

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2014년 5월 8일 (08.05.2014)



(10) 국제공개번호
WO 2014/069929 A1

- (51) 국제특허분류: H04J 11/00 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/009823
- (22) 국제출원일: 2013년 11월 1일 (01.11.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 61/721,500 2012년 11월 2일 (02.11.2012) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 150-721 서울 영등포구 여의도동 20, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 정만영 (JUNG, Man Young); 137-130 서울시 서초구 양재동 221 엘지전자, 컨버전스 R&D 연구소, Seoul (KR). 이상욱 (LEE, Sang Wook); 137-130 서울시 서초구 양재동 221 엘지전자, 컨버전스 R&D 연구소, Seoul (KR). 황진엽 (HWANG, Jin Yup); 137-130 서울시 서초구 양재동 221 엘지전자, 컨버전스 R&D 연구소, Seoul (KR).

소, Seoul (KR). 양윤오 (YANG, Yoon Oh); 137-130 서울시 서초구 양재동 221 엘지전자, 컨버전스 R&D 연구소, Seoul (KR). 임수환 (LIM, Su Hwan); 137-130 서울시 서초구 양재동 221 엘지전자, 컨버전스 R&D 연구소, Seoul (KR).

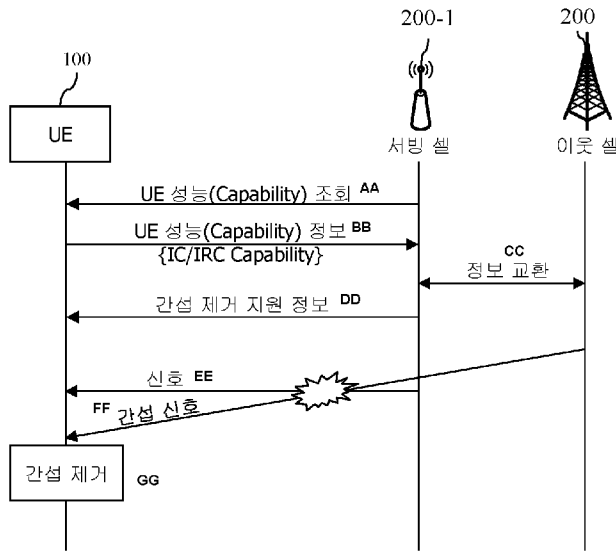
(74) 대리인: 에스앤아이피 특허법인 (S&IP PATENT & LAW FIRM); 135-080 서울시 강남구 테헤란로 14길 5 (역삼동 삼흥역삼빌딩 2층), Seoul (KR).

(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, LT, 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.

[다음 쪽 계속]

(54) Title: INTERFERENCE CANCELLATION RECEIVING METHOD AND INTERFERENCE CANCELLATION RECEIVING TERMINAL

(54) 발명의 명칭 : 간섭 제거 수신 방법 및 단말



(57) Abstract: One embodiment of the present specification provides an interference cancellation receiving method. According to the interference cancellation receiving method, interference estimation support information can be received from a serving cell. The interference estimation support information includes information for a time domain and information for a frequency domain, wherein the information for a time domain can indicate a section of a subframe or a wireless frame in a time domain in which the coherence of an interference signal is maintained, and the information for a frequency domain can indicate a section in a frequency domain in which the coherence of the interference signal is maintained. According to the interference cancellation receiving method, an interference signal introduced from a neighboring cell is estimated by using the information for a time domain and the information for a frequency domain of the interference estimation support information, and a signal from the serving cell can be detected by cancelling the estimated interference.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

- 100 ... UE
- 200 ... Neighboring cell
- 200-1 ... Serving cell
- AA ... Inquiring into UE capability
- BB ... UE capability information (IC/IRC capability)
- CC ... Exchanging information
- DD ... Interference cancellation support information
- EE ... Signal
- FF ... Interference signal
- GG ... Cancelling interference

WO 2014/069929 A1



(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, 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))

본 명세서의 일 개시는 간섭 제거 수신 방법을 제공한다. 상기 간섭 제거 수신 방법에 따르면, 서빙셀로부터 간섭 추정 지원 정보가 수신될 수 있다. 상기 간섭 추정 지원 정보는 시간 영역을 위한 정보와 주파수 영역을 위한 정보를 포함하고, 상기 시간 영역을 위한 정보는 간섭 신호의 코히런스(Coherence)가 유지되는 시간 영역에서의 무선 프레임 또는 서브프레임의 구간을 지시하고, 상기 주파수 영역을 위한 정보는 간섭 신호의 코히런스(Coherence)가 유지되는 주파수 영역에서의 구간을 지시할 수 있다. 상기 간섭 제거 수신 방법에 따르면, 상기 간섭 추정 지원 정보 내의 시간 영역을 위한 정보와 주파수 영역을 위한 정보를 이용하여, 이웃셀로부터 유입되는 간섭 신호가 추정되고, 상기 추정된 간섭이 제거됨으로써 상기 서빙셀로부터의 신호가 검출될 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 간섭 제거 수신 방법 및 단말

기술분야

- [1] 본 명세서의 개시는 간섭 제거 수신 방법 및 단말에 관한 것이다.

배경기술

- [2] UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 향상인 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 3GPP 릴리즈(release) 8로 소개되고 있다. 3GPP LTE는 하향링크에서 OFDMA(orthogonal frequency division multiple access)를 사용하고, 상향링크에서 SC-FDMA(Single Carrier-frequency division multiple access)를 사용한다. OFDMA 이해하기 위해서는 OFDM을 알아야 한다. OFDM은 낮은 복잡도로 심볼간 간섭(inter-symbol interference) 효과를 감쇄시킬 수 있어, 사용되고 있다. OFDM은 직렬로 입력되는 데이터를 N개의 병렬 데이터로 변환하여, N개의 직교 부반송파(subcarrier)에 실어 전송한다. 부반송파는 주파수 차원에서 직교성을 유지한다. 한편, OFDMA은 OFDM을 변조 방식으로 사용하는 시스템에 있어서 이용 가능한 부반송파의 일부를 각 사용자에게 독립적으로 제공하여 다중 접속을 실현하는 다중 접속 방법을 말한다.
- [3] 최근에는 3GPP LTE의 진화인 3GPP LTE-A(LTE-Advanced)의 개발이 완료되고 있다.
- [4] 또한, 최근에는 매크로셀과 소규모셀이 공존하는 이중 네트워크에 대한 논의가 진행중이다. 특히 매크로셀에 접속된 단말을 소규모셀로 분산시킴으로써, 트래픽을 우회시키기 위한 논의가 진행중이다.
- [5] 한편, 이와 같은 소규모셀에 의해 간섭은 더욱더 증가될 수 있으며, 그에 따라 간섭 제거 기능이 절실히 필요한 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 따라서, 본 명세서의 개시는 간섭을 효율적으로 제거할 수 있는 방법 및 단말을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [7] 전술한 목적을 달성하기 위해서, 본 명세서의 일 개시는 간섭 제거 수신 방법을 제공한다. 상기 간섭 제거 수신 방법에 따르면, 서빙셀로부터 간섭 추정 지원 정보가 수신될 수 있다. 상기 간섭 추정 지원 정보는 시간 영역을 위한 정보와 주파수 영역을 위한 정보를 포함하고, 상기 시간 영역을 위한 정보는 간섭 신호의 코히런스(Coherence)가 유지되는 시간 영역에서의 무선 프레임 또는 서브프레임의 구간을 지시하고, 상기 주파수 영역을 위한 정보는 간섭 신호의 코히런스(Coherence)가 유지되는 주파수 영역에서의 구간을 지시할 수 있다.

상기 간섭 제거 수신 방법에 따르면, 상기 간섭 추정 지원 정보 내의 시간 영역을 위한 정보와 주파수 영역을 위한 정보를 이용하여, 이웃셀로부터 유입되는 간섭 신호가 추정되고, 상기 추정된 간섭이 제거됨으로써 상기 서빙셀로부터의 신호가 검출될 수 있다.

