

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2012년 10월 4일 (04.10.2012)



(10) 국제공개번호  
WO 2012/134131 A2

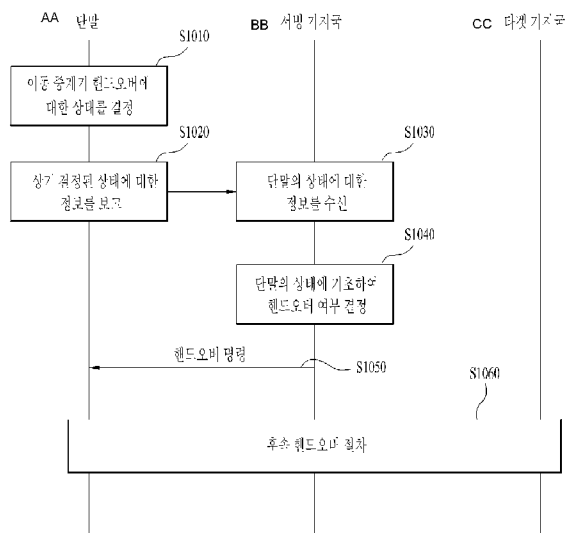
- (51) 국제특허분류: H04W 36/32 (2009.01) H04W 36/08 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/002182
- (22) 국제출원일: 2012년 3월 26일 (26.03.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 61/468,545 2011년 3월 28일 (28.03.2011) US
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.)** [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자: **김**
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **서한별 (SEO, Hanbyul)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **김학성 (KIM, Hakseong)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **김병훈 (KIM, Byounghoon)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: **김용인 (KIM, Yong In)** 등; 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 138-861 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR HANDING OVER MOBILE CELL

(54) 발명의 명칭: 이동 셀 핸드오버 방법 및 장치

[Fig. 10]



AA ... User equipment  
BB ... Serving base station  
CC ... Target base station  
S1010 ... Decide state of mobile relay handover  
S1020 ... Report information on the decided state  
S1030 ... Receive information on user equipment  
S1040 ... Decide whether to perform handover based on user equipment state  
S1050 ... Handover command  
S1060 ... Follow-up handover process

(57) Abstract: The present invention relates to a wireless communication system, and more particularly, to a method and an apparatus for performing a handover related to a mobile cell. A method for a user equipment handing over a mobile relay, according to one embodiment of the present invention, can comprise a step of reporting to a serving base station information on the state of the user equipment with respect to the mobile relay handover, and a step of handing over the mobile relay based on a handover command by the serving base station, the handover being determined based on the state of the user equipment. As a result, a way for efficiently and accurately performing the handover related to the mobile cell can be provided.

(57) 요약서: 본 발명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 이동 셀 관련 핸드오버를 수행하는 방법 및 장치에 대한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 단말이 이동 중계기 핸드오버를 수행하는 방법은, 상기 이동 중계기 핸드오버에 대한 상기 단말의 상태에 대한 정보를 서빙 기지국에게 보고하는 단계; 및 상기 단말의 상태에 기초하여 결정되는 상기 서빙 기지국으로부터의 핸드오버 명령에 기초하여 상기 이동 중계기 핸드오버를 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 이에 따라, 이동 셀 관련 핸드오버가 효율적이고 정확하게 수행될 수 있는 방안이 제공될 수 있다.

WO 2012/134131 A2



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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**공개:**

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

## 명세서

### 발명의 명칭: 이동 셀 핸드오버 방법 및 장치

#### 기술분야

- [1] 이하의 설명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 이동 셀 관련 핸드오버를 수행하는 방법 및 장치에 대한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 중계기는 매크로 기지국과 단말 간의 신호 송수신을 전달하는 기능을 하는 개체로서, 서비스 커버리지의 확대, 셀 경계 수율의 향상 등을 위하여 도입될 수 있다.
- [3] 중계기의 위치가 시간에 따라 가변하는 경우, 중계기에 의해서 형성되는 셀은 이동성을 가질 수 있으며, 이를 이동 셀(mobile cell)이라고 칭할 수 있다.

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술적 과제

- [4] 다른 셀로부터 이동 셀로 단말이 핸드오버하거나 이동 셀로부터 다른 셀로 단말이 핸드오버 하는 경우에, 기존의 핸드오버 동작을 그대로 따르는 경우에는 불필요한 핸드오버 과정이 수행될 수 있다.
- [5] 본 발명은 이동 셀 관련 핸드오버가 효율적이고 정확하게 수행될 수 있는 방안을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.
- [6] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

##### 과제 해결 수단

- [7] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 단말이 이동 중계기 핸드오버를 수행하는 방법은, 상기 이동 중계기 핸드오버에 대한 상기 단말의 상태에 대한 정보를 서빙 기지국에게 보고하는 단계; 및 상기 단말의 상태에 기초하여 결정되는 상기 서빙 기지국으로부터의 핸드오버 명령에 기초하여 상기 이동 중계기 핸드오버를 수행하는 단계를 포함할 수 있다.
- [8] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 이동 중계기 핸드오버를 지원하는 방법은, 상기 이동 중계기 핸드오버에 대한 단말의 상태에 대한 정보를 수신하는 단계; 및 상기 단말의 상태에 기초하여 핸드오버 수행 여부를 결정하고 상기 단말에게 핸드오버 명령을 전송하는 단계를 포함할 수 있다.
- [9] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 이동 중계기 핸드오버를 수행하는 단말 장치는, 네트워크로 신호를 전송하는 전송 모듈; 네트워크로부터 신호를 수신하는 수신 모듈; 및 상기 전송 모듈 및 상기

수신 모듈을 포함하는 상기 단말 장치를 제어하는 프로세서를 포함할 수 있다. 상기 프로세서는, 상기 이동 중계기 핸드오버에 대한 상기 단말의 상태에 대한 정보를, 상기 전송 모듈을 통하여 서빙 기지국에게 보고하고; 상기 단말의 상태에 기초하여 결정되는 상기 서빙 기지국으로부터의 핸드오버 명령에 기초하여 상기 이동 중계기 핸드오버를 수행하도록 구성될 수 있다.

- [10] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 이동 중계기 핸드오버를 지원하는 기지국 장치는, 단말로 신호를 전송하는 전송 모듈; 상기 단말로부터 신호를 수신하는 수신 모듈; 및 상기 전송 모듈 및 상기 수신 모듈을 포함하는 상기 기지국 장치를 제어하는 프로세서를 포함할 수 있다. 상기 프로세서는, 상기 이동 중계기 핸드오버에 대한 단말의 상태에 대한 정보를, 상기 수신 모듈을 통하여 수신하고; 상기 단말의 상태에 기초하여 핸드오버 수행 여부를 결정하고, 상기 전송 모듈을 통하여 상기 단말에게 핸드오버 명령을 전송하도록 구성될 수 있다.
- [11] 상기 본 발명에 따른 실시예들에 있어서 이하의 사항이 공통으로 적용될 수 있다.
- [12] 상기 단말의 상태는, 상기 단말이 상기 이동 중계기의 예상 이동 경로와 동일한 예상 이동 경로를 가지는 제 1 상태, 또는 상기 단말이 상기 이동 중계기의 예상 이동 경로와 상이한 예상 이동 경로를 가지는 제 2 상태 중 하나일 수 있다.
- [13] 상기 이동 중계기 핸드오버가 상기 이동 중계기로부터 다른 기지국으로의 핸드오버인 경우, 상기 단말의 상태가 제 1 상태인 경우 상기 이동 중계기 핸드오버가 수행되지 않고, 상기 제 2 상태인 경우 상기 이동 중계기 핸드오버가 수행될 수 있다.
- [14] 상기 이동 중계기 핸드오버가 다른 기지국으로부터 상기 이동 중계기로의 핸드오버인 경우, 상기 단말의 상태가 제 1 상태인 경우 상기 이동 중계기 핸드오버가 수행되고, 상기 제 2 상태인 경우 상기 이동 중계기 핸드오버가 수행되지 않을 수 있다.
- [15] 상기 단말의 상태는, 상기 단말의 사용자로부터 입력된 정보, 상기 단말에 대해 미리 설정된 식별 정보, 또는 상기 단말의 센싱 결과 중 하나 이상에 의해서 결정될 수 있다. ,
- [16] 상기 단말의 사용자로부터 입력된 정보는, 상기 단말의 상태의 확인 요청에 대한 상기 사용자의 응답일 수 있다.
- [17] 상기 미리 설정된 식별 정보는, 상기 이동 중계기의 예상 이동 경로, 상기 이동 중계기의 식별 정보, 상기 이동 중계기가 장착된 이동 수단의 식별 정보, 시간 또는 장소 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [18] 상기 단말의 센싱 결과는, 상기 이동 중계기 또는 상기 이동 중계기와 함께 위치하는 장치로부터의 신호를 센싱한 결과, 또는 상기 단말이 상기 이동 중계기의 예상 이동 경로, 출발 시간, 출발 장소, 도착 시간 또는 도착 장소 중 하나 이상에 대한 정보를 담은 매체를 센싱한 결과 중 하나 이상일 수 있다.

- [19] 상기 단말의 상태는, 상기 이동 중계기 핸드오버가 허용되는 제 1 상태 또는 상기 이동 중계기 핸드오버가 금지되는 제 2 상태 중 하나일 수 있다.
- [20] 상기 이동 중계기 핸드오버는, 상기 이동 중계기로부터 다른 기지국으로의 핸드오버, 또는 상기 다른 기지국으로부터 상기 이동 중계기로의 핸드오버일 수 있다.
- [21] 본 발명에 대하여 전술한 일반적인 설명과 후술하는 상세한 설명은 예시적인 것이며, 청구항 기재 발명에 대한 추가적인 설명을 위한 것이다.

### 발명의 효과

- [22] 본 발명에 따르면 이동 셀이 관련된 핸드오버를 효율적이고 정확하게 수행할 수 있는 방안이 제공될 수 있다.
- [23] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [24] 본 명세서에 첨부되는 도면은 본 발명에 대한 이해를 제공하기 위한 것으로서 본 발명의 다양한 실시형태들을 나타내고 명세서의 기재와 함께 본 발명의 원리를 설명하기 위한 것이다.
- [25] 도 1은 무선 프레임의 구조에 대하여 설명한다.
- [26] 도 2는 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다.
- [27] 도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- [28] 도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- [29] 도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.
- [30] 도 6은 중계기에 대한 전송을 위한 자원 분할을 나타내는 도면이다.
- [31] 도 7은 핸드오버 과정을 설명하기 위한 절차 흐름도이다.
- [32] 도 8 및 9는 이동 중계기가 도입되는 경우에 발생할 수 있는 다양한 핸드오버 상황을 예시적으로 나타내는 도면이다.
- [33] 도 10은 본 발명에 따른 이동 중계기 핸드오버 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [34] 도 11은 본 발명에 따른 단말 장치 및 기지국 장치의 구성을 도시한 도면이다.

### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [35] 이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다.

- [36] 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.
- [37] 본 명세서에서 '기지국(**BS: Base Station**)'은 고정국(**fixed station**), Node B, eNode B(**eNB**), 액세스 포인트(**AP: Access Point**) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 중계기는 **Relay Node(RN)**, **Relay Station(RS)** 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(**Terminal**)'은 **UE(User Equipment)**, **MS(Mobile Station)**, **MSS(Mobile Subscriber Station)**, **SS(Subscriber Station)** 등의 용어로 대체될 수 있다.
- [38] 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.
- [39] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다.
- [40] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 **IEEE 802 시스템**, **3GPP 시스템**, **3GPP LTE 및 LTE-A(LTE-Advanced)시스템** 및 **3GPP2 시스템** 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.
- [41] 또한, 본 발명의 실시예들은 **CDMA(Code Division Multiple Access)**, **FDMA(Frequency Division Multiple Access)**, **TDMA(Time Division Multiple Access)**, **OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)**, **SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access)** 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 사용될 수 있다. **CDMA**는 **UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)**나 **CDMA2000**과 같은 무선 기술(**radio technology**)로 구현될 수 있다. **TDMA**는 **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. **OFDMA**는 **IEEE 802.11 (Wi-Fi)**, **IEEE 802.16 (WiMAX)**, **IEEE 802-20**, **E-UTRA(Evolved UTRA)** 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. **UTRA**는 **UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)**의 일부이다. **3GPP(3rd Generation Partnership Project)** **LTE(long term evolution)**는 **E-UTRA**를 사용하는 **E-UMTS(Evolved UMTS)**의 일부로써, 하향링크에서 **OFDMA**를 채용하고 상향링크에서 **SC-FDMA**를 채용한다. **LTE-A(Advanced)**는 **3GPP LTE**의

진화이다. WiMAX는 IEEE 802.16e 규격(WirelessMAN-OFDMA Reference System) 및 발전된 IEEE 802.16m 규격(WirelessMAN-OFDMA Advanced system)에 의하여 설명될 수 있다. 명확성을 위하여 이하에서는 3GPP LTE 및 3GPP LTE-A 시스템을 위주로 설명하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.

[42] 도 1를 참조하여 무선 프레임의 구조에 대하여 설명한다.

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

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

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

[46] 일반 CP가 사용되는 경우 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하므로, 하나의 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼을 포함한다. 이때, 각 서브프레임의 처음 2개 또는 3개의 OFDM 심볼은 PDCCH(physical downlink control channel)에 할당되고, 나머지 OFDM 심볼은 PDSCH(physical downlink shared channel)에 할당될 수 있다.

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

할당 및 전송 포맷, 상향링크공유채널(UL-SCH)의 자원 할당 정보, 페이징채널(PCH)의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 임의접속응답(Random Access Response)과 같은 상위계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내의 개별 단말에 대한 전송 전력 제어 명령의 세트, 전송 전력 제어 정보, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 포함할 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있다. 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 이상의 연속하는 제어채널요소(Control Channel Element; CCE)의 조합(aggregation)으로 전송된다. CCE는 무선 채널의 상태에 기초한 코딩 레이트로 PDCCH를 제공하기 위해 사용되는 논리 할당 단위이다. CCE는 복수개의 자원 요소 그룹에 대응한다. PDCCH의 포맷과 이용가능한 비트 수는 CCE의 개수와 CCE에 의해 제공되는 코딩 레이트 간의 상관관계에 따라서 결정된다. 기지국은 단말에게 전송되는 DCI에 따라서 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 순환잉여검사(Cyclic Redundancy Check; CRC)를 추가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 용도에 따라 무선 네트워크 임시 식별자(Radio Network Temporary Identifier; RNTI)라 하는 식별자로 마스킹된다. PDCCH가 특정 단말에 대한 것이라면, 단말의 cell-RNTI(C-RNTI) 식별자가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, PDCCH가 페이징 메시지에 대한 것이라면, 페이징 지시자 식별자(Paging Indicator Identifier; P-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(SIB))에 대한 것이라면, 시스템 정보 식별자 및 시스템 정보 RNTI(SI-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 임의 접속 프리앰블(random access preamble)의 전송에 대한 응답인 임의접속응답(random access response)을 나타내기 위해, 임의접속-RNTI(RA-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

- [51] 도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 분할될 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 포함하는 물리상향링크제어채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH)이 할당된다. 데이터 영역에는 사용자 데이터를 포함하는 물리상향링크공유채널(Physical uplink shared channel; PUSCH)이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해서, 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)에 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 2 슬롯에 대하여 상이한 부반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍이 슬롯 경계에서 주파수-호핑(frequency-hopped)된다고 한다.

