 (1,0)을 전송한다.

- [219] ACK/NACK 채널 선택에서, 적어도 하나의 ACK이 있으면, NACK과 DTX는 짝지워진다(couple). 이는 예약된(reserved) PUCCH 자원과 QPSK 심벌의 조합으로는 모든 ACK/NACK 상태를 나타낼 수 없기 때문이다. 하지만, ACK이 없으면, DTX는 NACK과 분리된다(decouple).
- [220] 이 경우, 한 개의 명확한 NACK에 해당하는 데이터 유닛에 링크된 PUCCH 자원은 다수의 ACK/NACK들의 신호를 전송하기 위해 또한 예약될 수 있다.
- [221]
- [222] 반지속적 스케줄링(Semi-Persistent Scheduling)을 위한 PDCCH 확인(validation)
- [223] 반지속적 스케줄링(SPS: Semi-Persistent Scheduling)은 특정 단말에게 자원을 특정 시구간 동안 지속적으로 유지되도록 할당하는 스케줄링 방식이다.
- [224] VoIP (Voice over Internet Protocol)와 같이 특정 시간 동안 일정량의 데이터가 전송되는 경우에는 자원할당을 위해 매 데이터 전송 구간마다 제어정보를 전송할 필요가 없기 때문에 SPS 방식을 사용하여 제어정보의 낭비를 줄일 수 있다. 소위 반지속적 스케줄링(SPS: Semi-Persistent Scheduling) 방법에서는 단말에게 자원이 할당될 수 있는 시간 자원 영역을 우선 할당한다.
- [225] 이때, 반지속적 할당 방법에서는 특정 단말에게 할당되는 시간 자원 영역이 주기성을 갖도록 설정할 수 있다. 그 다음, 필요에 따라 주파수 자원 영역을 할당함으로써 시간-주파수 자원의 할당을 완성한다. 이렇게 주파수 자원 영역을 할당하는 것을 소위 활성화(Activation)라고 지칭할 수 있다. 반지속적 할당 방법을 사용하면, 한 번의 시그널링에 의해 일정 기간 동안 자원 할당이 유지되기 때문에 반복적으로 자원할당을 할 필요가 없어 시그널링 오버헤드를 줄일 수 있다.
- [226] 그 후, 상기 단말에 대한 자원할당이 필요 없어지게 되면 주파수 자원 할당을 해제하기 위한 시그널링을 기지국에서 단말로 전송할 수 있다. 이렇게 주파수 자원 영역의 할당을 해제(release)하는 것을 비활성화 (Deactivation)라고 지칭할 수 있다.
- [227] 현재 LTE에서는 상향링크 및/또는 하향링크에 대한 SPS를 위해 우선 RRC (Radio Resource Control) 시그널링을 통해 어느 서브프레임들에서 SPS 송신/수신을 해야 하는지를 단말에게 알려준다. 즉, RRC 시그널링을 통해 SPS를 위해 할당되는 시간-주파수 자원 중 시간 자원을 우선 지정해준다. 사용될 수 있는 서브프레임을 알려주기 위해, 예컨대 서브프레임의 주기와 오프셋을 알려줄 수 있다. 그러나, 단말은 RRC 시그널링을 통해서만 시간 자원 영역만 할당 받기 때문에, RRC 시그널링을 받았다고 하더라도 바로 SPS에 의한 송수신을 수행하지는 않으며, 필요에 따라 주파수 자원 영역을 할당함으로써 시간-주파수 자원의 할당을 완성한다. 이렇게 주파수 자원 영역을 할당하는 것을 활성화(Activation)라고 지칭할 수 있으며, 주파수 자원 영역의 할당을 해제(release)하는 것을 비활성화(Deactivation)라고 지칭할 수 있다.

- [228] 따라서, 단말은 활성화를 지시하는 PDCCH를 수신한 뒤에, 그 수신된 PDCCH에 포함된 RB 할당 정보에 따라 주파수 자원을 할당하고 MCS (Modulation and Coding Scheme) 정보에 따른 변조(Modulation) 및 부호율(Code Rate)을 적용하여, 상기 RRC 시그널링을 통해 할당받은 서브프레임 주기와 오프셋에 따라 송수신을 수행하기 시작한다.
- [229] 그 다음, 단말은 기지국으로부터 비활성화를 알리는 PDCCH를 수신하면 송수신을 중단한다. 만일 송수신을 중단한 이후에 활성화 또는 재활성화를 지시하는 PDCCH를 수신하면 그 PDCCH에서 지정한 RB 할당, MCS 등을 사용하여 RRC 시그널링으로 할당 받은 서브프레임 주기와 오프셋을 가지고 다시 송수신을 재개한다. 즉, 시간 자원의 할당은 RRC 시그널링을 통해 수행되지만, 실제 신호의 송수신은 SPS의 활성화 및 재활성화를 지시하는 PDCCH를 수신한 후에 수행될 수 있으며, 신호 송수신의 중단은 SPS의 비활성화를 지시하는 PDCCH를 수신한 후에 이루어진다.
- [230] 단말은 다음과 같은 조건이 모두 만족하는 경우에 SPS 지시를 포함하는 PDCCH를 확인할 수 있다. 첫째로 PDCCH 페이로드를 위해 추가된 CRC 패리티 비트가 SPS C-RNTI로 스크램블되어야 하고, 둘째로 새로운 데이터 지시자 (NDI: New Data Indicator) 필드가 0으로 셋팅되어야 한다. 여기서, DCI 포맷 2, 2A, 2B 및 2C의 경우, 새로운 데이터 지시자 필드는 활성화된 전송 블록의 하나를 나타낸다.
- [231] 그리고, DCI 포맷에 사용되는 각 필드가 아래 표 4 및 표 5에 따라 셋팅되면 확인이 완료된다. 이러한 확인이 완료되면, 단말은 수신한 DCI 정보를 유효한 SPS 활성화 또는 비활성화(또는 해제)임을 인식한다. 반면, 확인이 완료되지 않으면, 단말은 수신한 DCI 포맷에 비매칭(non-matching) CRC가 포함된 것으로 인식한다.
- [232] 표 6은 SPS 활성화를 지시하는 PDCCH 확인을 위한 필드를 나타낸다.

[233] [표 6]

	DCI format 0	DCI format 1/1A	DCI format 2/2A/2B
TPC command for scheduled PUSCH	set to '00'	N/A	N/A
Cyclic shift DM RS	set to '000'	N/A	N/A
Modulation and coding scheme and redundancy version	MSB is set to '0'	N/A	N/A
HARQ process number	N/A	FDD: set to '000'TDD: set to '0000'	FDD: set to '000'TDD: set to '0000'
Modulation and coding scheme	N/A	MSB is set to '0'	For the enabled transport block:MSB is set to '0'
Redundancy version	N/A	set to '00'	For the enabled transport block:set to '00'

[234] 표 7은 SPS 비활성화(또는 해제)를 지시하는 PDCCH 확인을 위한 필드를 나타낸다.

[235] [표7]

	DCI format 0	DCI format 1A
TPC command for scheduled PUSCH	set to '00'	N/A
Cyclic shift DM RS	set to '000'	N/A
Modulation and coding scheme and redundancy version	set to '11111'	N/A
Resource block assignment and hopping resource allocation	set to all '1's	N/A
HARQ process number	N/A	FDD: set to '000' TDD: set to '0000'
Modulation and coding scheme	N/A	set to '11111'
Redundancy version	N/A	set to '00'
Resource block assignment	N/A	set to all '1's

[236] DCI 포맷이 SPS 하향링크 스케줄링 활성화를 지시하는 경우, PUCCH 필드를 위한 TPC 명령 값은 상위 계층에 의해 설정된 4개의 PUCCH 자원 값을 나타내는 인덱스로 사용될 수 있다.

[237]

[238] **PUCCH piggybacking in Rel-8 LTE**

[239] 도 11은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 UL-SCH의 전송 채널 프로세싱의 일례를 나타낸다.

[240] 3GPP LTE 시스템(=E-UTRA, Rel. 8)에서는 UL의 경우, 단말기의 파워앰프의 효율적인 활용을 위하여, 파워 앰프의 성능에 영향을 미치는 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio) 특성이나 CM(Cubic Metric) 특성이 좋은 single carrier 전송을 유지하도록 되어 있다. 즉, 기존 LTE 시스템의 PUSCH 전송의 경우, 전송하고자 하는 데이터를 DFT-precoding을 통해 single carrier 특성을 유지하고, PUCCH 전송의 경우는 single carrier 특성을 가지고 있는 sequence에 정보를 실어 전송함으로써 single carrier 특성을 유지할 수 있다. 그러나 DFT-precoding을 한 데이터를 주파수축으로 비연속적으로 할당하거나 PUSCH와 PUCCH가 동시에 전송하게 되는 경우에는 이러한 single carrier 특성이 깨지게 된다. 따라서, 도 11과 같이 PUCCH 전송과 동일한 subframe에 PUSCH 전송이 있을 경우, single carrier 특성을 유지하기 위해 PUCCH로 전송할

UCI(uplink control information)정보를 PUSCH를 통해 데이터와 함께 전송(Piggyback)하도록 되어 있다.

- [241] 앞서 설명했듯이 기존의 LTE 단말은 PUCCH와 PUSCH가 동시에 전송될 수 없기 때문에 PUSCH가 전송되는 subframe에서는 Uplink Control Information (UCI) (CQI/PMI, HARQ-ACK, RI등)를 PUSCH 영역에 multiplexing하는 방법을 사용한다.
- [242] 일례로, PUSCH를 전송하도록 allocation 된 subframe에서 Channel Quality Indicator(CQI) and/or Precoding Matrix Indicator(PMI)를 전송해야 할 경우 UL-SCH data와 CQI/PMI를 DFT-spreading 이전에 multiplexing하여 control 정보와 data를 함께 전송할 수 있다. 이 경우 UL-SCH data는 CQI/PMI resource를 고려하여 rate-matching을 수행하게 된다. 또한 HARQ ACK, RI등의 control 정보는 UL-SCH data를 puncturing 하여 PUSCH 영역에 multiplexing되는 방식이 사용되고 있다.
- [243] 도 12는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 전송 채널(transport channel)인 상향링크 공유채널의 신호 처리 과정의 일례를 나타낸다.
- [244] 이하, 상향링크 공유채널(이하, "UL-SCH"라 한다.)의 신호 처리 과정은 하나 이상의 전송 채널 또는 제어정보 타입에 적용될 수 있다.
- [245] 도 12를 참조하면, UL-SCH은 전송 시간 구간(TTI: transmission time interval)마다 한번씩 데이터를 전송 블록(TB: Transport Block)의 형태로 부호화 유닛(conding unit)에 전달된다.
- [246] 상위 계층으로부터 전달 받은 전송 블록의 비트 $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 에 CRC 패리티 비트(parity bit) $p_0, p_1, p_2, p_3, \dots, p_{L-1}$ 를 부착한다(S1202). 이때, A는 전송 블록의 크기이며, L은 패리티 비트의 개수다. CRC가 부착된 입력 비트는 $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$ 와 같다. 이때, B는 CRC를 포함한 전송 블록의 비트 수를 나타낸다.
- [247] $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$ 는 TB 크기에 따라 여러 개의 코드 블록(CB: Code block)으로 분할(segmentation)되고, 분할된 여러 개의 CB들에 CRC가 부착된다(S1204). 코드 블록 분할 및 CRC 부착 후 비트는 $c_{r0}, c_{r1}, c_{r2}, c_{r3}, \dots, c_{r(K_r-1)}$ 과 같다. 여기서 r은 코드 블록의 번호($r=0, \dots, C-1$)이고, K_r 은 코드 블록 r에 따른 비트 수이다. 또한, C는 코드 블록의 총 개수를 나타낸다.
- [248] 이어, 채널 부호화(channel coding)가 수행된다(S1206). 채널 부호화 후의 출력 비트는 $d_{r0}^{(i)}, d_{r1}^{(i)}, d_{r2}^{(i)}, d_{r3}^{(i)}, \dots, d_{r(D_r-1)}^{(i)}$ 과 같다. 이때, i는 부호화된 스트림 인덱스이며, 0, 1 또는 2 값을 가질 수 있다. D_r 은 코드 블록 r을 위한 i번째 부호화된 스트림의 비트 수를 나타낸다. r은 코드 블록 번호($r=0, \dots, C-1$)이고, C는 코드 블록의 총 개수를 나타낸다. 각 코드 블록은 각각 터보 코딩에 의하여 부호화될 수 있다.
- [249] 이어, 레이트 매칭(Rate Matching)이 수행된다(S1208). 레이트 매칭을 거친 이후의 비트는 $e_{r0}, e_{r1}, e_{r2}, e_{r3}, \dots, e_{r(E_r-1)}$ 과 같다. 이때, r은 코드 블록의 번호이고($r=0, \dots, C-1$), C는 코드 블록의 총 개수를 나타낸다. E_r 은 r번째 코드

블록의 레이트 매칭된 비트의 개수를 나타낸다.

- [250] 이어, 다시 코드 블록들 간의 결합(concatenation)이 수행된다(S1210). 코드 블록의 결합이 수행된 후의 비트는 $f_0, f_1, f_2, f_3, \dots, f_{G-1}$ 과 같다. 이때, G 는 전송을 위한 부호화된 비트의 총 개수를 나타내며, 제어정보가 UL-SCH 전송과 다중화될 때, 제어정보 전송을 위해 사용되는 비트 수는 포함되지 않는다.
- [251] 한편, PUSCH에서 제어정보가 전송될 때, 제어정보인 CQI/PMI, RI, ACK/NACK은 각각 독립적으로 채널 부호화가 수행된다(S1214, S1216, S1218). 각 제어정보의 전송을 위해 각각 서로 다른 부호화된 심볼들이 할당되기 때문에 각각의 제어정보는 서로 다른 코딩 레이트(coding rate)를 가진다.
- [252] TDD(Time Division Duplex)에서 ACK/NACK 피드백(feedback) 모드는 상위 계층 설정에 의해 ACK/NACK 번들링(bundling) 및 ACK/NACK 다중화(multiplexing) 두 가지 모드가 지원된다. ACK/NACK 번들링을 위해 ACK/NACK 정보 비트는 1비트 또는 2비트로 구성되고, ACK/NACK 다중화를 위해 ACK/NACK 정보 비트는 1비트에서 4비트 사이로 구성된다.
- [253] S1210 단계에서 코드 블록 간 결합 단계 이후에, UL-SCH 데이터의 부호화된 비트 $f_0, f_1, f_2, f_3, \dots, f_{G-1}$ 와 CQI/PMI의 부호화된 비트 $q_0, q_1, q_2, q_3, \dots, q_{N_L \cdot Q_{CQI} - 1}$ 의 다중화가 수행된다(S1212). 데이터와 CQI/PMI의 다중화된 결과는 $g_0, g_1, g_2, g_3, \dots, g_{H'-1}$ 과 같다. 이때, $g_i(i=0, \dots, H'-1)$ 는 $(Q_m \cdot N_L)$ 길이를 가지는 컬럼(column) 벡터를 나타낸다. $H = (G + N_L \cdot Q_{CQI})$ 이고, $H' = H / (N_L \cdot Q_m)$ 이다. N_L 은 UL-SCH 전송 블록이 매핑된 레이어의 개수를 나타내고, H 는 전송 블록이 매핑된 N_L 개 전송 레이어에 UL-SCH 데이터와 CQI/PMI 정보를 위해 할당된 부호화된 총 비트의 개수를 나타낸다.
- [254] 이어, 다중화된 데이터와 CQI/PMI, 별도로 채널 부호화된 RI, ACK/NACK은 채널 인터리빙되어 출력 신호가 생성된다(S1220).
- [255]
- [256] **MIMO(Multi-Input Multi-Output)**
- [257] MIMO 기술은 지금까지 일반적으로 한 개의 송신안테나와 한 개의 수신안테나를 사용했던 것에서 탈피하여, 다중 송신(Tx) 안테나와 다중 수신(Rx) 안테나를 사용한다. 다시 말해서, MIMO 기술은 무선 통신 시스템의 송신단 또는 수신단에서 다중 입출력 안테나를 사용하여 용량 증대 또는 성능 개성을 꾀하기 위한 기술이다. 이하에서는 "MIMO"를 "다중 입출력 안테나"라 칭하기로 한다.
- [258] 더 구체적으로, 다중 입출력 안테나 기술은 하나의 완전한 메시지(total message)를 수신하기 위하여 한 개의 안테나 경로에 의존하지 않으며, 여러 개의 안테나를 통해 수신한 복수의 데이터 조각을 수집하여 완전한 데이터를 완성시킨다. 결과적으로, 다중 입출력 안테나 기술은 특정 시스템 범위 내에서 데이터 전송율을 증가시킬 수 있으며, 또한 특정 데이터 전송율을 통해 시스템

범위를 증가시킬 수 있다.

[259] 차세대 이동통신은 기존 이동통신에 비해 훨씬 높은 데이터 전송률을 요구하므로 효율적인 다중 입출력 안테나 기술이 반드시 필요할 것으로 예상된다. 이와 같은 상황에서 MIMO 통신 기술은 이동통신 단말과 중계기 등에 폭넓게 사용할 수 있는 차세대 이동통신 기술이며, 데이터 통신 확대 등으로 인해 한계 상황에 따라 다른 이동통신의 전송량 한계를 극복할 수 있는 기술로서 관심을 모으고 있다.

[260] 한편, 현재 연구되고 있는 다양한 전송효율 향상 기술 중 다중 입출력 안테나(MIMO) 기술은 추가적인 주파수 할당이나 전력증가 없이도 통신 용량 및 송수신 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있는 방법으로서 현재 가장 큰 주목을 받고 있다.

[261] 도 13은 일반적인 다중 입출력 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도이다.

[262] 도 13을 참조하면, 송신 안테나의 수를 N_T 개로, 수신 안테나의 수를 N_R 개로 개로 동시에 늘리게 되면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와 달리 안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가하므로, 전송 레이트(transfer rate)를 향상시키고, 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 이 경우, 채널 전송 용량의 증가에 따른 전송 레이트는 하나의 안테나를 이용하는 경우의 최대 전송 레이트(R_0)에 다음과 같은 레이트 증가율(R_i)이 곱해진 만큼으로 이론적으로 증가할 수 있다.

[263] [수식1]

$$R_i = \min(N_T, N_R)$$

[264] 즉, 예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다.

[265] 이와 같은 다중 입출력 안테나의 기술은 다양한 채널 경로를 통과한 심볼들을 이용하여 전송 신뢰도를 높이는 공간 다이버시티(spatial diversity) 방식과, 다수의 송신 안테나를 이용하여 다수의 데이터 심볼을 동시에 송신하여 전송률을 향상시키는 공간 멀티플렉싱(spatial multiplexing) 방식으로 나눌 수 있다. 또한 이러한 두 가지 방식을 적절히 결합하여 각각의 장점을 적절히 얻고자 하는 방식에 대한 연구도 최근 많이 연구되고 있는 분야이다.

[266] 각각의 방식에 대해 좀더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

[267] 첫째로, 공간 다이버시티 방식의 경우에는 시공간 블록 부호 계열과, 다이버시티 이득과 부호화 이득을 동시에 이용하는 시공간 트렐리스(Trellis) 부호 계열 방식이 있다. 일반적으로 비트 오류율 개선 성능과 부호 생성 자유도는 트렐리스 부호 방식이 우수하지만, 연산 복잡도는 시공간 블록 부호가 간단하다. 이와 같은 공간 다이버시티 이득은 송신 안테나 수(N_T)와 수신 안테나 수(N_R)의 곱($N_T \times N_R$)에 해당되는 양을 얻을 수 있다.

- [268] 둘째로, 공간 멀티플렉싱 기법은 각 송신 안테나에서 서로 다른 데이터 열을 송신하는 방법인데, 이때 수신기에서는 송신기로부터 동시에 전송된 데이터 사이에 상호 간섭이 발생하게 된다. 수신기에서는 이 간섭을 적절한 신호처리 기법을 이용하여 제거한 후 수신한다. 여기에 사용되는 잡음 제거 방식은 MLD(maximum likelihood detection) 수신기, ZF(zero-forcing) 수신기, MMSE(minimum mean square error) 수신기, D-BLAST (Diagonal-Bell Laboratories Layered Space-Time), V-BLAST(Vertical-Bell Laboratories Layered Space-Time) 등이 있으며, 특히 송신단에서 채널 정보를 알 수 있는 경우에는 SVD(singular value decomposition) 방식 등을 사용할 수 있다.
- [269] 셋째로, 공간 다이버시티와 공간 멀티플렉싱의 결합된 기법을 들 수 있다. 공간 다이버시티 이득만을 얻을 경우 다이버시티 차수의 증가에 따른 성능개선 이득이 점차 포화되며, 공간 멀티플렉싱 이득만을 취하면 무선 채널에서 전송 신뢰도가 떨어진다. 이를 해결하면서 두 가지 이득을 모두 얻는 방식들이 연구되어 왔으며, 이 중 시공간 블록 부호 (Double-STTD), 시공간 BICM(STBICM) 등의 방식이 있다.
- [270] 상술한 바와 같은 다중 입출력 안테나 시스템에 있어서의 통신 방법을 보다 구체적인 방법으로 설명하기 위해 이를 수학적으로 모델링하는 경우 다음과 같이 나타낼 수 있다.
- [271] 먼저, 도 13에 도시된 바와 같이 NT개의 송신 안테나와 NR개의 수신 안테나가 존재하는 것을 가정한다.
- [272] 먼저, 송신 신호에 대해 살펴보면, 이와 같이 NT개의 송신 안테나가 있는 경우 최대 전송 가능한 정보는 NT개 이므로, 이를 다음과 같은 벡터로 나타낼 수 있다.
- [273] [수식2]

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

- [274] 한편, 각각의 전송 정보 $s_1, s_2, \dots, s_{N_T}$ 에 있어 전송 전력을 달리할 수 있으며, 이때 각각의 전송 전력을 $P_1, P_2, \dots, P_{N_T}$ 라 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보는 다음과 같은 벡터로 나타낼 수 있다.
- [275] [수식3]

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

- [276] 또한,

$$\hat{\mathbf{s}}$$

를 전송 전력의 대각 행렬 $\mathbf{P}$ 로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[277] [수식4]

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

[278] 한편, 전송 전력이 조정된 정보 벡터

 $\hat{\mathbf{s}}$

는 그 후 가중치 행렬 $\mathbf{W}$ 가 곱해져 실제 전송되는 N_T 개의 전송 신호 $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$ 를 구성한다. 여기서, 가중치 행렬은 전송 채널 상황 등에 따라 전송 정보를 각 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 수행한다. 이와 같은 전송 신호 $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$ 를 벡터 $\mathbf{x}$ 를 이용하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[279] [수식5]

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \cdots & w_{N_TN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

[280] 여기서, w_{ij} 는 i 번째 송신 안테나와 j 번째 전송 정보간의 가중치를 나타내며, $\mathbf{W}$ 는 이를 행렬로 나타낸 것이다. 이와 같은 행렬 $\mathbf{W}$ 를 가중치 행렬(Weight Matrix) 또는 프리코딩 행렬(Precoding Matrix)라 부른다.

[281] 한편, 상술한 바와 같은 전송 신호($\mathbf{x}$)는 공간 다이버시티를 사용하는 경우와 공간 멀티플렉싱을 사용하는 경우로 나누어 생각해 볼 수 있다.

[282] 공간 멀티플렉싱을 사용하는 경우는 서로 다른 신호를 다중화하여 보내게 되므로, 정보 벡터 $\mathbf{s}$ 의 원소들이 모두 다른 값을 가지게 되는 반면, 공간 다이버시티를 사용하게 되면 같은 신호를 여러 채널 경로를 통하여 보내게 되므로 정보 벡터 $\mathbf{s}$ 의 원소들이 모두 같은 값을 갖게 된다.

[283] 물론, 공간 멀티플렉싱과 공간 다이버시티를 혼합하는 방법도 고려 가능하다. 즉, 예를 들어 3 개의 송신 안테나를 통하여 같은 신호를 공간 다이버시티를 이용하여 전송하고, 나머지는 각각 다른 신호를 공간 멀티플렉싱하여 보내는 경우도 고려할 수 있다.

[284] 다음으로, 수신신호는 N_R 개의 수신 안테나가 있는 경우, 각 안테나의 수신신호

$y_1, y_2, \dots, y_{N_R}$ 을 벡터 y 로 다음과 같이 나타내기로 한다.

[285] [수식6]

$$\mathbf{y} = [y_1, y_2, \dots, y_{N_R}]^T$$

[286] 한편, 다중 입출력 안테나 통신 시스템에 있어서의 채널을 모델링하는 경우, 각각의 채널은 송수신 안테나 인덱스에 따라 구분할 수 있으며, 송신 안테나 j 로부터 수신 안테나 i 를 거치는 채널을 h_{ij} 로 표시하기로 한다. 여기서, h_{ij} 의 인덱스의 순서가 수신 안테나 인덱스가 먼저, 송신안테나의 인덱스가 나중임에 유의한다.

[287] 이러한 채널은 여러 개를 한데 묶어서 벡터 및 행렬 형태로도 표시 가능하다. 벡터 표시의 예를 들어 설명하면 다음과 같다.

[288] 도 14는 다수의 송신 안테나에서 하나의 수신 안테나로의 채널을 나타낸 도이다.

[289] 도 14에 도시된 바와 같이 총 N_T 개의 송신 안테나로부터 수신안테나 i 로 도착하는 채널은 다음과 같이 표현 가능하다.

[290] [수식7]

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

[291] 또한, 상기 수학식 7과 같은 행렬 표현을 통해 N_T 개의 송신 안테나로부터 N_R 개의 수신 안테나를 거치는 채널을 모두 나타내는 경우 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[292] [수식8]

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

[293] 한편, 실제 채널은 위와 같은 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 를 거친 후에 백색 잡음(AWGN: Additive White Gaussian Noise)가 더해지게 되므로, N_R 개의 수신 안테나 각각에 더해지는 백색 잡음 $n_1, n_2, \dots, n_{N_R}$ 을 벡터로 표현하면 다음과 같다.

[294] [수식9]

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

[295] 상술한 바와 같은 전송 신호, 수신 신호, 채널, 및 백색 잡음의 모델링을 통해 다중 입출력 안테나 통신 시스템에서의 각각은 다음과 같은 관계를 통해 나타낼 수 있다.

[296] [수식10]

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

[297] 한편, 채널의 상태를 나타내는 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 의 행과 열의 수는 송수신 안테나 수에 의해서 결정된다. 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 는 앞서 살펴본 바와 같이 행의 수는 수신 안테나의 수 N_R 과 같아지고, 열의 수는 송신 안테나의 수 N_T 와 같아지게 된다. 즉, 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 는 $N_R \times N_T$ 행렬이 된다.