- [8] 전술한 목적을 달성하기 위해서, 본 명세서의 다른 일 개시는 무선 통신 시스템의 단말을 제공한다. 상기 단말은 무선 수신부와, 상기 무선 수신부를 제어하여, 서빙셀로부터 수신된 간섭 추정 지원 정보를 이용하여 이웃셀로부터 유입되는 간섭 신호를 추정하는 간섭 추정부를 포함한다. 상기 간섭 추정 지원 정보는 시간 영역을 위한 정보와 주파수 영역을 위한 정보를 포함하고, 상기 시간 영역을 위한 정보는 간섭 신호의 코히런스(Coherence)가 유지되는 시간 영역에서의 무선 프레임 또는 서브프레임의 구간을 지시하고, 상기 주파수 영역을 위한 정보는 간섭 신호의 코히런스(Coherence)가 유지되는 주파수 영역에서의 구간을 지시할 수 있다. 또한, 상기 단말은 상기 추정된 간섭 신호를 제거함으로써 상기 서빙셀로부터의 신호를 검출하는 간섭 제거부를 포함할 수 있다.
- [9] 상기 간섭 추정 지원 정보는 상기 서빙셀이 상기 이웃셀로부터 획득한 정보에 의해서 생성될 수 있다.
- [10] 상기 시간 영역을 위한 정보는 상기 무선 프레임의 길이인 10ms의 정수배로 표현될 수 있다.
- [11] 상기 주파수 영역을 위한 정보가 지시하는 주파수 영역에서의 구간은 리소스 블록(RB)의 개수로 표현될 수 있다.
- [12] 상기 주파수 영역을 위한 정보에 의해 지시되는 상기 RB의 개수는 1,2,4,8 중 어느 하나일 수 있다.
- [13] 상기 주파수 영역을 위한 정보는 2비트로 표현될 수 있다. 상기 2비트의 값이 '00'인 경우 1을 지시하고, 상기 2비트의 값이 '01'인 경우 2를 지시하고, 상기 2비트의 값이 '10'인 경우 4를 지시하고, 상기 2비트의 값이 '11'인 경우 8을 지시할 수 있다.
- [14] 상기 간섭 추정 지원 정보는 브로드캐스트 채널을 통해서 수신되거나, RRC 시그널을 통해 수신될 수 있다.

발명의 효과

- [15] 본 명세서의 개시에 의하면, 간섭 제거 기능을 통하여 보다 수신 성능을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [16] 도 1은 무선 통신 시스템이다.
- [17] 도 2는 다중안테나 시스템의 안테나 구성도이다.
- [18] 도 3은 3GPP LTE에서 FDD에 따른 무선 프레임(radio frame)의 구조를 나타낸다.

- [19] 도 4는 3GPP LTE에서 하나의 상향링크 또는 하향링크슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도이다.
- [20] 도 5는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [21] 도 6은 3GPP LTE에서 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [22] 도 7은 기존의 단일 반송파 시스템과 반송파 집성 시스템의 비교 예이다.
- [23] 도 8은 매크로 셀과 소규모 셀을 포함하는 이중 네트워크를 도시한 도면이다.
- [24] 도 9는 본 명세서의 일 개시에 따른 UE의 구조를 예시적으로 나타낸 블록도이다.
- [25] 도 10은 도 9에 도시된 간섭 제거부의 동작을 블록화하여 나타낸 블록도이다.
- [26] 도 11a 및 도 11b는 본 명세서에서 제시되는 제1 실시예에 따른 방안을 나타낸 흐름도이다.
- [27] 도 12는 본 명세서에서 제시되는 제2 실시예에 따른 방안을 나타낸 흐름도이다.
- [28] 도 13은 본 발명의 실시예가 구현되는 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [29]

발명의 실시를 위한 형태

- [30] 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아님을 유의해야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 본 명세서에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 하며, 과도하게 포괄적인 의미로 해석되거나, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적인 용어가 본 발명의 사상을 정확하게 표현하지 못하는 잘못된 기술적 용어일 때에는, 당업자가 올바르게 이해할 수 있는 기술적 용어로 대체되어 이해되어야 할 것이다. 또한, 본 발명에서 사용되는 일반적인 용어는 사전에 정의되어 있는 바에 따라, 또는 전후 문맥상에 따라 해석되어야 하며, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [31] 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [32] 또한, 본 명세서에서 사용되는 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고,

유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

- [33] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [34] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 발명의 사상을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일뿐, 첨부된 도면에 의해 본 발명의 사상이 제한되는 것으로 해석되어서는 아니됨을 유의해야 한다. 본 발명의 사상은 첨부된 도면외에 모든 변경, 균등물 내지 대체물에 까지도 확장되는 것으로 해석되어야 한다.
- [35] 이하, 도면에서는 UE(User Equipment)가 도시되어 있으나, 상기 UE는 단말(Terminal), ME(Mobile Equipment), MS(Mobile Station), UT(User Terminal), SS(Subscriber Station), 무선기기(Wireless Device), 휴대기기(Handheld Device), AT(Access Terminal)로 불릴 수 있다. 또한, 상기 단말은 휴대폰, PDA, 스마트폰(Smart Phone), 무선 모뎀(Wireless Modem), 노트북 등과 같이 통신 기능을 갖춘 휴대 가능한 기기일 수 있거나, PC, 차량 탑재 장치와 같이 휴대 불가능한 기기일 수 있다.
- [36] 그리고 이하에서 사용되는 기지국이라는 용어는 일반적으로 무선기기와 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [37] 이하에서는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 3GPP LTE(long term evolution) 또는 3GPP LTE-A(LTE-Advanced)를 기반으로 본 발명이 적용되는 것을 기술한다. 이는 예시에 불과하고, 본 발명은 다양한 무선 통신 시스템에 적용될 수 있다. 이하에서, LTE라 함은 LTE 및/또는 LTE-A를 포함한다.
- [38] 도 1은 무선 통신 시스템이다.
- [39] 도 1을 참조하여 알 수 있는 바와 같이, 무선 통신 시스템은 적어도 하나의 기지국(20; base station, BS)을 포함한다. 각 기지국(20)은 특정한 지리적 영역(일반적으로 셀이라고 함)(20a, 20b, 20c)에 대해 통신 서비스를 제공한다. 셀은 다시 다수의 영역(섹터라고 함)으로 나누어질 수 있다. UE(10; user equipment, UE)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, 단말(terminal), MS(mobile station), MT(mobile terminal), UT(user terminal), SS(subscriber station), 무선기기(wireless device), PDA(personal digital assistant), 무선 모뎀(wireless

modem), 휴대기기(handheld device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 기지국(20)은 일반적으로 단말(10)과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, eNodeB(evolved-NodeB), BTS(base transceiver system), 액세스 포인트(access point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

- [40] UE은 통상적으로 하나의 셀에 속하는데, UE가 속한 셀을 서빙 셀(serving cell)이라 한다. 서빙 셀에 대해 통신 서비스를 제공하는 기지국을 서빙 기지국(serving BS)이라 한다. 무선 통신 시스템은 셀룰러 시스템(cellular system)이므로, 서빙 셀에 인접하는 다른 셀이 존재한다. 서빙 셀에 인접하는 다른 셀을 인접 셀(neighbor cell)이라 한다. 인접 셀에 대해 통신 서비스를 제공하는 기지국을 인접 기지국(neighbor BS)이라 한다. 서빙 셀 및 인접 셀은 단말을 기준으로 상대적으로 결정된다.
- [41] 이하에서, 하향링크는 기지국(20)에서 UE(10)로의 통신을 의미하며, 상향링크는 UE (10)에서 기지국(20)으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 송신기는 기지국(20)의 일부이고, 수신기는 UE(10)의 일부일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 UE (10)의 일부이고, 수신기는 기지국(20)의 일부일 수 있다.
- [42] 한편, 무선 통신 시스템은 MIMO(multiple-input multiple-output) 시스템, MISO(multiple-input single-output) 시스템, SISO(single-input single-output) 시스템 및 SIMO(single-input multiple-output) 시스템 중 어느 하나일 수 있다. MIMO 시스템은 다수의 전송 안테나(transmit antenna)와 다수의 수신 안테나(receive antenna)를 사용한다. MISO 시스템은 다수의 전송 안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SISO 시스템은 하나의 전송 안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SIMO 시스템은 하나의 전송 안테나와 다수의 수신 안테나를 사용한다. 이하에서, 전송 안테나는 하나의 신호 또는 스트림을 전송하는 데 사용되는 물리적 또는 논리적 안테나를 의미하고, 수신 안테나는 하나의 신호 또는 스트림을 수신하는 데 사용되는 물리적 또는 논리적 안테나를 의미한다.
- [43] 도 2는 다중안테나 시스템의 안테나 구성도이다.
- [44] 도 2에 나타낸 바와 같이 송신 안테나의 수를 NT 개로, 수신 안테나의 수를 NR 개로 동시에 늘리게 되면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와 달리 안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가하므로, 전송 레이트(또는 전송율)을 향상시키고, 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다.
- [45] 채널 전송 용량의 증가에 따른 전송율은 하나의 안테나를 이용하는 경우의 최대 전송 레이트(RO)에 다음과 같은 레이트 증가율(R_i)이 곱해진 만큼 이론적으로 증가할 수 있다. 즉, 예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다.
- [46] 이와 같은 다중안테나 시스템의 이론적 용량 증가가 90년대 중반에 증명된

이후 이를 실질적인 데이터 전송률 향상으로 이끌어 내기 위한 다양한 기술들이 현재까지 활발히 연구되고 있으며, 이들 중 몇몇 기술들은 이미 3 세대 이동 통신과 차세대 무선랜 등의 다양한 무선 통신의 표준에 반영되고 있다.