[52] 다중안테나(MIMO) 시스템의 모델링

[53] 도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.

[54] 도 5(a)에 도시된 바와 같이 송신 안테나의 수를  $N_T$  개로, 수신 안테나의 수를  $N_R$  개로 늘리면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와

달리 안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가한다. 따라서, 전송 레이트를 향상시키고 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 채널 전송 용량이 증가함에 따라, 전송 레이트는 이론적으로 단일 안테나 이용시의 최대 전송 레이트( $R_o$ )에 레이트 증가율( $R_i$ )이 곱해진 만큼 증가할 수 있다.

[55] 수학적 식 1

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

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

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

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

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

[60] 수학적 식 2

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

[61] 각각의 전송 정보

$$s_1, s_2, \dots, s_{N_T}$$

는 전송 전력이 다를 수 있다. 각각의 전송 전력을

$$P_1, P_2, \dots, P_{N_T}$$

라고 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

[62] 수학적 식 3

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

[63] 또한,

$$\hat{P}$$

는 전송 전력의 대각행렬

$$P$$

를 이용해 다음과 같이 표현될 수 있다.

[64] 수학식 4

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

[65] 전송전력이 조정된 정보 벡터

$\hat{\mathbf{s}}$

에 가중치 행렬

$\mathbf{W}$

가 적용되어 실제 전송되는  $N_T$ 개의 송신신호

$\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_{N_T}$

가 구성되는 경우를 고려해 보자. 가중치 행렬

$\mathbf{W}$

는 전송 정보를 전송 채널 상황 등에 따라 각 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 한다.

$\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_{N_T}$

는 벡터

$\mathbf{X}$

를 이용하여 다음과 같이 표현될 수 있다.

[66] 수학식 5

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

[67] 여기에서,

$w_{ij}$

는  $i$ 번째 송신 안테나와  $j$ 번째 정보간의 가중치를 의미한다.

$\mathbf{W}$

는 프리코딩 행렬이라고도 불린다.

[68] 수신신호는  $N_R$ 개의 수신 안테나가 있는 경우 각 안테나의 수신신호

$$y_1, y_2, \dots, y_{N_R}$$

은 벡터로 다음과 같이 표현될 수 있다.

[69] 수학식 6

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

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

$$h_{ij}$$

로 표시하기로 한다.

$$h_{ij}$$

에서, 인덱스의 순서가 수신 안테나 인덱스가 먼저, 송신 안테나의 인덱스가 나중에 유의한다.

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

[72] 수학식 7

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

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

[74] 수학식 8

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

[75] 실제 채널에는 채널 행렬

$$\mathbf{H}$$

를 거친 후에 백색잡음(AWGN; Additive White Gaussian Noise)이 더해진다.  $N_R$ 개의 수신 안테나 각각에 더해지는 백색잡음

$$\mathbf{n}_1, \mathbf{n}_2, \dots, \mathbf{n}_{N_R}$$

은 다음과 같이 표현될 수 있다.

[76] 수학식 9

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

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

[78] 수학적 식 10

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

[79] 한편, 채널 상태를 나타내는 채널 행렬

**H**

의 행과 열의 수는 송수신 안테나의 수에 의해 결정된다. 채널 행렬

**H**

에서 행의 수는 수신 안테나의 수  $N_R$ 과 같고, 열의 수는 송신 안테나의 수  $N_T$ 와 같다. 즉, 채널 행렬

**H**

는 행렬이  $N_R \times N_T$  된다.

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

채널 행렬

**H**

의 랭크(

$\text{rank}(\mathbf{H})$

)는 다음과 같이 제한된다.

[81] 수학적 식 11

$$\text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

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

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

[84] 협력 멀티 포인트(Coordinated Multi-Point: CoMP)

- [85] 3GPP LTE-A 시스템의 개선된 시스템 성능 요구조건에 따라서, CoMP 송수신 기술 (co-MIMO, 공동(collaborative) MIMO 또는 네트워크 MIMO 등으로 표현되기도 함)이 제안되고 있다. CoMP 기술은 셀-경계(cell-edge)에 위치한 단말의 성능을 증가시키고 평균 섹터 수율(throughput)을 증가시킬 수 있다.
- [86] 일반적으로, 주파수 재사용 인자(frequency reuse factor)가 1 인 다중-셀 환경에서, 셀-간 간섭(Inter-Cell Interference; ICI)으로 인하여 셀-경계에 위치한 단말의 성능과 평균 섹터 수율이 감소될 수 있다. 이러한 ICI를 저감하기 위하여, 기존의 LTE 시스템에서는 단말 특정 전력 제어를 통한 부분 주파수 재사용(fractional frequency reuse; FFR)과 같은 단순한 수동적인 기법을 이용하여 간섭에 의해 제한을 받은 환경에서 셀-경계에 위치한 단말이 적절한 수율 성능을 가지도록 하는 방법이 적용되었다. 그러나, 셀 당 주파수 자원 사용을 낮추기보다는, ICI를 저감하거나 ICI를 단말이 원하는 신호로 재사용하는 것보다 바람직할 수 있다. 위와 같은 목적을 달성하기 위하여, CoMP 전송 기법이 적용될 수 있다.
- [87] 하향링크의 경우에 적용될 수 있는 CoMP 기법은 크게 조인트-프로세싱(joint processing; JP) 기법 및 조정 스케줄링/빔포밍 (coordinated scheduling/beamforming; CS/CB) 기법으로 분류할 수 있다.
- [88] JP 기법은 CoMP 협력 단위의 각각의 포인트(기지국)에서 데이터를 이용할 수 있다. CoMP 협력 단위는 협력 전송 기법에 이용되는 기지국들의 집합을 의미한다. JP 기법은 조인트 전송(Joint Transmission) 기법과 동적 셀 선택(Dynamic cell selection) 기법으로 분류할 수 있다.
- [89] 조인트 전송 기법은, PDSCH 가 한번에 복수개의 포인트(CoMP 협력 단위의 일부 또는 전부)로부터 전송되는 기법을 말한다. 즉, 단일 단말로 전송되는 데이터는 복수개의 전송 포인트로부터 동시에 전송될 수 있다. 조인트 전송 기법에 의하면, 코히어런트하게(coherently) 또는 non-코히어런트하게(non-coherently) 수신 신호의 품질이 향상될 수 있고, 또한, 다른 단말에 대한 간섭을 능동적으로 소거할 수도 있다.
- [90] 동적 셀 선택 기법은, PDSCH가 한번에 (CoMP 협력 단위의) 하나의 포인트로부터 전송되는 기법을 말한다. 즉, 특정 시점에서 단일 단말로 전송되는 데이터는 하나의 포인트로부터 전송되고, 그 시점에 협력 단위 내의 다른 포인트는 해당 단말에 대하여 데이터 전송을 하지 않으며, 해당 단말로 데이터를 전송하는 포인트는 동적으로 선택될 수 있다.
- [91] 한편, CS/CB 기법에 의하면 CoMP 협력 단위들이 단일 단말에 대한 데이터 전송의 빔포밍을 협력적으로 수행할 수 있다. 여기서, 데이터는 서빙 셀에서만 전송되지만, 사용자 스케줄링/빔포밍은 해당 CoMP 협력 단위의 셀들의 조정에 의하여 결정될 수 있다.
- [92] 한편, 상향링크의 경우에, 조정(coordinated) 다중-포인트 수신은 지리적으로 떨어진 복수개의 포인트들의 조정에 의해서 전송된 신호를 수신하는 것을

의미한다. 상향링크의 경우에 적용될 수 있는 CoMP 기법은 조인트 수신(Joint Reception; JR) 및 조정 스케줄링/빔포밍(coordinated scheduling/beamforming; CS/CB)으로 분류할 수 있다.

- [93] JR 기법은 PUSCH 를 통해 전송된 신호가 복수개의 수신 포인트에서 수신되는 것을 의미하고, CS/CB 기법은 PUSCH 가 하나의 포인트에서만 수신되지만 사용자 스케줄링/빔포밍은 CoMP 협력 단위의 셀들의 조정에 의해 결정되는 것을 의미한다.
- [94] 이러한 CoMP 시스템을 이용하면, 단말은 다중-셀 기지국(Multi-cell base station)으로부터 공동으로 데이터를 지원받을 수 있다. 또한, 각 기지국은 동일한 무선 주파수 자원(Same Radio Frequency Resource)을 이용하여 하나 이상의 단말에 동시에 지원함으로써 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 기지국은 기지국과 단말 간의 채널상태정보에 기초하여 공간 분할 다중접속(Space Division Multiple Access: SDMA) 방법을 수행할 수도 있다.
- [95] CoMP 시스템에서 서버 기지국 및 하나 이상의 협력 기지국들은 백본망(Backbone Network)을 통해 스케줄러(scheduler)에 연결된다. 스케줄러는 백본망을 통하여 각 기지국이 측정된 각 단말 및 협력 기지국 간의 채널 상태에 관한 채널 정보를 피드백 받아 동작할 수 있다. 예를 들어, 스케줄러는 서버 기지국 및 하나 이상의 협력 기지국에 대하여 협력적 MIMO 동작을 위한 정보를 스케줄링할 수 있다. 즉, 스케줄러에서 각 기지국으로 협력적 MIMO 동작에 대한 지시를 직접 내릴 수 있다.
- [96] 상술한 바와 같이 CoMP 시스템은 복수개의 셀들을 하나의 그룹으로 묶어 가상 MIMO 시스템으로 동작하는 것이라 할 수 있으며, 기본적으로는 다중 안테나를 사용하는 MIMO 시스템의 통신 기법이 적용될 수 있다.
- [97] 하향링크 채널상태정보(CSI) 피드백
- [98] 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.
- [99] 피드백되는 채널상태정보(CSI)는 랭크 지시자(RI), 프리코딩 행렬 인덱스(PMI) 및 채널품질지시자(CQI)를 포함할 수 있다.
- [100] 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 CQI 에 비하여 일반적으로 더 긴 주기에 따라(즉, 덜 빈번하게) 피드백될 수 있다.

- [101] 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. PMI 는 신호대잡음및간섭비(Signal-to-Interference plus Noise Ratio; SINR) 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.
- [102] 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, CQI 는 기지국이 PMI 를 이용하여 공간 채널을 구성하는 경우에 얻을 수 있는 수신 SINR 을 반영하는 값이 된다.
- [103] 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 채널상태정보를 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.
- [104] 이와 같이 보다 정확한 채널상태정보를 측정 및 보고할 수 있도록, 기존의 RI, PMI 및 CQI 로 구성되는 CSI 를 개선한 새로운 CSI 피드백 방안이 적용될 수 있다. 예를 들어, 수신단이 피드백하는 프리코딩 정보가 2 개의 PMI 의 조합에 의해서 지시될 수 있다. 2 개의 PMI 중 하나(제 1 PMI)는, 장기간 및/또는 광대역(long term and/or wideband)의 속성을 가지고, W1으로 지칭될 수 있다. 2 개의 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 PMI 를 W 라 하면,  $W=W1*W2$  또는  $W=W2*W1$  과 같이 정의될 수 있다.
- [105] 여기서, W1 은 채널의 주파수 및/또는 시간상 평균적인 특성을 반영한다. 다시 말하자면, W1 은 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, 본 문서에서는 W1를 장기간-광대역 속성의 채널 상태 정보(또는, 장기간-광대역 PMI)라고 한다.

[106] 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, 본 문서에서는 W1를 단기간-서브대역 속성의 채널 상태 정보(또는, 단기간-서브대역 PMI)라고 한다.

[107] 채널 상태를 나타내는 2개의 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 제1 코드북 및 W2에 대한 제2 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.

[108] 계층적 코드북 변환 방식의 일례로서, 다음 수학적 식 12와 같이 채널의 장기간 공분산 행렬(long term covariance matrix)을 이용하여 코드북을 변환할 수 있다.

[109] 수학적 식 12

$$\mathbf{W} = \mathit{norm}(\mathbf{W1W2})$$

[110] 상기 수학적 식 12에서 W1(장기간-광대역 PMI)은 장기간-광대역 속성의 채널 정보를 반영하기 위해 만들어진 코드북(예를 들어, 제1 코드북)을 구성하는 요소(즉, 코드워드(codeword))를 나타낸다. 즉, W1은 장기간-광대역 속성의 채널 정보를 반영하는 제1 코드북에 포함되는 프리코딩 행렬에 해당한다. 한편, W2(단기간-서브대역 PMI)는 단기간-서브대역 속성의 채널 정보를 반영하기 위해서 만들어진 코드북(예를 들어, 제2 코드북)을 구성하는 코드워드를 나타낸다. 즉, W2는 단기간-서브대역 속성의 채널 정보를 반영하는 제2 코드북에 포함되는 프리코딩 행렬에 해당한다. W는 변환된 최종 코드북의 코드워드를 나타낸다.  $\mathit{norm}(A)$ 는 행렬 A의 각각의 열(column)별  $\mathit{norm}$ 이 1로 정규화(normalization)된 행렬을 의미한다.

[111] W1과 W2는 예시적으로 다음의 수학적 식 13과 같은 구조를 가질 수 있다.