[298] 일반적으로, 행렬의 랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행 또는 열의 개수 중에서 최소 개수로 정의된다. 따라서, 행렬의 랭크는 행 또는 열의 개수보다 클 수 없게 된다. 수식적으로 예를 들면, 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 의 랭크(rank($\mathbf{H}$))는 $\text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$ 과 같이 제한된다.

[299] 또한, 행렬을 고유치 분해(Eigen value decomposition)를 하였을 때, 랭크는 고유치(eigen value)들 중에서 0이 아닌 고유치들의 개수로 정의할 수 있다. 비슷한 방법으로, 랭크를 SVD(singular value decomposition) 했을 때 0이 아닌 특이값(singular value)들의 개수로 정의할 수 있다. 따라서, 채널 행렬에서 랭크의 물리적인 의미는 주어진 채널에서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다.

[300] 본 명세서에 있어, 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.

[301]

[302] 참조 신호(RS: Reference Signal)

- [303] 무선 통신 시스템에서 데이터는 무선 채널을 통해 전송되기 때문에, 신호는 전송 중에 왜곡될 수 있다. 수신단에서 왜곡된 신호를 정확하게 수신하기 위하여, 수신된 신호의 왜곡은 채널 정보를 이용하여 보정되어야 한다. 채널 정보를 검출하기 위하여 송신측과 수신측 모두 알고 있는 신호 전송 방법과 신호가 채널을 통해 전송될 때 왜곡된 정도를 이용하여 채널 정보를 검출하는 방법을 주로 이용한다. 상술한 신호를 파일럿 신호 또는 참조 신호(RS)라고 한다.
- [304] 다중 입출력 안테나를 이용하여 데이터를 송수신할 때, 신호를 정확하게 수신하기 위하여 송신 안테나와 수신 안테나 간의 채널 상태가 검출되어야 한다. 따라서 각 송신 안테나는 개별적인 참조 신호를 가져야 한다.
- [305] 하향 참조 신호는 하나의 셀 내 모든 단말이 공유하는 공통 참조 신호(CRS: common RS)와 특정 단말만을 위한 전용 참조 신호(DRS: dedicated RS)가 있다. 이와 같은 참조 신호들을 이용하여 복조(demodulation)와 채널 측정(channel measurement)을 위한 정보를 제공할 수 있다.
- [306] 수신 측(즉, 단말)은 CRS로부터 채널 상태를 측정하고, CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Index) 및/또는 RI(Rank Indicator)와 같은 채널 품질과 관련된 지시자를 송신 측(즉, 기지국)으로 피드백한다. CRS는 셀 특정 기준신호(cell-specific RS)라고도 한다. 반면, 채널 상태 정보(CSI: Channel State Information)의 피드백과 관련된 참조 신호를 CSI-RS라고 정의할 수 있다.
- [307] DRS는 PDSCH 상의 데이터 복조가 필요한 경우 자원 요소들을 통해 전송될 수 있다. 단말은 상위 계층을 통하여 DRS의 존재 여부를 수신할 수 있으며, 상응하는 PDSCH가 매핑되었을 때만 유효하다. DRS를 단말 특정 참조 신호(UE-specific RS) 또는 복조 참조 신호(DMRS: Demodulation RS)라고 할 수 있다.
- [308] 도 15는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 자원 블록 쌍에 매핑된 참조 신호 패턴을 예시한다.
- [309] 도 15를 참조하면, 참조 신호가 매핑되는 단위로 하향링크 자원 블록 쌍은 시간 영역에서 하나의 서브 프레임 $\times$ 주파수 영역에서 12개의 부 반송파로 나타낼 수 있다. 즉, 시간 축(x축) 상에서 하나의 자원 블록 쌍은 일반 순환 전치(normal CP: normal Cyclic Prefix)인 경우 14개의 OFDM 심볼의 길이를 가지고(도 15a), 확장 순환 전치(extended CP: extended Cyclic Prefix)인 경우 12개의 OFDM 심볼의 길이를 가진다(도 15b). 자원 블록 격자에서 '0', '1', '2' 및 '3'으로 기재된 자원 요소들(REs)은 각각 안테나 포트 인덱스 '0', '1', '2' 및 '3'의 CRS의 위치를 의미하며, 'D'로 기재된 자원 요소들은 DRS의 위치를 의미한다.
- [310] 이하 CRS에 대하여 좀 더 상세하게 기술하면, CRS는 물리적 안테나의 채널을 추정하기 위해 사용되고, 셀 내에 위치한 모든 단말에 공통적으로 수신될 수 있는 참조 신호로서 전체 주파수 대역에 분포된다. 또한, CRS는 채널 품질 정보(CSI) 및 데이터 복조를 위해 이용될 수 있다.
- [311] CRS는 전송 측(기지국)에서의 안테나 배열에 따라 다양한 포맷으로 정의된다.

3GPP LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)에서는 다양한 안테나 배열을 지원하고, 하향링크 신호 송신 측은 3개의 단일의 송신 안테나, 2개의 송신 안테나 및 4개의 송신 안테나와 같이 3 종류의 안테나 배열을 가진다. 기지국이 단일의 송신 안테나를 사용하는 경우, 단일 안테나 포트를 위한 참조 신호가 배열된다. 기지국이 2개의 송신 안테나를 사용하는 경우, 2개의 송신 안테나 포트를 위한 참조 신호는 시분할 다중화(TDM: Time Division Multiplexing) 및/또는 주파수 분할 다중화(FDM Frequency Division Multiplexing) 방식을 이용하여 배열된다. 즉, 2개의 안테나 포트를 위한 참조 신호는 각각이 구별되기 위해 서로 다른 시간 자원 및/또는 서로 다른 주파수 자원이 할당된다.

- [312] 게다가, 기지국이 4개의 송신 안테나를 사용하는 경우, 4개의 송신 안테나 포트를 위한 참조 신호는 TDM 및/또는 FDM 방식을 이용하여 배열된다. 하향링크 신호의 수신 측(단말)에 의하여 측정된 채널 정보는 단일의 송신 안테나 전송, 송신 다이버시티, 폐쇄 루프 공간 다중화(closed-loop spatial multiplexing), 개방 루프 공간 다중화(open-loop spatial multiplexing) 또는 다중 사용자-다중 입출력 안테나(Multi-User MIMO)와 같은 전송 방식을 이용하여 전송된 데이터를 복조하기 위하여 사용될 수 있다.
- [313] 다중 입출력 안테나가 지원되는 경우 참조 신호가 특정의 안테나 포트로부터 전송될 때, 상기 참조 신호는 참조 신호의 패턴에 따라 특정한 자원 요소들의 위치에 전송되며, 다른 안테나 포트를 위해 특정한 자원 요소들의 위치에 전송되지 않는다. 즉, 서로 다른 안테나 사이의 참조 신호는 서로 겹치지 않는다.
- [314] 자원 블록에 CRS를 맵핑하는 규칙은 다음과 같이 정의된다.
- [315] [수식11]

$$k = 6m + (v + v_{\text{shift}}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 0, N_{\text{symp}}^{\text{DL}} - 3 & \text{if } p \in \{0,1\} \\ 1 & \text{if } p \in \{2,3\} \end{cases}$$

$$m = 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1$$

$$m' = m + N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$$

[316]

$$v = \begin{cases} 0 & \text{if } p = 0 \text{ and } l = 0 \\ 3 & \text{if } p = 0 \text{ and } l \neq 0 \\ 3 & \text{if } p = 1 \text{ and } l = 0 \\ 0 & \text{if } p = 1 \text{ and } l \neq 0 \\ 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 2 \\ 3 + 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 3 \end{cases}$$

[317]

$$v_{\text{shift}} = N_{\text{ID}}^{\text{cell}} \bmod 6$$

- [318] 수학식 11에서, k 및 l 은 각각 부반송파 인덱스 및 심볼 인덱스를 나타내고, p 는 안테나 포트를 나타낸다.

$$N_{\text{symb}}^{\text{DL}}$$

은 하나의 하향링크 슬롯에서의 OFDM 심볼의 수를 나타내고,

$$N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$$

은 하향링크에 할당된 무선 자원의 수를 나타낸다. n_s 는 슬롯 인덱스를 나타내고,

$$N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$$

은 셀 ID를 나타낸다. mod 는 모듈로(modulo) 연산을 나타낸다. 참조 신호의 위치는 주파수 영역에서 v_{shift} 값에 따라 달라진다. v_{shift} 는 셀 ID에 종속되므로, 참조 신호의 위치는 셀에 따라 다양한 주파수 편이(frequency shift) 값을 가진다.

- [319] 보다 구체적으로, CRS를 통해 채널 추정 성능을 향상시키기 위해 CRS의 위치는 셀에 따라 주파수 영역에서 편이될 수 있다. 예를 들어, 참조 신호가 3개의 부 반송파의 간격으로 위치하는 경우, 하나의 셀에서의 참조 신호들은 $3k$ 번째 부반송파에 할당되고, 다른 셀에서의 참조 신호는 $3k+1$ 번째 부반송파에 할당된다. 하나의 안테나 포트의 관점에서 참조 신호들은 주파수 영역에서 6개의 자원 요소 간격으로 배열되고, 또 다른 안테나 포트에 할당된 참조 신호와는 3개의 자원 요소 간격으로 분리된다.

- [320] 시간 영역에서 참조 신호는 각 슬롯의 심볼 인덱스 0 으로부터 시작하여 동일 간격(constant interval)으로 배열된다. 시간 간격은 순환 전치 길이에 따라 다르게 정의된다. 일반 순환 전치의 경우 참조 신호는 슬롯의 심볼 인덱스 0 과 4에 위치하고, 확장 순환 전치의 경우 참조 신호는 슬롯의 심볼 인덱스 0 과 3에 위치한다. 2개의 안테나 포트 중 최대값을 가지는 안테나 포트를 위한 참조 신호는 하나의 OFDM 심볼 내에 정의된다. 따라서, 4개의 송신 안테나 전송의 경우, 참조 신호 안테나 포트 0 과 1을 위한 참조 신호는 슬롯의 심볼 인덱스 0 과 4 (확장 순환 전치의 경우 심볼 인덱스 0 과 3)에 위치하고, 안테나 포트 2 와 3을 위한 참조 신호는 슬롯의 심볼 인덱스 1에 위치한다. 안테나 포트 2 와 3을 위한 참조 신호의 주파수 영역에서의 위치는 2번째 슬롯에서 서로 맞바뀌진다.

- [321] 이하 DRS에 대하여 좀 더 상세하게 기술하면, DRS는 데이터를 복조하기 위하여 사용된다. 다중 입출력 안테나 전송에서 특정의 단말을 위해 사용되는 선형 부호화(precoding) 가중치는 단말이 참조 신호를 수신하였을 때 각 송신 안테나에서 전송된 전송 채널과 결합되어 상응하는 채널을 추정하기 위하여 변경 없이 사용된다.

- [322] 3GPP LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)은 최대 4개의 전송 안테나를 지원하고, 랭크 1 빔포밍(beamforming)을 위한 DRS가 정의된다. 랭크 1 빔포밍을 위한 DRS는 또한 안테나 포트 인덱스 5 를 위한 참조 신호를 나타낸다.

[323] 자원 블록에 DRS를 맵핑하는 규칙은 다음과 같이 정의된다. 수학식 13은 일반 순환 전치인 경우를 나타내고, 수학식 14는 확장 순환 전치인 경우를 나타낸다.

[324] [수식12]

$$\begin{aligned}
 k &= (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB} \\
 k' &= \begin{cases} 4m' + v_{\text{shift}} & \text{if } l \in \{2,3\} \\ 4m' + (2 + v_{\text{shift}}) \bmod 4 & \text{if } l \in \{5,6\} \end{cases} \\
 l &= \begin{cases} 3 & l' = 0 \\ 6 & l' = 1 \\ 2 & l' = 2 \\ 5 & l' = 3 \end{cases} \\
 l' &= \begin{cases} 0,1 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 2,3 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases} \\
 m' &= 0,1,\dots,3N_{RB}^{\text{PDSCH}} - 1
 \end{aligned}$$

[325] $v_{\text{shift}} = N_{ID}^{\text{cell}} \bmod 3$

[326] [수식13]

$$\begin{aligned}
 k &= (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB} \\
 k' &= \begin{cases} 3m' + v_{\text{shift}} & \text{if } l = 4 \\ 3m' + (2 + v_{\text{shift}}) \bmod 3 & \text{if } l = 1 \end{cases} \\
 l &= \begin{cases} 4 & l' \in \{0,2\} \\ 1 & l' = 1 \end{cases} \\
 l' &= \begin{cases} 0 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1,2 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases} \\
 m' &= 0,1,\dots,4N_{RB}^{\text{PDSCH}} - 1
 \end{aligned}$$

[327] $v_{\text{shift}} = N_{ID}^{\text{cell}} \bmod 3$

[328] 상기 수학식 11 내지 수학식 13에서, k 및 p는 각각 부반송파 인덱스 및 안테나 포트를 나타낸다.

N_{RB}^{DL}

, n_s ,

N_{ID}^{cell}

는 각각 하향링크에 할당된 RB의 수, 슬롯 인덱스의 수, 셀 ID의 수를 나타낸다. RS의 위치는 주파수 도메인 관점에서 v_{shift} 값에 따라 달라진다.

[329] 수학식 13 및 14에서, k 및 l은 각각 부반송파 인덱스 및 심볼 인덱스를 나타내고, p는 안테나 포트를 나타낸다.

$$N_{sc}^{RB}$$

은 주파수 영역에서 자원 블록 크기를 나타내고, 부반송파의 수로써 표현된다. n_{PRB} 은 물리 자원 블록의 수를 나타낸다.

$$N_{RB}^{PDSCH}$$

은 PDSCH 전송을 위한 자원 블록의 주파수 대역을 나타낸다. n_s 는 슬롯 인덱스를 나타내고,

$$N_{ID}^{cell}$$

는 셀 ID를 나타낸다. mod 는 모듈로(modulo) 연산을 나타낸다. 참조 신호의 위치는 주파수 영역에서 v_{shift} 값에 따라 달라진다. v_{shift} 는 셀 ID에 종속되므로, 참조 신호의 위치는 셀에 따라 다양한 주파수 편이(frequency shift) 값을 가진다.

[330]

[331] 사운딩 참조 신호(SRS: Sounding Reference Signal)

[332] SRS는 주로 상향링크의 주파수-선택적 스케줄링을 수행하기 위하여 채널 품질 측정에 사용되며, 상향링크 데이터 및/또는 제어 정보의 전송과 관련되지 않는다. 그러나, 이에 한정되지 않으며 SRS는 전력 제어의 향상 또는 최근에 스케줄되어 있지 않은 단말들의 다양한 스타트-업(start-up) 기능을 지원하기 위한 다양한 다른 목적들을 위해 사용될 수 있다. 스타트-업 기능의 일례로, 초기의 변조 및 부호화 방식(MCS: Modulation and Coding Scheme), 데이터 전송을 위한 초기의 전력 제어, 타이밍 전진(timing advance) 및 주파수 반-선택적(semi-selective) 스케줄링이 포함될 수 있다. 이때, 주파수 반-선택적 스케줄링은 서브 프레임의 처음의 슬롯에 선택적으로 주파수 자원을 할당하고, 두번째 슬롯에서는 다른 주파수로 의사 랜덤(pseudo-randomly)하게 도약하여 주파수 자원을 할당하는 스케줄링을 말한다.

[333] 또한, SRS는 상향링크와 하향링크 간에 무선 채널이 상호적(reciprocal)인 가정하에 하향링크 채널 품질을 측정하기 위하여 사용될 수 있다. 이러한 가정은 상향링크와 하향링크가 동일한 주파수 스펙트럼을 공유하고, 시간 영역에서는 분리된 시분할 듀플렉스(TDD: Time Division Duplex) 시스템에서 특히 유효하다

[334] 셀 내에서 어떠한 단말에 의하여 전송되는 SRS의 서브 프레임들은 셀-특정 방송 신호에 의하여 나타낼 수 있다. 4비트 셀-특정 'srsSubframeConfiguration' 파라미터는 SRS가 각 무선 프레임을 통해 전송될 수 있는 15가지의 가능한 서브 프레임의 배열을 나타낸다. 이러한 배열들에 의하여, 운용 시나리오(deployment scenario)에 따라 SRS 오버헤드(overhead)의 조정에 대한 유동성을 제공하게 된다.

[335] 이 중 16번째 배열은 셀 내에서 완전하게 SRS의 스위치를 오프하며, 이는 주로 고속 단말들을 서빙하는 서빙 셀에 적합하다.

[336] 도 16은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 사운딩 참조 신호

심볼을 포함한 상향링크 서브 프레임을 예시한다.

- [337] 도 16을 참조하면, SRS는 배열된 서브 프레임 상에서 항상 마지막 SC-FDMA 심볼을 통해 전송된다. 따라서, SRS와 DMRS는 다른 SC-FDMA 심볼에 위치하게 된다.
- [338] PUSCH 데이터 전송은 SRS 전송을 위한 특정의 SC-FDMA 심볼에서는 허용되지 않으며, 결과적으로 사운딩(sounding) 오버헤드가 가장 높은 경우 즉, 모든 서브 프레임에 SRS 심볼이 포함되는 경우라도 사운딩 오버헤드는 약 7%를 초과하지 않는다.
- [339] 각 SRS 심볼은 주어진 시간 단위와 주파수 대역에 관한 기본 시퀀스(랜덤 시퀀스 또는 Zadoff-Ch(ZC)에 기초한 시퀀스 세트)에 의하여 생성되고, 동일 셀 내의 모든 단말들은 동일한 기본 시퀀스를 사용한다. 이때, 동일한 주파수 대역과 동일한 시간에서 동일 셀 내의 복수의 단말로부터의 SRS 전송은 기본 시퀀스의 서로 다른 순환 이동(cyclic shift)에 의해 직교(orthogonal)되어 서로 구별된다.
- [340] 각각의 셀마다 서로 다른 기본 시퀀스가 할당되는 것에 의하여 서로 다른 셀로부터의 SRS 시퀀스가 구별될 수 있으나, 서로 다른 기본 시퀀스 간에 직교성은 보장되지 않는다.
- [341]
- [342] **COMP(Coordinated Multi-Point Transmission and Reception)**
- [343] LTE-advanced의 요구에 발맞춰, 시스템의 성능 향상을 위하여 CoMP 전송이 제안되었다. CoMP는 co-MIMO, collaborative MIMO, network MIMO 등으로도 불린다. CoMP는 셀 경계에 위치한 단말의 성능을 향상시키고, 평균 셀(섹터)의 효율(throughput)을 향상시킬 것으로 예상된다.
- [344] 일반적으로, 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference)은 주파수 재사용 지수가 1 인 다중-셀 환경에서 셀 경계에 위치한 단말의 성능 및 평균 셀(섹터) 효율을 떨어뜨린다. 셀 간 간섭을 완화시키기 위해, 간섭 제한적인(interference-limited) 환경에서 셀 경계에 위치한 단말이 적절한 성능 효율을 가지도록 LTE 시스템에서는 부분 주파수 재사용(FFR: Fractional Frequency Reuse)과 같은 단순한 수동적인 방법이 적용되었다. 그러나, 각 셀 당 주파수 자원의 사용을 감소시키는 대신, 단말이 수신해야 하는 신호(desired signal)로써 셀 간 간섭을 재사용하거나 셀 간 간섭을 완화시키는 방법이 보다 이익이 된다. 상술한 목적을 달성하기 위하여 CoMP 전송 방식이 적용될 수 있다.
- [345] 하향링크에 적용될 수 있는 CoMP 방식은 JP(Joint Processing) 방식과 CS/CB(Coordinated Scheduling/Beamforming) 방식으로 분류할 수 있다.
- [346] JP 방식에서, 데이터는 CoMP 단위의 각 포인트(기지국)에서 사용될 수 있다. CoMP 단위는 CoMP 방식에서 이용되는 기지국들의 집합을 의미한다. JP 방식은 다시 연합 전송(joint transmission) 방식과 동적 셀 선택(dynamic cell selection) 방식으로 분류할 수 있다.

- [347] 연합 전송 방식은 CoMP 단위에서 전체 또는 일부분인 복수의 포인트로부터 PDSCH를 통해 신호가 동시에 전송되는 방식을 의미한다. 즉, 단일의 단말에 전송되는 데이터는 복수의 전송 포인트로부터 동시에 전송될 수 있다. 이와 같은 연합 전송 방식을 통해 가간섭적(coherently) 내지 비간섭적(non-coherently)이든 무관하게 단말에 전송되는 신호의 품질을 높일 수 있으며, 또 다른 단말과의 간섭을 적극적으로 제거할 수 있다.
- [348] 동적 셀 선택 방식은 CoMP 단위에서 단일의 포인트로부터 PDSCH를 통해 신호가 전송되는 방식을 의미한다. 즉, 특정 시간에 단일의 단말에 전송되는 데이터는 단일의 포인트로부터 전송되고, CoMP 단위 내 다른 포인트에서는 상기 단말로 데이터를 전송하지 않는다. 단말로 데이터를 전송하는 포인트는 동적으로 선택될 수 있다.
- [349] CS/CB 방식에 따르면, CoMP 단위는 단일의 단말로의 데이터 전송을 위하여 협력하여 빔포밍을 수행하게 된다. 즉, 서빙 셀에서만 단말로 데이터를 전송하지만, 사용자 스케줄링/빔포밍은 CoMP 단위 내의 복수의 셀 간의 협력을 통해 결정될 수 있다.
- [350] 상향링크의 경우, CoMP 수신은 지리적으로 분리된 복수의 포인트 간의 협력에 의하여 전송된 신호를 수신하는 것을 의미한다. 상향링크에 적용될 수 있는 CoMP 방식은 JR(Joint Reception) 방식과 CS/CB(Coordinated Scheduling/Beamforming) 방식으로 분류할 수 있다.
- [351] JR 방식은 CoMP 단위에서 전체 또는 일부분인 복수의 포인트가 PDSCH를 통해 전송된 신호를 수신하는 방식을 의미한다. CS/CB 방식은 단일의 포인트에서만 PDSCH를 통해 전송된 신호를 수신하게 되나, 사용자 스케줄링/빔포밍은 CoMP 단위 내의 복수의 셀 간의 협력을 통해 결정될 수 있다.
- [352]
- [353] **릴레이 노드 (RN: Relay Node)**
- [354] 릴레이 노드는 기지국과 단말 간의 송수신되는 데이터를 두 개의 다른 링크(백홀 링크 및 액세스 링크)를 통해 전달한다. 기지국은 도너(donor) 셀을 포함할 수 있다. 릴레이 노드는 도너 셀을 통해 무선으로 무선 액세스 네트워크에 연결된다.
- [355] 한편, 릴레이 노드의 대역(또는 스펙트럼) 사용과 관련하여, 백홀 링크가 액세스 링크와 동일한 주파수 대역에서 동작하는 경우를 '인-밴드(in-band)'라고 하고, 백홀 링크와 액세스 링크가 상이한 주파수 대역에서 동작하는 경우를 '아웃-밴드(out-band)'라고 한다. 인-밴드 및 아웃-밴드 경우 모두 기존의 LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)에 따라 동작하는 단말(이하, 레거시(legacy) 단말이라 한다.)이 도너 셀에 접속할 수 있어야 한다.
- [356] 단말에서 릴레이 노드를 인식하는지 여부에 따라 릴레이 노드는 트랜스패런트(transparent) 릴레이 노드 또는 넌-트랜스패런트(non-transparent) 릴레이 노드로 분류될 수 있다. 트랜스패런트는 단말이 릴레이 노드를 통하여

네트워크와 통신하는지 여부를 인지하지 못하는 경우를 의미하고, 년-트랜스패던트는 단말이 릴레이 노드를 통하여 네트워크와 통신하는지 여부를 인지하는 경우를 의미한다.

- [357] 릴레이 노드의 제어와 관련하여, 도너 셀의 일부로 구성되는 릴레이 노드 또는 스스로 셀을 제어하는 릴레이 노드로 구분될 수 있다.
- [358] 도너 셀의 일부로 구성되는 릴레이 노드는 릴레이 노드 식별자(relay ID)를 가질 수는 있지만, 릴레이 노드 자신의 셀 식별자(cell identity)를 가지지 않는다.
- [359] 도너 셀이 속하는 기지국에 의하여 RRM(Radio Resource Management)의 적어도 일부가 제어되면, RRM의 나머지 부분들이 릴레이 노드에 위치하더라도 도너 셀의 일부로서 구성되는 릴레이 노드라 한다. 바람직하게, 이러한 릴레이 노드는 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 스마트 리피터(Smart repeaters), 디코드-앤-포워드 릴레이 노드(decode-and-forward relays), L2(제2계층) 릴레이 노드들의 다양한 종류들 및 타입-2 릴레이 노드가 이러한 릴레이 노드에 해당한다.
- [360] 스스로 셀을 제어하는 릴레이 노드의 경우에 릴레이 노드는 하나 또는 복수 개의 셀들을 제어하고, 릴레이 노드에 의해 제어되는 셀들 각각에 고유의 물리계층 셀 식별자가 제공된다. 또한, 릴레이 노드에 의해 제어되는 셀들 각각은 동일한 RRM 메커니즘을 이용할 수 있다. 단말 관점에서는 릴레이 노드에 의하여 제어되는 셀에 액세스하는 것과 일반 기지국에 의해 제어되는 셀에 액세스하는 것에 차이점이 없다. 이러한 릴레이 노드에 의해 제어되는 셀은 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 셀프-백홀링(Self-backhauling) 릴레이 노드, L3(제3계층) 릴레이 노드, 타입-1 릴레이 노드 및 타입-1a 릴레이 노드가 이러한 릴레이 노드에 해당한다.
- [361] 타입-1 릴레이 노드는 인-밴드 릴레이 노드로서 복수개의 셀들을 제어하고, 이들 복수개의 셀들의 각각은 단말 입장에서 도너 셀과 구별되는 별개의 셀로 보인다. 또한, 복수개의 셀들은 각자의 물리 셀 ID(이는 LTE 릴리즈-8에서 정의됨)를 가지고, 릴레이 노드는 자신의 동기화 채널, 참조신호 등을 전송할 수 있다. 단일-셀 동작의 경우에, 단말은 릴레이 노드로부터 직접 스케줄링 정보 및 HARQ 피드백을 수신하고 릴레이 노드로 자신의 제어 채널(스케줄링 요청(SR), CQI, ACK/NACK 등)을 전송할 수 있다. 또한, 레거시 단말(LTE 릴리즈-8 시스템에 따라 동작하는 단말)들에게 타입-1 릴레이 노드는 레거시 기지국(LTE 릴리즈-8 시스템에 따라 동작하는 기지국)으로 보인다. 즉, 역방향 호환성(backward compatibility)을 가진다. 한편, LTE-A 시스템에 따라 동작하는 단말들에게는, 타입-1 릴레이 노드는 레거시 기지국과 다른 기지국으로 보여, 성능 향상을 제공할 수 있다.
- [362] 타입-1a 릴레이 노드는 아웃-밴드로 동작하는 것 외에 전술한 타입-1 릴레이 노드와 동일한 특징들을 가진다. 타입-1a 릴레이 노드의 동작은 L1(제1계층) 동작에 대한 영향이 최소화 또는 없도록 구성될 수 있다.