[47] 수학적 식 1

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

[48] 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, 그리고 전송 신뢰도 향상 및 전송률 향상을 위한 시공간 신호 처리 기술 연구 등 다양한 관점에서 활발한 연구가 진행되고 있다.

[49] 일반적인 MIMO 채널(channel) 환경을 갖는 단말 구조에서 각 수신 안테나에 들어오는 수신신호는 다음과 같이 표현 될 수 있다.

[50] 수학적 식 2

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

[51] 여기서 각 송수신 안테나간의 채널은 송수신 안테나 인덱스에 따라 구분할 수 있으며, 송신 안테나 j 로부터 수신 안테나 i 를 거치는 채널을 h_{ij} 로 표시되며, 만일 송신 할 때 LTE 와 같이 프리코딩(precoding) 기법(scheme)을 사용할 경우 송신신호 \mathbf{x} 는 수식 3과 같이 표현될 수 있다.

[52] 수학적 식 3

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

[53] 여기서 프리코딩 행렬(precoding matrix) \mathbf{W} 의 W_{ij} 는 i 번째 송신안테나와 j 번째 정보간의 가중치를 의미하며, 이때 각 송신되는 신호의 전송 전력을 P_1, P_2, \dots, P_{N_T} 라 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보는 다음과 같이 대각 행렬 \mathbf{P} 로 나타낼 수 있다.

[54] 수학적 식 4

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

- [55] 한편, 무선 통신 시스템은 크게 FDD(frequency division duplex) 방식과 TDD(time division duplex) 방식으로 나눌 수 있다. FDD 방식에 의하면 상향링크 전송과 하향링크 전송이 서로 다른 주파수 대역을 차지하면서 이루어진다. TDD 방식에 의하면 상향링크 전송과 하향링크 전송이 같은 주파수 대역을 차지하면서 서로 다른 시간에 이루어진다. TDD 방식의 채널 응답은 실질적으로 상호적(reciprocal)이다. 이는 주어진 주파수 영역에서 하향링크 채널 응답과 상향링크 채널 응답이 거의 동일하다는 것이다. 따라서, TDD에 기반한 무선통신 시스템에서 하향링크 채널 응답은 상향링크 채널 응답으로부터 얻어질 수 있는 장점이 있다. TDD 방식은 전체 주파수 대역을 상향링크 전송과 하향링크 전송이 시분할되므로 기지국에 의한 하향링크 전송과 단말에 의한 상향링크 전송이 동시에 수행될 수 없다. 상향링크 전송과 하향링크 전송이 서브프레임 단위로 구분되는 TDD 시스템에서, 상향링크 전송과 하향링크 전송은 서로 다른 서브프레임에서 수행된다.
- [56] 이하에서는, LTE 시스템에 대해서 보다 상세하게 알아보기로 한다.
- [57] 도 3은 3GPP LTE에서 FDD에 따른 무선 프레임(radio frame)의 구조를 나타낸다.
- [58] 도 3을 참조하면, 무선 프레임은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 무선 프레임 내 슬롯은 0부터 19까지 슬롯 번호가 매겨진다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)라 한다. TTI는 데이터 전송을 위한 스케줄링 단위라 할 수 있다. 예를 들어, 하나의 무선 프레임의 길이는 10ms이고, 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다.
- [59] 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수 등은 다양하게 변경될 수 있다.
- [60] 도 4는 3GPP LTE에서 하나의 상향링크 또는 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도이다.
- [61] 도 4를 참조하면, 상향링크 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌을 포함하고, 주파수 영역(frequency domain)에서 N_{UL} 자원블록(Resource Block, RB)을 포함한다. OFDM 심벌은 하나의 심벌 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것으로, 시스템에 따라 SC-FDMA 심벌, OFDMA 심벌 또는 심벌 구간이라고 할 수 있다. 자원블록은 자원 할당 단위로 주파수 영역에서 복수의 부반송파를 포함한다. 상향링크 슬롯에 포함되는 자원블록의 수 N_{UL} 은 셀에서 설정되는 상향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다. 자원 그리드 상의 각 요소(element)를 자원요소(resource element)라 한다.
- [62] 여기서, 하나의 자원블록은 시간 영역에서 7 OFDM 심벌, 주파수 영역에서 12 부반송파로 구성되는 7×12 자원요소를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 자원블록 내 부반송파의 수와 OFDM 심벌의 수는 이에 제한되는 것은 아니다.

자원블록이 포함하는 OFDM 심벌의 수 또는 부반송파의 수는 다양하게 변경될 수 있다. OFDM 심벌의 수는 사이클릭 프리픽스(Cyclic Prefix, 이하 CP)의 길이에 따라 변경될 수 있다. 예를 들어, 노멀(normal) CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 7이고, 확장된(extended) CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 6이다.

- [63] 도 4의 3GPP LTE에서 하나의 상향링크 슬롯에 대한 자원 그리드는 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드에도 적용될 수 있다.
- [64] 도 5는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [65] 이는 3GPP TS 36.211 V10.4.0 (2011-12) "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 10)"의 4절을 참조할 수 있다.
- [66] 무선 프레임(radio frame)은 0~9의 인덱스가 매겨진 10개의 서브프레임을 포함한다. 하나의 서브프레임(subframe)은 2개의 연속적인 슬롯을 포함한다. 따라서, 무선 프레임은 20개의 슬롯을 포함한다. 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.
- [67] 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌을 포함할 수 있다. OFDM 심벌은 3GPP LTE가 하향링크(downlink, DL)에서 OFDMA(orthogonal frequency division multiple access)를 사용하므로, 시간 영역에서 하나의 심벌 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것에 불과할 뿐, 다중 접속 방식이나 명칭에 제한을 두는 것은 아니다. 예를 들어, OFDM 심벌은 SC-FDMA(single carrier-frequency division multiple access) 심벌, 심벌 구간 등 다른 명칭으로 불릴 수 있다.
- [68] 하나의 슬롯은 7 OFDM 심벌을 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, CP(Cyclic Prefix)의 길이에 따라 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심벌의 수는 바뀔 수 있다. 3GPP TS 36.211 V10.4.0에 의하면, 노멀(normal) CP에서 1 슬롯은 7 OFDM 심벌을 포함하고, 확장(extended) CP에서 1 슬롯은 6 OFDM 심벌을 포함한다.
- [69] 자원블록(resource block, RB)은 자원 할당 단위로, 하나의 슬롯에서 복수의 부반송파를 포함한다. 예를 들어, 하나의 슬롯이 시간 영역에서 7개의 OFDM 심벌을 포함하고, 자원블록은 주파수 영역에서 12개의 부반송파를 포함한다면, 하나의 자원블록은 7 12개의 자원요소(resource element, RE)를 포함할 수 있다.
- [70] DL(downlink) 서브프레임은 시간 영역에서 제어영역(control region)과 데이터영역(data region)으로 나누어진다. 제어영역은 서브프레임내의 첫번째 슬롯의 앞선 최대 3개의 OFDM 심벌을 포함하나, 제어영역에 포함되는 OFDM 심벌의 개수는 바뀔 수 있다. 제어영역에는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel) 및 다른 제어채널이 할당되고, 데이터영역에는 PDSCH가 할당된다.
- [71] 3GPP TS 36.211 V10.4.0에 개시된 바와 같이, 3GPP LTE에서 물리채널은 데이터 채널인 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)와 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 및 제어채널인 PDCCH(Physical Downlink Control

Channel), PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 및 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)로 나눌 수 있다.