[112] 수학적 식 13

$$W1(i) = \begin{bmatrix} X_i & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & X_i \end{bmatrix}$$

$$W2(j) = \begin{bmatrix} \mathbf{e}_M^k & \mathbf{e}_M^l & \mathbf{e}_M^m \\ \alpha_j \mathbf{e}_M^k & \beta_j \mathbf{e}_M^l & \dots \gamma_j \mathbf{e}_M^m \end{bmatrix} \quad (\text{if rank} = r)$$

$r$  columns

- [113] 상기 수학식 13에서 W1는 블록대각행렬(block diagonal matrix) 형태로서 정의될 수 있고, 각각의 블록은 동일한 행렬( $X_i$ )이다. 하나의 블록( $X_i$ )은  $(Nt/2) \times M$  크기의 행렬로서 정의될 수 있다. 여기서,  $Nt$ 는 전송 안테나의 개수이다. 상기 수학식 13에서 W2의

$$\mathbf{e}_M^p$$

( $p=k, l, \dots, m$ )는  $M \times 1$  크기의 벡터이며,  $M$ 개의 벡터 성분 중에서  $p$ 번째 성분은 1이고, 나머지 성분들은 0인 벡터를 나타낸다.

$$\mathbf{e}_M^p$$

가 W1과 곱해지는 경우에 W1의 열들(columns) 중에서  $p$ 번째 열이 선택되므로, 이러한 벡터를 선택 벡터(selection vector)라고 할 수 있다. 여기서,  $M$ 값이 커질수록 장기간-광대역(long term/wideband) 채널을 표현하기 위해 한번에 피드백 되는 벡터의 수가 많아지게 되며, 이에 따라 피드백 정확도가 높아지게 된다. 하지만  $M$ 값이 커질수록, 낮은 빈도로 피드백되는 W1의 코드북 크기(codebook size)는 줄어들고, 높은 빈도로 피드백되는 W2의 코드북 크기가 늘어남에 따라 결과적으로 피드백 오버헤드가 늘어나게 된다. 즉, 피드백 오버헤드와 피드백 정확도 간에 트레이드-오프(tradeoff)가 존재한다. 따라서, 적절한 피드백 정확도를 유지하면서도 피드백 오버헤드가 너무 크게 증가하지 않도록  $M$ 값을 결정할 수 있다. 한편, W2에서

$$\alpha_j$$

,

$$\beta_j$$

,

$$\gamma_j$$

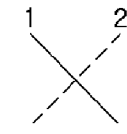
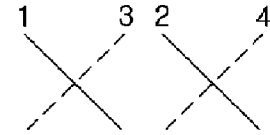
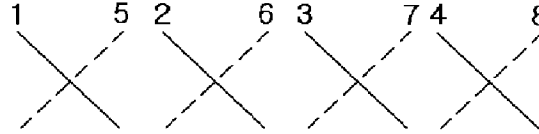
는 각각 소정의 위상값을 나타낸다. 상기 수학식 13에서  $1 \leq k, l, m \leq M$ 이고,  $k, l, m$ 은 각각 정수(integer)이다.

- [114] 상기 수학식 13과 같은 코드북 구조는, 크로스-극성(cross polarized; X-pol) 안테나 구성(configuration)을 사용하면서 안테나 간 간격이 조밀한

경우(통상적으로, 인접 안테나 간 거리가 신호 파장의 반 이하인 경우)에 발생하는 채널의 상관(correlation) 특성을 잘 반영하도록 설계한 구조이다. 예를 들어, 크로스-극성 안테나 구성은 다음의 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

[115] 표 1

[Table 1]

2Tx cross-polarized antenna configuration	
4Tx cross-polarized antenna configuration	
8Tx cross-polarized antenna configuration	

[116] 상기 표 1에서 8Tx 크로스-극성 안테나 구성은, 2 개의 서로 직교하는 극성을 가지는 안테나 그룹으로 구성된다고 표현할 수 있다. 안테나 그룹 1 (안테나 1, 2, 3, 4)의 안테나들은 동일한 극성(예를 들어 수직 극성(vertical polarization))을 가지고 안테나 그룹 2(안테나 5, 6, 7, 8)의 안테나들은 동일한 극성(예를 들어 수평 극성(horizontal polarization))을 가질 수 있다. 또한, 두 안테나 그룹은 동일한 위치에 위치한다(co-located). 예를 들어, 안테나 1 과 5 는 동일한 위치에 설치되고, 안테나 2 과 6 은 동일한 위치에 설치되고, 안테나 3 과 7 은 동일한 위치에 설치되고, 안테나 4 과 8 은 동일한 위치에 설치될 수 있다. 달리 표현하자면, 하나의 안테나 그룹 내의 안테나들은 ULA(Uniform Linear Array)와 같이 동일한 극성을 가지고, 하나의 안테나 그룹 내의 안테나 간의 상관(correlation)은 선형 위상 증가(linear phase increment) 특성을 가진다. 또한, 안테나 그룹 간의 상관은 위상 회전(phase rotation)된 특성을 갖는다.

[117] 코드북은 채널을 양자화(quantization)한 값이기 때문에, 실제 채널의 특성을 그대로 반영하여 코드북을 설계하는 것이 필요하다. 이와 같이 실제 채널 특성이 상기 수학식 13 과 같이 설계된 코드북의 코드워드에 반영되었음을 설명하기 위해서, 랭크 1 코드북을 예시적으로 설명한다. 아래의 수학식 14 는 랭크 1 인 경우의  $W_1$  코드워드와  $W_2$  코드워드의 곱으로 최종 코드워드( $W$ )가 결정되는 예시를 나타낸 것이다.

[118] 수학식 14

$$W_1(i) * W_2(j) = \begin{bmatrix} X_i(k) \\ \alpha_j X_i(k) \end{bmatrix}$$

[119] 상기 수학식 14 에서 최종 코드워드는  $N \times 1$  의 벡터로 표현되며, 상위 벡터(

$$\mathbf{X}_i(k)$$

)와 하위 벡터(

$$\alpha_j \mathbf{X}_i(k)$$

)의 두 개의 벡터로 구조화되어 있다. 상위 벡터(

$$\mathbf{X}_i(k)$$

)는 크로스 극성 안테나의 수평 극성 안테나 그룹의 상관 특성을 나타내고,

하위 벡터 (

$$\alpha_j \mathbf{X}_i(k)$$

)는 수직 극성 안테나 그룹의 상관 특성을 나타낸다. 또한,

$$\mathbf{X}_i(k)$$

는 각각의 안테나 그룹 내의 안테나 간 상관 특성을 반영하여 선형 위상 증가를 갖는 벡터(예를 들어, DFT 행렬)로 표현할 수 있다.

[120] 전술한 바와 같은 코드북을 이용하는 경우에 단일 코드북을 이용하는 경우에 비하여 높은 정확도의 채널 피드백이 가능해진다. 이와 같이 높은 정확도의 채널 피드백을 이용하여 단일-셀 MU-MIMO가 가능해질 수 있고, 이와 유사한 이유로 CoMP 동작에서도 높은 정확도의 채널 피드백이 요구된다. 예를 들어, CoMP JT 동작의 경우 여러 기지국이 특정 UE에게 동일한 데이터를 협력 전송하므로 이론적으로 복수개의 안테나가 지리적으로 분산되어 있는 MIMO 시스템으로 간주할 수 있다. 즉, CoMP JT에서 MU-MIMO 동작을 하는 경우에서도, 단일-셀 MU-MIMO와 마찬가지로, 공동-스케줄링(co-scheduling)되는 UE간 간섭을 피하기 위해 높은 수준의 채널 정보의 정확도가 요구된다. 또한, CoMP CB 동작의 경우 역시 인접 셀이 서빙 셀에게 주는 간섭을 회피하기 위해서 정교한 채널 정보가 요구된다.

[121] 중계기

[122] 중계기는, 예를 들어, 고속 데이터 레이트 커버리지의 확대, 그룹 이동성의 향상, 임시 네트워크 배치, 셀 경계 수율의 향상 및/또는 새로운 영역에 네트워크 커버리지를 제공하기 위하여 고려될 수 있다.

[123] 중계기는 기지국과 단말 사이의 송수신을 전달(forwarding)하는 역할을 하며, 각각의 반송파 주파수 대역에 속성이 상이한 두 종류의 링크(백홀 링크 및 액세스 링크)가 적용된다. 기지국은 도너 셀(donor cell)을 포함할 수 있다. 중계기는 도너 셀을 통하여 무선-액세스 네트워크와 무선으로 접속된다.

[124] 기지국과 중계기 간의 백홀 링크가 하향링크 주파수 대역 또는 하향링크 서브프레임 자원을 이용하는 경우에는 백홀 하향링크로 표현하고, 상향링크

주파수 대역 또는 상향링크 서브프레임 자원을 이용하는 경우에는 백홀 상향링크로 표현할 수 있다. 여기서, 주파수 대역은 FDD(Frequency Division Duplex) 모드에서 할당되는 자원이고, 서브프레임은 TDD(Time Division Duplex) 모드에서 할당되는 자원이다. 유사하게, 중계기와 단말(들) 간의 액세스 링크가 하향링크 주파수 대역 또는 하향링크 서브프레임 자원을 이용하는 경우에는 액세스 하향링크로 표현하고, 상향링크 주파수 대역 또는 상향링크 서브프레임 자원을 이용하는 경우에는 액세스 상향링크로 표현할 수 있다.

- [125] 기지국에는 상향링크 수신 및 하향링크 전송의 기능이 요구되고, 단말에게는 상향링크 전송 및 하향링크 수신의 기능이 요구된다. 한편, 중계기에는 기지국으로의 백홀 상향링크 전송, 단말로부터의 액세스 상향링크 수신, 기지국으로부터의 백홀 하향링크 수신 및 단말로의 액세스 하향링크 전송의 기능이 모두 요구된다.
- [126] 중계기의 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 모두에서 기존의 LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)에 따라 동작하는 단말(이하, 레거시(legacy) 단말이라 함)이 도너 셀에 접속할 수 있어야 한다.
- [127] 단말에서 중계기를 인식하는지 여부에 따라 중계기는 트랜스패런트(transparent) 중계기 또는 넌-트랜스패런트(non-transparent) 중계기로 분류될 수 있다. 트랜스패런트는 단말이 중계기를 통하여 네트워크와 통신하는지 여부를 인지하지 못하는 경우를 의미하고, 넌-트랜스패런트는 단말이 중계기를 통하여 네트워크와 통신하는지 여부를 인지하는 경우를 의미한다.
- [128] 중계기의 제어와 관련하여, 도너 셀의 일부로 구성되는 중계기 또는 스스로 셀을 제어하는 중계기로 구분될 수 있다.
- [129] 도너 셀의 일부로서 구성되는 중계기는 중계기 식별자(ID)를 가질 수는 있지만, 중계기 자신의 셀 아이덴티티(identity)를 가지지 않는다. 도너 셀이 속하는 기지국에 의하여 RRM(Radio Resource Management)의 적어도 일부가 제어되면 (RRM의 나머지 부분들은 중계기에 위치하더라도), 도너 셀의 일부로서 구성되는 중계기라 한다. 바람직하게는, 이러한 중계기는 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 스마트 리피터(Smart repeaters), 디코드-앤-포워드 중계기(decode-and-forward relays), L2(제2계층) 중계기들의 다양한 종류들 및 타입-2 중계기가 이러한 중계기에 해당한다.
- [130] 스스로 셀을 제어하는 중계기의 경우에, 중계기는 하나 또는 여러개의 셀들을 제어하고, 중계기에 의해 제어되는 셀들 각각에 고유의 물리계층 셀 아이덴티티가 제공되며, 동일한 RRM 메커니즘을 이용할 수 있다. 단말 관점에서는 중계기에 의하여 제어되는 셀에 액세스하는 것과 일반 기지국에

의해 제어되는 셀에 액세스하는 것에 차이점이 없다. 바람직하게는, 이러한 중계기에 의해 제어되는 셀은 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 셀프-백홀링(Self-backhauling) 중계기, L3(제3계층) 중계기, 타입-1 중계기 및 타입-1a 중계기가 이러한 중계기에 해당한다.

- [131] 타입-1 중계기는 인-밴드 중계기로서 복수개의 셀들을 제어하고, 이들 복수개의 셀들의 각각은 단말 입장에서 도너 셀과 구별되는 별개의 셀로 보인다. 또한, 복수개의 셀들은 각자의 물리 셀 ID(LTE 릴리즈-8에서 정의함)를 가지고, 중계기는 자신의 동기화 채널, 참조신호 등을 전송할 수 있다. 단일-셀 동작의 경우에, 단말은 중계기로부터 직접 스케줄링 정보 및 HARQ 피드백을 수신하고 중계기로 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 중계기는 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 중계기는 레거시 기지국과 다른 기지국으로 보여, 성능 향상을 제공할 수 있다.
- [132] 타입-1a 중계기는 아웃-밴드로 동작하는 것 외에 전술한 타입-1 중계기와 동일한 특징들을 가진다. 타입-1a 중계기의 동작은 L1(제1계층) 동작에 대한 영향이 최소화 또는 없도록 구성될 수 있다.
- [133] 타입-2 중계기는 인-밴드 중계기로서, 별도의 물리 셀 ID를 가지지 않으며, 이에 따라 새로운 셀을 형성하지 않는다. 타입-2 중계기는 레거시 단말에 대해 트랜스페런트하고, 레거시 단말은 타입-2 중계기의 존재를 인지하지 못한다. 타입-2 중계기는 PDSCH를 전송할 수 있지만, 적어도 CRS 및 PDCCH는 전송하지 않는다.
- [134] 한편, 중계기가 인-밴드로 동작하도록 하기 위하여, 시간-주파수 공간에서의 일부 자원이 백홀 링크를 위해 예비되어야 하고 이 자원은 액세스 링크를 위해서 사용되지 않도록 설정(configure)할 수 있다. 이를 자원 분할(resource partitioning)이라 한다.
- [135] 중계기에서의 자원 분할에 있어서의 일반적인 원리는 다음과 같이 설명할 수 있다. 백홀 하향링크 및 액세스 하향링크가 하나의 반송파 주파수 상에서 시간분할다중화(Time Division Multiplexing; 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).
- [136] FDD에서의 백홀 링크 다중화는, 백홀 하향링크 전송은 하향링크 주파수 대역에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은 상향링크 주파수 대역에서 수행되는 것으로 설명할 수 있다. TDD에서의 백홀 링크 다중화는, 백홀 하향링크 전송은 기지국과 중계기의 하향링크 서브프레임에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은

기지국과 중계기의 상향링크 서브프레임에서 수행되는 것으로 설명할 수 있다.