- [363] 타입-2 릴레이 노드는 인-밴드 릴레이 노드로서, 별도의 물리 셀 ID를 가지지 않으며, 이에 따라 새로운 셀을 형성하지 않는다. 타입-2 릴레이 노드는 레거시 단말에 대해 트랜스패런트하고, 레거시 단말은 타입-2 릴레이 노드의 존재를 인지하지 못한다. 타입-2 릴레이 노드는 PDSCH를 전송할 수 있지만, 적어도 CRS 및 PDCCH는 전송하지 않는다.
- [364] 한편, 릴레이 노드가 인-밴드로 동작하도록 하기 위하여, 시간-주파수 공간에서의 일부 자원이 백홀 링크를 위해 예비되어야 하고 이 자원은 액세스 링크를 위해서 사용되지 않도록 설정할 수 있다. 이를 자원 분할(resource partitioning)이라 한다.
- [365] 릴레이 노드에서의 자원 분할에 있어서의 일반적인 원리는 다음과 같이 설명할 수 있다. 백홀 하향링크 및 액세스 하향링크가 하나의 반송파 주파수 상에서 시간분할다중화(TDM) 방식으로 다중화될 수 있다 (즉, 특정 시간에서 백홀 하향링크 또는 액세스 하향링크 중 하나만이 활성화된다). 유사하게, 백홀 상향링크 및 액세스 상향링크는 하나의 반송파 주파수 상에서 TDM 방식으로 다중화될 수 있다 (즉, 특정 시간에서 백홀 상향링크 또는 액세스 상향링크 중 하나만이 활성화된다).
- [366] FDD 에서의 백홀 링크 다중화는, 백홀 하향링크 전송은 하향링크 주파수 대역에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은 상향링크 주파수 대역에서 수행될 수 있다. TDD 에서의 백홀 링크 다중화는, 백홀 하향링크 전송은 기지국과 릴레이 노드의 하향링크 서브프레임에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은 기지국과 릴레이 노드의 상향링크 서브프레임에서 수행될 수 있다.
- [367] 인-밴드 릴레이 노드의 경우에, 예를 들어, 동일한 주파수 대역에서 기지국으로부터의 백홀 하향링크 수신과 단말로의 액세스 하향링크 전송이 동시에 이루어지면, 릴레이 노드의 송신단으로부터 전송되는 신호에 의하여 릴레이 노드의 수신단에서 신호 간섭이 발생할 수 있다. 즉, 릴레이 노드의 RF 전단(front-end)에서 신호 간섭 또는 RF 제밍(jamming)이 발생할 수 있다. 유사하게, 동일한 주파수 대역에서 기지국으로의 백홀 상향링크 전송과 단말로부터의 액세스 상향링크 수신에 동시에 이루어지는 경우도 신호 간섭이 발생할 수 있다.
- [368] 따라서, 릴레이 노드에서 동일한 주파수 대역에서의 동시에 신호를 송수신하기 위해서, 수신 신호와 송신 신호간에 충분한 분리(예를 들어, 송신 안테나와 수신 안테나를 지상/지하에 설치하는 것과 같이 지리적으로 충분히 이격시켜 설치함)가 제공되지 않으면 구현하기 어렵다.
- [369] 이와 같은 신호 간섭의 문제를 해결하는 한 가지 방안은, 릴레이 노드가 도너 셀로부터 신호를 수신하는 동안에 단말로 신호를 전송하지 않도록 동작하게 하는 것이다. 즉, 릴레이 노드로부터 단말로의 전송에 갭(gap)을 생성하고, 이 갭 동안에는 단말(레거시 단말 포함)이 릴레이 노드로부터의 어떠한 전송도 기대하지 않도록 설정할 수 있다. 이러한 갭은 MBSFN (Multicast Broadcast Single

Frequency Network) 서브프레임을 구성함으로써 설정할 수 있다.

[370] 도 17은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 릴레이 노드 자원 분할을 예시한다.

[371] 도 17에서, 첫번째 서브프레임은 일반 서브프레임으로서 릴레이 노드로부터 단말로 하향링크 (즉, 액세스 하향링크) 제어신호 및 데이터가 전송되고, 두번째 서브프레임은 MBSFN 서브프레임으로서 하향링크 서브프레임의 제어 영역에서는 릴레이 노드로부터 단말로 제어 신호가 전송되지만 하향링크 서브프레임의 나머지 영역에서는 릴레이 노드로부터 단말로 아무런 전송이 수행되지 않는다. 여기서, 레거시 단말의 경우에는 모든 하향링크 서브프레임에서 PDCCH의 전송을 기대하게 되므로 (다시 말하자면, 릴레이 노드는 자신의 영역 내의 레거시 단말들이 매 서브프레임에서 PDCCH를 수신하여 측정 기능을 수행하도록 지원할 필요가 있으므로), 레거시 단말의 올바른 동작을 위해서는 모든 하향링크 서브프레임에서 PDCCH를 전송할 필요가 있다. 따라서, 기지국으로부터 릴레이 노드의 하향링크 (즉, 백홀 하향링크) 전송을 위해 설정된 서브프레임 (두번째 서브프레임)상에서도, 서브프레임의 처음 N (N=1, 2 또는 3) 개의 OFDM 심볼구간에서 릴레이 노드는 백홀 하향링크를 수신하는 것이 아니라 액세스 하향링크 전송을 해야 할 필요가 있다. 이에 대하여, 두번째 서브프레임의 제어 영역에서 PDCCH가 릴레이 노드로부터 단말로 전송되므로 릴레이 노드에서 서빙하는 레거시 단말에 대한 역방향 호환성이 제공될 수 있다. 제 2 서브프레임의 나머지 영역에서는 릴레이 노드로부터 단말로 아무런 전송이 수행되지 않는 동안에 릴레이 노드는 기지국으로부터의 전송을 수신할 수 있다. 따라서, 이러한 자원 분할 방식을 통해서, 인-밴드 릴레이 노드에서 액세스 하향링크 전송과 백홀 하향링크 수신이 동시에 수행되지 않도록 할 수 있다.

[372] MBSFN 서브프레임을 이용하는 두번째 서브프레임에 대하여 구체적으로 설명한다. 두번째 서브프레임의 제어 영역은 릴레이 노드 비-청취(non-hearing) 구간이라고 할 수 있다. 릴레이 노드 비-청취 구간은 릴레이 노드가 백홀 하향링크 신호를 수신하지 않고 액세스 하향링크 신호를 전송하는 구간을 의미한다. 이 구간은 전술한 바와 같이 1, 2 또는 3 OFDM 길이로 설정될 수 있다. 릴레이 노드 비-청취 구간에서 릴레이 노드는 단말로의 액세스 하향링크 전송을 수행하고 나머지 영역에서는 기지국으로부터 백홀 하향링크를 수신할 수 있다. 이 때, 릴레이 노드는 동일한 주파수 대역에서 동시에 송수신을 수행할 수 없으므로, 릴레이 노드가 송신 모드에서 수신 모드로 전환하는 데에 시간이 소요된다. 따라서, 백홀 하향링크 수신 영역의 처음 일부 구간에서 릴레이 노드가 송신/수신 모드 스위칭을 하도록 가드 시간(GT: guard time)이 설정될 필요가 있다. 유사하게 릴레이 노드가 기지국으로부터의 백홀 하향링크를 수신하고 단말로의 액세스 하향링크를 전송하도록 동작하는 경우에도, 릴레이 노드의 수신/송신 모드 스위칭을 위한 가드 시간이 설정될 수 있다. 이러한 가드

시간의 길이는 시간 영역의 값으로 주어질 수 있고, 예를 들어, k ($k \geq 1$) 개의 시간 샘플(T_s : time sample) 값으로 주어질 수 있고, 또는 하나 이상의 OFDM 심볼 길이로 설정될 수도 있다. 또는, 릴레이 노드 백홀 하향링크 서브프레임이 연속으로 설정되어 있는 경우에 또는 소정의 서브프레임 타이밍 정렬(timing alignment) 관계에 따라 서브프레임의 마지막 부분의 가드시간은 정의되거나 설정되지 않을 수 있다. 이러한 가드 시간은 역방향 호환성을 유지하기 위하여, 백홀 하향링크 서브프레임 전송을 위해 설정되어 있는 주파수 영역에서만 정의될 수 있다 (액세스 하향링크 구간에서 가드 시간이 설정되는 경우에는 레거시 단말을 지원할 수 없다). 가드 시간을 제외한 백홀 하향링크 수신 구간에서 릴레이 노드는 기지국으로부터 PDCCH 및 PDSCH를 수신할 수 있다. 이를 릴레이 노드 전용 물리 채널이라는 의미에서 R-PDCCH (Relay-PDCCH) 및 R-PDSCH (Relay-PDSCH)로 표현할 수도 있다.

[373]

[374] 채널상태정보(CSI: Channel State Information) 피드백

[375] MIMO 방식은 개-루프(open-loop) 방식과 폐-루프(closed-loop) 방식으로 구분될 수 있다. 개-루프 MIMO 방식은 MIMO 수신단으로부터의 채널상태정보의 피드백이 없이 송신단에서 MIMO 전송을 수행하는 것을 의미한다. 폐-루프 MIMO 방식은 MIMO 수신단으로부터의 채널상태정보를 피드백 받아 송신단에서 MIMO 전송을 수행하는 것을 의미한다. 폐-루프 MIMO 방식에서는 MIMO 송신 안테나의 다중화 이득(multiplexing gain)을 얻기 위해서 송신단과 수신단의 각각이 채널 상태정보를 바탕으로 빔포밍을 수행할 수 있다. 수신단(예를 들어, 단말)이 채널상태정보를 피드백할 수 있도록 송신단(예를 들어, 기지국)은 수신단(예를 들어, 단말)에게 상향링크 제어 채널 또는 상향링크 공유 채널을 할당할 수 있다.

[376] 피드백되는 채널상태정보(CSI)는 랭크 지시자(RI), 프리코딩 행렬 인덱스(PMI) 및 채널품질지시자(CQI)를 포함할 수 있다.

[377] RI는 채널 랭크에 대한 정보이다. 채널의 랭크는 동일한 시간-주파수 자원을 통해서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 레이어(또는 스트림)의 최대 개수를 의미한다. 랭크 값은 채널의 장기간(long term) 페이딩에 의해서 주로 결정되므로, PMI 및 CQI에 비하여 일반적으로 더 긴 주기에 따라(즉, 덜 빈번하게) 피드백될 수 있다.

[378] PMI는 송신단으로부터의 전송에 이용되는 프리코딩 행렬에 대한 정보이며, 채널의 공간 특성을 반영하는 값이다. 프리코딩이란 전송 레이어를 송신 안테나에 매핑시키는 것을 의미하며, 프리코딩 행렬에 의해 레이어-안테나 매핑 관계가 결정될 수 있다. PMI는 신호대잡음및간섭비(SINR: Signal-to-Interference plus Noise Ratio) 등의 측정값(metric)을 기준으로 단말이 선호하는(preferred) 기지국의 프리코딩 행렬 인덱스에 해당한다. 프리코딩 정보의 피드백 오버헤드를 줄이기 위해서, 송신단과 수신단이 여러 가지 프리코딩 행렬을

포함하는 코드북을 미리 공유하고 있고, 해당 코드북에서 특정 프리코딩 행렬을 지시하는 인덱스만을 피드백하는 방식이 사용될 수 있다.

- [379] CQI는 채널 품질 또는 채널 세기를 나타내는 정보이다. CQI는 미리 결정된 MCS 조합으로서 표현될 수 있다. 즉, 피드백되는 CQI 인덱스는 해당하는 변조기법(modulation scheme) 및 코드 레이트(code rate)를 나타낸다. 일반적으로, CQI는 기지국이 PMI를 이용하여 공간 채널을 구성하는 경우에 얻을 수 있는 수신 SINR을 반영하는 값이 된다.
- [380] 확장된 안테나 구성을 지원하는 시스템(예를 들어, LTE-A 시스템)에서는 다중사용자-MIMO (MU-MIMO) 방식을 이용하여 추가적인 다중사용자 다이버시티를 획득하는 것을 고려하고 있다. MU-MIMO 방식에서는 안테나 영역(domain)에서 다중화되는 단말들 간의 간섭 채널이 존재하므로, 다중사용자 중 하나의 단말이 피드백하는 채널 상태정보를 기지국에서 이용하여 하향링크 전송을 수행하는 경우에 다른 단말에 대해서 간섭이 발생하지 않도록 하는 것이 필요하다. 따라서, MU-MIMO 동작이 올바르게 수행되기 위해서는 단일사용자-MIMO (SU-MIMO) 방식에 비하여 보다 높은 정확도의 채널상태정보가 피드백되어야 한다.
- [381] 이와 같이 보다 정확한 채널상태정보를 측정 및 보고할 수 있도록, 기존의 RI, PMI 및 CQI로 구성되는 CSI를 개선한 새로운 CSI 피드백 방안이 적용될 수 있다. 예를 들어, 수신단이 피드백하는 프리코딩 정보가 2개의 PMI의 조합에 의해서 지시될 수 있다. 2개의 PMI 중 하나(제 1 PMI)는, 장기간 및/또는 광대역(long term and/or wideband)의 속성을 가지고, W1으로 지칭될 수 있다. 2개의 PMI 중 다른 하나(제 2 PMI)는, 단기간 및/또는 서브대역(short term and/or subband)의 속성을 가지고, W2으로 지칭될 수 있다. W1 및 W2의 조합(또는 함수)에 의해서 최종적인 PMI가 결정될 수 있다. 예를 들어, 최종 PMI를 W라 하면, $W=W1*W2$ 또는 $W=W2*W1$ 과 같이 정의될 수 있다.
- [382] 여기서, W1은 채널의 주파수 및/또는 시간상 평균적인 특성을 반영한다. 다시 말하자면, W1은 시간 상에서 장기간(long term) 채널의 특성을 반영하거나, 주파수 상에서 광대역(wideband) 채널의 특성을 반영하거나, 또는 시간상에서 장기간인 동시에 주파수 상에서 광대역 채널의 특성을 반영하는 채널 상태 정보로서 정의될 수 있다. W1의 이러한 특성을 간략하게 표현하기 위해서, W1을 장기간-광대역 속성의 채널 상태 정보(또는, 장기간-광대역 PMI)라고 한다.
- [383] 한편, W2는 W1에 비하여 상대적으로 순간적인(instantaneous) 채널 특성을 반영한다. 다시 말하자면, W2는 시간 상에서 단기간(short term) 채널의 특성을 반영하거나, 주파수 상에서 서브대역(subband) 채널의 특성을 반영하거나, 또는 시간상에서 단기간인 동시에 주파수 상에서 서브대역 채널의 특성을 반영하는 채널 상태 정보로서 정의될 수 있다. W2의 이러한 특성을 간략하게 표현하기 위해서, W2를 단기간-서브대역 속성의 채널 상태 정보(또는, 단기간-서브대역 PMI)라고 한다.

- [384] 채널 상태를 나타내는 2 개의 서로 다른 속성의 정보(예를 들어, W1 및 W2)로부터 하나의 최종 프리코딩 행렬(W)을 결정할 수 있도록 하기 위해서, 각각의 속성의 채널 정보를 나타내는 프리코딩 행렬들로 구성되는 별도의 코드북(즉, W1에 대한 제 1 코드북 및 W2에 대한 제 2 코드북)을 구성할 필요가 있다. 이와 같이 구성되는 코드북의 형태를 계층적 코드북(hierarchical codebook)이라 할 수 있다. 또한, 계층적 코드북을 이용하여 최종 사용될 코드북을 결정하는 것을, 계층적 코드북 변환(hierarchical codebook transformation)이라 할 수 있다.
- [385] 이러한 코드북을 이용하는 경우에 단일 코드북을 이용하는 경우에 비하여 높은 정확도의 채널 피드백이 가능해진다. 이와 같이 높은 정확도의 채널 피드백을 이용하여 단일-셀 MU-MIMO 및/또는 다중-셀 협력 통신 등을 지원할 수도 있다.
- [386]
- [387] **Enhanced PMI for MU-MIMO 또는 CoMP**
- [388] LTE-A와 같은 차세대 통신표준에서 높은 전송률을 달성하기 위해 MU-MIMO 및 CoMP 등의 송신 기법이 제안되었다. 이러한 향상된 송신 기법을 구현하기 위해서 UE는 보다 복잡하고 다양한 CSI를 기지국으로 피드백 해야 할 필요가 있다.
- [389] 일 예로, MU-MIMO에서는 UE-A가 PMI를 선택할 때, 자신의 최적 PMI(desired PMI)뿐만이 아니라 자신과 함께 스케줄링 받을 UE의 PMI(이하 BCPMI(best companion PMI)라 지칭한다.)도 함께 올리는 CSI 피드백 방식이 고려되고 있다.
- [390] 즉, precoding matrix codebook내에서 co-scheduled UE가 precoder로 사용했을 때 UE-A에게 간섭을 덜 주는 BCPMI를 계산하여 추가적으로 기지국에게 피드백 한다.
- [391] 기지국은 이 정보를 이용하여, UE-A와 BCPM (BCPM(best companion precoding matrix): BCPMI에 해당하는 precoding matrix) precodin을 선호하는 또 다른 UE를 MU-MIMO 스케줄 한다.
- [392] BCPMI 피드백 방식은 피드백 payload의 유무에 따라 크게 explicit 피드백과 implicit 피드백 두 가지로 분류된다.
- [393] 첫 번째로 피드백 payload가 있는 explicit 피드백 방식이 있다.
- [394] Explicit 피드백 방식은 UE-A가 precoding matrix codebook내에서 BCPMI를 결정한 뒤, control channel을 통해 기지국으로 피드백 한다. 한가지 방식으로 UE-A는 추정 SINR이 최대가 되게 하는 간섭신호 precoding matrix를 codebook내에서 선택하고 이를 BCPMI 값으로 피드백 한다.
- [395] Explicit 피드백의 장점은 간섭 제거에 보다 효과적인 BCPMI를 선택하여 보낼 수 있다. UE는 codebook내의 모든 codeword에 대해 하나씩 간섭 beam으로 가정하고 SINR등의 metric을 비교하여 간섭 제거에 가장 효과적인 값을 BCPMI로 결정하기 때문이다. 하지만 codebook size가 커질수록 BCPMI의 candidate이 늘어나기 때문에 더 큰 피드백 payload size가 필요하다.

- [396] 두 번째로 피드백 payload가 없는 implicit 피드백 방식이 있다.
- [397] Implicit 피드백 방식은 UE-A가 codebook 내에서 간섭을 적게 받는 codeword를 search하여 BCPMI로 선택하는 것이 아니라, desired PMI가 결정되면 그에 상응하는 BCPMI가 static하게 결정하는 방식이다. 이때 BCPM는 결정된 desired PMI에 orthogonal한 vector들로 구성되는 것이 바람직할 수 있다.
- [398] 왜냐하면 desired PM는 수신 SINR을 최대화 하기 위해서 채널 H의 채널 gain을 최대화 할 수 있는 방향으로 설정되었기 때문에 간섭신호는 이 PM의 방향을 회피하여 선택하는 것이 간섭 완화에 효과적이기 때문이다. 채널 H를 singular value decomposition (SVD)을 통해 복수개의 independent channel로 분석해 보면 이러한 BCPMI 결정 방식은 더욱 정당화된다. 4x4 채널 H는 아래 수학식 15와 같이 SVD를 통해 분해할 수 있다.
- [399] [수식14]

$$\mathbf{H} = \mathbf{U}\mathbf{L}\mathbf{V}^H = \begin{bmatrix} \mathbf{u}_1 & \mathbf{u}_2 & \mathbf{u}_3 & \mathbf{u}_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{v}_1^H \\ \mathbf{v}_2^H \\ \mathbf{v}_3^H \\ \mathbf{v}_4^H \end{bmatrix}$$

- [400] 수학식 14에서 U,V는 unitary 행렬이며, $\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i,$

λ_i

는 각각 채널 H의 4x1 left singular vector, 4x1 right singular vector, singular value를 나타내며,

$\lambda_i > \lambda_{i+1}$

로 내림차순으로 정렬되어 있다. 송신 단에서 beamforming matrix V와 수신 단에서 beamforming matrix U^H를 사용할 경우 이론적으로 얻을 수 있는 모든 채널 gain을 손실 없이 얻을 수 있다.

- [401] Rank 1인 경우는 송신 beamforming vector $\mathbf{v}_1$ 과 수신 beamforming vector $\mathbf{u}_1$ 을 사용하는 것이 채널 gain

$|\lambda_1|^2$

을 얻어 SNR 관점에서 최적의 성능을 얻을 수 있다. 예를 들어 UE-A는 rank 1인 경우 $\mathbf{v}_1$ 과 가장 유사한 PM를 선택하는 것이 유리하다. 이상적으로 desired PM가 $\mathbf{v}_1$ 과 완전히 일치하는 경우 수신 beam을 $\mathbf{u}_1$ 으로 설정하고 간섭 신호의 송신 beam은 PM에 orthogonal한 방향으로 설정하여 desired 신호에 손실 없이 간섭 신호를 완벽히 제거할 수 있다. 현실적으로 양자화 오류로 인해 desired PM가 $\mathbf{v}_1$ 과 약간의 차이가 있는 경우, PM에 orthogonal한 방향으로 설정된 간섭 신호의 송신 beam은 $\mathbf{v}_1$ 에 orthogonal한 beam과 더 이상 동일하지 않기 때문에 desired 신호에 손실 없이 간섭 신호를 완벽히 제거 할 수 없지만, 양자화 오차가 작은

경우 간섭 신호 제어에 도움을 줄 수 있다.

[402] Implicit 피드백의 일 예로 LTE codebook을 사용하는 경우 BCPMI는 PMI에 대해 orthogonal한 vector index로 static하게 결정될 수 있다.

[403] 송신 안테나가 4개 이고 PMI를 피드백 한 UE의 수신 rank를 1로 가정하였고 desired PMI에 대해 orthogonal한 3개의 vector는 3개의 BCPMI로 표현된다.

[404] 예를 들어 PMI=3인 경우, BCPMI=0,1,2로 결정된다. PMI와 BCPMI는 codebook내에 있는 4x1 vector codeword의 인덱스를 나타낸다. 기지국은 상기 BCPMI set(BCPMI=0,1,2)을 간섭 제거에 유효한 precoding index로 간주하여 일부 또는 전부를 co-schedule UE의 precoder로 사용한다.

[405] Implicit PMI의 장점은 desired PMI와 BCPMI set이 1:1로 mapping되어 있으므로 추가적인 피드백 overhead가 없다는 것이다. 하지만 desired PM (PM: PMI에 해당하는 precoding matrix) 양자화 오차로 인해 그에 종속된 BCPM 역시 최적의 간섭제거 beam 방향과 오차가 있을 수 있다. 양자화 오차가 없다면 3개의 BCPM는 모두 간섭을 완벽히 제거하는 간섭 beam(ideal 간섭 beam)을 나타내지만, 오차가 있을 경우 각 BCPM는 ideal 간섭 beam과 차이가 발생한다.

[406] 또한, 각 BCPM 가 갖는 ideal 간섭 beam과의 차이는 평균적으로 같지만, 특정 순간에는 다를 수 있다. 예를 들어 desired PMI=3일 경우 BCPMI 0,1,2의 순서로 간섭 신호 제거에 효과적일 수 있으며, BCPMI 0,1,2의 상대적인 오차를 모르는 기지국은 ideal 간섭 beam과 오차가 가장 큰 BCPMI 2를 간섭 신호의 beam으로 정하여 co-scheduled UE간 강한 간섭이 존재하는 상태로 통신 할 가능성이 있다.

[407]

[408] **cross-CC scheduling and E-PDCCH scheduling**

[409] 다음으로, cross-CC scheduling and E-PDCCH scheduling에 대해 간략히 살펴본다.

[410] 기존 3GPP LTE Rel-10 시스템에서 복수 CC(Component Carrier = (serving) cell)에 대한 aggregation 상황에서의 cross-CC 스케줄링 동작을 정의하면, 하나의 CC (i.e. scheduled CC)는 특정 하나의 CC (i.e. scheduling CC)로부터만 DL/UL 스케줄링을 받을 수 있도록 (즉, 해당 scheduled CC에 대한 DL/UL grant PDCCH를 수신할 수 있도록) 미리 설정될 수 있고, 해당 scheduling CC는 기본적으로 자기 자신에 대한 DL/UL 스케줄링을 수행할 수 있다.

[411] 다시 말해, 상기 cross-CC 스케줄링 관계에 있는 scheduling/scheduled CC를 스케줄하는 PDCCH에 대한 SS는 모두 scheduling CC의 제어채널 영역에 존재하게 될 수 있다.

[412] 한편, LTE 시스템에서 FDD DL carrier 또는 TDD DL subframe들은 subframe의 첫 n개의 OFDM 심볼을 각종 control information 전송을 위한 물리 채널인 PDCCH, PHICH, PCFICH 등의 전송에 사용하고, 나머지 OFDM 심볼들을 PDSCH 전송에 사용한다.

[413] 이 때, 각 subframe에서 control channel 전송에 사용하는 심볼 개수는 PCFICH

등의 물리 채널을 통해 dynamic하게 또는 RRC signaling을 통해 semi-static한 방식으로 단말로 전달된다.

[414] 이 때에 특징적으로, n 값은 subframe 특성 및 시스템 특성(FDD/TDD, system bandwidth 등)에 따라서 1 심볼에서 최대 4심볼까지 설정될 수 있다.

[415] 한편, 기존 LTE 시스템에서 DL/UL scheduling 및 각종 control 정보를 전송하기 위한 물리채널인 PDCCH는 제한된 OFDM 심볼들을 통해서 전송되는 등의 한계가 있으므로, PDCCH와 같이 PDSCH와 분리된 OFDM 심볼을 통해 전송되는 control channel 대신에 PDSCH와 FDM/TDM 방식으로 좀 더 자유롭게 multiplexing되는 enhanced PDCCH (i.e. E-PDCCH)를 도입할 수 있다.