- [72] 서브프레임의 첫번째 OFDM 심벌에서 전송되는 PCFICH는 서브프레임내에서 제어채널들의 전송에 사용되는 OFDM 심벌의 수(즉, 제어영역의 크기)에 관한 CFI(control format indicator)를 나른다. 무선기기는 먼저 PCFICH 상으로 CFI를 수신한 후, PDCCH를 모니터링한다.
- [73] PDCCH와 달리, PCFICH는 블라인드 디코딩을 사용하지 않고, 서브프레임의 고정된 PCFICH 자원을 통해 전송된다.
- [74] PHICH는 UL HARQ(hybrid automatic repeat request)를 위한 ACK(positive-acknowledgement)/NACK(negative-acknowledgement) 신호를 나른다. 무선기기에 의해 전송되는 PUSCH 상의 UL(uplink) 데이터에 대한 ACK/NACK 신호는 PHICH 상으로 전송된다.
- [75] PBCH(Physical Broadcast Channel)은 무선 프레임의 첫번째 서브프레임의 두번째 슬롯의 앞선 4개의 OFDM 심벌에서 전송된다. PBCH는 무선기기가 기지국과 통신하는데 필수적인 시스템 정보를 나르며, PBCH를 통해 전송되는 시스템 정보를 MIB(master information block)라 한다. 이와 비교하여, PDCCH에 의해 지시되는 PDSCH 상으로 전송되는 시스템 정보를 SIB(system information block)라 한다.
- [76] PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(downlink control information, DCI)라고 한다. DCI는 PDSCH의 자원 할당(이를 DL 그랜트(downlink grant)라고도 한다), PUSCH의 자원 할당(이를 UL 그랜트(uplink grant)라고도 한다), 임의의 UE 그룹내 개별 UE들에 대한 전송 파워 제어 명령의 집합 및/또는 VoIP(Voice over Internet Protocol)의 활성화를 포함할 수 있다.
- [77] 3GPP LTE에서는 PDCCH의 검출을 위해 블라인드 디코딩을 사용한다. 블라인드 디코딩은 수신되는 PDCCH(이를 후보(candidate) PDCCH라 함)의 CRC(Cyclic Redundancy Check)에 원하는 식별자를 디마스킹하고, CRC 오류를 체크하여 해당 PDCCH가 자신의 제어채널인지 아닌지를 확인하는 방식이다. 기지국은 무선기기에 보내려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정한 후 DCI에 CRC를 붙이고, PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(이를 RNTI(Radio Network Temporary Identifier)라고 한다)를 CRC에 마스킹한다.
- [78] 3GPP TS 36.211 V10.4.0에 의하면, 상향링크 채널은 PUSCH, PUCCH, SRS(Sounding Reference Signal), PRACH(Physical Random Access Channel)을 포함한다.
- [79] 도 6은 3GPP LTE에서 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [80] 도 6을 참조하면, 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보가 전송되기 위한 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)가 할당된다. 데이터 영역은

데이터(경우에 따라 제어 정보도 함께 전송될 수 있다)가 전송되기 위한 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)가 할당된다.

- [81] 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)으로 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각에서 서로 다른 부반송파를 차지한다. PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍에 속하는 자원블록이 차지하는 주파수는 슬롯 경계(slot boundary)를 기준으로 변경된다. 이를 PUCCH에 할당되는 RB 쌍이 슬롯 경계에서 주파수가 홉핑(frequency-hopped)되었다고 한다. 상향링크 제어 정보를 시간에 따라 서로 다른 부반송파를 통해 전송함으로써, 주파수 다이버시티 이득을 얻을 수 있다.
- [82] 도 7은 기존의 단일 반송파 시스템과 반송파 집성 시스템의 비교 예이다.
- [83] 도 7의 (a)를 참조하면, 일반적인 FDD 방식 무선 통신 시스템은 상향링크와 하향링크에 하나의 반송파만을 단말에게 지원한다. 이때, 반송파의 대역폭은 다양할 수 있으나, 단말에게 할당되는 반송파는 하나이다.
- [84] 즉, 일반적인 FDD 방식 무선 통신 시스템은 하나의 하향링크 대역과 이에 대응하는 하나의 상향링크 대역을 통해 데이터 송수신을 수행한다. 기지국과 단말은 서브프레임 단위로 스케줄링된 데이터 및/또는 제어 정보를 송수신한다. 데이터는 상/하향링크 서브프레임에 설정된 데이터 영역을 통해 송수신되고, 제어 정보는 상/하향링크 서브프레임에 설정된 제어 영역을 통해 송수신된다. 이를 위해, 상/하향링크 서브프레임은 다양한 물리 채널을 통해 신호를 나른다. 도 5은 편의상 FDD 방식을 위주로 설명했지만, 상술한 내용은 무선프레임을 시간 영역에서 상/하향링크로 구분함으로써 TDD 방식에도 적용될 수 있다.
- [85] 도 7의 (a)에 나타난 바와 같이, 하나의 하향링크 대역과 이에 대응하는 하나의 상향링크 대역을 통해 데이터 송수신을 하는 것을 단일 반송파 시스템이라고 한다.
- [86] 이러한 단일 반송파 시스템은 LTE 시스템에서의 통신 예에 대응할 수 있다. 이러한 3GPP LTE 시스템은 상향링크 대역폭과 하향링크 대역폭을 다를 수 있지만 최대 20MHz을 지원한다.
- [87] 한편, 높은 데이터 전송률이 요구되고 있다. 이를 위한 가장 기본적이고 안정적인 해결 방안은 대역폭을 늘리는 것일 것이다.
- [88] 그러나 주파수 자원은 현재를 기준으로 포화상태이며 다양한 기술들이 광범위한 주파수 대역에서 부분 부분 사용되고 있는 실정이다. 이러한 이유로 보다 높은 데이터 전송율 요구량을 충족시키기 위하여 광대역 대역폭을 확보하기 위한 방안으로 산재해 있는 대역들 각각이 독립적인 시스템을 동작할 수 있는 기본적인 요구사항을 만족하도록 설계하고, 다수의 대역들을 하나의 시스템으로 묶는 개념인 반송파 집성(carrier aggregation, CA)을 도입하고 있다.
- [89] 즉, 반송파 집성(CA) 시스템은 무선 통신 시스템이 광대역을 지원하려고 할 때 목표로 하는 광대역보다 작은 대역폭을 가지는 1개 이상의 반송파를 모아서 광대역을 구성하는 시스템을 의미한다.

- [90] 이러한 캐리어 집성(CA) 기술은 LTE-Advanced(이하, LTE-A한다) 시스템에서도 채용되고 있다. 그리고, 반송파 집성(CA) 시스템은 다중 반송파 시스템(multiple carrier system), 대역폭 집합(Bandwidth aggregation) 시스템 등의 다른 명칭으로 불릴 수 있다.
- [91] 반송파 집성(CA) 시스템에서 단말은 용량에 따라서 하나 또는 복수의 반송파를 동시에 전송 또는 수신할 수 있다. 즉, 반송파 집성(CA) 시스템에서는 단말에게 복수의 요소 반송파(component carrier : CC)가 할당될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 요소 반송파는 반송파 집성 시스템에서 사용되는 반송파를 의미하며 반송파로 약칭할 수 있다. 또한, 요소 반송파(component carrier)는 문맥에 따라 반송파 집성을 위한 주파수 블록 또는 주파수 블록의 중심 반송파를 의미할 수 있고 이들은 서로 혼용된다.
- [92] 도 7의 (b)는 LTE-A 시스템에서의 통신 예에 대응할 수 있다.
- [93] 도 7의 (b)를 참조하면, 상/하향링크에 각각 예를 들어, 3개의 20MHz의 요소 반송파가 할당되는 경우 단말에게 60MHz의 대역폭을 지원할 수 있다. 또는, 예를 들어, 20MHz 대역폭을 갖는 반송파 단위의 그레놀래리티(granularity)로서 5개의 CC가 할당된다면, 최대 100MHz의 대역폭을 지원할 수 있는 것이다. 도 5(b)는 편의상 상향링크 요소 반송파의 대역폭과 하향링크 요소 반송파의 대역폭이 모두 동일한 경우를 도시하였다. 그러나, 각 요소 반송파의 대역폭은 독립적으로 정해질 수 있다. 1개 이상의 요소 반송파를 집성할 때 대상이 되는 요소 반송파는 기존 시스템과의 하위 호환성(backward compatibility)을 위하여 기존 시스템에서 사용하는 대역폭을 그대로 사용할 수 있다. 예를 들어 3GPP LTE 시스템에서는 1.4MHz, 3MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz 및 20MHz의 대역폭을 지원할 수 있다. 따라서, 예를 들어 상향링크 요소 반송파의 대역폭은 5MHz(UL CC0) + 20MHz(UL CC1) + 20MHz(UL CC2) + 20MHz(UL CC3) + 5MHz(UL CC4)와 같이 구성될 수 있다. 그러나, 하위 호환성(backward compatibility)을 고려하지 않는다면, 기존 시스템의 대역폭을 그대로 사용하지 않고 새로운 대역폭을 정의하여 광대역을 구성할 수도 있다.
- [94] 도 7의 (b)는 편의상 상향링크 요소 반송파과 개수와 하향링크 요소 반송파의 개수가 서로 대칭인 경우를 도시하였다. 이와 같이, 상향링크 요소 반송파과 개수와 하향링크 요소 반송파의 개수가 동일한 경우를 대칭적(symmetric) 집성이라고 하고, 그 수가 다른 경우를 비대칭적(asymmetric) 집성이라고 한다.
- [95] 비대칭적 반송파 집성은 가용한 주파수 대역의 제한으로 인해 발생되거나 네트워크 설정에 의해 인위적으로 조성될 수 있다. 일 예로, 시스템 전체 대역이 N개의 CC로 구성되더라도 특정 단말이 수신할 수 있는 주파수 대역은 M(<N)개의 CC로 한정될 수 있다. 반송파 집성에 대한 다양한 파라미터는 셀 특정(cell-specific), 단말 그룹 특정(UE group-specific) 또는 단말 특정 방식으로 설정될 수 있다.
- [96] 한편, 반송파 집성(CA) 시스템은 각 반송파가 연속한 연속(contiguous) 반송파