- [137] 인-밴드 중계기의 경우에, 예를 들어, 소정의 주파수 대역에서 기지국으로부터의 백홀 하향링크 수신과 단말로의 액세스 하향링크 전송이 동시에 이루어지면, 중계기의 송신단으로부터 전송되는 신호가 중계기의 수신단에서 수신될 수 있고, 이에 따라 중계기의 RF 전단(front-end)에서 신호 간섭 또는 RF 제밍(jamming)이 발생할 수 있다. 유사하게, 소정의 주파수 대역에서 단말로부터의 액세스 상향링크의 수신과 기지국으로의 백홀 상향링크의 전송이 동시에 이루어지면, 중계기의 RF 전단에서 신호 간섭이 발생할 수 있다. 따라서, 중계기에서 하나의 주파수 대역에서의 동시 송수신은 수신 신호와 송신 신호간에 충분한 분리(예를 들어, 송신 안테나와 수신 안테나를 지리적으로 충분히 이격시켜(예를 들어, 지상/지하에) 설치함)가 제공되지 않으면 구현하기 어렵다.
- [138] 이와 같은 신호 간섭의 문제를 해결하는 한 가지 방안은, 중계기가 도너 셀로부터 신호를 수신하는 동안에 단말로 신호를 전송하지 않도록 동작하게 하는 것이다. 즉, 중계기로부터 단말로의 전송에 갭(gap)을 생성하고, 이 갭 동안에는 단말(레거시 단말 포함)이 중계기로부터의 어떠한 전송도 기대하지 않도록 설정할 수 있다. 도 6에서는 제 1 서브프레임(1010)은 일반 서브프레임으로서 중계기로부터 단말로 하향링크(즉, 액세스 하향링크) 제어신호 및 데이터가 전송되고, 제 2 서브프레임(1020)은 MBSFN(Multicast Broadcast Single Frequency Network) 서브프레임으로서, 하향링크 서브프레임의 제어 영역(1021)에서는 중계기로부터 단말로 제어 신호가 전송되지만 하향링크 서브프레임의 나머지 영역(1022)에서는 중계기로부터 단말로 아무런 전송이 수행되지 않는다. 여기서, 레거시 단말의 경우에는 모든 하향링크 서브프레임에서 물리하향링크제어채널(PDCCH)의 전송을 기대하게 되므로(다시 말하자면, 중계기는 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 중계기로의 하향링크(즉, 백홀 하향링크) 전송을 위해 설정된 서브프레임(제 2 서브프레임(1020))상에서도, 서브프레임의 처음 N(N=1, 2 또는 3) 개의 OFDM 심볼구간에서 중계기는 백홀 하향링크를 수신하는 것이 아니라 액세스 하향링크 전송을 해야 할 필요가 있다. 이에 대하여, 제 2 서브프레임의 제어 영역(1021)에서 PDCCH가 중계기로부터 단말로 전송되므로 중계기에서 서빙하는 레거시 단말에 대한 역방향 호환성이 제공될 수 있다. 제 2 서브프레임의 나머지 영역(1022)에서는 중계기로부터 단말로 아무런 전송이 수행되지 않는 동안에 중계기는 기지국으로부터의 전송을 수신할 수 있다. 따라서, 이러한 자원 분할 방식을 통해서, 인-밴드 중계기에서 액세스 하향링크 전송과 백홀 하향링크 수신이 동시에 수행되지 않도록 할 수 있다.

[139] MBSFN 서브프레임을 이용하는 제 2 서브프레임(1022)에 대하여 구체적으로 설명한다. MBSFN 서브프레임은 원칙적으로 MBMS(Multimedia Broadcast and Multicast Service)를 위한 서브프레임이며, MBMS는 여러 셀에서 동시에 동일한 신호를 전송하는 서비스를 의미한다. 제 2 서브프레임의 제어 영역(1021)은 중계기 비-청취(non-hearing) 구간이라고 할 수 있다. 중계기 비-청취 구간은 중계기가 백홀 하향링크 신호를 수신하지 않고 액세스 하향링크 신호를 전송하는 구간을 의미한다. 이 구간은 전송한 바와 같이 1, 2 또는 3 OFDM 길이로 설정될 수 있다. 중계기 비-청취 구간(1021)에서 중계기는 단말로의 액세스 하향링크 전송을 수행하고 나머지 영역(1022)에서는 기지국으로부터 백홀 하향링크를 수신할 수 있다. 이 때, 중계기는 동일한 주파수 대역에서 동시에 송수신을 수행할 수 없으므로, 중계기가 송신 모드에서 수신 모드로 전환하는데에 시간이 소요된다. 따라서, 백홀 하향링크 수신 영역(1022)의 처음 일부 구간에서 중계기가 송신/수신 모드 스위칭을 하도록 가드 시간(GT)이 설정될 필요가 있다. 유사하게 중계기가 기지국으로부터의 백홀 하향링크를 수신하고 단말로의 액세스 하향링크를 전송하도록 동작하는 경우에도, 중계기의 수신/송신 모드 스위칭을 위한 가드 시간(GT)이 설정될 수 있다. 이러한 가드 시간의 길이는 시간 영역의 값으로 주어질 수 있고, 예를 들어,  $k$  ( $k \geq 1$ ) 개의 시간 샘플(time sample,  $T_s$ ) 값으로 주어질 수 있고, 또는 하나 이상의 OFDM 심볼 길이로 설정될 수도 있다. 또는, 중계기 백홀 하향링크 서브프레임이 연속으로 설정되어 있는 경우에 또는 소정의 서브프레임 타이밍 정렬(timing alignment) 관계에 따라서, 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 레저시 단말을 지원할 수 없다). 가드 시간을 제외한 백홀 하향링크 수신 구간(1022)에서 중계기는 기지국으로부터 PDCCH 및 PDSCH를 수신할 수 있다. 특히, 백홀 하향링크 서브프레임의 데이터 영역(도 6의 전송 캡)에서 기지국으로부터 중계기로 전송되는 PDCCH를 기존 PDCCH와 구별하기 위하여 R-PDCCH(Relay-PDCCH)라고 표현할 수도 있다.

[140] 핸드오버

[141] 무선 통신 시스템에서의 핸드오버란 호(call)가 연결되어 있는 상태인 단말(UE)이 서빙 기지국의 서비스 지역을 벗어나 인접 기지국 서비스 지역으로 이동할 때 이동 단말이 상기 인접 기지국의 새로운 통화 채널에 자동 동조되어 지속적으로 통화 상태가 유지되도록 하는 기능을 말한다.

[142] 도 7은 핸드오버 과정을 설명하기 위한 절차 흐름도이다.

[143] 서빙 기지국(serving eNB)이 지정한 기준에 만족하거나 특정 이벤트가 발생하면, 단말은 측정 보고 메시지를 서빙 기지국으로 전송한다(S110). 상기 서빙 기지국은 핸드오버 수행 전에 상기 단말과 연결이 설정되어 있는 네트워크

노드를 의미한다. 서빙 기지국은 단말로부터의 측정 보고 메시지를 참고하여 핸드오버가 필요한 상황이라 판단되면 핸드오버 결정을 내린다(S115).

- [144] 서빙 기지국은 타겟 기지국(target eNB)에 UE 문맥(context) 정보를 포함하는 핸드오버 준비 메시지를 전송한다(S120). 타겟 기지국은 핸드오버를 통해 단말이 이동하게 되는 새로운 셀을 관장하는 기지국을 의미한다. UE 문맥 정보는 단말이 서빙 기지국으로부터 수신하던 서비스의 품질(QoS), 무선 베어러 타입 등과 관련된 정보가 포함된다.
- [145] 타겟 기지국은 자신의 유무선 자원(resource)를 고려하여 핸드오버 요구에 대한 수용여부를 결정한다. 핸드오버를 수용할 것으로 결정한 경우 단말과의 연결을 위한 자원을 확보하고(S125), 단말에 대한 새로운 임시 식별자(C-RNTI)와 함께 단말에 대한 자원 설정 정보를 서빙 기지국에 전달한다(S130).
- [146] 상기 서빙 기지국은 단말에 핸드오버 명령을 송신하며(S140), 타겟 기지국에게 사용자 데이터의 전송을 시작한다. 단말은 대상 기지국과의 타이밍 동기화를 포함하는 무선환경을 재설정하기 위해 제1계층(Layer 1) 및 제2계층(Layer 2)에 관한 시그널링(signaling)을 진행한다(S150). 단말은 타겟 기지국으로부터 타이밍 정보를 수신하고, 그 후에 단말은 타겟 기지국으로 핸드오버 확인 메시지를 송신한다(S160).
- [147] 타겟 기지국은 서빙 기지국에 핸드오버의 성공을 알리는 핸드오버 종료 메시지를 보낸다(S170). 이후 서빙 기지국은 단말에 대한 모든 자원을 해제한다. 타겟 기지국은 코어 네트워크(CN)에 단말의 위치를 갱신하도록 요청한다(S180). 코어 네트워크는 이후에 단말에 대한 경로 설정을 전환(switch)하여 기존에 상기 서빙 기지국에 전달하던 사용자 데이터를 타겟 기지국으로 전달한다(S190). 핸드오버 절차가 완료되면 타겟 기지국은 단말에 대해서 새로운 서빙 기지국이 된다.
- [148] 이동 중계기
- [149] 이동 중계기(mobile relay)는, 일반적인 중계기와 마찬가지로 매크로 기지국과 단말 사이의 신호 송수신을 전달하는 기능을 수행하면서도, 그 위치가 고정되어 있지 않은 중계기를 의미한다.
- [150] 예를 들어, 이동 수단(개인차량, 버스, 기차 등)에 장착되는 중계기가 이동 중계기에 해당할 수 있다. 이동 수단에 장착되는 중계기에 의해 형성되는 셀(즉, 이동 셀)은, 해당 이동 수단의 내부 및 인접한 위치를 포함할 수 있다. 바람직하게는 이동 중계기는 주로 이동 수단의 내부에 위치한 단말을 서빙하는 기능을 할 수 있다.
- [151] 이동 중계기를 배치함으로써, 이동 수단 내부의 단말에 대해서 매크로 기지국(또는 고정된 기지국)이 제공하는 서비스의 문제를 해결할 수 있다. 예를 들어, 이동 수단의 차체, 창문 등에 의해 유발되는 신호 세기의 손실이 해결될 수 있다. 또한, 다수의 단말이 함께 이동하는 경우에 다수의 단말이 동시에 서빙 기지국으로부터 타겟 기지국으로 핸드오버하는 상황이 발생할 수 있는데, 이동

중계기를 이용하는 경우 이러한 동시 다발적인 핸드오버 상황을 그룹 이동성(group mobility)을 이용하여 간단하게 해결할 수 있다.

- [152] 한편, 이동 중계기의 위치는 시간에 따라 가변하는 특성을 가지기 때문에, 기존의 시스템에서 고려하지 않은 문제점이 유발될 수도 있다. 예를 들어, 이동 중계기를 고려하지 않은 기존의 핸드오버 동작이 그대로 적용되는 경우, 오히려 단말과 네트워크 모두에서 불필요한 절차가 수행될 수도 있다. 따라서, 이동 중계기를 도입하는 경우에는 이러한 문제를 해결할 수 있는 방안이 제공되어야 한다.
- [153] 도 8 및 9는 이동 중계기가 도입되는 경우에 발생할 수 있는 다양한 핸드오버 상황을 예시적으로 나타내는 도면이다. 설명의 편의를 위해, 도 8 및 9의 예시에서 이동 중계기는 버스에 장착된 중계기이고, 매크로 기지국의 커버리지에 버스 정류장이 포함되는 예시적인 상황을 가정한다.
- [154] 도 8은 UE1 및 UE2가 버스 정류장에서 버스를 기다리는 경우의 핸드오버 상황을 예시적으로 나타낸 것이다.
- [155] 도 8(a)의 예시에서 UE1 및 UE2는 매크로 기지국에 의해서 서빙받고 있고, 이동 중계기는 UE1 및 UE2의 위치를 향하여 이동 중인 상황을 나타낸다.
- [156] 도 8(b)는 이동 중계기가 UE1 및 UE2의 위치에 도착한 상황을 나타낸다. 이 경우, UE1 및 UE2의 각각은 이동 중계기로부터의 강한 신호를 감지할 수 있고, 이를 서빙 기지국(즉, 매크로 기지국)에게 보고할 수 있다. 기존의 수신 신호의 강도를 기준으로 하는 핸드오버 동작에 따른다면, 서빙 기지국은 UE1 및 UE2의 각각을 이동 중계기의 셀로 핸드오버시키는 동작을 수행하게 된다.
- [157] 도 8(c)의 예시에서 UE1은 버스에 승차하지만, UE2는 버스에 승차하지 않는 상황을 나타낸다. 이 경우, UE1은 버스에 승차하여 이동 중계기와 함께 이동하게 되므로, UE1이 매크로 기지국으로부터 이동 중계기로 핸드오버한 것은 적절한 동작이 될 것이다.
- [158] 그러나, 도 8(c)의 예시에서 UE2와 같이 버스에 승차하지 않는 경우, 매크로 기지국으로부터의 신호 강도가 이동 중계기로부터의 신호 강도에 비하여 높아지므로, UE2는 다시 이동 중계기로부터 매크로 기지국으로 핸드오버될 것이다. 이러한 경우에는 잠시 머물렀다 떠나는 이동 셀로 UE2가 핸드오버하는 것은 네트워크 부하를 증가시킬 수 있고, 불필요한 동작이 된다.
- [159] 한편, 도 9는 UE1 및 UE2가 승차한 버스가 버스 정류장에 도착하는 경우의 핸드오버 상황을 예시적으로 나타낸 것이다.
- [160] 도 9(a)의 예시에서 UE1 및 UE2는 이동 중계기에 의해서 서빙받고 있고, 이동 중계기, UE1 및 UE2는 버스 정류장을 향하여 이동 중인 상황을 나타낸다.
- [161] 도 9(b)는 이동 중계기, UE1 및 UE2가 버스 정류장에 도착한 상황을 나타낸다. 이 경우, UE1 및 UE2의 각각은 매크로 기지국으로부터의 강한 신호를 감지할 수 있고, 이를 서빙 기지국(즉, 이동 중계기)에게 보고할 수 있다. 기존의 수신 신호의 강도를 기준으로 하는 핸드오버 동작에 따른다면, 서빙 기지국은 UE1 및

- UE2의 각각을 매크로 기지국의 셀로 핸드오버시키는 동작을 수행하게 된다.
- [162] 도 9(c)의 예시에서 UE2는 그대로 버스에 승차한 채로 이동하지만, UE1은 버스 정류장에서 하차하는 상황을 나타낸다. 이 경우, 이동 중계기는 UE1과 멀어지고 UE1은 매크로 기지국의 커버리지 내에 위치하게 되므로, UE1이 이동 중계기로부터 매크로 기지국으로 핸드오버한 것은 적절한 동작이 될 것이다.
- [163] 그러나, 도 8(c)의 예시에서 UE2와 같이 버스에서 하차하지 않는 경우, 이동 기지국이 장착된 이동 수단이 매크로 기지국으로부터 멀어질수록 이동 중계기의 신호 강도가 매크로 기지국으로부터의 신호 강도에 비하여 높아지므로, UE2는 다시 매크로 기지국으로부터 이동 중계기로 핸드오버될 것이다. 이러한 경우에는 UE2가 잠시 머무르는 매크로 셀로 UE2가 핸드오버하는 것은 네트워크 부하를 증가시킬 수 있고, 불필요한 동작이 된다.
- [164] 도 8 및 9의 예시에서 알 수 있는 바와 같이, 기존의 방식에 따르는 경우 핸드오버가 수행되는 상황(예를 들어, 서빙 기지국이 아닌 다른 기지국으로부터의 신호 강도가 더 높은 경우 등)이 이동 중계기가 관련된 핸드오버인 경우(즉, 핸드오버 상황에서 이동 중계기가 서빙 기지국 또는 타겟 기지국이 되는 경우), 단말의 예상 위치를 추가적으로 고려하는 것이 필요하다. 본 문서에서는 이동 중계기로부터 다른 기지국으로의 핸드오버 또는 다른 기지국으로부터 이동 기지국으로의 핸드오버를 통칭하여 '이동 중계기 핸드오버'라고 칭한다.
- [165] 이를 위하여, 이동 중계기 핸드오버의 수행 여부를, 단말이 해당 이동 중계기와 함께 이동할 것인지 여부를 고려하여 결정할 수 있다. 구체적으로, 다른 기지국에 의해 서빙 받던 단말이 이동 중계기가 장착된 이동 수단에 승차할 것인지 여부 또는 이동 중계기에 의해 서빙 받던 단말이 이동 중계기가 장착된 이동 수단에서 하차할 것인지 여부를 추가적으로 고려하여 핸드오버 수행 여부를 결정하여야, 불필요한 핸드오버 동작을 줄일 수 있게 된다.
- [166] 실시예 1
- [167] 본 실시예에 따르면, 이동 중계기 핸드오버의 경우, 단말은 해당 핸드오버가 가능함을 사용자에게 알려주고, 사용자로부터의 입력을 받아 (예를 들어, 해당 이동 중계기가 설치된 차량에 승차/혹은 하차했는지 여부를 입력 받아) 기지국으로 전달할 수 있다. 기지국은 단말이 전달한 사용자로부터의 입력에 기초하여 핸드오버 여부를 결정할 수 있다.
- [168] 이동 중계기 핸드오버가 가능한 상황은, 예를 들어, 단말을 향하여 이동 중계기가 접근하여 이동 중계기의 강한 신호가 측정되는 경우, 또는 이동 중계기와 함께 이동하는 단말이 다른 기지국(예를 들어, 매크로 기지국)에 접근하여 다른 기지국의 강한 신호가 측정되는 경우에 수행될 수 있다.
- [169] 또한, 핸드오버 가능성의 알림은 사용자에게 다양한 방식으로 제공될 수 있다. 예를 들어, 이동 중계기로 또는 다른 기지국으로 핸드오버 할 것인지에 대한 확인을 구하는 알림 방식, 또는 사용자가 해당 이동 중계기가 장착된 이동

수단에 승차할 것인지(또는 승차하였는지) 또는 해당 이동 수단으로부터 하차할 것인지(또는 하차하였는지)에 대한 확인을 구하는 알림 방식 등이 적용될 수 있다.