[416]

[417] **Quasi co-location**

[418] 다음으로, Quasi co-location에 대해 간략히 살펴보기로 한다.

[419] 이하에서는 “quasi co-located (QC)” (혹은 “quasi co-location (QC)”)이라는 용어에 대하여 아래와 같이 정의하여 사용한다.

[420] “If two antenna ports are “quasi co-located (QC)”, the UE may assume that large-scale properties of the signal received from the first antenna port can be inferred from the signal received from the other antenna port”. The “large-scale properties” mentioned in the above definition consist of some or all of;

[421] - Delay spread

[422] - Doppler spread

[423] - Frequency shift

[424] - Average received power

[425] - Received Timing

[426] 또는, 상기 정의는 유사하게 다음과 같이 channel에 대한 표현으로 변형되어 사용될 수도 있다.

[427] “If two antenna ports are “quasi co-located (QC)”, the UE may assume that large-scale properties of the channel over which a symbol on one antenna port is conveyed can be inferred from the channel over which a symbol on the other antenna port is conveyed”. The “large-scale properties” mentioned in the above definition consist of some or all of:

[428] - Delay spread

[429] - Doppler spread

[430] - Doppler shift

[431] - Average gain

[432] - Average delay

[433] 본 명세서에서는 위 QC관련 정의들을 구분하지 않는다.

[434] 즉, QC 개념은 위 정의들 중에 하나를 따를 수 있다. 또는, 유사한 다른 형태로, QC 가정이 성립하는 antenna ports 간에는 마치 co-location에서 전송하는 것처럼

가정할 수 있다는 형태 (e.g., 동일 전송point에서 전송하는 antenna ports이다라고 UE가 가정할 수 있다는 등)으로 QC 개념 정의가 변형될 수도 있다.

- [435] 위 정의에 의하여, UE는 “non-quasi-co-located (NQC) antenna ports”에 대해서는 해당 antenna ports (APs)간에 동일한 상기 large-scale channel properties를 가정할 수 없다.
- [436] 즉, 이 경우 통상적인 UE receiver는, timing acquisition and tracking, frequency offset estimation and compensation, delay estimation, and Doppler estimation 등에 대하여 각각의 설정된 non-quasi-co-located(NQC) AP별로 독립적인 processing을 수행하여야 한다. QC를 가정할 수 있는 AP간에 대해서는, UE는 다음과 같은 동작을 수행할 수 있다는 장점이 있다:
- [437] Delay spread & Doppler spread 에 대하여, UE는 어떤 하나의 port에 대한 power-delay-profile, delay spread 및 Doppler spectrum, Doppler spread 추정 결과를, 다른 port에 대한 채널 추정 시 사용되는 Wiener filter 등에 동일하게 적용할 수 있다.
- [438] Frequency shift & Received Timing 에 대하여, UE는 어떤 하나의 port에 대한 time and frequency synchronization 수행한 후, 동일한 synchronization을 다른 port의 demodulation에 적용할 수 있다.
- [439] Average received power 에 대하여, UE는 over two or more antenna ports에 대하여 RSRP measurements를 averaging할 수 있다.
- [440]
- [441] **HARQ procedure**
- [442] 이동 통신 시스템은 한 셀/섹터에 하나의 기지국이 다수의 단말과 무선 채널 환경을 통하여 데이터를 송수신한다. 다중 반송파 및 이와 유사한 형태로 운영되는 시스템에서 기지국은 유선 인터넷 망으로부터 패킷 트래픽을 수신하고, 수신된 패킷 트래픽을 정해진 통신 방식을 이용하여 각 단말기로 송신한다.
- [443] 이 때, 기지국이 어느 타이밍에 어떤 주파수 영역을 사용해서 어떤 단말에게 데이터를 전송할 것인가를 결정하는 것이 하향 링크 스케줄링이다.
- [444] 또한, 정해진 형태의 통신 방식을 사용하여 단말로부터 송신된 데이터를 수신 복조하여 유선 인터넷망으로 패킷 트래픽을 전송한다. 기지국이 어느 타이밍에 어떤 주파수 대역을 이용하여 어느 단말기에게 상향 링크 데이터를 전송할 수 있도록 할 것인가를 결정하는 것이 상향 링크 스케줄링이다.
- [445] 일반적으로 채널 상태가 좋은 단말이, 보다 많은 시간, 보다 많은 주파수 자원을 이용하여 데이터를 송수신한다.
- [446] 다중 반송파 및 이와 유사한 형태로 운영되는 시스템에서의 자원은 크게 시간과 주파수 영역으로 나눌 수 있다. 이 자원은 다시 자원 블록으로 정의될 수 있는데, 이는 임의의 N 개의 부 반송파와 임의의 M 개의 sub-frame 또는 정해진 시간 단위로 이루어진다. 이 때, N 과 M은 1이 될 수 있다.

- [447] 하나의 자원 블록은 여러 개의 부 반송파를 한 축으로 하고, 정해진 시간 단위를 다른 축으로 하여 이루어진다.
- [448] 하향 링크에서 기지국은 정해진 스케줄링 규칙에 따라 선택된 단말에게 1개 이상의 자원 블록을 스케줄링 하고, 기지국은 이 단말에게 할당된 자원 블록을 이용하여 데이터를 전송한다.
- [449] 상향 링크에서는 기지국이 정해진 스케줄링 규칙에 따라 선택된 단말에게 1개 이상의 자원 블록을 스케줄링 하고, 단말은 할당된 자원을 이용하여 상향 링크로 데이터를 전송하게 된다.
- [450] 스케줄링 이후 데이터를 전송한 후, 프레임을 잃어 버렸거나 손상된 경우의 오류제어 방법으로는 ARQ(Automatic Repeat request) 방식과 좀더 발전된 형태의 HARQ (hybrid ARQ) 방식이 있다.
- [451] 기본적으로 ARQ 방식은 한 개 프레임 전송 후에 확인 메시지 (ACK)가 오기를 기다리고, 수신 측에서는 제대로 받는 경우만 확인 메시지(ACK)를 보내며, 상기 프레임에 오류가 생긴 경우에는 NACK(negative-ACK) 메시지를 보내고, 오류가 생긴 수신 프레임은 수신단 버퍼에서 그 정보를 삭제한다.
- [452] 송신 측에서 ACK 신호를 받았을 때에는 그 이후 프레임을 전송하지만, NACK 메시지를 받았을 때에는 프레임을 재전송하게 된다. ARQ 방식과는 달리 HARQ 방식은 수신된 프레임을 복조할 수 없는 경우에, 수신단에서는 송신단으로 NACK 메시지를 전송하지만, 이미 수신한 프레임은 일정 시간 동안 버퍼에 저장하여, 그 프레임이 재전송되었을 때 기 수신한 프레임과 컴바이닝하여 수신 성공률을 높인다.
- [453] 최근에는 기본적인 ARQ 방식보다는 더 효율적인 HARQ 방식이 더 널리 사용되고 있다. 이러한 HARQ 방식에도 여러 가지 종류가 있는데, 크게는 재전송하는 타이밍에 따라 synchronous HARQ와 asynchronous HARQ로 나눌 수 있고, 재전송 시 사용하는 자원의 양에 대해 채널 상태를 반영하는지의 여부에 따라 channel-adaptive 방식과 channel-non-adaptive 방식으로 나눌 수 있다.
- [454] Synchronous HARQ 방식은 초기 전송이 실패했을 경우, 이 후의 재전송이 시스템에 의해 정해진 타이밍에 이루어지는 방식이다. 즉, 재전송이 이루어지는 타이밍은 초기 전송 실패 후에 매 4번째 시간 단위에 이루어진다고 가정하면, 이는 기지국과 단말 사이에 이미 약속이 이루어져 있기 때문에 추가로 이 타이밍에 대해 알려줄 필요는 없다.
- [455] 다만, 데이터 송신 측에서 NACK 메시지를 받았다면, ACK 메시지를 받기까지 매 4번째 시간 단위에 프레임을 재전송하게 된다.
- [456] 반면, Asynchronous HARQ 방식은 재전송 타이밍이 새로이 스케줄링 되거나 추가적인 시그널링을 통해 이루어질 수 있다. 이전에 실패했던 프레임에 대한 재전송이 이루어지는 타이밍은 채널 상태 등의 여러 요인에 의해 가변된다.
- [457] Channel-non-adaptive HARQ 방식은 재 전송시 프레임의 modulation이나 이용하는 자원 블록의 수, AMC 등이 초기 전송 시 정해진 대로 이루어지는

방식이고, 이와 달리 channel-adaptive HARQ 방식은 이들이 채널의 상태에 따라 가변 되는 방식이다.

[458] 예를 들어, 송신 측에서 초기 전송 시 6개의 자원 블록을 이용하여 데이터를 전송했고, 이후 재전송 시에도 동일하게 6개의 자원 블록을 이용하여 재전송하는 것이 channel-non-adaptive 방식이다.

[459] 반면, 초기에는 6개를 이용하여 전송이 이루어 졌다 하여도 이후에 채널 상태에 따라서는 6개보다 크거나 작은 수의 자원 블록을 이용하여 재전송을 하는 방식이 channel-adaptive 방식이다.

[460] 이러한 분류에 의해 각각 네 가지의 HARQ의 조합이 이루어 질 수 있으나, 주로 사용되는 HARQ 방식으로는 asynchronous and channel-adaptive HARQ 방식과 synchronous and channel-non-adaptive HARQ 방식이 있다.

[461] Asynchronous and channel-adaptive HARQ 방식은 재전송 타이밍과 사용하는 자원의 양을 채널의 상태에 따라 적응적으로 달리함으로써 재전송 효율을 극대화 시킬 수 있으나, 오버헤드가 커지는 단점이 있어서 상향링크를 위해서는 일반적으로 고려되지 않는다.

[462] 한편, synchronous and channel-non-adaptive HARQ 방식은 재전송을 위한 타이밍과 자원할당이 시스템 내에서 약속되어 있기 때문에 이를 위한 오버헤드가 거의 없는 것이 장점이지만, 변화가 심한 채널 상태에서 사용될 경우 재전송 효율이 매우 낮아지는 단점이 있다. 현재 3GPP LTE에서 하향링크의 경우 asynchronous HARQ 방식이, 상향링크의 경우 synchronous HARQ 방식이 사용되고 있다.

[463] 한편, 하향링크를 예로, Scheduling이 되어 데이터가 전송된 뒤 단말로부터의 ACK/NAK의 정보가 수신되고 다시 다음 데이터가 전송될 때까지는 시간 지연이 발생한다.

[464] 이는 Channel propagation delay와 데이터 디코딩 및 데이터 인코딩에 걸리는 시간으로 인해 발생하는 지연이다. 이러한 지연 구간 동안의 공백 없는 데이터 전송을 위하여 독립적인 HARQ process를 사용하여 전송하는 방법이 사용되고 있다.

[465] 예를 들어, 다음 데이터 전송과 다음 데이터 전송까지의 최단 주기가 7 subframe이라면 7개의 독립적인 프로세스를 둔다면 공백없이 데이터 전송을 할 수 있게 된다. LTE에서는 MIMO로 동작하지 않을 경우 최대 8개의 process를 할당할 수 있도록 되어있다.

[466]

[467] **D2D 통신 일반**

[468] 일반적으로 D2D 통신은 사물과 사물 간의 통신이나 사물 지능 통신을 지칭하는 용어로 제한적으로 사용되기도 하지만, 본 발명에서의 D2D 통신은 통신 기능이 장착된 단순한 장치는 물론, 스마트폰이나 개인용 컴퓨터와 같이 통신 기능을 갖춘 다양한 형태의 장치 간의 통신을 모두 포함할 수 있다.

- [469] 도 18은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 D2D 통신을 개념적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [470] 도 18a는 기존의 기지국(eNB) 중심의 통신 방식을 나타내는 것으로, UE1은 상향링크 상에서 기지국으로 데이터를 전송할 수 있고, 기지국은 하향링크 상에서 UE2으로 데이터를 전송할 수 있다. 이러한 통신 방식은 기지국을 통한 간접 통신 방식이라고 할 수 있다. 간접 통신 방식에서는 기존의 무선 통신 시스템에서 정의된 링크인 Un 링크(기지국들 간의 링크 또는 기지국과 중계기 간의 링크로서, 백홀 링크라고 칭할 수 있음) 및/또는 Uu 링크(기지국과 단말 간의 링크 또는 중계기와 단말 간의 링크로서, 액세스 링크라고 칭할 수 있음)가 관련될 수 있다.
- [471] 도 18b는 D2D 통신의 일례로서 UE-to-UE 통신 방식을 나타내는 것으로, UE 간의 데이터 교환이 기지국을 거치지 않고 수행될 수 있다. 이러한 통신 방식은 장치 간의 직접 통신 방식이라고 할 수 있다. D2D 직접 통신 방식은 기존의 기지국을 통한 간접 통신 방식에 비하여 지연(latency)이 줄어들고, 보다 적은 무선 자원을 사용하는 등의 장점을 가진다.
- [472] 도 19는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 D2D 통신의 다양한 시나리오들의 일례를 나타낸다.
- [473] D2D 통신의 시나리오는 UE1과 UE2가 셀 커버리지 내(in-coverage)/셀 커버리지 밖(out-of-coverage)에 위치하는지에 따라 크게 (1) Out-of-Coverage Network, (2) Partial-Coverage Network 및 (3) In-Coverage Network으로 나뉠 수 있다.
- [474] In-Coverage Network의 경우, 기지국의 커버리지에 해당하는 셀(Cell)의 개수에 따라 In-Coverage-Single-Cell 및 In-Coverage-Multi-Cell로 나뉠 수 있다.
- [475] 도 19a는 D2D 통신의 Out-of-Coverage Network 시나리오의 일 예를 나타낸다.
- [476] Out-of-Coverage Network 시나리오는 기지국의 제어 없이 D2D 단말들 간 D2D 통신을 수행하는 것을 말한다.
- [477] 도 19a에서, UE1과 UE2만 존재하며, UE1과 UE2는 직접 통신을 하는 것을 볼 수 있다.
- [478] 도 19b는 D2D 통신의 Partial-Coverage Network 시나리오의 일 예를 나타낸다.
- [479] Partial-Coverage Network 시나리오는 네트워크 커버리지 내에 위치하는 D2D 단말과 네트워크 커버리지 밖에 위치하는 D2D 단말 간에 D2D 통신을 수행하는 것을 말한다.
- [480] 도 19b에서, 네트워크 커버리지 내 위치하는 UE1과 네트워크 커버리지 밖에 위치하는 UE2가 통신하는 것을 볼 수 있다.
- [481] 도 19c는 In-Coverage-Single-Cell 시나리오의 일 예를, 도 19d는 In-Coverage-Multi-Cell 시나리오의 일 예를 나타낸다.
- [482] In-Coverage Network 시나리오는 D2D 단말들이 네트워크 커버리지 내에서 기지국의 제어를 통해 D2D 통신을 수행하는 것을 말한다.

- [483] 도 19c에서, UE1과 UE2는 동일한 네트워크 커버리지(또는 셀) 내에 위치하며, 기지국의 제어 하에 D2D 통신을 수행한다.
- [484] 도 19d에서, UE1과 UE2는 네트워크 커버리지 내에 위치하기는 하나, 서로 다른 네트워크 커버리지 내에 위치한다. 그리고, UE1과 UE2는 각 네트워크 커버리지를 관리하는 기지국의 제어 하에 D2D 통신을 수행한다.
- [485] 이하, D2D 통신에 관하여 보다 상세히 살펴본다.
- [486] D2D 통신은 도 19에 도시된 시나리오에서 동작할 수 있으나, 일반적으로 네트워크 커버리지 내(in-coverage)와 네트워크 커버리지 밖(out-of-coverage)에서 동작할 수 있다. D2D 통신(단말들 간 직접 통신)을 위해 이용되는 링크를 D2D 링크(D2D link), 다이렉트 링크(directlink) 또는 사이드 링크(sidelink) 등으로 지칭할 수 있으나, 이하 설명의 편의를 위해 사이드 링크로 통칭하여 설명한다.
- [487] 사이드 링크 전송은 FDD의 경우 상향링크 스펙트럼에서 동작하고, TDD의 경우 상향링크(혹은 하향링크) 서브프레임에서 동작할 수 있다. 사이드 링크 전송과 상향링크 전송의 다중화를 위하여 TDM(Time Division Multiplexing)이 이용될 수 있다.
- [488] 사이드 링크 전송과 상향링크 전송은 동시에 일어나지 않는다. 상향링크 전송을 위해 사용되는 상향링크 서브프레임 또는 UpPTS와 부분적으로 혹은 전체적으로 겹쳐지는 사이드 링크 서브프레임에서는 사이드 링크 전송이 일어나지 않는다. 또한, 사이드 링크의 전송 및 수신 또한 동시에 일어나지 않는다.
- [489] 사이드 링크 전송에 이용되는 물리 자원의 구조는 상향링크 물리 자원의 구조가 동일하게 이용될 수 있다. 다만, 사이드 링크 서브프레임의 마지막 심볼은 보호 구간(guard period)으로 구성되어 사이드 링크 전송에 이용되지 않는다.
- [490] 사이드 링크 서브프레임은 확장 순환 전치(extended CP) 또는 일반 순환 전치(normal CP)에 의해 구성될 수 있다.
- [491] D2D 통신은 크게 디스커버리(discovery), 직접 통신(direct communication), 동기화(Synchronization)로 구분될 수 있다.
- [492] **1) 디스커버리(discovery)**
- [493] D2D 디스커버리는 네트워크 커버리지 내에서 적용될 수 있다. (Inter-cell, Intra-cell 포함). 인터 셀(inter-cell) 디스커버리에서 동기화된(synchronous) 또는 동기화되지 않은(asynchronous) 셀 배치 모두 고려될 수 있다. D2D 디스커버리는 근접 영역 내의 UE에게 광고, 쿠폰 발행, 친구 찾기 등의 다양한 상용 목적으로 활용될 수 있다.
- [494] UE 1이 디스커버리 메시지 전송의 역할(role)을 가지는 경우, UE 1은 디스커버리 메시지를 전송하고, UE 2는 디스커버리 메시지를 수신한다. UE 1과 UE 2의 전송 및 수신 역할은 바뀔 수 있다. UE 1으로부터의 전송은 UE 2와 같은 하나 이상의 UE(들)에 의해 수신될 수 있다.

- [495] 디스커버리 메시지는 단일의 MAC PDU를 포함할 수 있으며, 여기서 단일의 MAC PDU는 UE ID 및 application ID를 포함할 수 있다.
- [496] 디스커버리 메시지를 전송하는 채널로 물리 사이드 링크 디스커버리 채널(PSDCH: Physical Sidelink discovery Channel)이 정의될 수 있다. PSDCH 채널의 구조는 PUSCH 구조를 재이용할 수 있다.
- [497] D2D 디스커버리를 위한 자원 할당 방법은 두 가지의 타입(Type 1, Type 2)이 이용될 수 있다.
- [498] 타입 1의 경우, eNB는 단말 특정하지 않은(non-UE specific) 방식으로 디스커버리 메시지 전송을 위한 자원을 할당할 수 있다.
- [499] 구체적으로, 특정 주기로 복수의 서브프레임으로 구성된 디스커버리 전송 및 수신을 위한 무선 자원 풀(pool)이 할당되고, 디스커버리 전송 UE는 이 무선 자원 풀(pool) 내에서 특정 자원을 임의로 선택한 다음 디스커버리 메시지를 전송한다.
- [500] 이러한 주기적인 디스커버리 자원 풀(pool)은 반정적(semi-static)인 방식으로 디스커버리 신호 전송을 위해 할당될 수 있다. 디스커버리 전송을 위한 디스커버리 자원 풀(pool)의 설정 정보는 디스커버리 주기, 디스커버리 주기 내 디스커버리 신호의 전송을 위해 사용할 수 있는 서브프레임의 개수(즉, 무선 자원 풀을 구성하는 서브프레임 개수)를 포함한다.
- [501] In-coverage UE의 경우, 디스커버리 전송을 위한 디스커버리 자원 풀(pool)은 eNB에 의해 설정되고, RRC 시그널링(예를 들어, SIB(System Information Block))을 이용하여 UE에게 알려줄 수 있다.
- [502] 하나의 디스커버리 주기 내에 디스커버리를 위해 할당된 디스커버리 자원 풀(pool)은 동일한 크기를 가지는 시간-주파수 자원 블록으로 TDM 및/또는 FDM으로 다중화될 수 있으며, 이러한 동일한 크기를 가지는 시간-주파수 자원 블록을 ‘디스커버리 자원(discovery resource)’으로 지칭할 수 있다.
- [503] 디스커버리 자원은 하나의 UE에 의해 디스커버리 MAC PDU의 전송을 위해 사용될 수 있다. 하나의 UE에 의해 전송되는 MAC PDU의 전송은 디스커버리 주기 내(즉, 무선 자원 풀(pool))에서 연속적으로(contiguous) 혹은 비연속적(non-contiguous)으로 반복(예를 들어, 4회 반복)될 수 있다. UE는 MAC PDU의 반복되는 전송을 위해 사용될 수 있는 디스커버리 자원 세트(discovery resource set)에서 첫 번째 디스커버리 자원을 임의로 선택하고, 그 이외의 디스커버리 자원은 첫 번째 디스커버리 자원과 관련하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 일정 패턴이 미리 설정되고, UE가 첫 번째로 선택한 디스커버리 자원의 위치에 따라 그 다음의 디스커버리 자원이 미리 설정된 패턴에 따라 결정될 수 있다. 또한, UE가 MAC PDU의 반복되는 전송을 위해 사용될 수 있는 디스커버리 자원 세트 내에서 각각의 디스커버리 자원을 임의로 선택할 수도 있다.
- [504] 타입2는 디스커버리 메시지 전송을 위한 자원이 단말 특정(UE specific)하게 할당된다. 타입 2는 다시 타입2A(Type-2A), 타입2B(Type-2B)로 세분화된다. 타입 2A는 eNB가 디스커버리 주기 내에서 UE가 디스커버리 메시지의 전송

시점(instance)마다 자원을 할당하는 방식이고, 타입 2B는 반정적인(semi-persistent) 방식으로 자원을 할당하는 방식이다.

- [505] 타입 2B의 경우, RRC_CONNECTED UE는 RRC 시그널링을 통해 eNB에 D2D 디스커버리 메시지의 전송을 위한 자원의 할당을 요청한다. 그리고, eNB는 RRC 시그널링을 통해 자원을 할당할 수 있다. UE는 RRC_IDLE 상태로 천이할 때 또는 eNB가 RRC 시그널링을 통해 자원 할당을 철회(withdraw)할 때, UE는 가장 최근에 할당된 전송 자원을 해제한다. 이와 같이 타입 2B의 경우, RRC 시그널링에 의해 무선 자원이 할당되고, PDCCH에 의해 할당된 무선 자원의 활성화(activation)/비활성(deactivation)이 결정될 수 있다.
- [506] 디스커버리 메시지 수신을 위한 무선 자원 풀(pool)은 eNB에 의해 설정되고, RRC 시그널링(예를 들어, SIB(System Information Block))을 이용하여 UE에게 알려줄 수 있다.
- [507] 디스커버리 메시지 수신 UE는 디스커버리 메시지 수신을 위하여 상술한 타입 1 및 타입 2의 디스커버리 자원 풀(pool) 모두 모니터링한다.
- [508] **2) 직접 통신(direct communication)**
- [509] D2D 직접 통신의 적용 영역은 네트워크 커버리지 안팎(in-coverage, out-of-coverage)은 물론 네트워크 커버리지 경계 영역(edge-of-coverage)도 포함한다. D2D 직접 통신은 PS(Public Safety) 등의 목적으로 이용될 수 있다.
- [510] UE 1이 직접 통신 데이터 전송의 역할을 가지는 경우, UE 1은 직접 통신 데이터를 전송하고, UE 2는 직접 통신 데이터를 수신한다. UE 1과 UE 2의 전송 및 수신 역할은 바뀔 수 있다. UE 1으로부터의 직접 통신 전송은 UE 2와 같은 하나 이상의 UE(들)에 의해 수신될 수 있다.
- [511] D2D 디스커버리와 D2D 통신은 서로 연계되지 않고 독립적으로 정의될 수 있다. 즉, 그룹캐스트(groupcast) 및 브로드캐스트(broadcast) 직접 통신에서는 D2D 디스커버리가 요구되지 않는다. 이와 같이, D2D 디스커버리와 D2D 직접 통신이 독립적으로 정의되는 경우, UE들은 인접하는 UE를 인지할 필요가 없다. 다시 말해, 그룹캐스트 및 브로드캐스트 직접 통신의 경우, 그룹 내 모든 수신 UE가 서로 근접할 것을 요구하지 않는다.
- [512] D2D 직접 통신 데이터를 전송하는 채널로 물리 사이드 링크 공유 채널(PSSCH: Physical Sidelink Shared Channel)이 정의될 수 있다. 또한, D2D 직접 통신을 위한 제어 정보(예를 들어, 직접 통신 데이터 전송을 위한 스케줄링 승인(SA: scheduling assignment), 전송 형식 등)를 전송하는 채널로 물리 사이드 링크 제어 채널(PSCCH: Physical Sidelink Control Channel)이 정의될 수 있다. PSSCH 및 PSCCH는 PUSCH 구조를 재이용할 수 있다.
- [513] D2D 직접 통신을 위한 자원 할당 방법은 두 가지의 모드(mode 1, mode 2)가 이용될 수 있다.
- [514] 모드 1은 eNB가 UE가 D2D 직접 통신을 위한 데이터 또는 제어 정보를 전송하기 위하여 사용하는 자원을 스케줄링 하는 방식을 말한다.

in-coverage에서는 모드 1이 적용된다.