집성 시스템과 각 반송파가 서로 떨어져 있는 불연속(non-contiguous) 반송파 집성 시스템으로 구분될 수 있다. 연속 반송파 집성 시스템에서 각 반송파 사이에 가드 밴드(guard band)가 존재할 수 있다. 이하에서 단순히 다중 반송파 시스템 또는 반송파 집성 시스템이라 할 때, 이는 요소 반송파가 연속인 경우와 불연속인 경우를 모두 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [97] 한편, 반송파 집성(CA) 기술에 의해, 종래 일반적으로 이해되던 셀(Cell)의 개념도 바뀌고 있다. 즉, 반송파 집성(CA) 기술에 의하면, 셀(Cell)이라 함은 한 쌍의 하향링크 주파수 자원과 상향링크 주파수 자원을 의미할 수 있다. 또는 셀은 하향링크 주파수 자원과 선택적인(optional) 상향링크 주파수 자원의 조합(combination)을 의미할 수 있다.
- [98] 바꿔 말하면, 반송파 집성(CA) 기술에 따르면, 하나의 DL CC 또는 UL CC와 DL CC의 쌍(pair)이 하나의 셀에 대응될 수 있다. 혹은 하나의 셀은 하나의 DL CC를 기본적으로 포함하고 임의로(Optional) UL CC를 포함한다. 따라서, 복수의 DL CC를 통해 기지국과 통신하는 단말은 복수의 서빙 셀로부터 서비스를 제공받는다고 할 수 있다. 이때, 하향링크는 복수의 DL CC로 구성되나, 상향링크는 하나의 CC만이 이용될 수 있다. 이 경우, 단말에서 하향링크에 대해서는 복수의 서빙 셀로부터 서비스를 제공받는다고 할 수 있고, 상향링크에 대해서는 하나의 서빙 셀로부터만 서비스를 제공받는다고 할 수 있다.
- [99] 한편, 셀을 통하여 패킷(packet) 데이터의 송수신이 이루어지기 위해서는, 단말은 먼저 특정 셀에 대해 설정(configuration)을 완료해야 한다. 여기서, 설정(configuration)이란 해당 셀에 대한 데이터 송수신에 필요한 시스템 정보 수신을 완료한 상태를 의미한다. 예를 들어, 설정(configuration)은 데이터 송수신에 필요한 공통 물리계층 파라미터들, 또는 MAC(media access control) 계층 파라미터들, 또는 RRC 계층에서 특정 동작에 필요한 파라미터들을 수신하는 전반의 과정을 포함할 수 있다. 설정 완료된 셀은, 패킷 데이터가 전송될 수 있다는 정보만 수신하면, 즉시 패킷의 송수신이 가능해지는 상태이다.
- [100] 설정완료 상태의 셀은 활성화(Activation) 혹은 비활성화(Deactivation) 상태로 존재할 수 있다. 여기서, 활성화는 데이터의 송신 또는 수신이 행해지거나 준비 상태(ready state)에 있는 것을 말한다. 단말은 자신에게 할당된 자원(주파수, 시간 등일 수 있음)을 확인하기 위하여 활성화된 셀의 제어채널(PDCCH) 및 데이터 채널(PDSCH)을 모니터링 혹은 수신할 수 있다.
- [101] 비활성화 상태의 셀과는 트래픽 데이터의 송신 또는 수신이 불가능하고, 측정이나 최소 정보의 송신/수신이 가능하다. 단말은 비활성화 셀로부터 패킷 수신을 위해 필요한 시스템 정보(SI)를 수신할 수 있다. 반면, 단말은 자신에게 할당된 자원(주파수, 시간 등일 수도 있음)을 확인하기 위하여 비활성화된 셀의 제어채널(PDCCH) 및 데이터 채널(PDSCH)을 모니터링 혹은 수신하지 않는다.
- [102] 따라서, 반송파 집성(CA) 기술에 따르면, 요소 반송파의 활성화/비활성화는 곧 서빙 셀의 활성화/비활성화의 개념과 동일 시 될 수 있다. 예를 들어, 서빙 셀1이

DL CC1으로 구성되어 있다고 가정할 때, 서빙 셀1의 활성화는 DL CC1의 활성화를 의미한다. 만약, 서빙 셀2가 DL CC2와 UL CC2가 연결 설정되어 구성되어 있다고 가정할 때, 서빙 셀2의 활성화는 DL CC2와 UL CC2의 활성화를 의미한다. 이러한 의미에서, 각 요소 반송파는 서빙 셀(cell)에 대응될 수 있다.

- [103] 다른 한편, 반송파 집성(CA) 기술에 의해, 종래 일반적으로 이해되던 서빙 셀(serving cell)의 개념이 바뀌어, 프라이머리 셀(primary cell)과 세컨더리 셀(secondary cell)로 재차 구분되어질 수 있다.
- [104] 프라이머리 셀은 프라이머리 주파수에서 동작하는 셀을 의미하며, 단말이 기지국과의 최초 연결 확립 과정(initial connection establishment procedure) 또는 연결 재확립 과정을 수행하는 셀, 또는 핸드오버 과정에서 프라이머리 셀로 지시된 셀을 의미한다.
- [105] 세컨더리 셀은 세컨더리 주파수에서 동작하는 셀을 의미하며, 일단 RRC 연결이 확립되면 설정되고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용된다.
- [106] PCC(primary component carrier)는 프라이머리 셀에 대응하는 요소 반송파(component carrier: CC)를 의미한다. PCC는 단말이 여러 CC 중에 초기에 기지국과 접속(Connection 혹은 RRC Connection)을 이루게 되는 CC이다. PCC는 다수의 CC에 관한 시그널링을 위한 연결(Connection 혹은 RRC Connection)을 담당하고, 단말과 관련된 연결정보인 단말문맥정보(UE Context)를 관리하는 특별한 CC이다. 또한, PCC는 단말과 접속을 이루게 되어 RRC 연결상태(RRC Connected Mode)일 경우에는 항상 활성화 상태로 존재한다. 프라이머리 셀에 대응하는 하향링크 요소 반송파를 하향링크 주요소 반송파(DownLink Primary Component Carrier, DL PCC)라 하고, 프라이머리 셀에 대응하는 상향링크 요소 반송파를 상향링크 주요소 반송파(UL PCC)라 한다.
- [107] SCC(secondary component carrier)는 세컨더리 셀에 대응하는 CC를 의미한다. 즉, SCC는 PCC 이외에 단말에 할당된 CC로서, SCC는 단말이 PCC 이외에 추가적인 자원할당 등을 위하여 확장된 반송파(Extended Carrier)이며 활성화 혹은 비활성화 상태로 나뉠 수 있다. 세컨더리 셀에 대응하는 하향링크 요소 반송파를 하향링크 부요소 반송파(DL Secondary CC, DL SCC)라 하고, 세컨더리 셀에 대응하는 상향링크 요소 반송파를 상향링크 부요소 반송파(UL SCC)라 한다.
- [108] 프라이머리 셀과 세컨더리 셀은 다음과 같은 특징을 가진다.
- [109] 첫째, 프라이머리 셀은 PUCCH의 전송을 위해 사용된다. 둘째, 프라이머리 셀은 항상 활성화되어 있는 반면, 세컨더리 셀은 특정 조건에 따라 활성화/비활성화되는 반송파이다. 셋째, 프라이머리 셀이 무선링크실패(Radio Link Failure; 이하 RLF)를 경험할 때, RRC 재연결이 트리거링(triggering)된다. 넷째, 프라이머리 셀은 보안키(security key) 변경이나 RACH(Random Access CHannel) 절차와 동반하는 핸드오버 절차에 의해서 변경될 수 있다. 다섯째, NAS(non-access stratum) 정보는 프라이머리 셀을 통해서 수신한다. 여섯째, FDD

시스템의 경우 언제나 프라이머리 셀은 DL PCC와 UL PCC가 쌍(pair)으로 구성된다. 일곱째, 각 단말마다 다른 요소 반송파(CC)가 프라이머리 셀로 설정될 수 있다. 여덟째, 프라이머리 셀은 핸드오버, 셀 선택/셀 재선택 과정을 통해서만 교체될 수 있다. 신규 세컨더리 셀의 추가에 있어서, 전용(dedicated) 세컨더리 셀의 시스템 정보를 전송하는데 RRC 시그널링이 사용될 수 있다.