- [170] 여기서, 단말의 사용자가 이동 수단에 승차하는 것은, 상기 단말의 예상 이동 경로와 이동 중계기의 예상 이동 경로가 동일한 상태라고 표현할 수 있다. 유사하게, 단말의 사용자가 이동 수단에서 하차하는 것은, 상기 단말의 예상 이동 경로와 이동 중계기의 예상 이동 경로가 상이한 상태라고 표현할 수 있다. 본 문서에서는 이러한 단말의 상태를 간략하게 표현하기 위하여 사용자의 입장에서 승차 또는 하차하는 것으로 표현한다.
- [171] 한편, 전술한 이동 중계기 핸드오버 가능성 알림이 불필요하게 수행되는 경우를 최소화하기 위하여, 이동 중계기 핸드오버가 아닌 경우(즉, 핸드오버에서의 서빙 기지국 및 타겟 기지국 모두 이동 중계기가 아닌 경우)에는 사용자에게 상기 알림이 통지되지 않을 수도 있다. 또한, 서빙 기지국 이외의 다른 기지국의 신호 강도가 소정의 세기 이상으로 유지되는 시간이 소정의 임계치를 초과하는 경우에만 상기 알림이 사용자에게 통지되도록 할 수도 있다.
- [172] 또한, 위와 같은 이동 중계기 핸드오버 가능성 알림 기능은 사용자에게 의해 직접적으로 활성화 또는 비활성화되거나, 또는 소정의 기준에 의하여 사용자에게 투명하게 활성화 또는 비활성화될 수 있다. 예를 들어, 사용자가 이동 수단 승차 장소에 소정의 시간 이상 머무르는 경우 상기 핸드오버 가능성 알림 기능이 활성화될 수 있고, 사용자가 이동 수단 승차 장소에서 떠난지 소정의 시간 이상이 되는 시점에서부터 상기 핸드오버 가능성 알림 기능이 비활성화될 수도 있다.
- [173] 실시예 2
- [174] 본 실시예에 따르면, 사용자가 이동 중계기(또는 이동 중계기가 장착된 이동 수단)의 식별 정보를 사전에 설정하여 두고, 상기 식별 정보에 해당하는 이동 중계기 핸드오버의 경우에는 사용자에게 핸드오버 여부에 대한 확인(또는 승차/하차 여부에 대한 확인)을 요구하지 않고 핸드오버가 수행될 수 있다.
- [175] 예를 들어, 이동 중계기(또는 이동 중계기가 장착된 이동 수단)의 식별 정보는 버스나 지하철의 노선 번호 (또는 예상 경로), 차량 식별번호, 이동 중계기의 식별 번호(예를 들어, 셀 ID), 이동 방향, 시간, 장소 등에 대한 정보를 포함할 수 있다. 여기서, 이동 중계기의 셀 ID는 일반적인 기지국(예를 들어, 매크로 기지국)과 구분되도록 할당될 수 있다. 예를 들어, 셀 ID로 할당될 수 있는 식별자의 전체 영역 중에서 특정 영역을 이동 중계기용 셀 ID로 정의할 수 있다. 이 경우, 셀 ID만으로 해당 셀이 이동 중계기의 셀인지 여부를 확인할 수 있다.
- [176] 또한, 상기 식별 정보는 하나 이상의 식별 정보의 조합으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 특정 노선에 속하는 모든 차량에 대해서는 이동 방향, 시간, 장소에 무관하게 핸드오버가 수행되도록 상기 식별 정보가 구성될 수 있다. 또는, 특정 노선에 속하는 모든 차량 중에서, 특정 이동방향, 특정 시간 및 특정 장소에

해당하는 경우에만 핸드오버가 수행되도록 상기 식별 정보가 구성될 수도 있다. 여기서 상기 식별정보에 따라 항상 수행되는 핸드오버는 다른 기지국으로부터 이동 중계기로의 핸드오버 또는 이동 중계기로부터 다른 기지국으로의 핸드오버에 해당할 수 있다.

- [177] 예를 들어, 사전에 설정된 식별 정보에 해당하는 이동 중계기가 장착된 이동 수단으로는 승차하는 것을 가정하고 항상 핸드오버가 시도될 수 있다. 만약, 특정 시간대(예를 들어, 출근 시간대) 및/또는 특정 정류장 정보(예를 들어, 자택 근처의 정류장)가 추가적으로 설정되어 있는 경우라면, 이에 부합하는 조건의 이동 중계기가 접근하는 경우 해당 이동 중계기로 항상 핸드오버가 수행될 수 있다.
- [178] 다른 예시로서, 사전에 설정된 식별 정보에 해당하는 이동 중계기가 장착된 이동 수단으로부터는 하차하는 것을 가정하고 항상 핸드오버가 시도될 수 있다. 여기서, 특정 시간대(예를 들어, 퇴근 시간대) 및/또는 특정 역 정보(예를 들어, 자택 근처의 지하철 역)가 추가적으로 설정되어 있는 경우라면, 이에 부합하는 조건의 이동 중계기를 장착한 이동 수단이 다른 기지국에 접근하는 경우, 해당 이동 중계기로부터 다른 기지국으로 항상 핸드오버가 수행될 수 있다.
- [179] 전술한 식별 정보는 핸드오버 허용의 경우를 특정하는 화이트 리스트의 방식으로 구성되는 경우를 예시적으로 설명하였지만, 경우에 따라서는 핸드오버 금지의 경우를 특정하는 블랙 리스트의 방식으로 구성될 수도 있다. 다만, 대중 교통 수단에 장착된 이동 중계기 핸드오버의 경우에는, 몇몇 경우에 대해서만 핸드오버를 허용하는 것이 일반적이므로 화이트 리스트 방식으로 식별 정보가 구성될 수 있다.
- [180] 또한, 전술한 바와 같이 미리 설정되어 있는 식별정보는, 경우에 따라서 사용자에게 의해서 동적으로 변경될 수도 있다.
- [181] 상기 식별 정보는 단말 및/또는 네트워크에 저장될 수 있다. 단말에 식별 정보가 저장되는 경우, 단말은 상기 식별 정보에 부합하는 경우에만 핸드오버 관련 정보(예를 들어, 측정 정보)를 기지국에게 보고하도록 동작하여 불필요한 핸드오버가 수행되지 않도록 할 수 있다. 네트워크에 식별 정보가 저장되는 경우, 단말은 핸드오버 관련 정보를 네트워크(예를 들어, 서빙 기지국)으로 보고하지만, 서빙 기지국에서 해당 핸드오버 관련 정보가 사용자가 설정한 식별정보에 부합하지 않는 경우에는 핸드오버를 하지 않는 것으로 결정할 수 있다.
- [182] 또한, 상기 식별정보를 이용하여, 이동 중계기와 핸드오버에 관련된 매크로 기지국(예를 들어, 특정 버스 정류장의 위치를 커버리지에 포함하는 매크로 기지국, 특정 지하철 역의 위치를 커버리지에 포함하는 매크로 기지국)은 미리 해당 단말의 인증을 준비하여 덤으로써 핸드오버에 소요되는 시간을 감소시킬 수도 있다.
- [183] 실시예 3

- [184] 본 실시예에 따르면, 단말에 장착된 센서에 의해서 사용자가 이동 중계기에 접근하는지 또는 멀어지는지 여부를 결정할 수 있으며, 이에 기초하여 해당 이동 중계기로의/으로부터의 핸드오버가 수행될 수 있다.
- [185] 예를 들어, 이동 중계기가 장착된 이동 수단(예를 들어, 자동차)에 사용자가 승차/하차하는 것은, 상기 이동 중계기 자체 또는 상기 이동 중계기가 장착된 이동 수단의 입구/출구에 배치된 특정 신호 발생기로부터의 신호를 해당 사용자의 단말의 센서가 센싱함으로써 해당 단말이 파악할 수 있다. 예를 들어, 이동 중계기가 장착된 이동 수단이 버스인 경우에는, 버스 요금 과금 카드를 포함한 단말은 버스에 장착된 카드 리더기와 근거리 통신을 통하여 특정 버스로의/으로부터의 승차/하차 여부를 판정할 수 있다. 이를 위하여, 상기 신호 발생기 또는 카드 리더기로부터 발생하는 신호에는 해당 버스를 식별하는 정보(예를 들어, 노선 정보 등)가 포함될 수 있다.
- [186] 또는, 열차, 비행기 선박 등과 같이 출발 및 도착 시간이 사전에 정해져 있는 경우에는, 단말을 통하여 티켓 정보를 읽어 들이거나, 단말이 인식 가능한 전자 티켓을 수신하는 방식으로 해당 이동 수단의 출발 및 도착 시간을 단말이 파악할 수 있다. 이 경우, 단말이 주변 기지국의 신호 강도를 측정하는 중에 상기 출발 또는 도착 시간에 해당하여 특정 기지국 신호가 강해지면 (이는, 승차 또는 하차의 경우에 해당함을 파악하고) 해당 기지국으로 핸드오버(즉, 이동 중계기 핸드오버)를 수행할 수 있다. 또는, 단말은 상기 티켓 정보로부터 출발 장소 및 도착 장소에 대한 정보를 파악할 수 있고, 해당 위치에서 해당 시간에는 이동 중계기 핸드오버를 수행하도록 동작할 수도 있다. 예를 들어, 단말은 티켓 정보로부터 도착지 정보를 추출하고, 해당 도착지에 위치한 기지국에 대한 정보를 직접적으로 또는 네트워크에 위치한 서버를 통한 질의(query) 및 응답(response) 과정을 통해서 간접적으로 획득할 수도 있다.
- [187] 전술한 예시에서는 단말이 승차/하차 여부를 센싱하고 기지국으로 보고하여 이동 중계기 핸드오버 과정이 수행되는 것으로 설명하였지만, 반대로 이동 중계기(또는 이동 중계기가 장착된 이동 수단)에 함께 위치하는 센서가 단말의 승차/하차 여부를 센싱하고 이에 기초하여 네트워크 측에서 이동 중계기 핸드오버 과정이 개시될 수도 있다. 예를 들어, 단말의 승차의 경우에는 이동 중계기가 타겟 기지국이 되며, 이동 중계기가 서버 기지국으로 해당 단말의 핸드오버 요청을 할 수도 있다. 또는, 단말의 하차의 경우에는 이동 중계기가 서버 기지국이 되며, 이동 중계기가 타겟 기지국(예를 들어, 해당 장소를 커버리지로 포함하는 매크로 기지국)으로의 핸드오버 절차를 개시할 수도 있다. 어떤 경우든 사용자의 승차/하차 여부가 사용자의 개입 없이 결정되고, 이에 기초하여 이동 중계기 핸드오버가 수행된다는 점에서는 동일하다.
- [188] 실시예 4
- [189] 이동 중계기 핸드오버와 관련하여 전술한 실시예들에서 설명한, 승차/하차 여부에 대한 사용자의 입력을 받는 방식(실시예 1), 사용자가 미리 설정한 식별

정보에 해당하는 이동 중계기로/로부터 승차/하차하는 것으로 가정하는 방식(실시예 2), 및/또는 사용자의 승차/하차 여부가 센싱되는 방식(실시예 3)은, 핸드오버 이외의 동작 수행을 위한 트리거링 정보로서 사용될 수도 있다.