- [515] eNB은 D2D 직접 통신에 필요한 자원 풀(pool)을 설정한다. 여기서, D2D 통신에 필요한 자원 풀(pool)은 제어 정보 풀과 D2D 데이터 풀로 구분될 수 있다. eNB가 PDCCH 또는 ePDCCH를 이용하여 송신 D2D UE에게 설정된 풀 내에서 제어 정보 및 D2D 데이터 전송 자원을 스케줄링하면 송신 D2D UE는 할당된 자원을 이용하여 제어 정보 및 D2D 데이터를 전송한다.
- [516] 전송 UE는 eNB에 전송 자원을 요청하고, eNB는 제어 정보와 D2D 직접 통신 데이터의 전송을 위한 자원을 스케줄링한다. 즉, 모드 1의 경우, 전송 UE는 D2D 직접 통신을 수행하기 위하여 RRC_CONNECTED 상태에 있어야 한다. 전송 UE는 스케줄링 요청을 eNB에 전송하고, 이어 eNB가 전송 UE에 의해 요청되는 자원의 양을 결정할 수 있도록 BSR(Buffer Status Report) 절차가 진행된다.
- [517] 수신 UE들은 제어 정보 풀을 모니터링하고, 자신과 관련된 제어 정보를 디코딩하면 해당 제어 정보와 관련된 D2D 데이터 전송을 선택적으로 디코딩할 수 있다. 수신 UE는 제어 정보 디코딩 결과에 따라 D2D 데이터 풀을 디코딩하지 않을 수도 있다.
- [518] 모드 2는 UE가 D2D 직접 통신을 위한 데이터 또는 제어 정보를 전송하기 위하여 자원 풀(pool)에서 특정 자원을 임의로 선택하는 방식을 말한다. out-of-coverage 및/또는 edge-of-coverage에서 모드 2가 적용된다.
- [519] 모드 2에서 제어 정보 전송을 위한 자원 풀(pool) 및/또는 D2D 직접 통신 데이터 전송을 위한 자원 풀(pool)은 미리 설정(pre-configured)되거나 반정적으로(semi-statically) 설정될 수 있다. UE는 설정된 자원 풀(시간 및 주파수)를 제공 받고, 자원 풀에서 D2D 통신 전송을 위한 자원을 선택한다. 즉, UE는 제어 정보를 전송하기 위하여 제어 정보 자원 풀에서 제어 정보 전송을 위한 자원을 선택할 수 있다. 또한, UE는 D2D 직접 통신 데이터 전송을 위해 데이터 자원 풀에서 자원을 선택할 수 있다.
- [520] D2D 브로드캐스트 통신에서, 제어 정보는 브로드캐스팅 UE에 의해 전송된다. 제어 정보는 D2D 직접 통신 데이터를 운반하는 물리 채널(즉, PSSCH)과 관련하여 데이터 수신을 위한 자원의 위치를 명시적으로(explicit) 및/또는 묵시적으로(implicit) 지시한다.
- [521] **3) 동기화(synchronization)**
- [522] D2D 동기 신호(또는 사이드 링크 동기 신호)는 UE가 시간-주파수 동기를 획득하기 위하여 이용될 수 있다. 특히, 네트워크 커버리지 밖의 경우 eNB의 제어가 불가능하므로 UE 간 동기 확립을 위한 새로운 신호 및 절차가 정의될 수 있다.
- [523] D2D 동기 신호를 주기적으로 전송하는 UE를 D2D 동기 소스(D2D Synchronization Source)로 지칭할 수 있다. D2D 동기 소스가 eNB인 경우, 전송되는 D2D 동기 신호의 구조는 PSS/SSS와 동일할 수 있다. D2D 동기 소스가 eNB가 아닌 경우(예를 들어, UE 또는 GNSS(Global Navigation Satellite System))

등) 전송되는 D2D 동기 신호의 구조는 새롭게 정의될 수 있다.

- [524] D2D 동기 신호는 40ms 보다 작지 않은 주기를 가지고 주기적으로 전송된다. 단말 별로 다중의 물리 계층 사이드 링크 동기화 식별자(physical-layer sidelink synchronization identity)를 가질 수 있다. D2D 동기 신호는 프라이머리 D2D 동기 신호(또는 프라이머리 사이드 링크 동기 신호)와 세컨더리 D2D 동기 신호(또는 세컨더리 사이드 링크 동기 신호)를 포함한다.
- [525] D2D 동기 신호를 전송하기 전에, 먼저 UE는 D2D 동기 소스를 탐색할 수 있다. 그리고, D2D 동기 소스가 탐색되면, UE는 탐색된 D2D 동기 소스로부터 수신된 D2D 동기 신호를 통해 시간-주파수 동기를 획득할 수 있다. 그리고, 해당 UE는 D2D 동기 신호를 전송할 수 있다.
- [526] 이하, D2D 동기화를 위한 동기 신호는 D2DSS(기지국에서 전송하는 경우 PSS, SSS)라고 한다.
- [527] 또한, 명료성을 위해 D2D 통신에 있어서 2개의 장치들 간의 직접 통신을 예로 들어 설명하지만, 본 발명의 범위가 이에 제한되는 것은 아니고, 2 이상의 복수의 장치들 간의 D2D 통신에 대해서도 본 발명에서 설명하는 동일한 원리가 적용될 수 있다.
- [528] D2D discovery 방식 중에 하나로 모든 UE가 분산적인 방식에 의해서 discovery를 수행하도록 하는 방식(이하, ‘분산적 discovery’라고 지칭한다.)이 있다. 분산적으로 D2D discovery를 수행하는 방식은 centralized 방식처럼 한곳에서(예를 들어, eNB, UE 또는 D2D 스케줄링 장치 등) 자원 선택을 결정하는 것이 아니며, 모든 UE들이 분산적으로 스스로 판단해서 discovery 자원을 선택하고 discovery 메시지를 송신 및 수신을 하는 방식을 의미한다.
- [529] 이하, 본 명세서에서는 D2D discovery를 위해서 단말들이 주기적으로 보내는 신호(또는 메시지)를 discovery 메시지, discovery 신호, 비콘 (beacon) 등으로 지칭할 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위해 discovery 메시지로 통칭한다.
- [530] 분산적 discovery에서는 UE가 discovery 메시지를 송신 및 수신하기 위한 자원으로서 셀룰러 자원과는 별도로 전용 자원이 주기적으로 할당될 수 있다.
- [531] 도 20 및 도 21은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 D2D 통신의 자원 할당 방법의 일 예를 나타낸다.
- [532] 상기 도 20은 자원 유닛(Resource Unit)의 구성의 일 예를 나타낸 것으로, 전체 주파수 자원이 NF개로 분할되고, 전체 시간 자원이 NT개로 분할 되어 총 $NF \times NT$ 개의 자원 유닛이 정의될 수 있다. 이때, 자원 풀(resource pool)은 NT 서브 프레임(subframe)을 주기로 반복될 수 있다.
- [533] 상기 도 20에 도시된 바와 같이, 하나의 자원 유닛은 주기적으로 반복하여 나타날 수 있으며, 시간이나 주파수 차원에서의 다이버시티(diversity) 효과를 얻기 위해 하나의 논리적인 자원 유닛이 매핑(mapping)되는 물리적인 자원 유닛의 인덱스(index)가 시간에 따라 사전에 정의된 패턴(pattern)으로 변화될 수 있다.

- [534] 이러한 자원 유닛 구조에 있어서 자원 풀이란 D2D 신호를 송신하고자 하는 단말이 D2D 신호 송신에 사용할 수 있는 자원 유닛의 집합을 나타낼 수 있다.
- [535] 상기 자원 풀은 여러 종류로 세분화 될 수 있다. 먼저, 각 자원 풀에서 전송되는 D2D 신호의 콘텐츠(Content)에 따라서 구분될 수 있다. 일 예로 D2D 신호의 콘텐츠는 아래와 같이 구분될 수 있으며, 각각의 콘텐츠는 별도의 자원풀이 구성될 수 있다.
- [536] - Scheduling assignment(SA); 각 송신 단말이 후행하는 D2D 데이터 채널의 전송으로 사용하는 자원 위치 및 그 외 데이터 채널의 복조를 위해서 필요한 변조 및 코딩 방법(modulation and coding scheme, MCS)나 MIMO 전송 방식 등의 정보를 포함하는 신호. 이 신호는 동일 자원 유닛 상에서 D2D 데이터와 함께 멀티플렉스(multiplex)되어 전송 되는 것도 가능하며, 이 경우, SA 자원 풀이란 SA가 D2D 데이터와 멀티플렉스되어 전송되는 자원의 풀을 의미할 수 있다.
- [537] - D2D data channel: 송신 단말이 상기 SA를 통해 지정된 자원을 사용하여 사용자 데이터(user data)를 전송하는데 사용하는 자원의 풀. 만약, 동일 자원 유닛 상에서 D2D 데이터와 함께 멀티플렉스되어 전송되는 것도 가능한 경우, D2D 데이터 채널을 위한 자우너 풀에서는 SA 정보를 제외한 형태의 D2D 데이터 채널만이 전송될 수 있다. 즉, SA 자원 풀 내의 개별 자우너 유닛 상에서 SA 정보를 전송하는데 사용되었던 자원 요소(resource element)를 D2D 데이터 채널 자원 풀에서는 여전히 D2D 데이터를 전송하는데 사용할 수 있다.
- [538] - Discovery message: 송신 단말이 자신의 ID 등의 정보를 전송하여 인접 단말로 하여금 자신을 발견할 수 있도록 하는 메시지를 위한 자원 풀.
- [539] 이러한 D2D 자원 풀은 D2D 신호의 콘텐츠가 동일한 경우에도 D2D 신호의 송수신 속성에 따라 상이한 자원 풀을 사용할 수 있다. 예를 들어, 동일한 D2D 데이터 채널이나 Discovery message라 하더라도 D2D 신호의 송신 타이밍(timing) 결정 방식(예를 들어, 동기 기준 신호의 수신 시점에서 송신되는지 아니면, 상기 수신 시점에서 일정한 timing advance를 적용하여 전송되는지 등)이나 자원 할 당 방식(예를 들어, 개별 신호의 전송 자원을 기지국이 개별 송신 단말에게 할당해주는지, 아니면 개별 송신 단말이 자원 풀 내에서 자체적으로 개별 신호 전송을 위한 자원을 선택하는지 등), 신호 포맷(예를 들어, 각 D2D 신호가 한 서브 프레임에서 차지하는 심볼(symbol)의 개수, 또는 한 D2D 신호의 전송에 사용되는 서브 프레임의 개수 등)에 따라서 다시 상이한 자원 풀로 구별될 수 있다.
- [540] D2D로 데이터를 송신하고자 하는 단말은 먼저 앞에서 설명한 자원 풀 중에서 적절한 자원을 선택하여 자신의 SA를 전송한다. 이때, SA 자원의 선택 기준으로는 다른 단말의 SA 전송이 없거나 다른 단말의 SA에 따른 후행 하는 서브프레임에서의 데이터 전송이 없을 것으로 예상되는 자원과 연동되는 SA 자원이 우선적으로 고려될 수 있다. 또한, 상기 단말은 간섭 수준이 낮을 것으로 예상되는 데이터 전송 자원과 연동되는 SA 자원을 선택할 수 있다.

- [541] 상기 도 21에 도시된 바와 같이 상기 SA 자원 풀은 일련의 D2D 데이터 채널 자원 풀에 선행하여 나타나며, 수신 단말은 먼저 SA의 검출을 시도하고 자신이 수신할 필요가 있는 데이터의 존재가 발견되면 비로소 연동되는 데이터 자원에서 수신을 시도할 수 있다.
- [542] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D(Device to Device)의 동기 신호 선택 방법의 일 예를 간략히 나타낸 순서도이다.
- [543] 상기 도 22를 참조하면, 단말은 D2D 동기 신호인 D2DSS를 수신하여 상기 D2DSS가 특정 조건을 만족하는 경우, 상기 D2DSS를 선택하여 동기화 할 수 있다.
- [544] 구체적으로, 초기에 단말은 D2D 서비스를 지원하기 위한 동기화 절차를 수행하기 위해서 D2DSS를 선택하여 동기화를 수행할 수 있으며, 이를 D2DSS 초기 선택으로 정의할 수 있다. 즉, 상기 D2DSS 초기 선택은 단말이 처음 전원이 온(ON) 된 후, 처음으로 D2DSS를 선택하거나, 기존 D2DSS와의 동기를 잃고 일정 시간이 경과 했을 때, D2DSS와의 연결성을 잃고 다시 D2DSS 선택을 하는 경우를 나타낼 수 있다.
- [545] 또한, 단말이 스스로 독립적인 동기 신호원(Independent Synchronization Source, 이하, ISS)이 된 후, 자기 자신이 아닌 다른 D2DSS에 처음으로 동기화 하는 것을 D2DSS 초기 선택이라고도 할 수 있다.
- [546] 상기 초기 선택 이후에 상기 단말은 D2D 동기 신호를 수신하고 탐색하기 위한 탐색 주기마다 다른 단말 또는 기지국으로부터 전송되는 동기 신호를 탐색하고, 동기화를 위한 D2DSS를 재선택 하기 위한 미리(주기적으로) 정해진 시점을 나타내는 재선택 주기에 D2DSS를 재선택 할 수 있으며, 이를 D2DSS 재선택 이라고 정의할 수 있다. 즉, D2DSS 초기 선택 이후 상기 재선택 주기마다 최적의 D2DSS를 다시 선택하거나, D2DSS 초기 선택에서 선택된 D2DSS sequence와 다른 속성(예를 들면, ID, 콘텐츠 등)을 갖는 D2DSS sequence를 선택하는 것을 D2DSS 재선택이라고 할 수 있다.
- [547] 이러한 D2DSS 재선택 과정을 수행하기 위해서 상기 단말은 상기 D2DSS 초기 선택 이후에 D2DSS 재선택 주기에서 D2D 동기화를 위한 하나 또는 그 이상의 D2DSS를 수신할 수 있다(S2202). 상기 하나 또는 그 이상의 D2DSS를 수신한 상기 단말은 상기 하나 또는 그 이상의 D2DSS가 특정 조건(또는 재선택 조건)을 만족하는지 여부를 판단할 수 있으며(S2204), 상기 하나 또는 그 이상의 D2DSS 중에서 상기 특정 조건을 만족하는 D2DSS를 선택하여 동기화를 수행할 수 있다(S2206).
- [548] 이때, 상기 특정 조건은 상기 단말이 최적의 D2DSS를 선택하기 위한 조건을 나타내는 것으로, 예를 들면, 상기 단말은 수신 전력 또는 우선 순위 등과 같은 조건을 고려하여 최적의 D2DSS를 선택할 수 있다.
- [549] 이러한 D2DSS 재선택 과정은 자신이 ISS였음에도 불구하고 상기 ISS 역할을 포기하고 새로운 D2DSS를 선택하여 동기화를 수행하거나, 기존의 D2DSS가

아닌 다른 D2DSS를 선택하여 동기화를 수행하게 되므로 D2DSS 초기 선택 과정과 동일하거나 더 엄격한(strict)한 조건을 만족한 경우에 수행되어야 한다.

[550] 하지만, 이러한 D2DSS 재선택 과정을 수행할 때마다 기존 D2DSS보다 더 엄격한 조건을 반복하여 수행하는 경우, 이러한 조건이 과하게 적용될 수 있는바 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법을 제안한다.

[551] 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 신호 재선택 조건을 통해서 D2D(Device to Device)의 동기 신호를 재선택하는 방법의 일 예를 나타낸 순서도이다.

[552] 상기 도 23을 참조하면, D2DSS 재선택을 함에 있어서, D2DSS 초기 선택과정에서 적용되었던 조건과 동일한 재선택 조건을 적용하여 D2DSS 재선택 과정을 수행할 수 있다.

[553] 구체적으로, 먼저 제 1 단말은 앞에서 살펴본 D2DSS 초기 선택을 통해서 제 2 단말로부터 전송된 D2DSS(또는 제 1 동기 신호)를 초기 D2DSS로 선택하고(S2302), 선택된 초기 D2DSS와 동기화(Synchronization)를 수행할 수 있다.

[554] 이때, 상기 제 1 단말은 상기 D2DSS 초기 선택 과정에서 D2DSS를 선택하기 위한 조건(이하, 초기 선택 조건)을 만족하는 D2DSS를 선택할 수 있다. 예를 들면, D2DSS를 선택하기 위해서 수신된 하나 또는 그 이상의 D2DSS들 중에서 최소 수신 전력의 레벨을 나타내는 임계값보다 더 큰 수신 전력 레벨을 가지는 D2DSS를 선택할 수 있다.

[555] 이후, 상기 제 1 단말은 상기 초기 D2DSS를 추적(tracking)하면서, 상기 초기 D2DSS, 및 동기화 하지 않은 제 3 단말로부터 전송되는 D2DSS(또는 제 2 동기 신호)와 같은 다른 단말들로부터 전송되는 하나 또는 그 이상의 D2DSS들을 탐색할 수 있다(S2304). 이때, 상기 초기 D2DSS 및 상기 하나 또는 그 이상의 D2DSS들을 탐색하는 것은 D2DSS 탐색 주기에 수행될 수 있다.

[556] 상기 제 1 단말은 상기 D2DSS 탐색 주기에서 상기 초기 D2DSS 및 상기 하나 또는 그 이상의 D2DSS들의 수신 신호 세기, 수신 전력, 우선 순위 등을 판단할 수 있다.

[557] 이후, 앞에서 살펴본 D2DSS 재선택 주기가 되면(S2306), 상기 제 1 단말은 상기 초기 D2DSS 및 상기 하나 또는 그 이상의 D2DSS들이 재선택 조건을 만족하는지 여부를 판단할 수 있다(S2308).

[558] 상기 재선택 조건이 수신 전력인 경우를 예를 들어 설명하면, 상기 제 1 단말은 상기 초기 D2DSS 및 상기 하나 또는 그 이상의 D2DSS들의 수신 전력 레벨이 상기 임계값보다 더 큰지 여부를 판단할 수 있다.

[559] 판단 결과 상기 제 1 단말은 상기 초기 D2DSS 및 상기 하나 또는 그 이상의 D2DSS들 중에서 상기 임계값보다 더 큰 수신 전력 레벨을 가지는 D2DSS 중 하나를 선택하여 동기화를 수행할 수 있다(S2310).

[560] 이때, 상기 제 1 단말은 상기 임계값보다 더 큰 수신 전력 레벨을 가지는

D2DSS가 상기 초기 D2DSS 외에 다수 존재하는 경우, 아래와 같은 방법을 통해서 동기화를 위한 D2DSS를 선택할 수 있다.

- [561] 첫 번째로, 상기 임계값보다 더 큰 수신 전력 레벨을 가지는 D2DSS 중에서 가장 큰 수신 전력 레벨을 가지는 D2DSS를 선택할 수 있다. 이는, 상기 초기 D2DSS의 수신 전력 레벨이 여전히 상기 임계값 이상으로 관측 된다면 이것은 최소한 상기 초기 D2DSS로부터의 채널 환경 등이 크게 변하기 않았다는 것을 의미할 수 있다. 또한, 상기 초기 D2DSS의 수신 전력 레벨이 수신된 D2DSS들 중에서 가장 큰 수신 전력 레벨이 아니라면 이것은 상기 초기 D2DSS의 수신 전력 레벨이 점차 작아지는 것을 나타낼 수 있다.
- [562] 따라서, 상기 제 1 단말은 동기를 안정적으로 추적(Tracking)하기 위해서 상기 초기 D2DSS의 수신 전력 레벨이 상기 임계값보다 작아지기 전에 수신 전력 레벨이 가장 큰 D2DSS에 동기를 맞출 수 있다.
- [563] 이와 같은 방법은 상기 제 1 단말이 ISS의 역할을 하고 있어서 수신 전력 레벨을 비교할 대상이 없는 경우에도 사용될 수 있다.
- [564] 두 번째로, 동기화된 클러스터를 최대한 유지하고 릴레이 동작의 변화 등을 최소화 하기 위해서 상기 초기 D2DSS를 선택하는 동작을 최대한 유지할 수 있다. 이때, 상기 클러스터(Cluster)는 클러스터 헤드(Cluster head)에 동기화된 단말의 집단을 의미하며, 상기 클러스터 헤드는 동기화를 위한 동기 신호를 제공하는 단말을 의미한다.
- [565] 이때, 상기 초기 D2DSS가 가장 큰 수신 전력 레벨을 갖지 않더라도, 상기 임계값보다 큰 경우 상기 초기 D2DSS를 선택하여 추적(Tracking)하고 있는 D2DSS들을 변경하지 않을 것이다. 하지만, 이 경우 상기 초기 D2DSS와 상기 다른 D2DSS들을 구별할 필요가 있으며, 이는 각각의 D2DSS와 관련된 제어 채널의 복조를 통해서 구별을 위한 정보를 획득할 수 있다. 예를 들면 클러스터 ID, ISS ID(또는 릴레이 단말의 ID), stratum level 등을 포함할 수 있다.
- [566] 이러한 정보들을 통해서 상기 초기 D2DSS가 상기 임계값 보다 수신 전력 레벨이 큰 경우 상기 초기 D2DSS를 선택할 수 있다.
- [567] 이와 같은 방법을 통해서, 상기 제 1 단말은 초기 D2DSS 선택 과정과 동일한 임계값을 사용하여 D2DSS를 재선택 할 수 있으며, 재선택을 위한 조건이 너무 과해지는 것을 방지할 수 있다.
- [568] 도 24은 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 신호 선택 조건을 통해서 D2D(Device to Device)의 동기 신호를 재선택하는 방법의 또 다른 일 예를 나타낸 순서도이다.
- [569] 상기 도 24를 참조하면, D2DSS 재선택 과정에서 초기 D2DSS 선택 과정에서의 D2DSS 선택 기준인 초기 조건과는 다른 재선택 조건을 통해서 D2DSS를 선택할 수 있다.
- [570] 먼저 단계(S2402) 및 단계(S2404)는 상기 도 23의 단계(S2302) 및 단계(S2304)와 동일하므로 설명을 생략하도록 한다.
- [571] 이후, 앞에서 살펴본 D2DSS 재선택 주기가 되면(S2406), 상기 제 1 단말은 상기

초기 D2DSS 및 상기 하나 또는 그 이상의 D2DSS들이 재선택 조건을 만족하는지 여부를 판단할 수 있다(S2408).

- [572] 상기 재선택 조건을 수신 전력을 예로 들어서 설명하면, 상기 제 1 단말은 상기 초기 D2DSS 및 다른 D2DSS들의 수신 전력 레벨이 D2DSS 재선택 과정에서 최소 수신 전력을 나타내는 제 1 임계값보다 더 큰지 여부를 판단할 수 있다.
- [573] 이때, 상기 제 1 임계값은 초기 D2DSS 선택 단계에서 최소 수신 전력을 나타내는 제 2 임계값에 일정한 오프셋(offset) 값을 더한 값이다. 이는 상기 D2DSS 초기 선택 과정 이후, D2DSS 재선택 과정에서 한번 또는 유한한 횟수에 한하여 증가될 수 있다. 이는, 히스테리시스(hysteresis)를 방지하여 핸드오버와 같은 동작이 최대한 일어나지 않게 하기 위해서이다.
- [574] 즉, 상기 제 1 단말이 포함되어 있는 클러스터가 이동성이 크지 않고 계속해서 해당 클러스터 내에서 동기를 유지하는 것이 중요한 경우, 상기 제 1 단말을 포함한 D2DSS를 전송하는 단말들이 다른 클러스터로 이동해 가는 것을 방지하기 위해서이다.
- [575] 예를 들어, 상기 제 2 임계값이 X dBm이었다면, D2DSS 재선택을 위한 과정에서의 상기 제 1 임계값은 일정한 오프셋 값이 더해져서 $(X+\alpha)$ dBm이 될 수 있다.
- [576] 상기 단계(S2408)에서 상기 제 1 임계값보다 더 큰 수신 전력을 갖는 D2DSS가 다수인 경우 상기 도 23의 단계(S2310)에서 설명한 두 가지 방법을 이용해 D2DSS를 선택할 수 있다(S2416).
- [577] 하지만, 상기 제 1 임계값보다 더 큰 수신 전력을 갖는 D2DSS가 존재하지 않는 경우, 상기 단말은 초기 선택 조건을 이용하여 D2DSS를 선택할 수 있다. 즉, 상기 단말은 초기 D2DSS 및 하나 또는 그 이상의 D2DSS들이 상기 제 2 임계값보다 큰 수신 전력을 갖는지 여부를 판단할 수 있다(S2410).
- [578] 판단 결과, 상기 제 2 임계값보다 더 큰 수신 전력을 갖는 D2DSS가 다수 존재하는 경우 상기 도 23의 단계(S2310)의 두 가지 방법을 이용해서 D2DSS를 선택할 수 있다
- [579] 하지만, 상기 단계(S2410)에서 상기 제 2 임계값보다 더 큰 수신 전력을 갖는 D2DSS가 존재하지 않는 경우, 상기 제 1 단말이 앞에서 살펴본 ISS인지 여부를 판단할 수 있다(S2412).
- [580] 판단 결과, 상기 제 1 단말이 ISS인 경우, 상기 제 1 단말은 D2DSS를 추적할 수 있다(S2402). 하지만 상기 제 1 단말이 ISS가 아닌 경우, 상기 제 1 단말은 ISS로 동작하게 되며(S2414), D2DSS를 추적할 수 있다(S2402).
- [581] 이와 같은 방법을 통해서 상기 제 1 단말은 D2DSS 재선택 과정에서 최선의 D2DSS를 선택할 수 있으며, D2DSS 재선택 과정에서 선택 조건을 한번 또는 유한하게 증가 시킴으로써, D2DSS 재선택 과정에서의 선택 조건이 무한히 커지는 것을 방지할 수 있다.
- [582] 본 발명의 또 다른 실시예로, 상기 단계(S2408)에서 재선택 조건을 초기

D2DSS인 경우 상기 초기 D2DSS의 수신 전력에는 상기 제 2 임계값을 적용하고, 다른 D2DSS인 경우 상기 다른 D2DSS의 수신 전력에는 상기 제 1 임계값을 적용하여 D2DSS 재선택 과정을 수행할 수 있다.