- [110] 상술한 바와 같이 반송파 집성 시스템에서는 단일 반송파 시스템과 달리 복수의 요소 반송파(component carrier, CC), 즉, 복수의 서빙 셀을 지원할 수 있다.
- [111] 이러한 반송파 집성 시스템은 교차 반송파 스케줄링을 지원할 수 있다. 교차 반송파 스케줄링(cross-carrier scheduling)은 특정 요소 반송파를 통해 전송되는 PDCCH를 통해 다른 요소 반송파를 통해 전송되는 PDSCH의 자원 할당 및/또는 상기 특정 요소 반송파와 기본적으로 링크되어 있는 요소 반송파 이외의 다른 요소 반송파를 통해 전송되는 PUSCH의 자원 할당을 할 수 있는 스케줄링 방법이다. 즉, PDCCH와 PDSCH가 서로 다른 하향링크 CC를 통해 전송될 수 있고, UL 그랜트를 포함하는 PDCCH가 전송된 하향링크 CC와 링크된 상향링크 CC가 아닌 다른 상향링크 CC를 통해 PUSCH가 전송될 수 있다. 이처럼 교차 반송파 스케줄링을 지원하는 시스템에서는 PDCCH가 제어정보를 제공하는 PDSCH/PUSCH가 어떤 DL CC/UL CC를 통하여 전송되는지를 알려주는 반송파 지시자가 필요하다. 이러한 반송파 지시자를 포함하는 필드를 이하에서 반송파 지시 필드(carrier indication field, CIF)라 칭한다.
- [112] 교차 반송파 스케줄링을 지원하는 반송파 집성 시스템은 종래의 DCI(downlink control information) 포맷에 반송파 지시 필드(CIF)를 포함할 수 있다. 교차 반송파 스케줄링을 지원하는 시스템 예를 들어 LTE-A 시스템에서는 기존의 DCI 포맷(즉, LTE에서 사용하는 DCI 포맷)에 CIF가 추가되므로 3 비트가 확장될 수 있고, PDCCH 구조는 기존의 코딩 방법, 자원 할당 방법(즉, CCE 기반의 자원 맵핑)등을 재사용할 수 있다.
- [113] 한편, 최근에는 매크로셀과 소규모셀이 공존하는 이중 네트워크에 대한 논의가 진행 중이다. 특히 매크로셀에 접속된 단말을 소규모셀로 분산시킴으로써, 트래픽을 우회시키기 위한 논의가 진행 중이다.
- [114] 도 8은 매크로 셀과 소규모 셀을 포함하는 이중 네트워크를 도시한 도면이다.
- [115] 3GPP LTE-A를 비롯한 차세대 통신 표준에서는 기존 매크로 셀 커버리지 내에 저전력 송신 파워를 갖는 소규모 셀, 예컨대 피코셀, 펌토셀 또는 마이크로 셀이 중첩되어 존재하는 이중 네트워크가 논의되고 있다.
- [116] 도 8을 참조하면, 매크로 셀은 하나 이상의 마이크로 셀과 중첩될 수 있다. 매크로 셀의 서비스는 매크로 기지국(Macro eNodeB, MeNB)에 의해 제공된다. 본 명세서에서 매크로 셀과 매크로 기지국은 혼용될 수 있다. 매크로 셀에 접속된 단말은 매크로 단말(Macro UE)로 지칭될 수 있다. 매크로 단말은 매크로 기지국으로부터 하향링크 신호를 수신하고, 매크로 기지국에게 상향링크 신호를 전송한다.

- [117] 상기 소규모 셀은 펌토 셀, 피코 셀 또는 마이크로 셀로도 지칭된다. 소규모 셀의 서비스는 피코 기지국(Pico eNodeB), 홈 기지국(Home eNodeB, HeNB), 릴레이 노드(Relay Node, RN) 등에 의해 서비스가 제공된다. 편의상, 피코 기지국(Pico eNodeB), 홈 기지국(Home eNodeB, HeNB), 릴레이 노드(Relay Node, RN)를 홈 기지국(HeNB)으로 통칭한다. 본 명세서에서 마이크로 셀과 홈 기지국은 혼용될 수 있다.
- [118] 이종 네트워크에서는 매크로 셀과 소규모 셀이 중첩되므로 셀간 간섭이 문제가 된다. 도시된 바와 같이, 단말이 매크로 셀과 소규모 셀의 경계에 있는 경우, 매크로 셀로부터의 하향링크 신호는 간섭으로 작용할 수 있다. 유사하게, 소규모 셀의 하향링크 신호도 역시 간섭으로 작용할 수 있다.
- [119] 구체적인 예를 들어, 소규모 셀(200-1)에 접속한 단말(100)이 소규모 셀 경계면에 있을 때 매크로 셀(200)로부터의 간섭으로 인해 소규모 셀(200-1)과의 접속이 끊어질 수 있는데, 이는 곧 소규모 셀(200-1)의 커버리지가 예상보다 작아짐을 의미한다.
- [120] 또 다른 예로 매크로 셀(200)에 접속한 단말(100)이 소규모 셀(200-1)영역에 있을 때 소규모 셀(200-1)로부터의 간섭으로 인해 매크로 셀(200)과의 접속이 끊어질 수 있는데, 이는 곧 매크로 셀(200) 내에 음영지역이 발생함을 의미한다.
- [121] 이러한 간섭 문제를 해결하는 가장 근본적인 방법은 이종망 간에 주파수를 서로 다르게 사용하는 것이다. 그러나, 주파수는 희소하고 값비싼 자원이기 때문에 사업자에게는 주파수 분할을 통한 해결 방법이 그다지 환영받지 못하였다.
- [122] 따라서, 3GPP에서는 이러한 셀 간의 간섭(inter-cell interference) 문제를 시간분할을 통해 해결하고자 하였다.
- [123] 이에 따라 최근 3GPP에서는 간섭 협력 방법의 하나로써 eICIC(enhanced inter-cell interference coordination)에 대한 활발한 연구가 수행되고 있다.
- [124] LTE Release-10에 도입된 시간분할 방식은 기존의 주파수 분할 방식에 대비하여 진화했다는 의미로 enhanced ICIC(Enhanced inter-cell interference Coordination)라고 불리는데, 간섭을 일으키는 셀을 각각 공격자 셀(Aggressor cell) 또는 1차 셀(Primary Cell)이라고 하고, 간섭을 받는 셀을 희생 셀(Victim cell) 또는 2차 셀(Secondary Cell)로 정의하고, 특정 서브프레임에서는 공격자 셀(Aggressor cell) 또는 1차 셀이 데이터 전송을 중지하여, 단말이 해당 서브프레임에서 희생 셀(Victim cell) 또는 2차 셀과 접속을 유지할 수 있게 하는 방법이다. 즉, 이 방법은 이종의 셀이 서로 공존할 경우, 어느 영역에서 상당히 높은 간섭을 받는 단말에 대해서 한쪽 셀이 신호의 전송을 잠시 중단함으로써 간섭 신호를 거의 보내지 않게 한다.
- [125] 한편, 상기 데이터 전송이 중지되는 특정 서브프레임을 ABS(Almost Blank Subframe)라고 하며, 상기 ABS에 해당하는 서브프레임에서는 꼭 필요한 제어 정보 외에는 어떠한 데이터도 전송도 되지 않는다. 상기 꼭 필요한 제어 정보는

예를 들어, 공동 기준신호(CRS: Cell-specific Reference Signal)이다. 현재 3GPP LTE/LTE-A 규격에서 상기 CRS 신호는 시간 축으로 각 서브프레임 내의 0, 4, 7, 11 번째 OFDM 심볼에 존재한다. 따라서 ABS가 적용된 서브프레임에서는 0, 4, 7, 11 번째 OFDM 심볼 상에서 CRS 신호만이 전송되게 된다.