- [190] 예를 들어, 이동 중계기가 장착된 이동 수단에서 사용자가 승차하는 것으로 결정되는 경우, 단말은 전화 착신음을 진동으로 변경하거나, 해당 차량의 노선 정보를 제공하는 애플리케이션을 실행시키는 등의 동작을 수행할 수 있다. 또한, 단말은 이동 중계기 등의 통신 장비와의 신호 교환을 통해서 해당 이동 수단의 위치 정보 및 목적지 도달 예상 시간 정보 등을 획득할 수도 있다. 또한, 획득한 정보를 바탕으로 사용자에게 목적지 부근에 인접했는지 여부를 알려줄 수도 있다.
- [191] 한편, 이동 중계기가 장착된 이동 수단으로부터 사용자가 하차하는 것으로 결정되는 경우, 단말은 승차시의 동작 모드에서 승차 이전의 일반적인 동작 모드로 전환될 수도 있다.
- [192] 도 10은 본 발명에 따른 이동 중계기 핸드오버 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [193] 도 10의 예시에서 서빙 기지국이 이동 중계기이고 타겟 기지국이 매크로 기지국이거나, 또는 서빙 기지국이 매크로 기지국이고 타겟 기지국이 이동 중계기일 수 있다. 이와 같이 이동 중계기가 관련된 핸드오버를, 전술한 바와 같이 이동 중계기 핸드오버라 칭한다.
- [194] 단계 S1010에서 단말은 이동 중계기 핸드오버에 대한 자신의 상태(state)를 결정할 수 있다. 단말의 상태는 간략하게는 이동 중계기 핸드오버의 허용 여부에 대한 상태에 해당할 수 있다. 보다 구체적으로는, 단말의 상태는, 이동 중계기의 예상 이동 경로와 단말의 예상 이동 경로가 서로 동일한 제 1 상태(예를 들어, 단말의 사용자가 이동 중계기가 장착된 이동 수단에서 승차할/승차한 상태) 또는 서로 상이한 제 2 상태(예를 들어, 단말의 사용자가 이동 중계기가 장착된 이동 수단에서 하차할/하차한 상태)일 수 있다.
- [195] 단계 S1010에서 단말의 상태는, 전술한 본 발명의 다양한 실시예들(예를 들어, 사용자 입력, 미리 설정된 식별 정보, 단말의 센싱)에 기초하여 결정될 수 있으며, 중복되는 설명은 생략한다.
- [196] 단계 S1020에서 단말은 이동 중계기 핸드오버에 대해서 결정된 상태에 대한 정보를 서빙 기지국으로 전송할 수 있고, 단계 S1030에서 서빙 기지국은 이를 수신할 수 있다. 단계 S1020은 단말의 주변 기지국에 대한 단말의 측정 결과(예를 들어, 도 7의 S110)와 함께 전송될 수도 있고, 또는 별도로 전송될 수 있다.
- [197] 단계 S1040에서 서빙 기지국은 단말로부터 수신된 이동 중계기 핸드오버에 대한 단말의 상태 정보에 기초하여 해당 단말의 핸드오버 수행 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 서빙 기지국이 매크로 기지국이고 타겟 기지국이 이동 중계기인 경우에, 단말의 상태가 이동 중계기와 동일한 예상 경로를 가지는 것을 나타내는 경우라면 핸드오버를 허용하고, 단말의 상태가 이동 중계기와 상이한 예상 이동 경로를 가지는 것을 나타내면 핸드오버를 허용하지 않는 것으로

결정할 수 있다. 또는, 서빙 기지국이 이동 중계기이고 타겟 기지국이 매크로 기지국인 경우에, 단말의 상태가 이동 중계기와 동일한 예상 경로를 가지는 것을 나타내는 경우라면 핸드오버를 허용하지 않고, 단말의 상태가 이동 중계기와 상이한 예상 이동 경로를 가지는 것을 나타내면 핸드오버를 허용하는 것으로 결정할 수 있다.

- [198] 단계 S1050에서 서빙 기지국은 핸드오버 허용에 대한 결정에 기초한 핸드오버 명령을 단말에게 전송할 수 있다. 핸드오버를 허용하는 것으로 결정하는 경우, 단계 S1050이 수행되기 전에 타겟 기지국에서의 단말을 위한 자원 확보 등을 위한 절차가 수행될 수 있다(예를 들어, 도 7의 S120 내지 S130). 만약 핸드오버를 허용하지 않는 경우 단계 S1050은 수행되지 않을 수 있다.
- [199] 단계 S1060에서, 핸드오버 명령을 수신한 단말, 서빙 기지국 및 타겟 기지국은 후속 핸드오버 절차를 수행할 수 있다(예를 들어, 도 7의 S150 내지 S190).
- [200] 본 발명에 따른 이동 중계기 핸드오버 방법에 있어서, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있으며, 중복되는 내용은 명확성을 위하여 설명을 생략한다.
- [201] 도 11은 본 발명에 따른 단말 장치 및 기지국 장치의 구성을 도시한 도면이다.
- [202] 도 11를 참조하여 본 발명에 따른 단말 장치(1110)는, 수신모듈(1111), 전송모듈(1112), 프로세서(1113), 메모리(1114) 및 복수개의 안테나(1115)를 포함할 수 있다. 복수개의 안테나(1115)는 MIMO 송수신을 지원하는 단말 장치를 의미한다. 수신모듈(1111)은 다른 장치(예를 들어, 기지국 또는 중계기)로부터의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 전송모듈(1112)은 다른 장치로 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 프로세서(1113)는 단말 장치(1110) 전반의 동작을 제어할 수 있다.
- [203] 단말 장치(1110)는 이동 중계기 핸드오버를 수행하도록 구성될 수 있다. 단말 장치(1110)의 프로세서(1113)는, 상기 이동 중계기 핸드오버에 대한 상기 단말의 상태에 대한 정보를 서빙 기지국에게 보고하도록 구성될 수 있다. 또한, 프로세서(1113)는, 상기 단말의 상태에 기초하여 결정되는 상기 서빙 기지국으로부터의 핸드오버 명령에 기초하여 상기 이동 중계기 핸드오버를 수행하도록 구성될 수 있다.
- [204] 단말 장치(1110)의 프로세서(1113)는 그 외에도 단말 장치(1110)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(1114)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.
- [205] 도 11를 참조하여 본 발명에 따른 기지국 장치(1120)는, 수신모듈(1121), 전송모듈(1122), 프로세서(1123), 메모리(1124) 및 복수개의 안테나(1125)를 포함할 수 있다. 복수개의 안테나(1125)는 MIMO 송수신을 지원하는 기지국 장치를 의미한다. 수신모듈(1121)은 다른 장치(단말, 다른 기지국 또는

중계기)로부터 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 전송모듈(1122)은 다른 장치로 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 프로세서(1123)는 기지국 장치(1120) 전반의 동작을 제어할 수 있다.

- [206] 기지국 장치(1120)는 이동 중계기 핸드오버를 지원하도록 구성될 수 있다. 기지국 장치(1120)의 프로세서(1123)는, 상기 이동 중계기 핸드오버에 대한 단말의 상태에 대한 정보를 수신하도록 구성될 수 있다. 또한, 프로세서(1123)는, 상기 단말의 상태에 기초하여 핸드오버 수행 여부를 결정하고 상기 단말에게 핸드오버 명령을 전송하는 단계를 포함할 수 있다.
- [207] 도 11의 기지국 장치(1120)은 이동 중계기 핸드오버에 관여하는 다른 기지국에 해당하거나 또는 이동 중계기 장치 자체에 해당할 수 있다.
- [208] 기지국 장치(1120)의 프로세서(1123)는 그 외에도 기지국 장치(1120)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(1124)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.
- [209] 위와 같은 단말 장치 및 기지국 장치들의 구체적인 구성은, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있으며, 중복되는 내용은 명확성을 위하여 설명을 생략한다.
- [210] 또한, 도 11에 대한 설명에 있어서 기지국 장치에 대한 설명은 하향링크 전송 주체 또는 상향링크 수신 주체로서의 중계기 장치에 대해서도 동일하게 적용될 수 있고, 송수신 장치에 대한 설명은 하향링크 수신 주체 또는 상향링크 전송 주체로서의 단말 장치 또는 중계기 장치에 대해서도 동일하게 적용될 수 있다.
- [211] 상술한 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.
- [212] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [213] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [214] 상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본

발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 당업자는 상술한 실시예들에 기재된 각 구성을 서로 조합하는 방식으로 이용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

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

### **산업상 이용가능성**

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

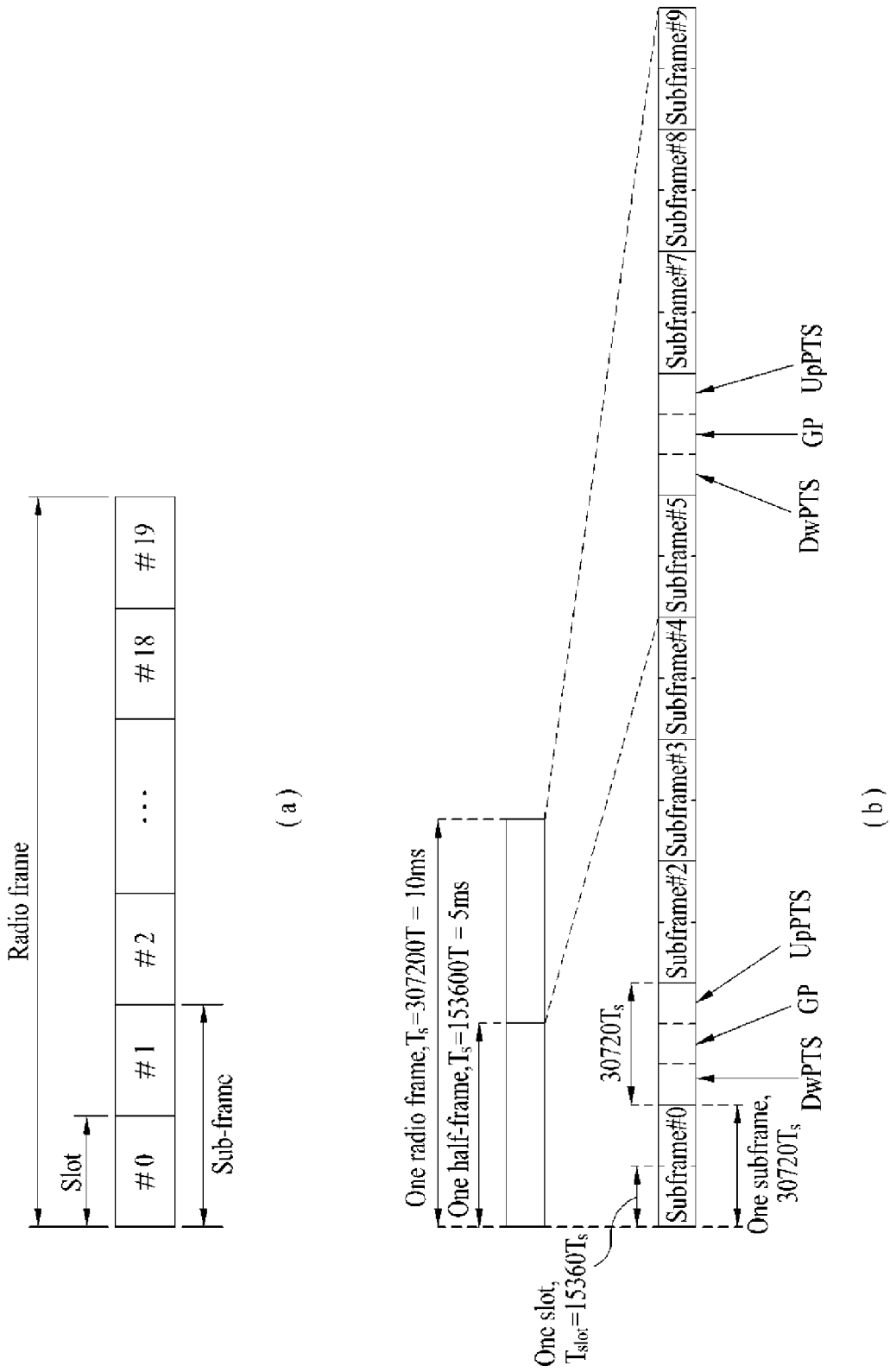
## 청구범위

- [청구항 1] 단말이 이동 중계기 핸드오버를 수행하는 방법으로서, 상기 이동 중계기 핸드오버에 대한 상기 단말의 상태에 대한 정보를 서빙 기지국에게 보고하는 단계; 및 상기 단말의 상태에 기초하여 결정되는 상기 서빙 기지국으로부터의 핸드오버 명령에 기초하여 상기 이동 중계기 핸드오버를 수행하는 단계를 포함하는, 핸드오버 수행 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 단말의 상태는, 상기 단말이 상기 이동 중계기의 예상 이동 경로와 동일한 예상 이동 경로를 가지는 제 1 상태, 또는 상기 단말이 상기 이동 중계기의 예상 이동 경로와 상이한 예상 이동 경로를 가지는 제 2 상태 중 하나인, 핸드오버 수행 방법.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서, 상기 이동 중계기 핸드오버가 상기 이동 중계기로부터 다른 기지국으로의 핸드오버인 경우, 상기 단말의 상태가 제 1 상태인 경우 상기 이동 중계기 핸드오버가 수행되지 않고, 상기 제 2 상태인 경우 상기 이동 중계기 핸드오버가 수행되는, 핸드오버 수행 방법.
- [청구항 4] 제 2 항에 있어서, 상기 이동 중계기 핸드오버가 다른 기지국으로부터 상기 이동 중계기로의 핸드오버인 경우, 상기 단말의 상태가 제 1 상태인 경우 상기 이동 중계기 핸드오버가 수행되고, 상기 제 2 상태인 경우 상기 이동 중계기 핸드오버가 수행되지 않는, 핸드오버 수행 방법.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서, 상기 단말의 상태는, 상기 단말의 사용자로부터 입력된 정보, 상기 단말에 대해 미리 설정된 식별 정보, 또는 상기 단말의 센싱 결과 중 하나 이상에 의해서 결정되는, 핸드오버 수행 방법.
- [청구항 6] 제 5 항에 있어서, 상기 단말의 사용자로부터 입력된 정보는, 상기 단말의 상태의 확인 요청에 대한 상기 사용자의 응답인, 핸드오버 수행 방법.
- [청구항 7] 제 5 항에 있어서, 상기 미리 설정된 식별 정보는,