- [583] 이는, 기존에 동기화된 초기 D2DSS를 최대한 유지하고, 새로운 D2DSS를 선택하는 경우 임계값을 더 높임으로써 최적의 D2DSS를 선택할 수 있다.
- [584] 도 25은 본 발명의 일 실시예에 따른 동기 신호 선택 조건을 통해서 D2D(Device to Device)의 동기 신호를 재선택하는 방법의 또 다른 일 예를 나타낸 순서도이다.
- [585] 상기 도 25를 참조하면 초기 D2DSS 선택 이후에, D2DSS 재선택에 있어서 D2DSS의 우선 순위(Priority)를 고려하여 D2DSS를 선택할 수 있다.
- [586] 먼저 단계(S2502) 및 단계(S2504)는 상기 도 23의 단계(S2302) 및 단계(S2304)와 동일하므로 설명을 생략하도록 한다.
- [587] 이후, 상기 제 1 단말은 초기 D2DSS 및 하나 또는 그 이상의 D2DSS들이 재선택 조건을 만족하는지 여부를 판단할 수 있다.
- [588] 상기 D2DSS 재선택 조건을 상기 D2DSS의 우선 순위(Priority)를 예로 들어서 설명하면, 상기 제 1 단말은 주기적으로 상기 초기 D2DSS 및/또는 다른 D2DSS들을 계속 추적(tracking)할 수 있으며, 상기 초기 D2DSS 및/또는 상기 다른 D2DSS에 변화가 생기면 이를 감지할 수 있다. 예를 들어, 추적하고 있던 상기 초기 D2DSS 및/또는 다른 상기 D2DSS가 사라지거나, 새로운 D2DSS가 발견되는 경우, 상기 제 1 단말은 이를 감지할 수 있다.
- [589] 이러한, D2DSS의 변경 중 상기 제 1 단말은 상기 초기 D2DSS외에 상기 제 3 단말로부터 수신된 다른 D2DSS(또는 제 2 동기 신호)가 검출된 경우, 상기 다른 D2DSS의 우선 순위를 판단할 수 있다(S2506). 이때, 검출된 초기 D2DSS 및 상기 다른 D2DSS 들의 수신 전력의 레벨은 D2D 동기 신호가 되기 위한 최소 수신 전력의 레벨을 나타내는 임계값 이상의 레벨을 가질 수 있다.
- [590] 판단 결과, 만약, 상기 다른 D2DSS의 우선 순위가 상기 초기 D2DSS의 우선 순위보다 낮은 경우 다음 재선택 주기까지 동기 신호를 변경하지 않고 상기 초기 D2DSS를 계속 해서 추적(tracking)할 수 있다(S2504).
- [591] 예를 들어, 상기 제 1 단말이 out of coverage의 클러스터 헤드로부터 전송된 D2DSS에 동기를 맞추고 있는 경우, 상기 D2DSS의 우선 순위와 동일하거나 또는 더 낮은 우선 순위의 D2DSS가 검출되면 상기 제 1 단말은 상기 더 낮은 우선 순위의 D2DSS에 새로운 동기를 맞추지 않고 다음 재선택 주기까지 기존 D2DSS에 계속해서 동기를 맞추고 있을 수 있다.
- [592] 하지만, 상기 다른 D2DSS의 우선 순위가 상기 초기 D2DSS의 우선 순위보다 높은 경우 상기 제 1 단말은 상기 다른 D2DSS를 선택하여 동기를 맞출 수 있다(S2510). 이 경우, 상기 도 23 및 상기 도 24와는 다르게 상기 제 1 단말은 D2DSS 재선택 주기가 아니더라도 상기 다른 D2DSS를 선택하여 동기를 맞추고 D2DSS 전송 주기에 상기 선택된 D2DSS전송할 수 있다. 이때, 상기 D2DSS 전송 주기는 상기 제 1 단말이 동기를 맞춘 D2DSS를 전송하는 주기를 나타낸다.

- [593] 이는 초기 D2DSS보다 우선 순위가 높은 다른 D2DSS를 발견한 경우, 상기 우선 순위는 D2DSS 재선택 주기까지 변경될 가능성이 낮으므로 상기 D2DSS 재선택 주기가 아니더라도 상기 다른 D2DSS를 선택하여 동기를 맞추고 선택된 D2DSS를 전송하는 것이다.
- [594] 예를 들어, 상기 제 1 단말이 out of coverage의 클러스터 헤드로부터 전송된 D2DSS에 동기를 맞추고 있는 경우, 기지국으로부터 전송된 동기 신호인 PSS, SSS가 검출되면 상기 제 1 단말이 in coverage 또는 partial coverage에 존재하고 있다고 판단하여 상기 PSS, SSS를 선택하여 동기를 맞출 수 있다.
- [595] 다만, 제 1 단말이 D2DSS 재선택 주기와 매우 무관한 시점에서 D2DSS를 재선택하는 동작을 수행하는 것을 방지하기 위해서 D2DSS 재선택 직전 또는 직후에 기존에 동기를 맞추었던 D2DSS와는 다른 D2DSS들에 대한 측정 및/또는 검출을 수행할 수 있다.
- [596] 이와 같은 방법을 통해서 상기 제 1 단말은 우선 순위에 기초하여 D2D 동기를 맞추기 위한 동기 신호를 선택할 수 있다.
- [597] 본 발명의 또 다른 실시 예로 상기 도 23 및 상기 도 24에서 살펴본 수신 전력을 통한 D2DSS 선택 방법과 상기 도 25에서 살펴본 우선 순위를 통한 D2DSS 선택 방법을 혼합해서 사용할 수 있다.
- [598] 즉, 상기 제 1 단말은 수신 전력 및 우선 순위를 모두 고려하여 D2DSS를 재선택할 수 있다.
- [599] 도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도의 일 예를 나타낸다.
- [600] 상기 도 26을 참조하면, 무선 통신 시스템은 기지국(10)과 기지국(10) 영역 내에 위치한 다수의 단말(20)을 포함한다.
- [601] 기지국(10)은 프로세서(processor, 2602), RF부(radio frequency unit, 2604) 및 메모리(memory, 2606)를 포함한다. 프로세서(2602)는 앞서 도 1 내지 도 25에서 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(2602)에 의해 구현될 수 있다. RF부(2604)는 프로세서(2602)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.
- [602] 메모리(2606)는 프로세서(2602)와 연결되어, 프로세서(2602)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다.
- [603] 단말(20)은 프로세서(2612), RF부(2614) 및 메모리(2616)를 포함한다. 프로세서(2612)는 앞서 도 1 내지 도 25에서 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(2612)에 의해 구현될 수 있다. RF부(2614)는 프로세서(2612)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 메모리(2616)는 프로세서(2612)와 연결되어, 프로세서(2612)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다.
- [604] 상기 프로세서는 초기 동기를 맞추기 위해서 초기 D2DSS를 선택할 수 있으며, 이후, D2DSS 재선택 주기에서 앞에서 살펴본 재선택 조건을 통하여 D2DSS를

재선택하여 선택된 D2DSS를 통해서 동기를 맞추도록 제어할 수 있다.

- [605] 메모리(2606, 2616)는 프로세서(2602, 2612) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(2602, 2612)와 연결될 수 있다. 또한, 기지국(10) 및/또는 단말(20)은 한 개의 안테나(single antenna) 또는 다중 안테나(multiple antenna)를 가질 수 있다.
- [606] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.
- [607] 본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 콘트롤러, 마이크로 콘트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [608] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리는 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [609] 본 발명은 본 발명의 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상술한 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.
- [610] 이상에서 설명한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

산업상 이용가능성

[611] 본 명세서의 무선 통신 시스템에서 단말 간 동기화를 수행하기 위한 방법 및 장치는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, 3GPP LTE/LTE-A 시스템 이외에도 다양한 무선 통신 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

[612]

청구범위

- [청구항 1] 단말 간 직접 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동기 신호(Synchronization Signal)를 재선택하기 위한 방법에 있어서, 제 1 단말에 의해 수행되는 방법은,
제 2 단말로부터 제 1 동기 신호 및 제 3 단말로부터 제 2 동기신호를 수신하는 단계;
상기 제 1 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 2 수신 전력 레벨을 동기 신호를 재선택하기 위한 최소 수신 전력을 나타내는 제 1 임계값과 비교하는 단계; 및
상기 비교 결과에 따라 상기 제 1 동기 신호 또는 제 2 동기 신호를 선택하는 단계를 포함하되,
상기 제 1 동기 신호는 이전 동기화 절차에서 선택된 동기 신호인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 제 1 임계값은 이전 동기화 절차에서 최소 수신 전력을 나타내는 제 2 임계값보다 큰 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서, 상기 제 1 동기 신호 또는 제 2 동기 신호를 선택하는 단계는,
상기 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 수신 전력 레벨 중 상기 제 1 임계값보다 큰 수신 전력 레벨을 갖는 동기 신호를 선택하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 4] 제 2 항에 있어서, 상기 제 1 동기 신호 또는 제 2 동기 신호를 선택하는 단계는,
상기 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 수신 전력 레벨이 상기 제 1 임계값보다 큰 경우, 가장 큰 수신 전력 레벨을 갖는 동기 신호를 선택하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 5] 제 2 항에 있어서, 상기 제 1 동기 신호 또는 제 2 동기 신호를 선택하는 단계는,
상기 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 수신 전력 레벨이 상기 제 1 임계값보다 큰 경우, 상기 제 1 동기신호를 선택하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
상기 제 1 임계값은 이전 동기화 절차에서 최소 수신 전력을 나타내는 제 2 임계값과 동일한 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 7] 단말 간 직접 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동기 신호(Synchronization Signal)를 재선택하기 위한 방법에 있어서, 제 1 단말에 의해 수행되는 방법은,

제 2 단말로부터 제 1 동기 신호 및 제 3 단말로부터 제 2 동기신호를 수신하는 단계;

상기 제 2 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 2 수신 전력 레벨을 동기 신호를 재선택하기 위한 최소 수신 전력을 나타내는 제 1 임계값과 비교하고, 상기 제 1 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 1 수신 전력 레벨을 이전 동기화 절차에서 최소 수신 전력을 나타내는 제 2 임계값과 비교하는 단계; 및

상기 비교 결과에 따라 상기 제 1 동기 신호 또는 제 2 동기 신호를 선택하는 단계를 포함하되,

상기 제 1 동기 신호는 이전 동기화 절차에서 선택된 동기 신호이며, 상기 제 1 임계값은 상기 제 2 임계값 보다 큰 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 8]

단말 간 직접 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동기 신호(Synchronization Signal)를 재선택하기 위한 방법에 있어서, 제 1 단말에 의해 수행되는 방법은,

제 2 단말로부터 제 1 동기 신호 및 제 3 단말로부터 제 2 동기신호를 수신하는 단계;

상기 제 1 동기 신호의 우선 순위(Priority)를 나타내는 제 1 우선 순위와 상기 제 2 동기 신호의 우선 순위(Priority)를 나타내는 제 2 우선 순위를 비교하는 단계; 및

상기 비교 결과 더 높은 우선 순위를 가지는 동기 신호를 선택하는 단계를 포함하되,

상기 제 1 동기 신호는 이전 동기화 절차에서 선택된 동기 신호인 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 9]

제 10 항에 있어서, 상기 동기 신호를 선택하는 단계는,

상기 제 2 우선 순위가 상기 제 1 우선 순위보다 더 높은 우선 순위를 가지는 경우, D2D(Device to Device) 동기 신호 선택 주기와 상관 없이 상기 제 2 동기신호를 선택하는 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 10]

단말 간 직접 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동기 신호(Synchronization Signal)를 재선택하기 위한 제 1 단말에 있어서, 상기 제 1 단말은,

무선 신호를 송신 및 수신하기 위한 통신부; 및

상기 통신부와 기능적으로 결합되어 있는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는,

제 2 단말로부터 제 1 동기 신호 및 제 3 단말로부터 제 2 동기신호를 수신하고,

상기 제 1 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 동기 신호의 수신 전력을 나타내는 제 2 수신 전력 레벨을 동기 신호를 선택하기 위한 최소 수신 전력을 나타내는 제 1 임계값과

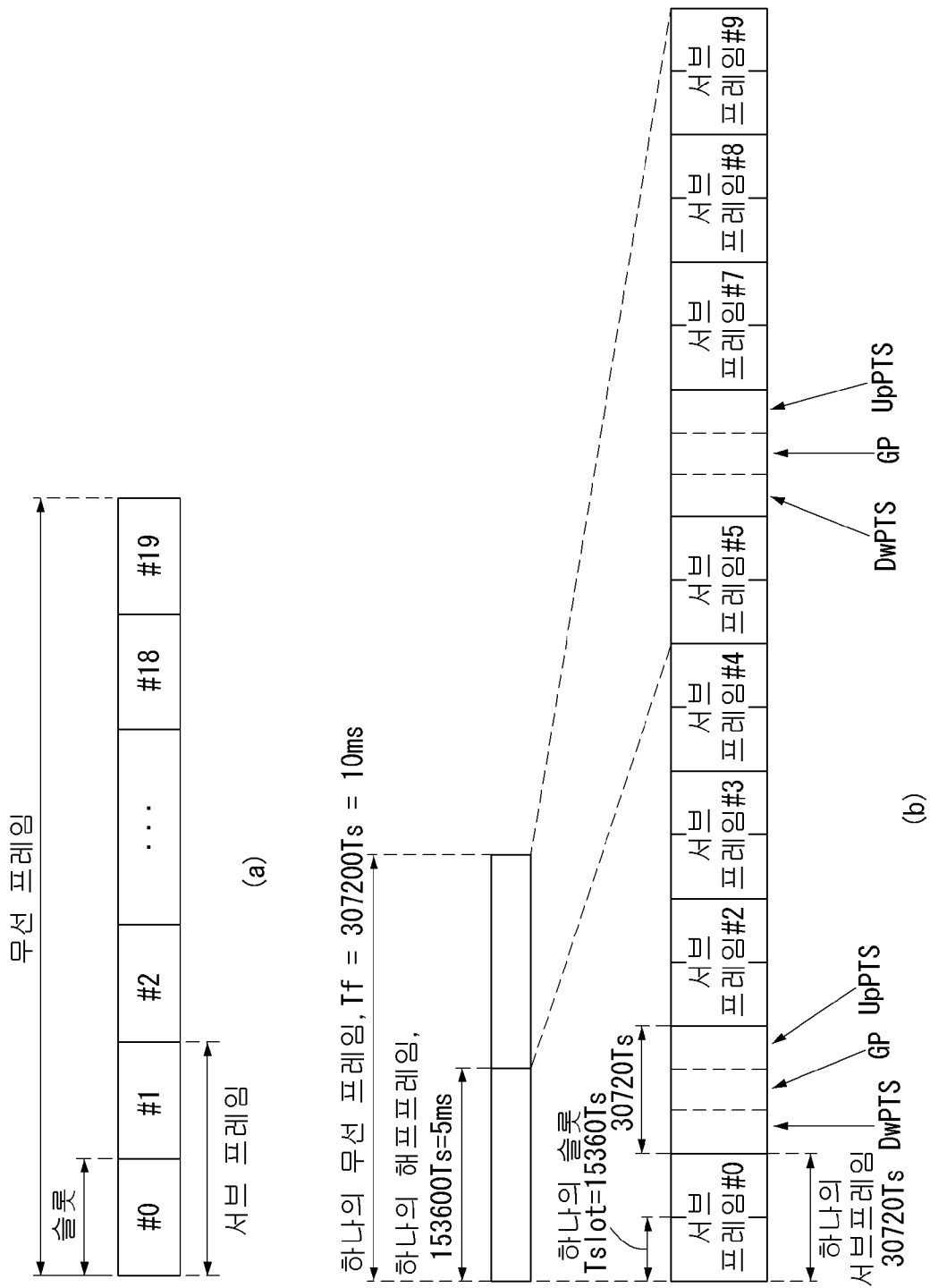
비교하며,

상기 비교 결과에 따라 상기 제 1 동기 신호 또는 제 2 동기 신호를
선택하도록 제어하되,

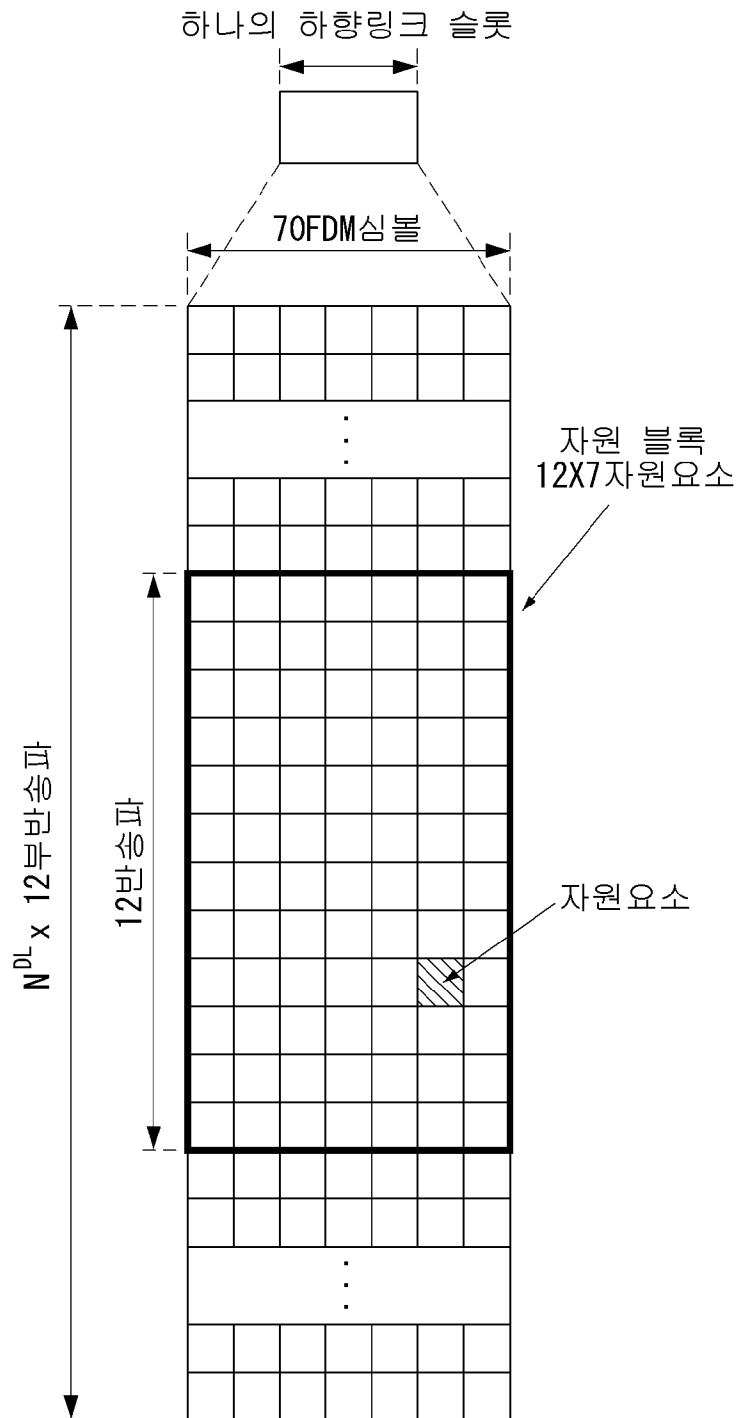
상기 제 1 동기 신호는 이전 동기화 절차에서 선택된 동기 신호인 것을
특징으로 하는 단말.

- [청구항 11] 제 10 항에 있어서,
상기 제 1 임계값은 이전 동기화 절차에서 최소 수신 전력을 나타내는 제
2 임계값보다 큰 것을 특징으로 하는 단말.
- [청구항 12] 제 11 항에 있어서, 상기 프로세서는,
상기 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 수신 전력 레벨 중 상기 제 1 임계값
보다 큰 수신 전력 레벨을 갖는 동기 신호를 선택하도록 제어하는 것을
특징으로 하는 단말.
- [청구항 13] 제 11 항에 있어서, 상기 프로세서는,
상기 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 수신 전력 레벨이 상기 제 1 임계값
보다 큰 경우, 가장 큰 수신 전력 레벨을 갖는 동기 신호를 선택하도록
제어하는 것을 특징으로 하는 단말.
- [청구항 14] 제 11 항에 있어서, 상기 프로세서는,
상기 제 1 수신 전력 레벨 및 상기 제 2 수신 전력 레벨이 상기 제 1 임계값
보다 큰 경우, 상기 제 1 동기신호를 선택하도록 제어하는 것을 특징으로
하는 단말.
- [청구항 15] 제 10 항에 있어서,
상기 제 1 임계값은 이전 동기화 절차에서 최소 수신 전력을 나타내는 제
2 임계값과 동일한 것을 특징으로 하는 단말.

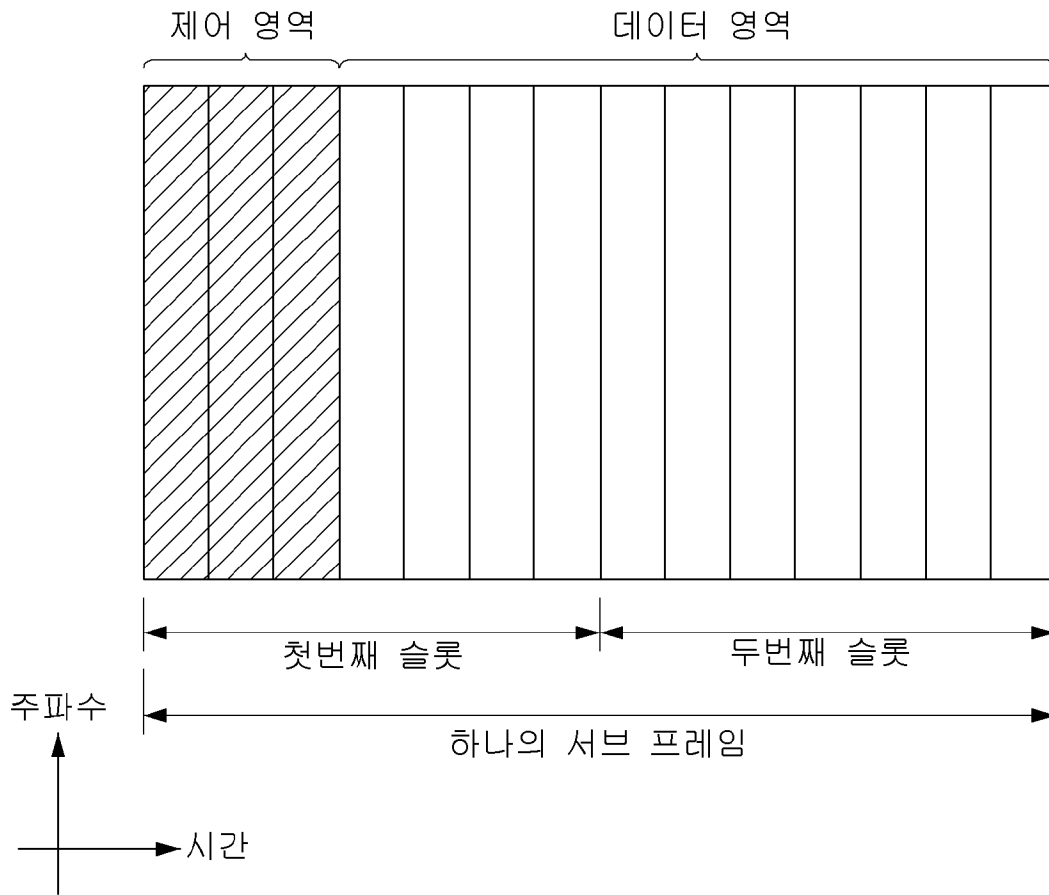
[도1]



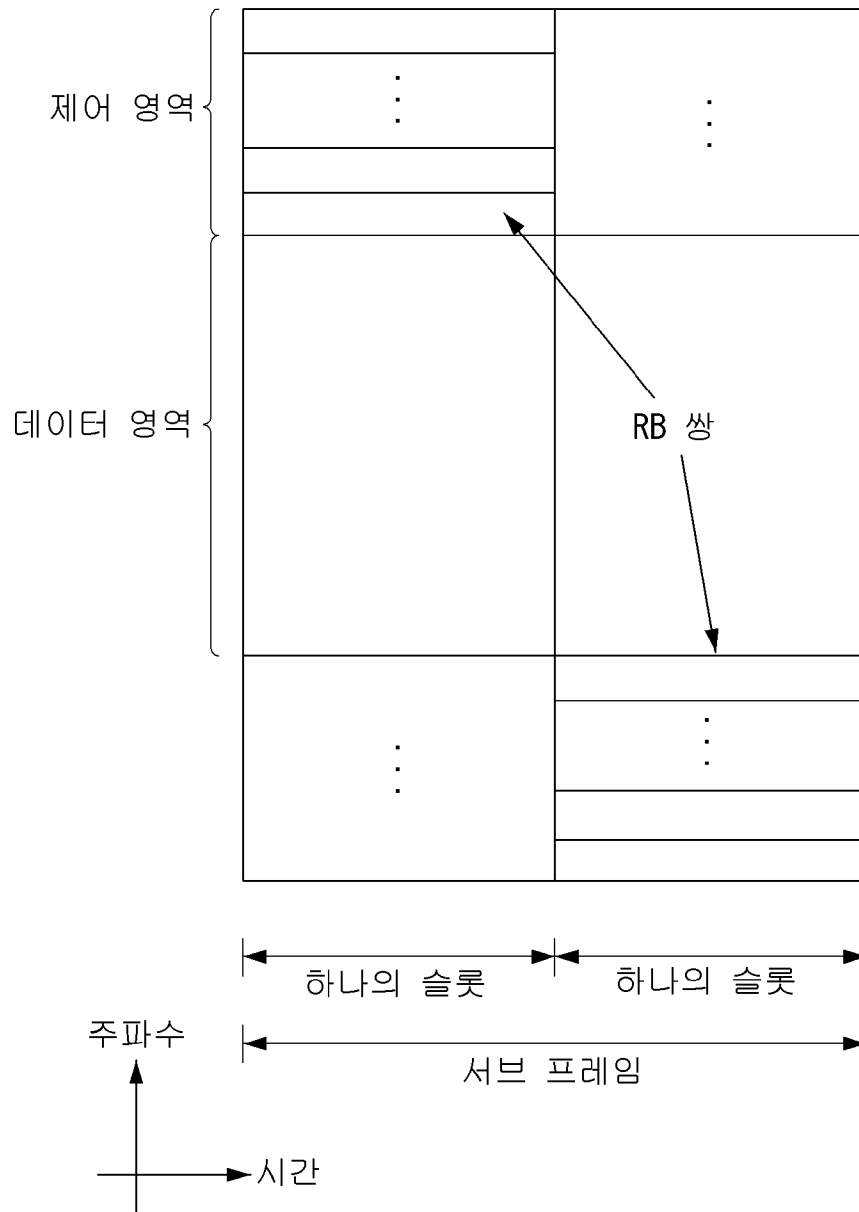
[도2]