- [126] 이상과 같이, 셀 간의 간섭(inter-cell interference) 문제를 eICIC 기법을 통해 해결하는 것 외에, UE(100)에 간섭 제거 기능을 추가하는 방안이 있을 수 있다. 이하에서는, 간섭 제거 기능을 추가하는 방안에 대해서 설명하기로 한다.
- [127] 도 9는 본 명세서의 일 개시에 따른 UE의 구조를 예시적으로 나타낸 블록도이다.
- [128] LTE(Long-Term Evolution) 또는 LTE-A에서는 하향링크에서는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)가 사용되지만, 상향링크에는 OFDM(과 유사한 SC(Single-Carrier)-FDMA가 사용된다.
- [129] SC-FDMA는 DFT-s OFDM(DFT-spread OFDM)이라고도 할 수 있다. SC-FDMA 전송 방식을 이용하는 경우, 전력 증폭기(power amplifier)의 비선형(non-linear) 왜곡 구간을 피할 수 있고, 따라서 전력 소모가 제한된 단말에서 전송 전력 효율이 높아질 수 있다. 이에 따라, 사용자 수율(user throughput)이 높아질 수 있다.
- [130] SC-FDMA 역시 FFT(Fast Fourier Transform)와 IFFT(Inverse-FFT)를 사용하여 부반송파에 나누어 신호를 전달하는 점에서, OFDM과 매우 유사하다. 그러나, 기존의 OFDM 송신기에서 문제가 되었던 것은 주파수 축상의 각 부반송파에 실려 있던 신호들이 IFFT에 의하여 시간 축의 신호로 변환된다는 데에 있다. 즉, IFFT가 병렬의 동일한 연산이 수행되는 형태이기에 PAPR(Peak to Average Power Ratio)의 증가가 발생하는 것이다. 이러한 PAPR의 증가를 방지하기 위해, SC-FDMA는 OFDM과 달리 DFT 확산(spreading) 후 IFFT가 수행한다. 즉, DFT 확산(spreading) 후 IFFT가 수행되는 전송 방식을 SC-FDMA라 한다. 따라서, SC-FDMA는 동일한 의미로 DFT spread OFDM(DFT-s-OFDM)으로도 불린다.
- [131] 이와 같은, SC-FDMA의 장점은 OFDM과 비슷한 구조를 가짐으로써 다중 경로 채널에 대한 강인성을 얻는 동시에, 기존의 OFDM이 IFFT 연산을 통해 PAPR이 증가하는 단점을 근본적으로 해결함으로써 효율적인 전력증폭기 사용을 가능하게 하였다.
- [132] 도 9를 참조하면, UE(100)는 RF부(110)을 포함한다. 상기 RF부(110)는 송신단(111)과 수신단(112)를 포함한다. 상기 송신단(111)은 DFT(Discrete Fourier Transform)부(1111), 부반송파 맵퍼(1112), IFFT부(1113) 및 CP 삽입부(1114), 무선 송신부(1115)를 포함한다. 상기 RF부(110)의 송신단(111)은 예컨대 스크램블 유닛(미도시; scramble unit), 모듈레이션 맵퍼(미도시; modulation mapper), 레이어 맵퍼(미도시; layer mapper) 및 레이어 퍼뮤테이터(미도시; layer permutator)를 더 포함할 수 있으며, 이는 상기 DFT부(1111)에 앞서 배치될 수 있다. 즉, 전송한 바와 같이 PAPR의 증가를 방지하기 위해서, 상기 RF부(110)의

송신단은 부반송파에 신호를 매핑하기 이전에 먼저 정보를 DFT(1111)를 거치도록 한다. DFT부(1111)에 의해 spreading(스프레딩)(또는 동일한 의미로 프리코딩)된 신호를 부반송파 매퍼(1112)를 통해 부반송파 매핑을 한 뒤에 다시 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)부(1113)를 거쳐 시간축상의 신호로 만들어준다.

- [133] 즉, DFT부(1111), 부반송파 매퍼(1112) 및 IFFT부(1113)의 상관관계에 의해 SC-FDMA에서는 IFFT부(1113) 이후의 시간 영역 신호의 PAPR(peak-to-average power ratio)이 OFDM과는 달리 크게 증가하지 않아 송신 전력 효율 측면에서 유리하게 된다. 즉, SC-FDMA에서는 PAPR 또는 CM(cubic metric)이 낮아질 수 있다.
- [134] DFT부(1111)는 입력되는 심벌들에 DFT를 수행하여 복소수 심벌들(complex-valued symbol)을 출력한다. 예를 들어, N_{sc} 심벌들이 입력되면(단, N_{sc} 는 자연수), DFT 크기(size)는 N_{sc} 이다. DFT부(1111)는 변환 프리코더(transform precoder)라 불릴 수 있다. 부반송파 매퍼(1112)는 상기 복소수 심벌들을 주파수 영역의 각 부반송파에 매핑시킨다. 상기 복소수 심벌들은 데이터 전송을 위해 할당된 자원 블록에 대응하는 자원 요소들에 매핑될 수 있다. 부반송파 매퍼(1112)는 자원 매퍼(resource element mapper)라 불릴 수 있다. IFFT부(53)는 입력되는 심벌에 대해 IFFT를 수행하여 시간 영역 신호인 데이터를 위한 기본 대역(baseband) 신호를 출력한다. CP 삽입부(1114)는 데이터를 위한 기본 대역 신호의 뒷부분 일부를 복사하여 데이터를 위한 기본 대역 신호의 앞부분에 삽입한다. CP 삽입을 통해 ISI(Inter-Symbol Interference), ICI(Inter-Carrier Interference)가 방지되어 다중 경로 채널에서도 직교성이 유지될 수 있다.
- [135] 한편, 3GPP 진영에서는 LTE를 보다 개선한, LTE-Advanced의 표준화를 활발히 진행하고 있으며, 비연속적(non-contiguous)인 자원할당을 허용하는 클러스터된(clustered) DFT-s-OFDM 방식이 채택된 바 있다.
- [136] 클러스터된(clustered) DFT-s OFDM 전송 방식은 기존의 SC-FDMA 전송 방식의 변형으로, 프리코더를 거친 데이터 심벌들을 복수의 서브 블록으로 나누고 이를 주파수 영역에서 서로 분리시켜 매핑하는 방법이다. 상기 클러스터된(clustered) DFT-s-OFDM 방식의 중요한 특징은, 주파수 선택적 자원할당을 가능하게 함으로서, 주파수 선택적인 페이딩(frequency selective fading) 환경에 유연하게 대처할 수 있다는 점이라 할 수 있다.
- [137] 이때, LTE-Advanced의 상향링크 액세스 방식으로 채택된 clustered DFT-s-OFDM 방식에서는 종래 LTE의 상향링크 액세스 방식인 SC-FDMA와는 다르게 비연속적인 자원 할당이 허용되므로, 전송되는 상향링크 데이터가 여러 개의 클러스터 단위로 분할되어질 수 있다.
- [138] 즉, LTE 시스템은 상향링크의 경우 단일 반송파 특성을 유지하도록 되어 있는 반면, LTE-A 시스템에서는 DFT_precoding을 한 데이터를 주파수축으로

비연속적으로 할당하거나 PUSCH와 PUCCH가 동시에 전송하는 경우를 허용하고 있다.

- [139] 다른 한편, 상기 RF부(110)의 수신단(112)는 무선 수신부(1121), CP 제거부(1122), FFT부(1123), 등화부(1124) 그리고 간섭 제거부(1125) 등을 포함한다. 상기 수신단의 무선 수신부(1121), CP 제거부(1122), FFT부(1123)는 상기 송신단(111)에서의 무선 송신부(1115), CP 삽입부(1114), IFF부(1113)의 역기능을 수행한다.
- [140] 상기 간섭 제거부(1125)는 수신되는 신호에 포함되어 있는 간섭을 제거 또는 완화한다.
- [141] 이러한 상기 간섭 제거부(1125)는 최근 폭증하는 무선 데이터 요구량에 대처하기 위함과 아울러 도 8에서와 같이 간섭을 제거하기 위하여 추가된 것이다.
- [142] 도 10은 도 9에 도시된 간섭 제거부의 동작을 블록화하여 나타낸 블록도이다.
- [143] 간섭 제거부(1125)가 추가된 수신부(112), 소위 IC(Interference Cancellation) 수신부 또는 IRC(Interference Rejection Combiner) 수신부는 개념적으로 수신 신호에서 간섭 신호를 차감함으로써 구현할 수 있다.
- [144] 이때, 간섭 제거부(1125)가 추가된 수신부의 복잡도는, 간섭 제거의 대상이 되는 셀의 최대 개수와 제거할 신호의 종류에 따라 좌우된다. 도 10에서는 최대 2개의 간섭원에 대하여 간섭 제거를 수행하는 동작을 블록으로 나타내었다.
- [145] 간섭 제거의 대상이 되는 신호는 CRS(Cell-specific Reference Signal), PBCH(Physical Broadcasting Channel), SCH(Sync Channel), PDSCH(Physical downlink shared channel) 등이 될 수 있다.
- [146] 위와 같이 간섭 제거부(1125)가 추가된 수신부, 소위 IC 수신부 또는 IRC 수신부는 최근 폭증하는 무선 데이터 요구량을 대처할 수 있다. 특히, 복잡도의 큰 증가 없이 수신 성능의 향상을 얻을 수 있어, 특히 인접 기지국에서 오는 간섭이 주된 환경하에서 큰 성능 이득을 얻을 수 있다.
- [147] 한편, 일반적으로 무선 전송 시스템에서 수신 신호(Y)는 송신 신호(X)와 채널(H)에 대하여 다음과 같이 표현된다.
- [148] 수학적 식 5
- $$Y=HX+N$$
- [149] 도 9에 도시된 상기 등화부(1124)는 상기 수신 신호 Y에 대하여 등화(Equalizer) 계수(W)를 곱하여 등화를 수행하게 되며 다음과 같이 표현할 수 있다.
- [150] 수학적 식 6
- $$\hat{X}=WY$$
- [151] 이때 등화 계수(W)는 통상적으로 MMSE(minimum mean squared error) 기준에 의하여 구하게 되며, 추정된 채널 H로부터 다음과 같이 구할 수 있다.
- [152] 수학적 식 7

$$W_{MMSE} = H^H (HH^H + \sigma_n I)^{-1}$$

[153] 여기에서

σ_n

는 수신 신호의 잡음 변화(Noise Variance)를 의미한다.