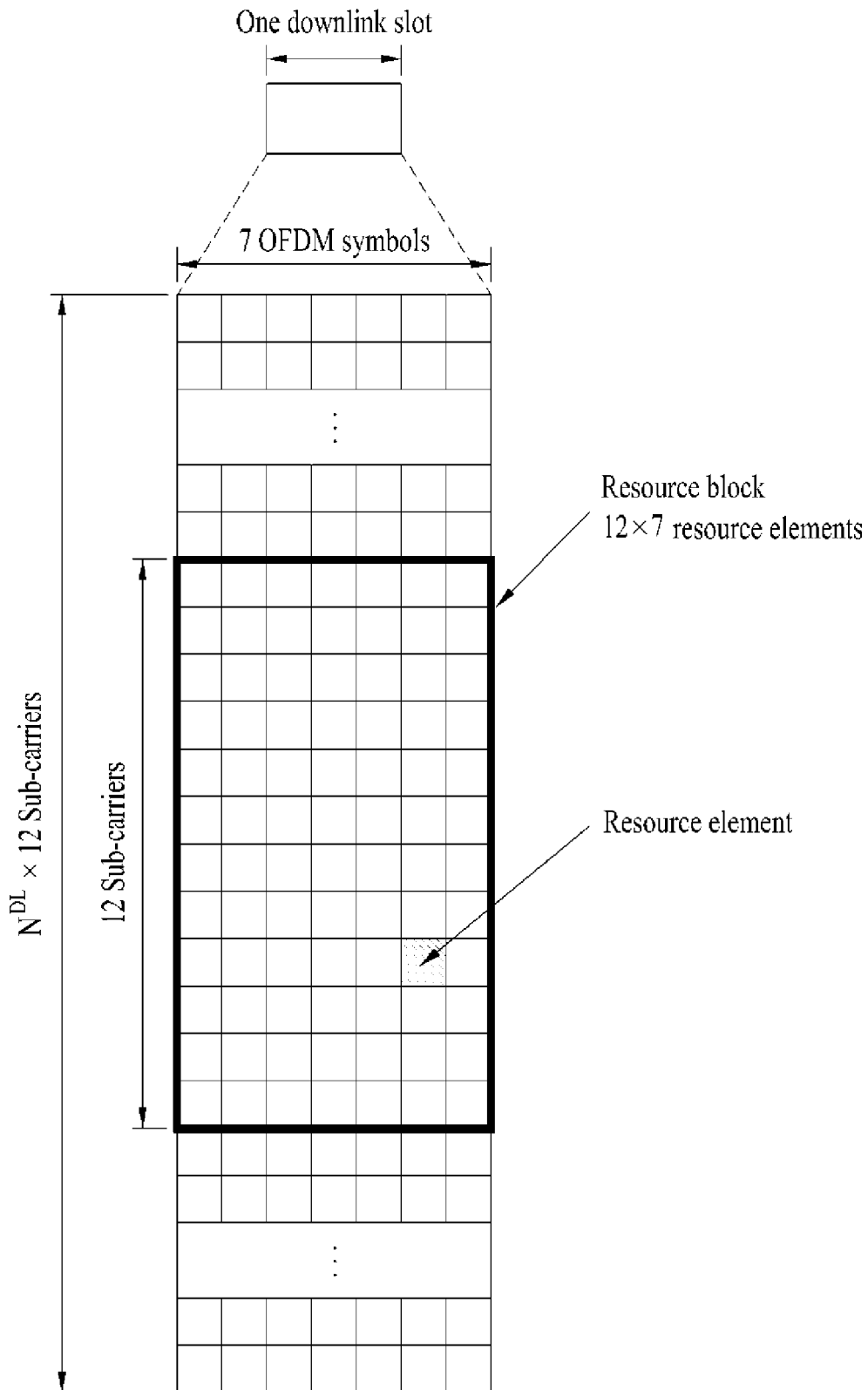
- 상기 이동 중계기의 예상 이동 경로, 상기 이동 중계기의 식별 정보, 상기 이동 중계기가 장착된 이동 수단의 식별 정보, 시간 또는 장소 중 하나 이상을 포함하는, 핸드오버 수행 방법.
- [청구항 8] 제 5 항에 있어서,  
상기 단말의 센싱 결과는,  
상기 이동 중계기 또는 상기 이동 중계기와 함께 위치하는 장치로부터의 신호를 센싱한 결과, 또는  
상기 단말이 상기 이동 중계기의 예상 이동 경로, 출발 시간, 출발 장소, 도착 시간 또는 도착 장소 중 하나 이상에 대한 정보를 담은 매체를 센싱한 결과 중 하나 이상인, 핸드오버 수행 방법.
- [청구항 9] 제 1 항에 있어서,  
상기 단말의 상태는,  
상기 이동 중계기 핸드오버가 허용되는 제 1 상태 또는 상기 이동 중계기 핸드오버가 금지되는 제 2 상태 중 하나인, 핸드오버 수행 방법.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서,  
상기 이동 중계기 핸드오버는,  
상기 이동 중계기로부터 다른 기지국으로의 핸드오버, 또는  
상기 다른 기지국으로부터 상기 이동 중계기로의 핸드오버인,  
핸드오버 수행 방법.
- [청구항 11] 이동 중계기 핸드오버를 지원하는 방법으로서는,  
상기 이동 중계기 핸드오버에 대한 단말의 상태에 대한 정보를 수신하는 단계; 및  
상기 단말의 상태에 기초하여 핸드오버 수행 여부를 결정하고  
상기 단말에게 핸드오버 명령을 전송하는 단계를 포함하는,  
핸드오버 지원 방법.
- [청구항 12] 이동 중계기 핸드오버를 수행하는 단말 장치로서,  
네트워크로 신호를 전송하는 전송 모듈;  
네트워크로부터 신호를 수신하는 수신 모듈; 및  
상기 전송 모듈 및 상기 수신 모듈을 포함하는 상기 단말 장치를 제어하는 프로세서를 포함하고,  
상기 프로세서는,  
상기 이동 중계기 핸드오버에 대한 상기 단말의 상태에 대한 정보를, 상기 전송 모듈을 통하여 서빙 기지국에게 보고하고;  
상기 단말의 상태에 기초하여 결정되는 상기 서빙 기지국으로부터의 핸드오버 명령에 기초하여 상기 이동 중계기 핸드오버를 수행하도록 구성되는, 핸드오버 수행 단말 장치.
- [청구항 13] 이동 중계기 핸드오버를 지원하는 기지국 장치로서,

단말로 신호를 전송하는 전송 모듈;  
상기 단말로부터 신호를 수신하는 수신 모듈; 및  
상기 전송 모듈 및 상기 수신 모듈을 포함하는 상기 기지국 장치를  
제어하는 프로세서를 포함하고,  
상기 프로세서는,  
상기 이동 중계기 핸드오버에 대한 단말의 상태에 대한 정보를,  
상기 수신 모듈을 통하여 수신하고;  
상기 단말의 상태에 기초하여 핸드오버 수행 여부를 결정하고,  
상기 전송 모듈을 통하여 상기 단말에게 핸드오버 명령을  
전송하도록 구성되는, 핸드오버 지원 기지국 장치.

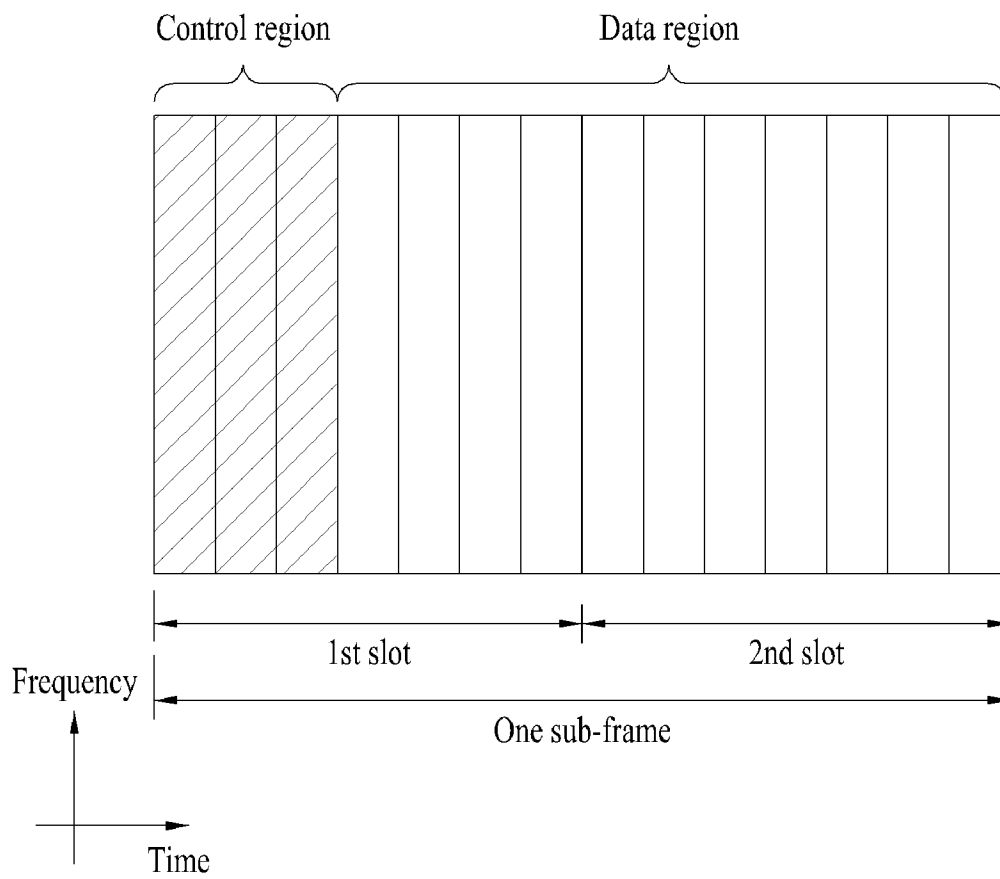
[Fig. 1]



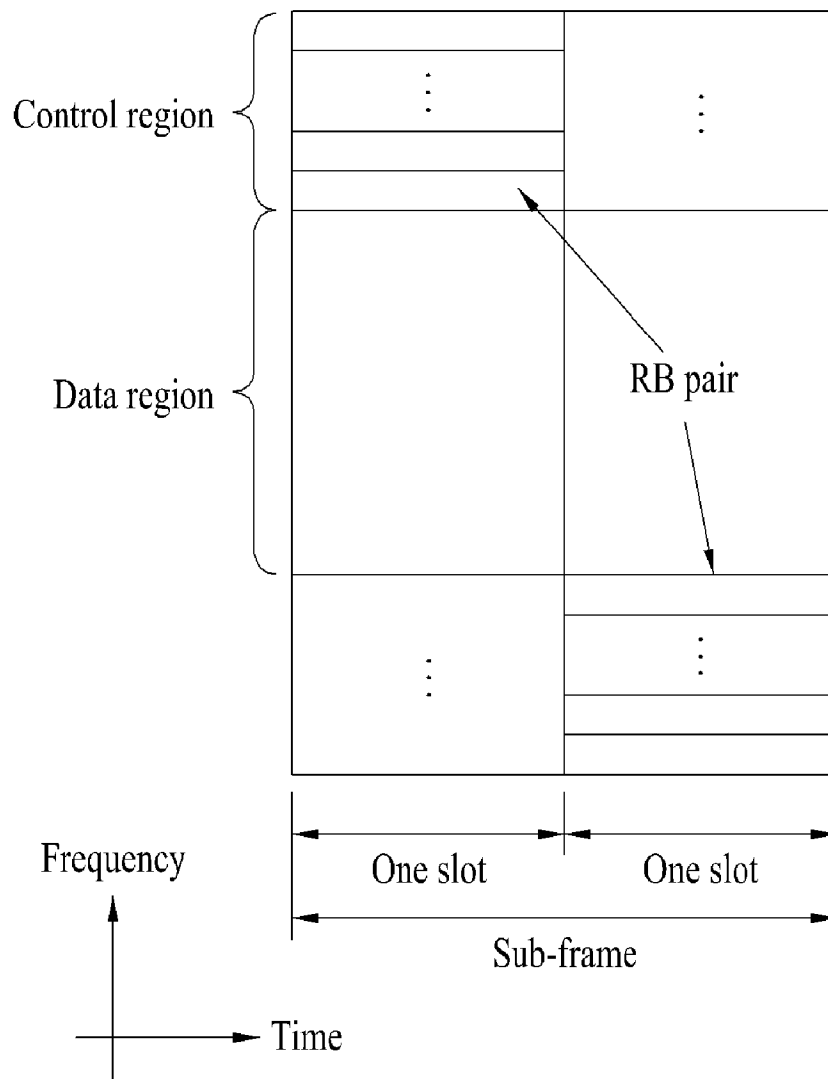
[Fig. 2]



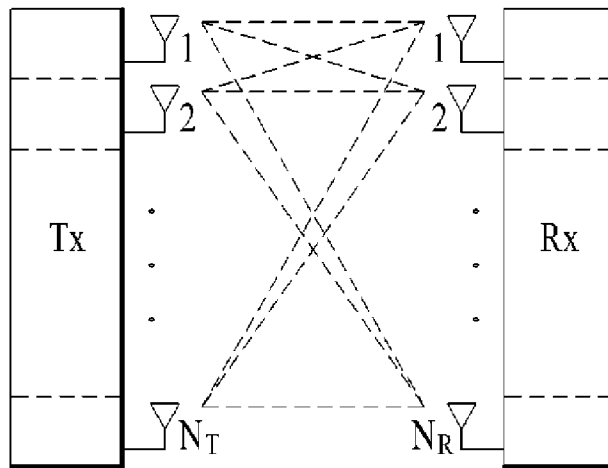
[Fig. 3]



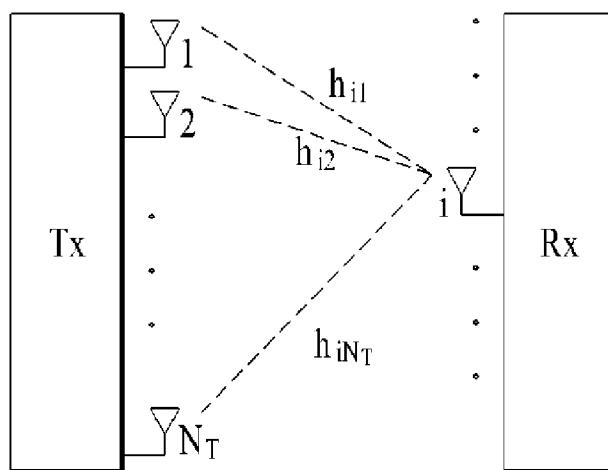
[Fig. 4]



[Fig. 5]

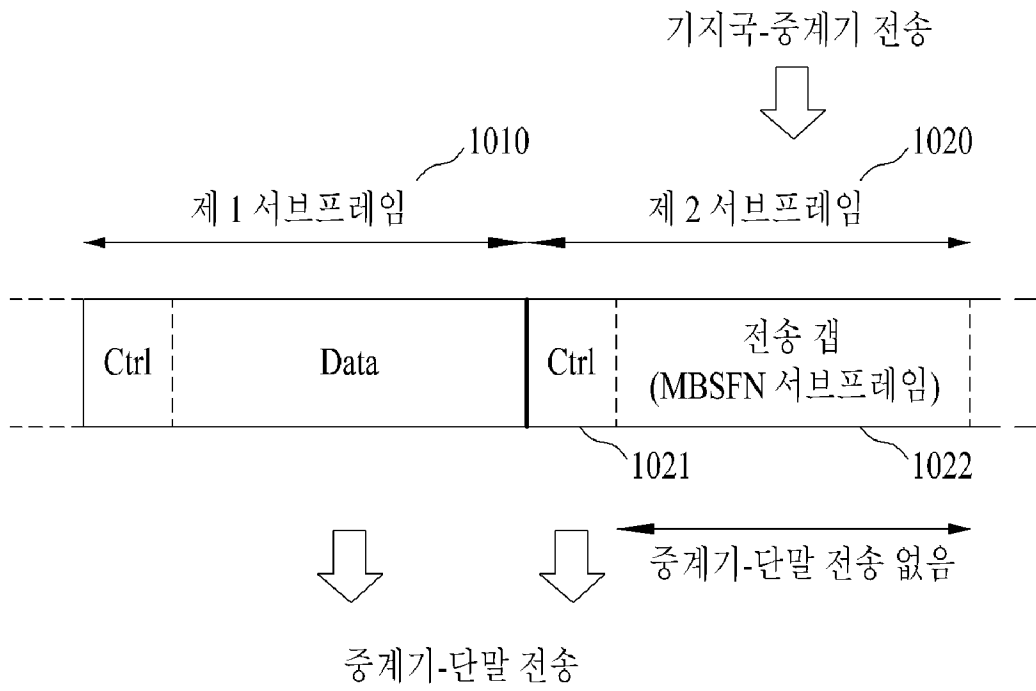


(a)