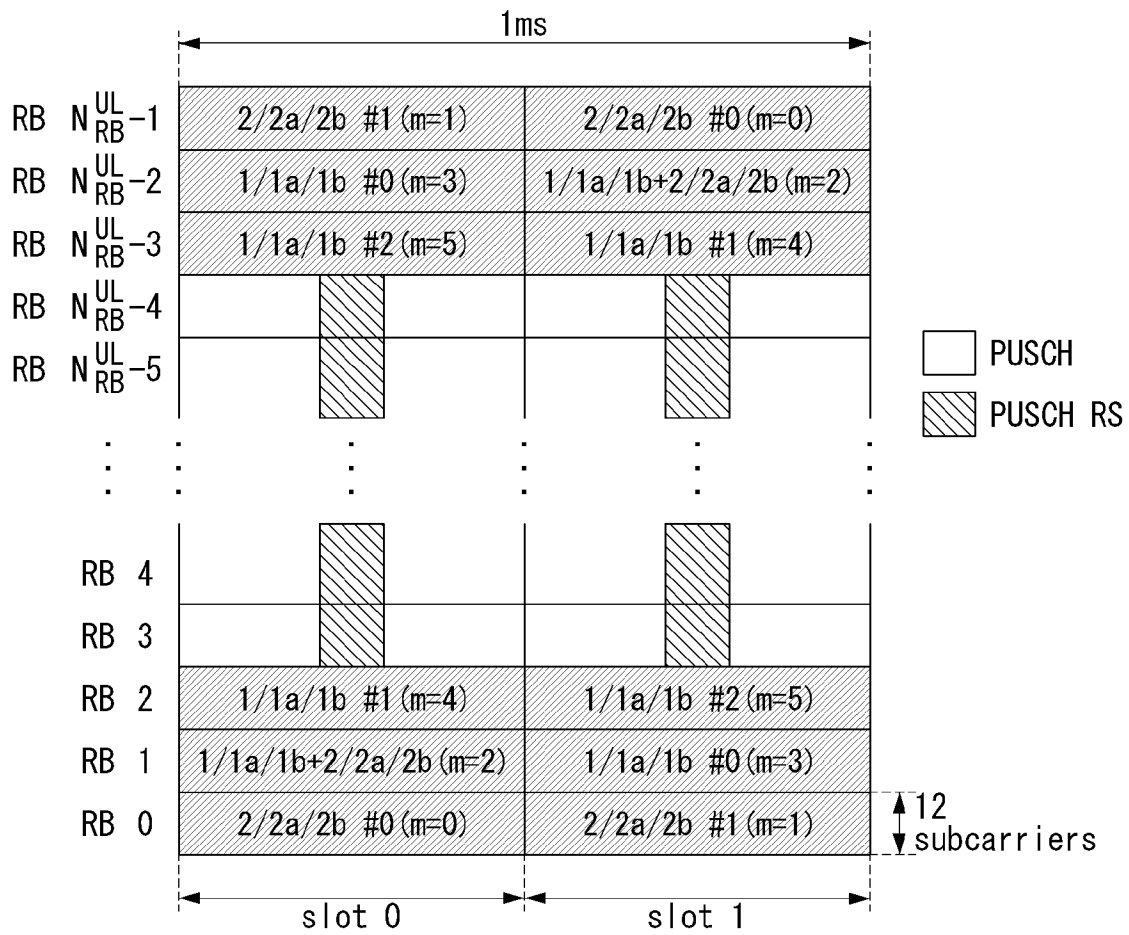
[도3]



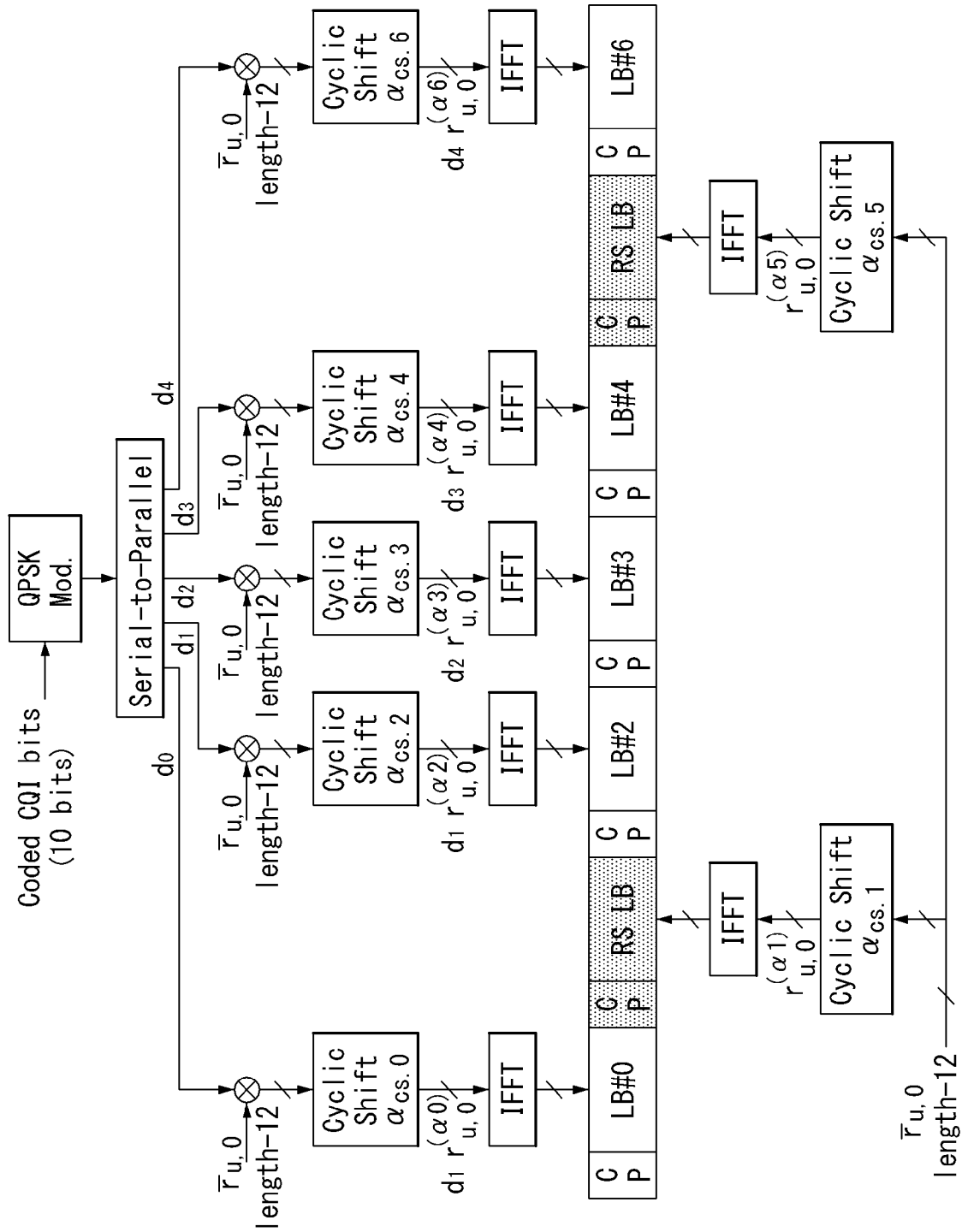
[도4]



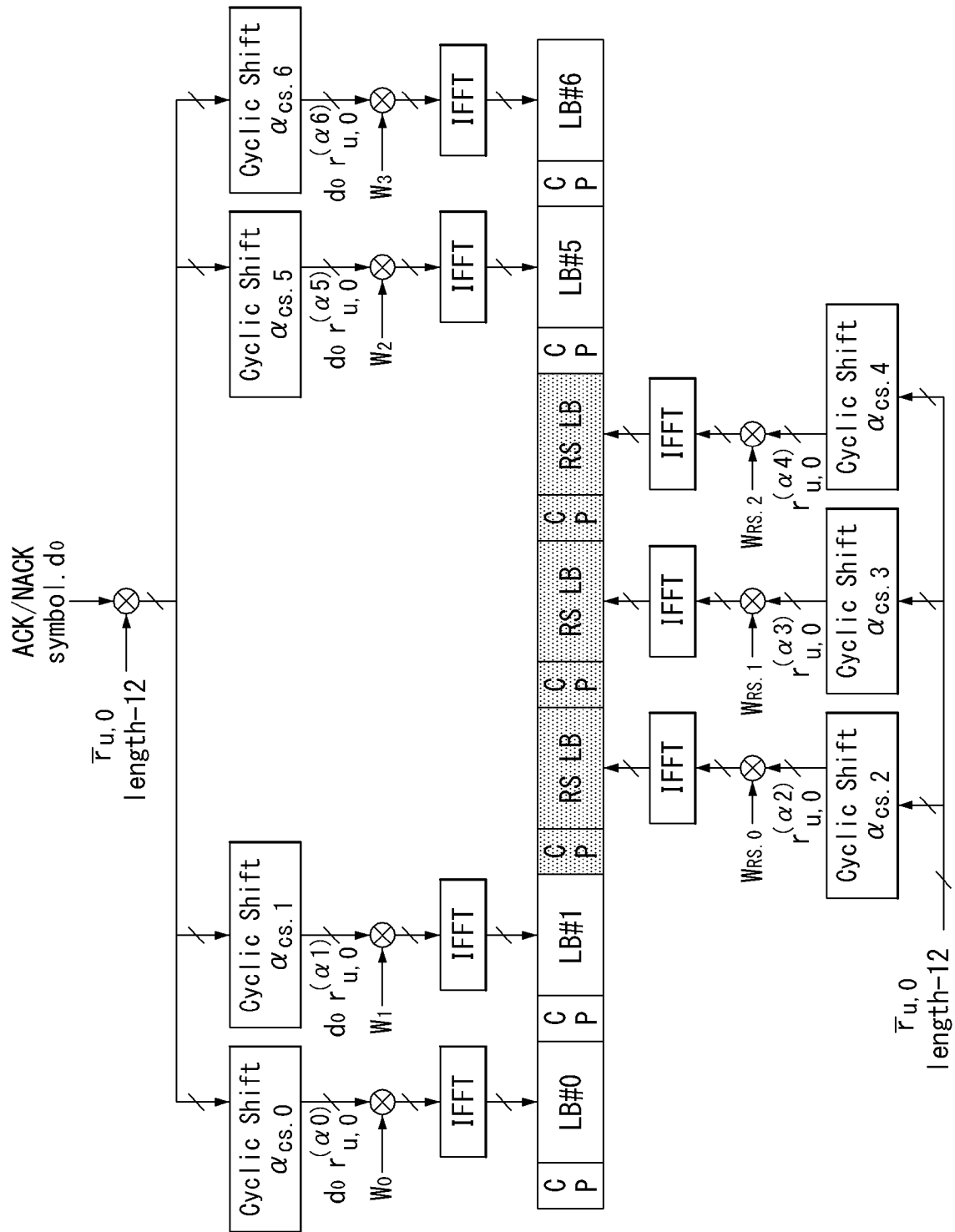
[도5]



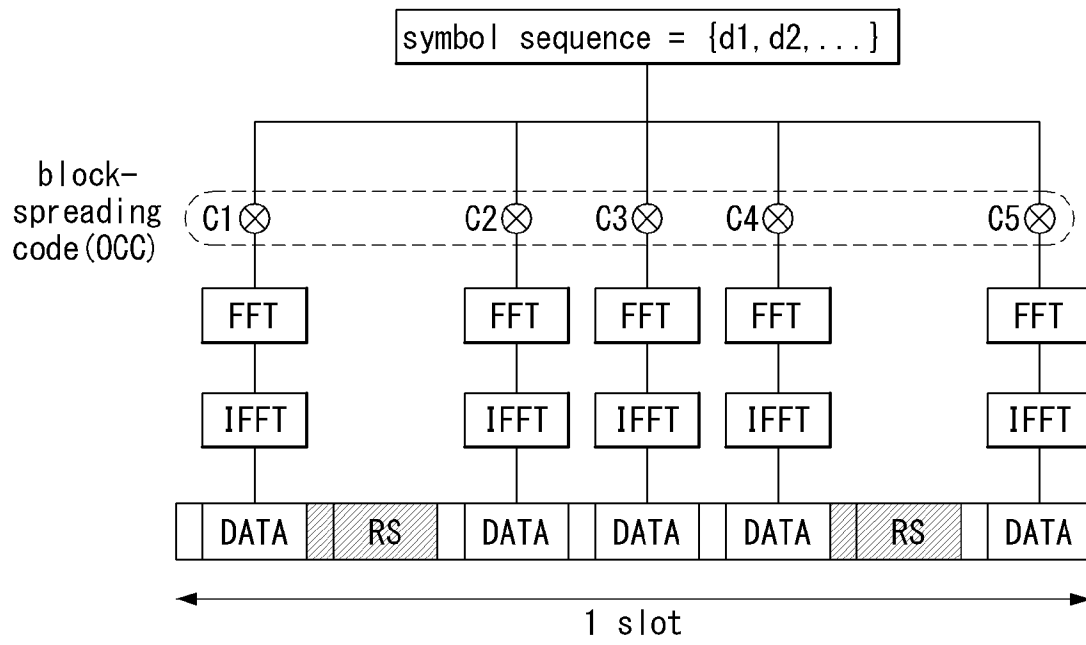
[도6]



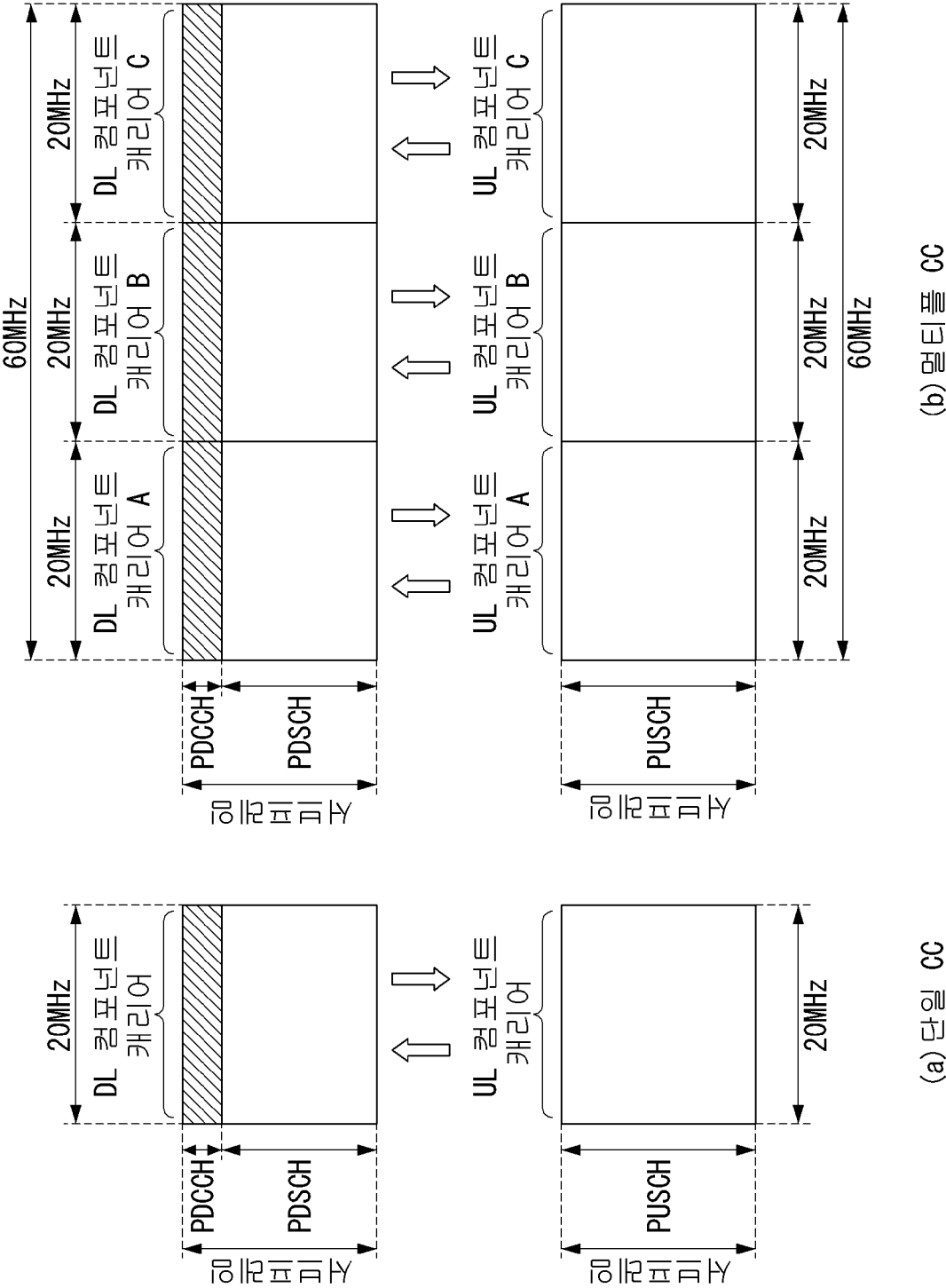
[도7]



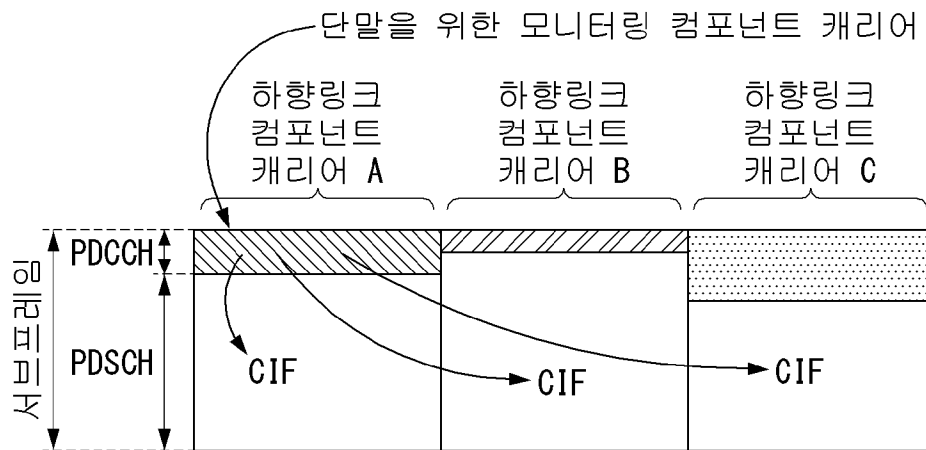
[도8]



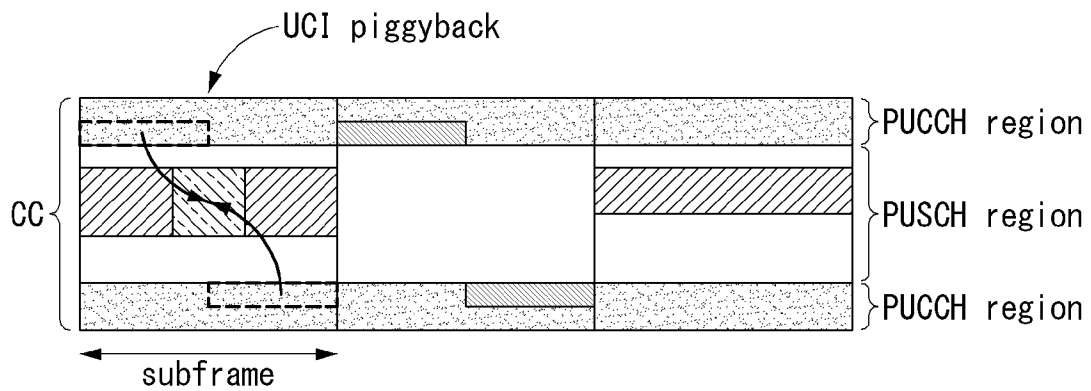
[도9]



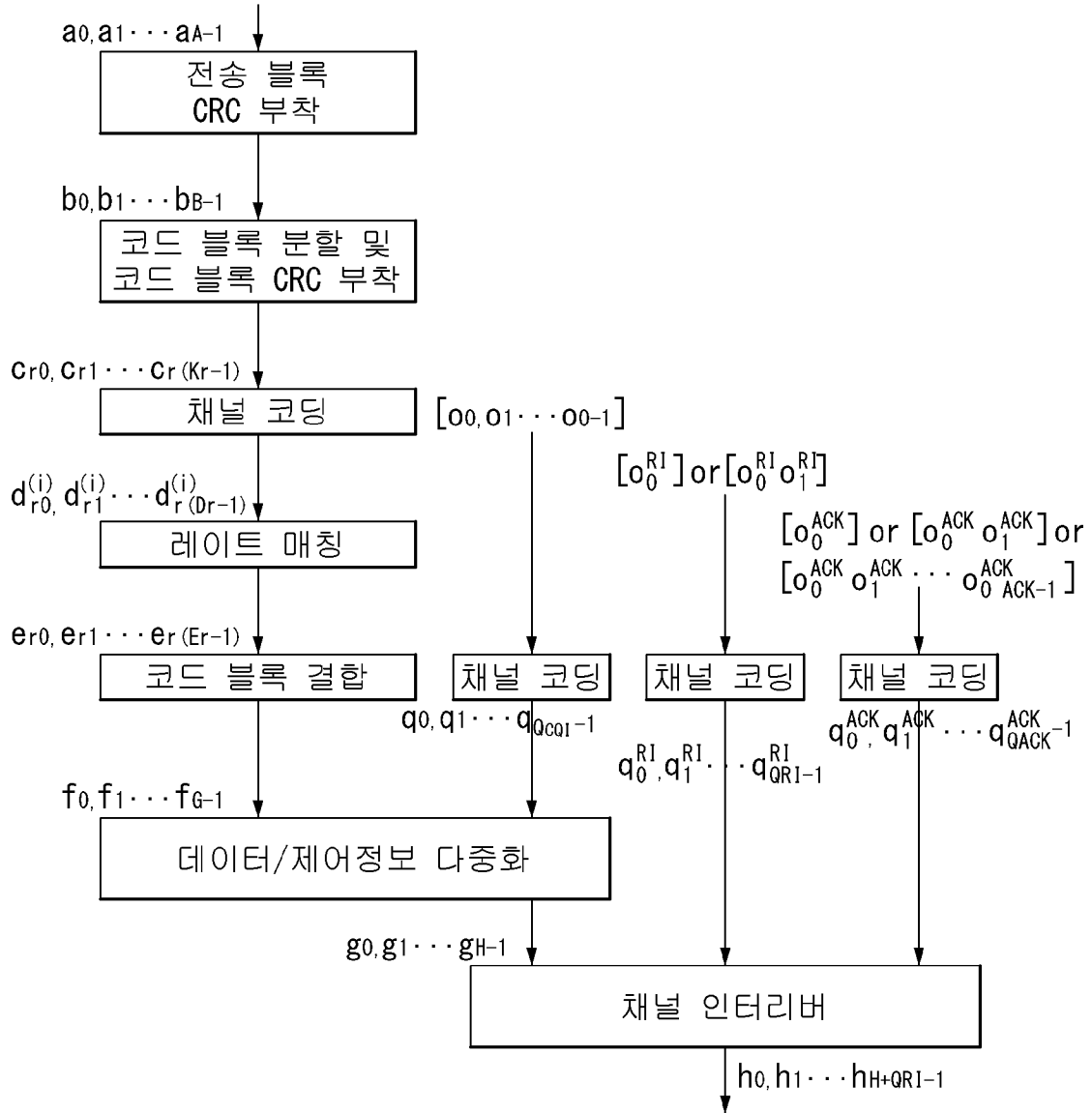
[도10]



[도11]



[도12]



[도13]

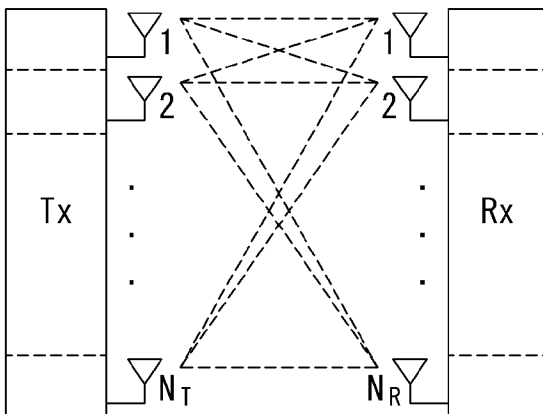
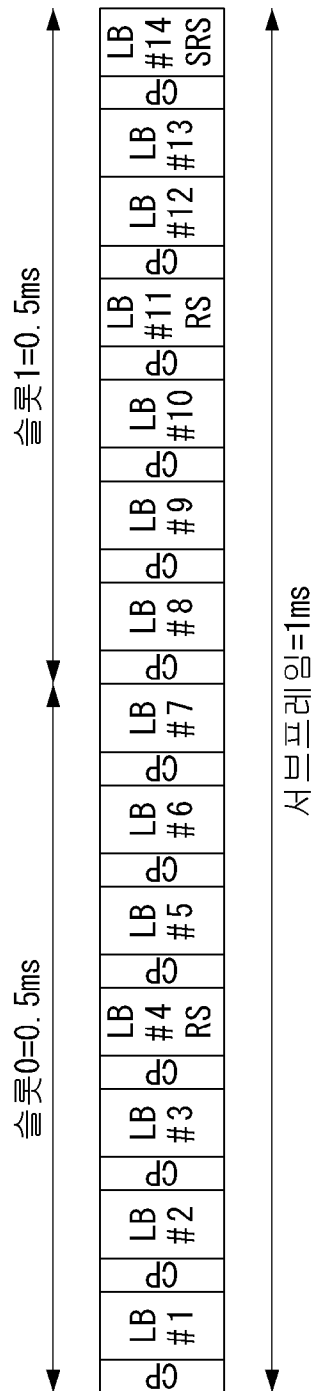


Figure 1 consists of two parts, (a) and (b), each showing a 12x6 grid representing a data structure. The grids are labeled with '제어영역' (Control Area) on the left and '슬롯0' (Slot 0) and '슬롯1' (Slot 1) on the right. The grids are divided into two main sections: '제어영역' (Control Area) and '슬롯' (Slot). The '제어영역' is further divided into '슬롯0' and '슬롯1'. The '슬롯' section is labeled with '슬롯0' and '슬롯1'. The '제어영역' is labeled with '제어영역'.

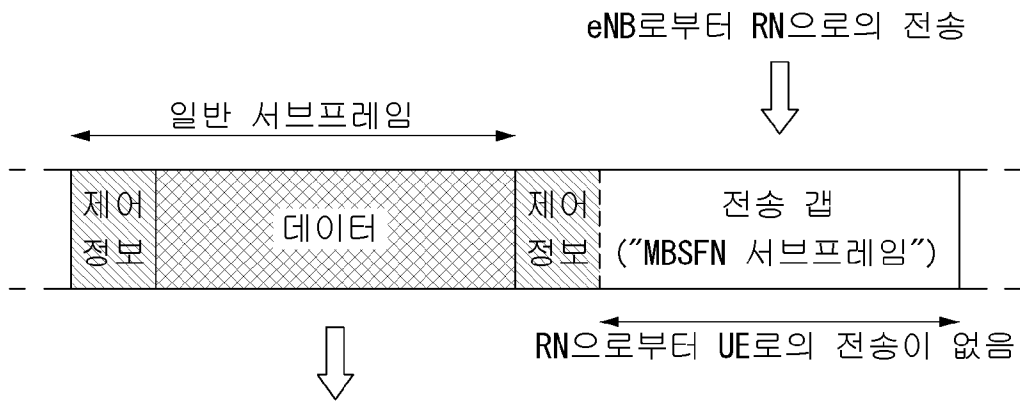
(a) shows a sequence of operations from $l=0$ to $l=6$. The '제어영역' is divided into '슬롯0' and '슬롯1'. The '슬롯' section is labeled with '슬롯0' and '슬롯1'. The '제어영역' is labeled with '제어영역'.

(b) shows a sequence of operations from $l=0$ to $l=5$. The '제어영역' is divided into '슬롯0' and '슬롯1'. The '슬롯' section is labeled with '슬롯0' and '슬롯1'. The '제어영역' is labeled with '제어영역'.

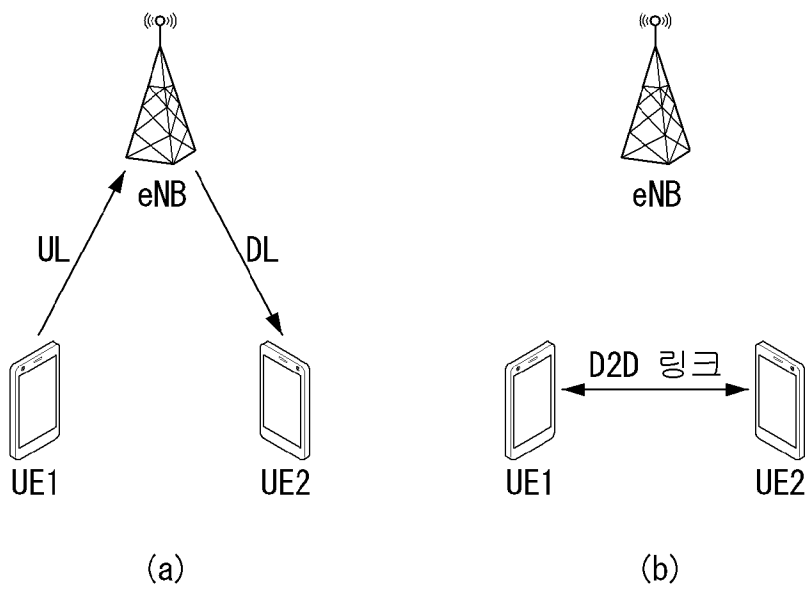
[도16]



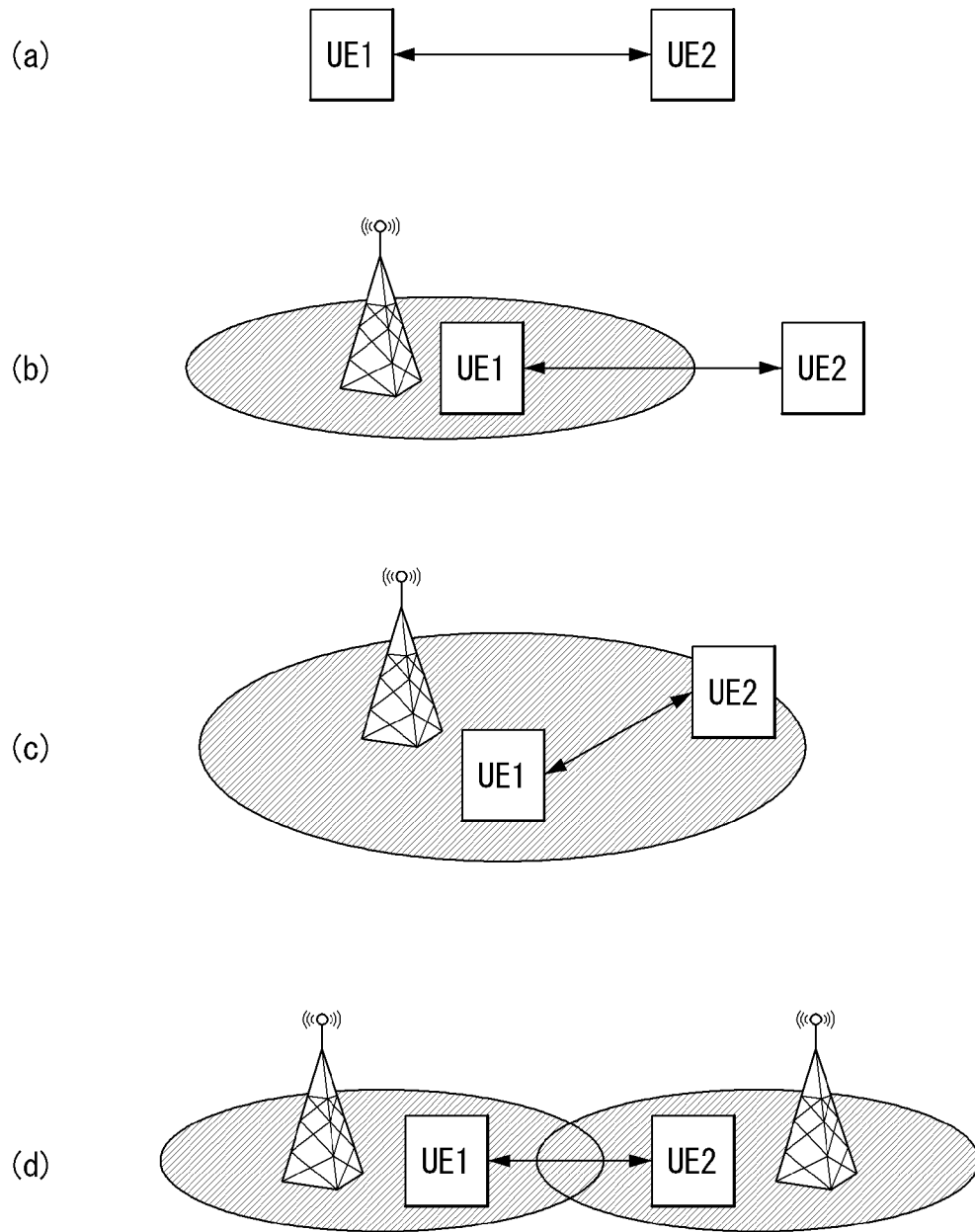
[도17]



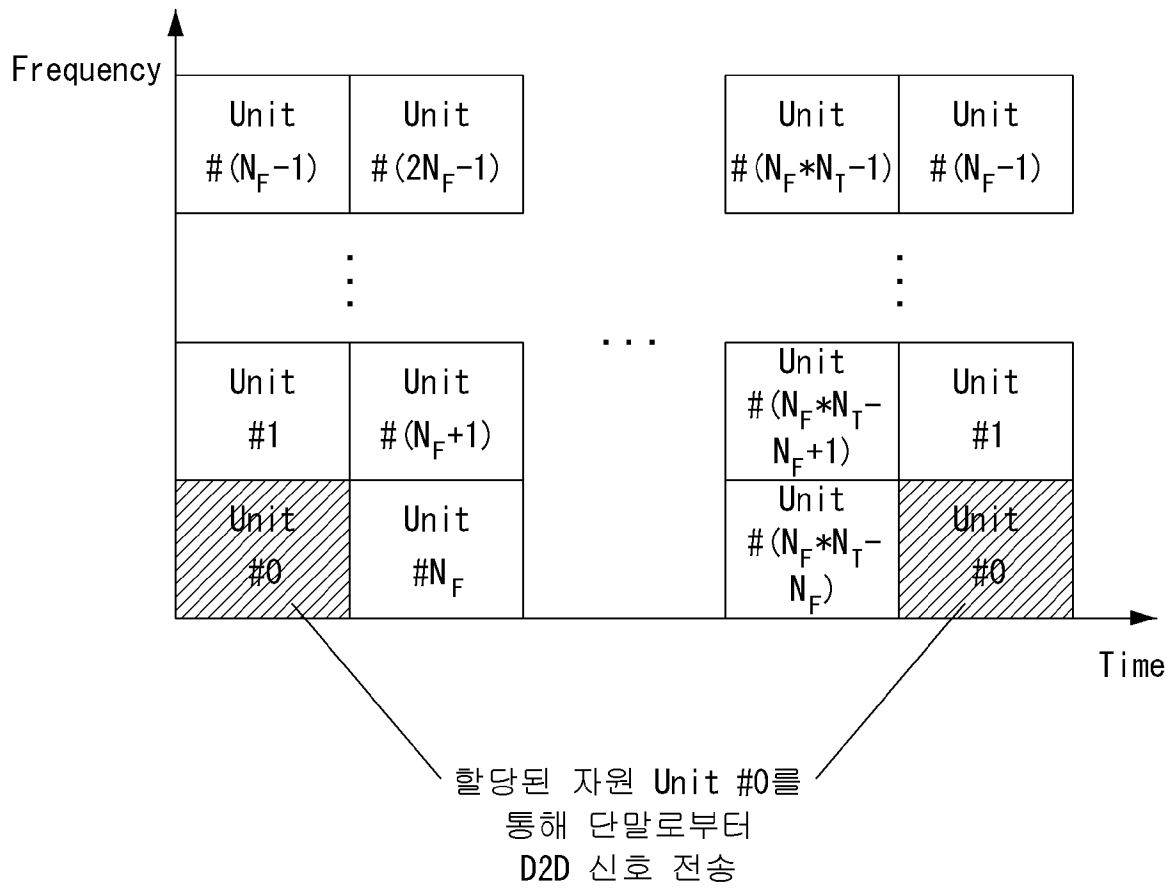
[도18]



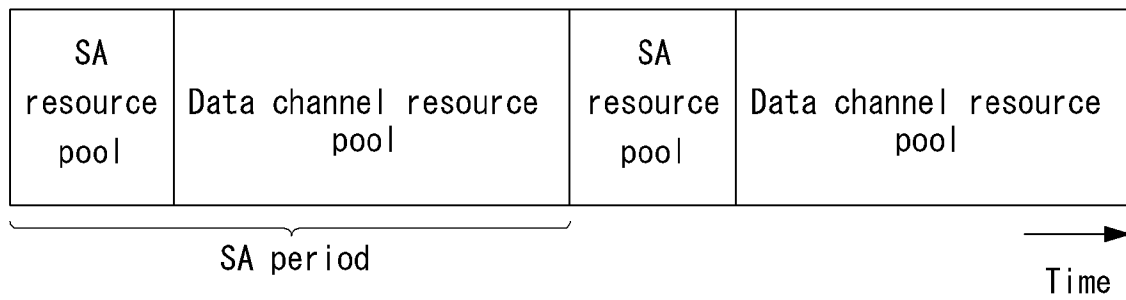
[도19]



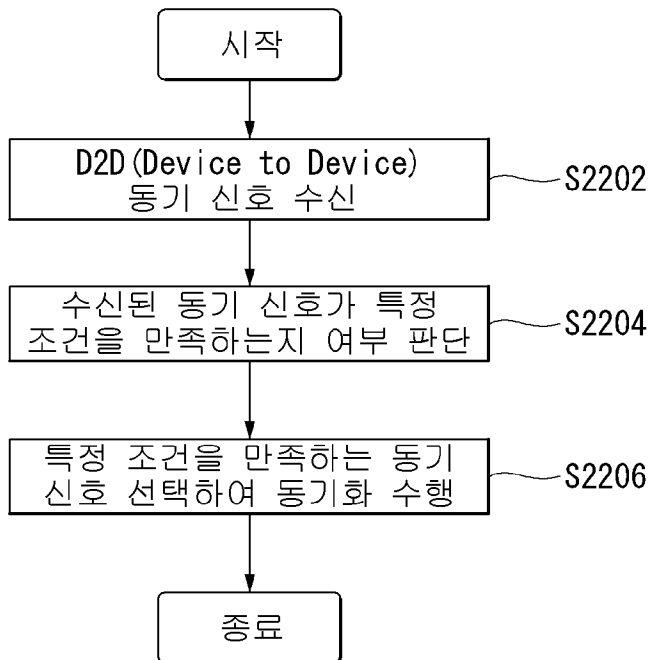
[도20]



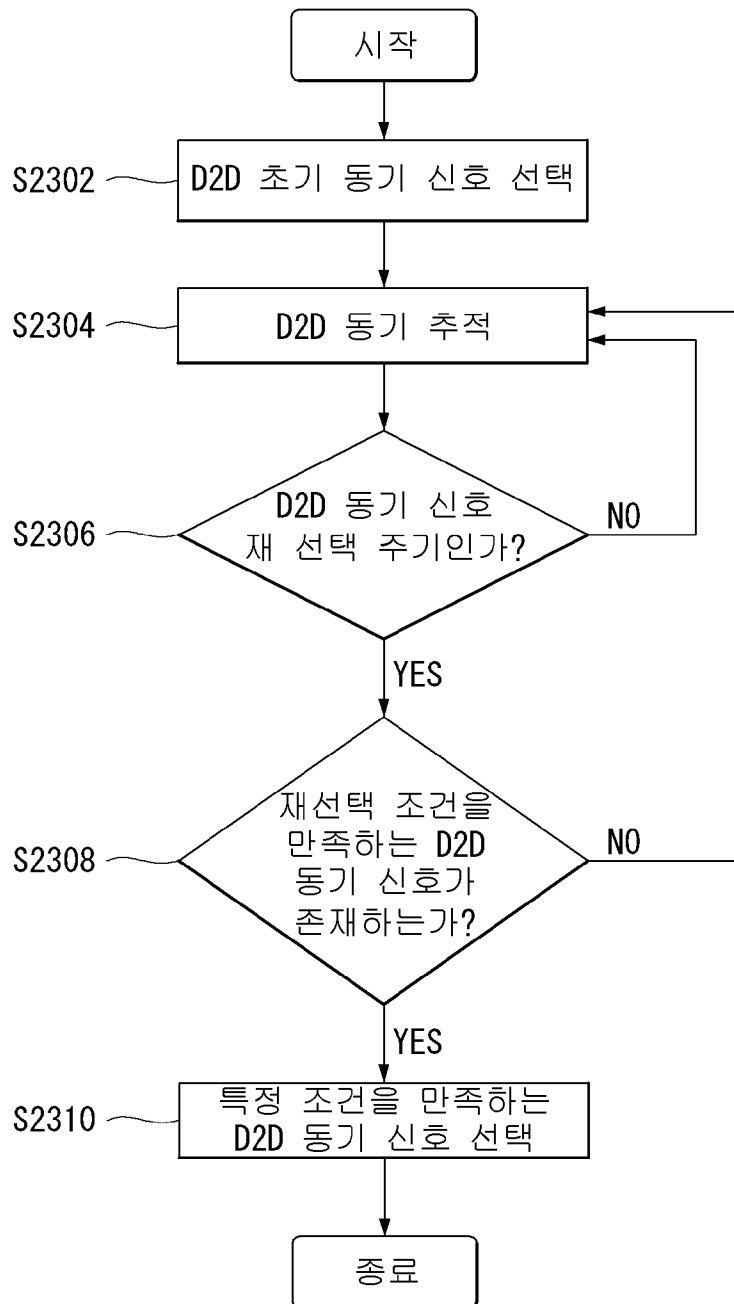
[도21]



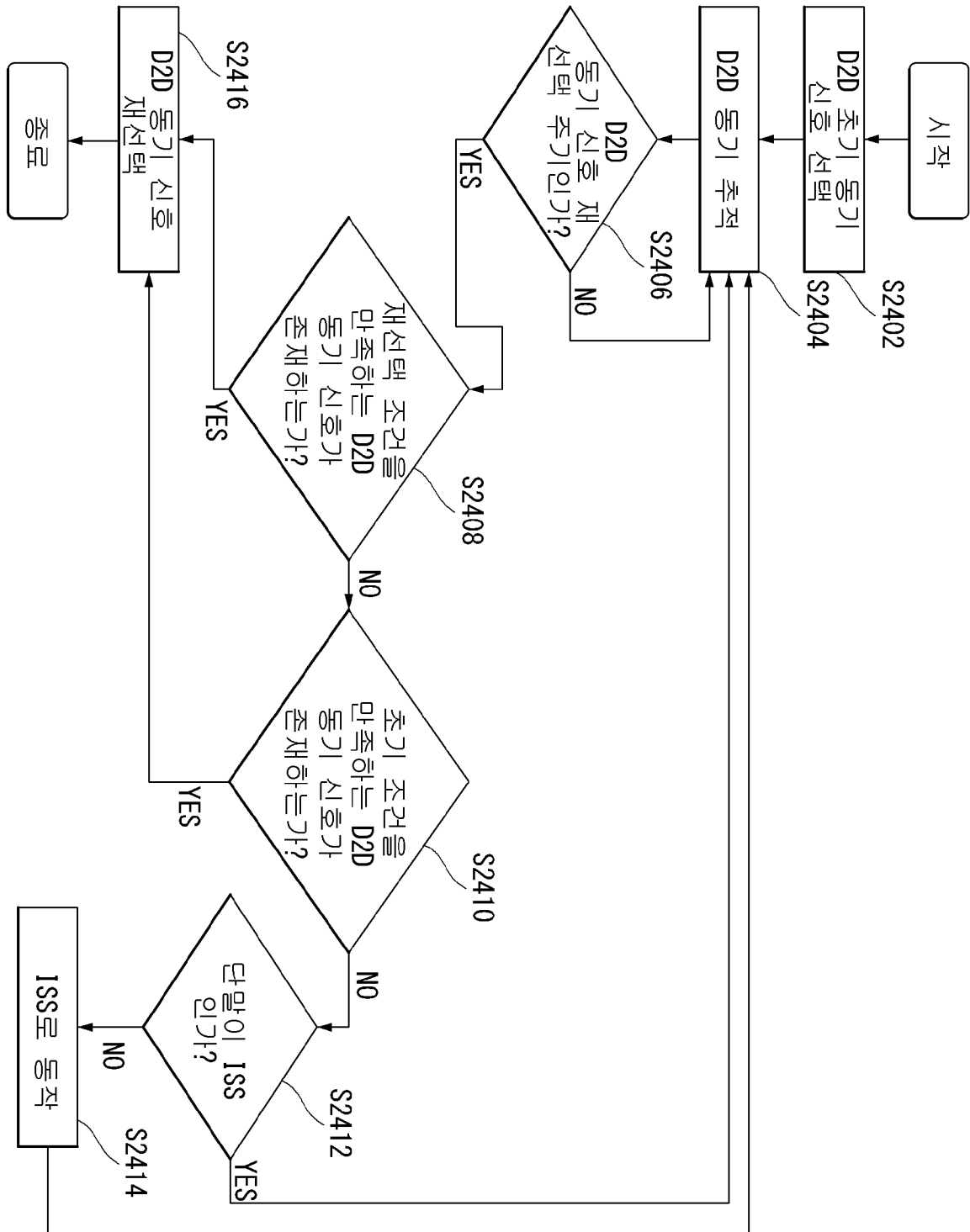
[도22]



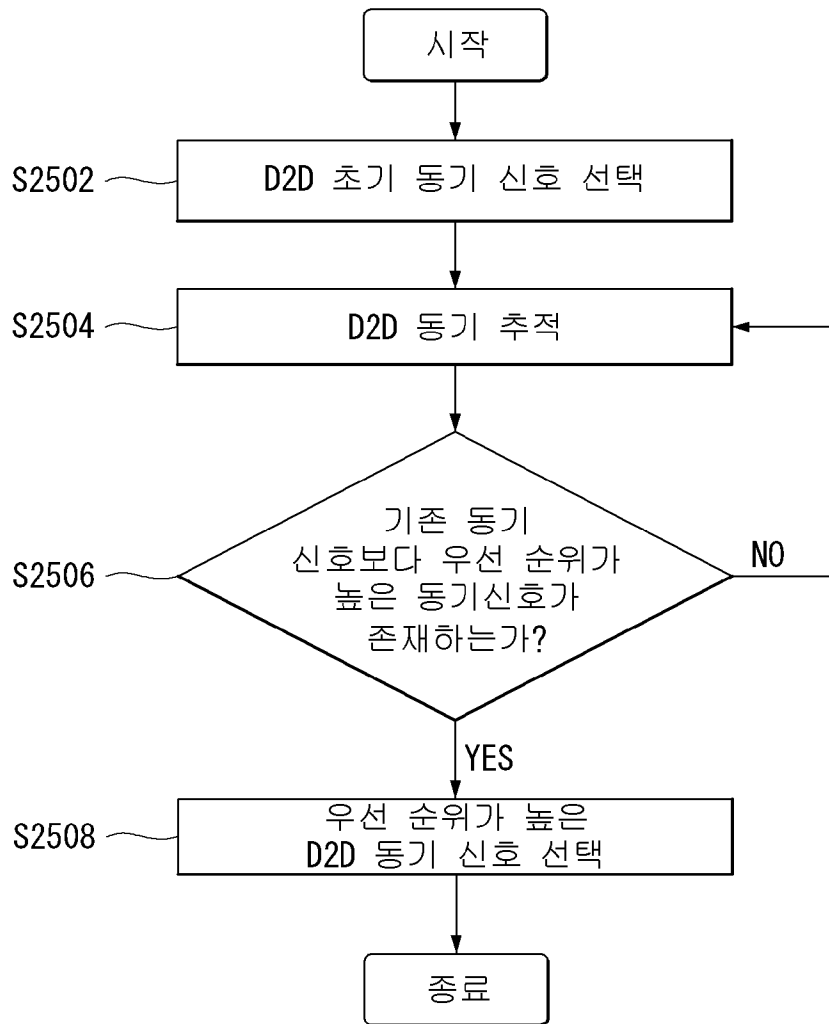
[도23]



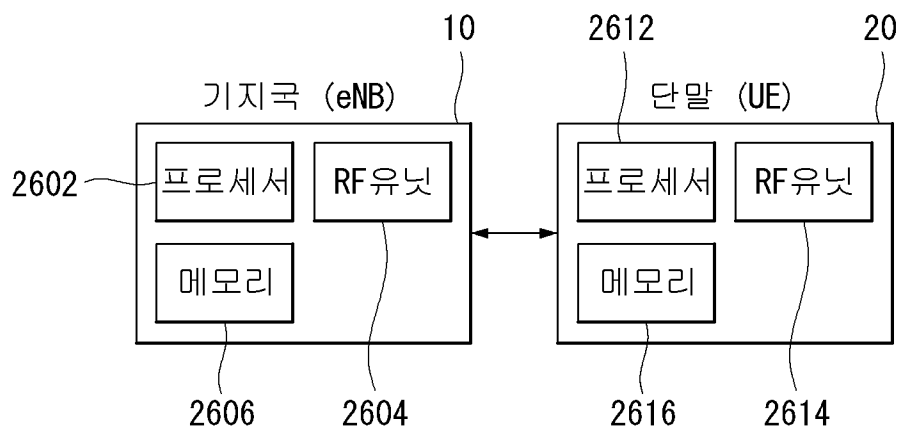
[도24]



[도25]



[도26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/008008**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H04W 56/00(2009.01)i, H04W 88/02(2009.01)i**

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W 56/00; H04W 76/02; H04W 60/00; H04W 88/02

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

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

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

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

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: device to device communication, synchronization signal, received power level, threshold, priority, re-selection

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	INTEL CORPORATION, "Synchronization Procedure for D2D Communication", R1-142022, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #77, Seoul, Korea, 10 May 2014 (http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_77/Docs/R1-142022.zip) See section 5-8.	1,10
A		2-9,11-15
Y	3GPP TR 36.843 V12.0.1, "3GPP; TSG RAN; Study on LTE Device to Device Proximity Services; Radio Aspects (Release 12)", 27 March 2014 (http://www.3gpp.org/dynareport/36843.htm) See section 7-7.2.3.	1,10
A	US 2014-0140456 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 22 May 2014 See paragraphs [0060]-[0080]; claim 1; and figures 8-9.	1-15
A	US 2013-0316762 A1 (RENESAS MOBILE CORPORATION) 28 November 2013 See paragraphs [0064]-[0068]; claim 1; and figures 6-7.	1-15
A	US 2010-0093349 A1 (GANDHI, Manasi D. et al.) 15 April 2010 See paragraphs [0030]-[0035]; claim 1; and figures 3-4.	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 NOVEMBER 2015 (24.11.2015)

Date of mailing of the international search report

04 DECEMBER 2015 (04.12.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR

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

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/008008

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2014-0140456 A1	22/05/2014	KR 10-2015-0087275 A US 2015-110101 A1 US 8923464 B2 WO 2014-078719 A1	29/07/2015 23/04/2015 30/12/2014 22/05/2014
US 2013-0316762 A1	28/11/2013	WO 2012-113136 A1	30/08/2012
US 2010-0093349 A1	15/04/2010	US 8244246 B2 WO 2010-045256 A2 WO 2010-045256 A3	14/08/2012 22/04/2010 01/07/2010

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04W 56/00(2009.01)i, H04W 88/02(2009.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04W 56/00; H04W 76/02; H04W 60/00; H04W 88/02

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: 단말 간 직접 통신, 동기 신호, 수신 전력 레벨, 임계값, 우선순위, 재 선택

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	INTEL CORPORATION, `Synchronization Procedure for D2D Communication`, R1-142022, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #77, Seoul, Korea, 2014.05.10 (http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_77/Docs/R1-142022.zip) 섹션 5-8 참조.	1,10
A		2-9,11-15
Y	3GPP TR 36.843 V12.0.1, `3GPP; TSG RAN; Study on LTE Device to Device Proximity Services; Radio Aspects (Release 12)`, 2014.03.27 (http://www.3gpp.org/dynareport/36843.htm) 섹션 7-7.2.3 참조.	1,10
A	US 2014-0140456 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2014.05.22 단락 [0060]-[0080]; 청구항 1; 및 도면 8-9 참조.	1-15
A	US 2013-0316762 A1 (RENESAS MOBILE CORPORATION) 2013.11.28 단락 [0064]-[0068]; 청구항 1; 및 도면 6-7 참조.	1-15
A	US 2010-0093349 A1 (MANASI D. GANDHI 등) 2010.04.15 단락 [0030]-[0035]; 청구항 1; 및 도면 3-4 참조.	1-15

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 11월 24일 (24.11.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 12월 04일 (04.12.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

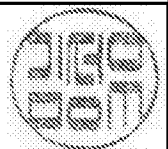
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

김성우

전화번호 +82-42-481-3348



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2014-0140456 A1	2014/05/22	KR 10-2015-0087275 A US 2015-110101 A1 US 8923464 B2 WO 2014-078719 A1	2015/07/29 2015/04/23 2014/12/30 2014/05/22
US 2013-0316762 A1	2013/11/28	WO 2012-113136 A1	2012/08/30
US 2010-0093349 A1	2010/04/15	US 8244246 B2 WO 2010-045256 A2 WO 2010-045256 A3	2012/08/14 2010/04/22 2010/07/01