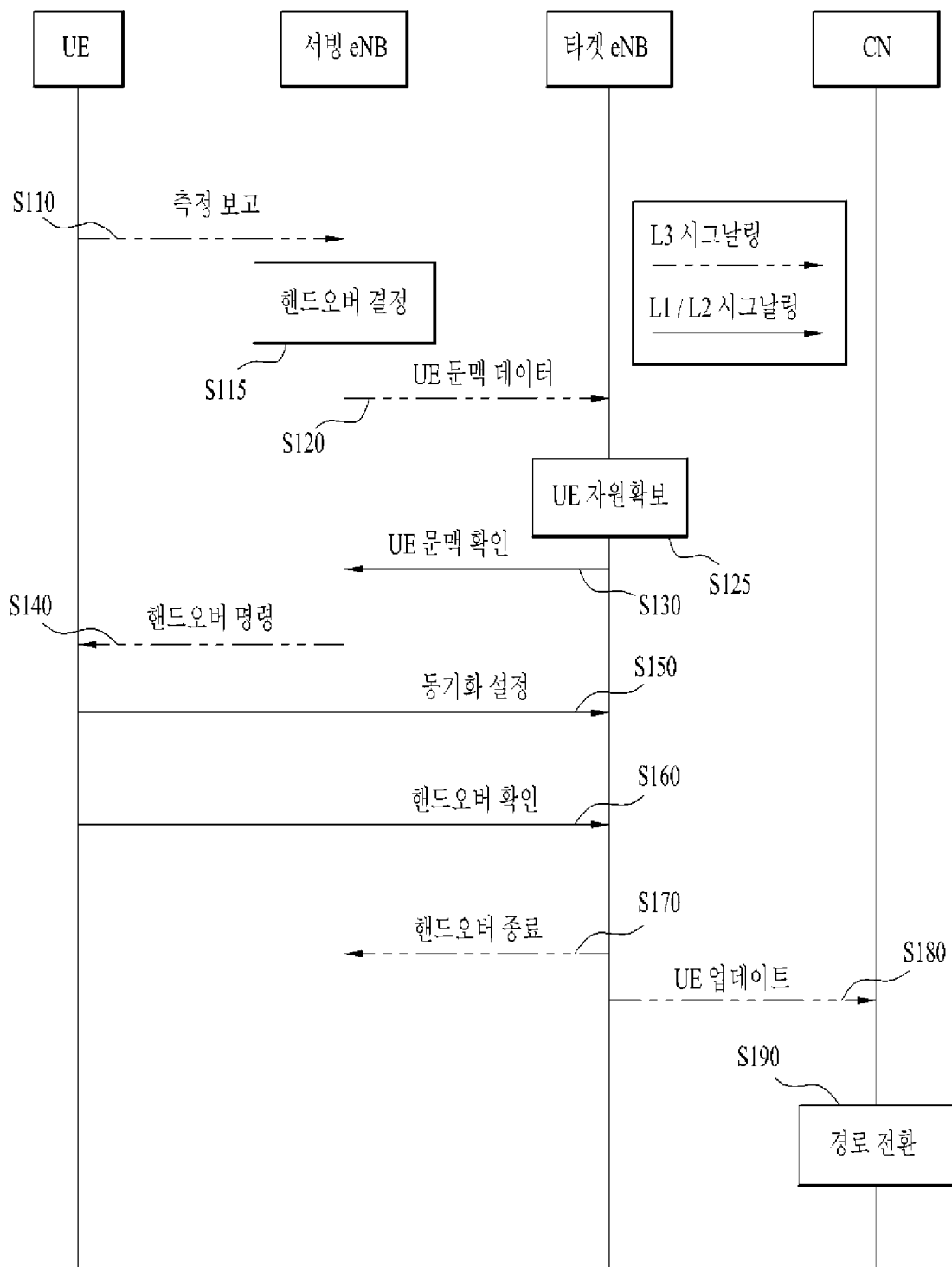


(b)

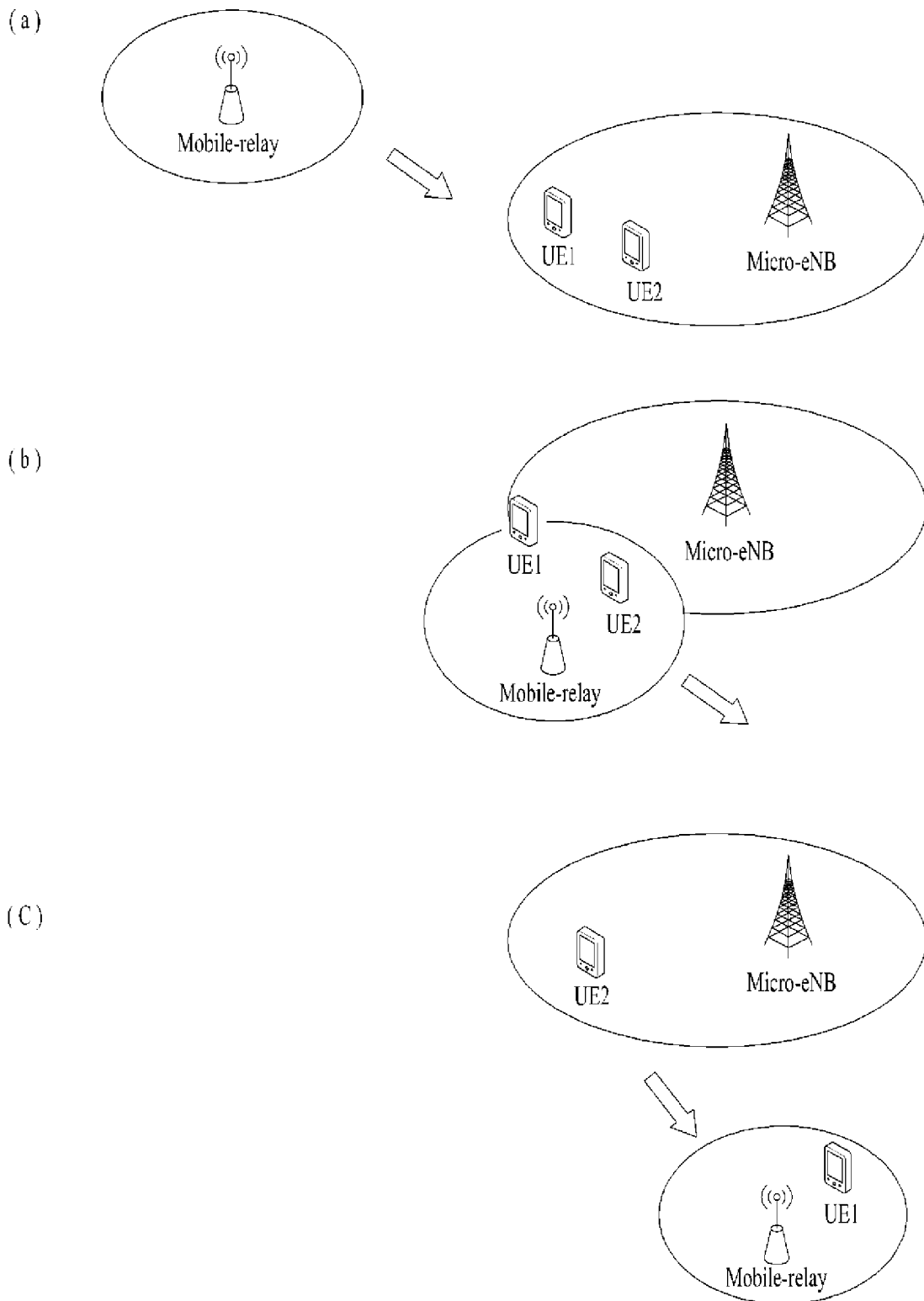
[Fig. 6]



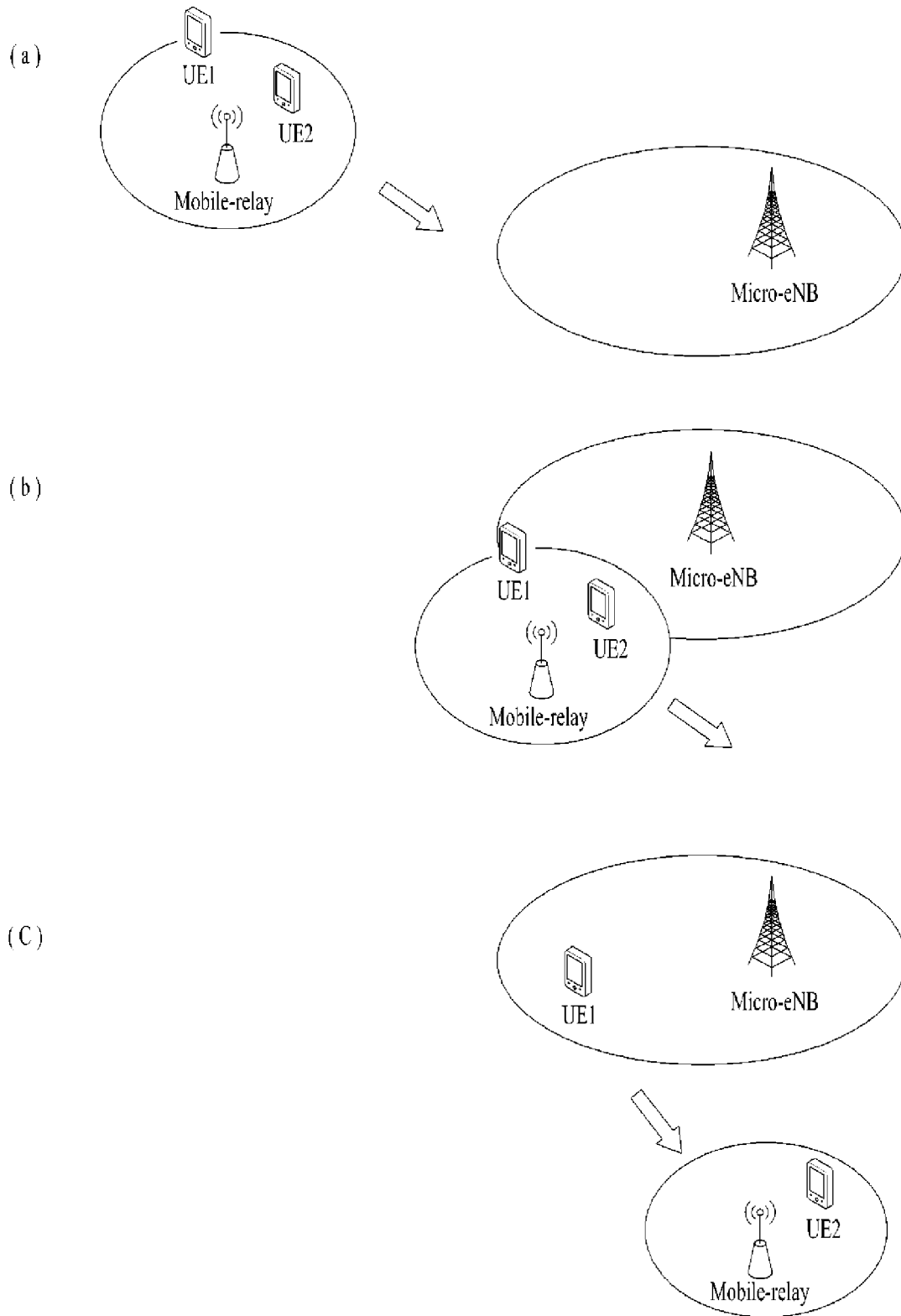
[Fig. 7]



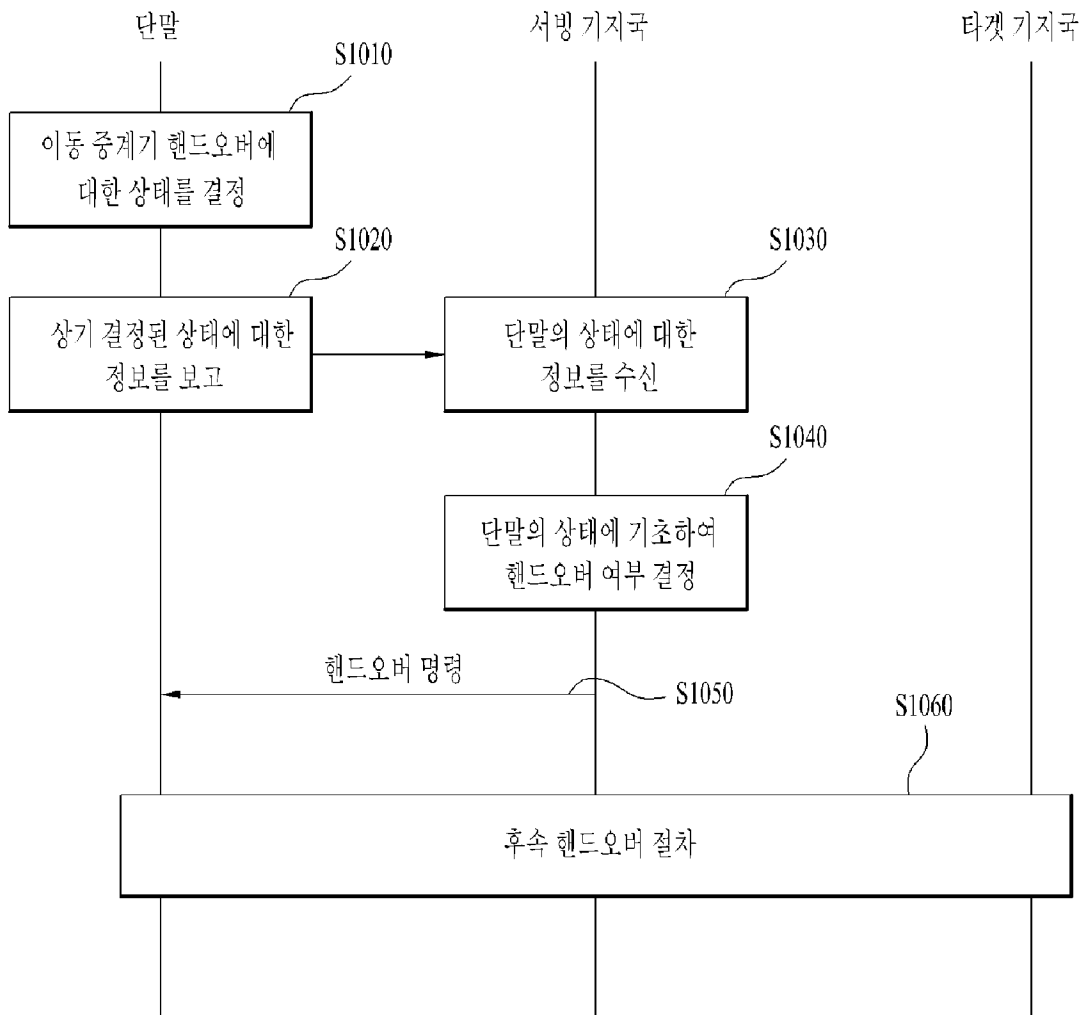
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]