[154] 그런데, IRC가 추가됨으로써, 위 수학식은 아래의 수학식으로 대체되어 표시될 수 있다.

[155] 수학식 8

$$W_{IRC} = H^H (HH^H + R_{N+I})^{-1}$$

[156] 위 수학식에서 R_{N+I} 는 수신된 간섭(Interference)의 공분산 행렬(Covariance matrix)을 의미한다. 위 2개의 수학식에서 W_{MMSE} 와 W_{IRC} 는 실질적으로 거의 동일한 과정을 통하여 구현되는 것을 알 수 있으며, 실질적인 차이는 수신 신호의 간섭을 추정하는 방법만 존재한다.

[157] 그런데, LTE/LTE-A의 경우 SFBC(Space Frequency Block Code), Large Delay CDD (Cyclic Delay Diversity), 클로즈드 루프(Closed Loop) MIMO 기술을 포함하는 다양한 전송 모드(Transmission Mode)가 적용되어 있고, 특히 클로즈드 루프 MIMO를 사용하는 경우 하나의 UE에 할당된 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)에 대해서 주파수 상에서 최소 6 PRB(Physical resource block) 단위로 서로 다른 프리코딩(Precoding)이 적용될 수 있다.

[158] 따라서 LTE/LTE-A에서 인접 기지국에서 송신되어 유입된 간섭 신호의 통계적 특성은 최악의 경우 주파수 상으로 각 PRB 마다, 시간상으로 1 ms 단위의 매 서브프레임 마다 변경될 수 있다.

[159] 그러므로, 간섭 추정은 주파수 상으로는 매 RB 마다 시간상으로 매 서브프레임 마다 이루어져야 할 것이다.

[160] 그런데 IRC 수신 알고리즘을 사용하는 경우 전송 모드와 프리코딩(Precoding)을 포함한 송신 신호의 통계적 특성의 변동에 따라 수신된 간섭(Interference)의 공분산 행렬(Covariance Matrix)이 변화한다. 따라서, IRC 수신 알고리즘을 사용하는 경우 주파수 상으로 하나의 PRB 내의, 시간상으로 하나의 서브프레임(subframe) 내의 신호에 대해서만 간섭 추정을 수행할 수 밖에 없는 문제점이 있다.

[161] 결과적으로, 인접 eNodeB에서 유입되는 간섭 성분이 큰 환경하에서는 어느 정도의 성능 이득을 얻을 수 있지만, 백색 잡음이 큰 환경하에서는 간섭 추정(Interference Estimation)의 정확도 감소로 인하여 기존 MMSE 알고리즘 대비 성능 열화가 발생하게 된다.

[162] 따라서, 본 명세서에서는 IRC에서 사용되는 간섭 추정 기법의 정확도를 향상시키기 위하여, 셀 내로 유입되는 간섭 신호의 통계적 특성을 UE가 알 수 있도록 eNodeB가 추가적인 시그널링을 UE에게 전송하는 것을 제안한다.

- [163] 도 11a 및 도 11b는 본 명세서에서 제시되는 제1 실시예에 따른 방안을 나타낸 흐름도이다.
- [164] 도 11a을 참조하면 서빙셀이 소규모셀(200-1)이고, 이웃셀이 매크로셀(200)인 상황을 나타내져 있고, 도 11b를 참조하면 서빙셀이 매크로셀(200)이고, 이웃셀이 소규모셀(200-1)인 상황을 나타내져 있다.
- [165] 도 11a 및 도 11b를 참조하여 알 수 있는 바와 같이, 서빙셀은 X2 인터페이스를 통해 이웃셀과 정보를 교환하여, 이웃셀의 자원 할당 상태를 확인하고, 이를 통해 셀 내로 유입되는 간섭 신호의 특성을 파악한 후, 간섭 추정/제거 지원 정보(interference cancellation assistance information)를 UE(100)로 전달한다. 여기에서 말하는 통계적 특성은 간섭 신호의 주파수 단위 및 시간 단위에서의 코히런스(Coherence) 구간을 의미한다.
- [166] 상기 간섭 추정/제거 지원 정보는 브로드캐스트 채널, 예컨대 PBCH를 통해 셀 내 모든 UE들로 브로드캐스트될 수 있다. 또는, 상기 간섭 추정/제거 지원 정보는 RRC 시그널을 통해 특정 UE에게 전달될 수 있다. 상기 특정 UE는 RRC 연결 상태에 있는 것일 수 있다.
- [167] 상기 특정 UE는 IC/IRC가 가능한 UE일 수 있다. 이를 확인하기 위해, 상기 서빙셀은 UE 성능(capability) 조회 메시지를 상기 UE(100)로 전송하고, 그에 대한 응답으로 UE 성능(capability) 정보를 수신한다. 상기 UE 성능 정보는 IC/IRC capability를 포함한다.
- [168] 상기 서빙셀이 상기 UE(100)로 전달하는 상기 간섭 추정/제거 지원 정보는 주파수 영역을 위한 정보와, 시간 영역을 위한 정보를 포함한다. 상기 주파수 영역을 위한 정보는 예시적으로 NoiseCoherenceF로 지칭될 수 있다. 상기 시간 영역을 위한 정보는 예시적으로 NoiseCoherenceT로 지칭될 수 있다.
- [169] 상기 주파수 영역을 위한 정보, 예컨대 NoiseCoherenceF는 주파수 영역에서 평균을 취할 PRB의 개수 정보를 포함할 수 있다.
- [170] 상기 시간 영역을 위한 정보, 예컨대 NoiseCoherenceT는 시간 영역에서 Moving Window 구간에 속하는 무선프레임/서브프레임의 개수 정보 혹은 IIR 필터로써 사용되는 alpha tracker의 알파 계수(alpha coefficient) 정보를 포함할 수 있다.
- [171] 예컨대, NoiseCoherenceF는 아래의 표 1과 같이 2비트로 표현될 수 있다. 상기 2비트는 1,2,4,8의 값을 지시할 수 있다. 예시적으로 2비트의 값이 00인 경우 1을 지시하고, 01인 경우 2를 지시하고, 10인 경우 4를 지시하고, 11인 경우 8을 지시할 수 있다.
- [172] 예컨대, NoiseCoherenceT는 아래의 표 1과 같이 하나의 무선 프레임의 길이에 해당하는 10ms의 정수배 단위로 표현될 수 있다.
- [173] 표 1

[Table 1]

NoiseCoherenceF	1,2,4,8 (2 bits)
NoiseCoherenceT	10ms, 20ms, 30ms. ...

- [174] IC/IRC가 가능한 UE(100)가 상기 간섭 추정/제거 지원 정보를 수신하면, 간섭 추정을 기존과 같이 하나의 PRB 단위 그리고 하나의 서브프레임 단위로 하는 것이 아니라, 상기 간섭 추정/제거 지원 정보 내의 상기 주파수 영역을 위한 정보와 상기 시간 영역을 위한 정보를 고려하여 주파수/시간 상에서 더 넓은 더 넓은 구간에 속한 샘플을 모두 사용하여 간섭을 추정할 수 있다. 따라서, 신뢰도가 향상될 수 있다.
- [175] 다시 말해서, 상기 UE(100)의 수신단(112)의 등화부(1124)는 주파수/시간 상에서 더 넓은 더 넓은 구간에 속한 샘플을 모두 사용하여 간섭을 추정하고, 이를 통해 상기 UE(100)의 수신단(112)의 간섭제거부(1125)는 간섭 제거의 신뢰도를 높일 수 있다.
- [176] 이렇게 향상된 신뢰도는 UE(100)가 신호를 복조하는 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 하향링크 채널에서의 잡음이 저하됨으로써, CQI(Channel Quality Indicator)의 값이 좋은 쪽으로 증가하므로, UE(100)가 CSI(Channel State Information)를 보고 시 더 높은 MCS(Modulation and Coding Scheme)를 서빙셀에 요청할 수 있게 된다. 따라서 이상과 같은 방법으로 전체적인 단말의 수신 성능 향상 및 전송 속도 향상을 얻게 된다.
- [177] 도 12는 본 명세서에서 제시되는 제2 실시예에 따른 방안을 나타낸 흐름도이다.
- [178] 도 12에 도시된 제2 실시예는, 도 11에 도시된 제1 실시예와 같이 서빙셀이 이웃셀로부터 자원 할당 정보를 얻는 것에 그치지 않고, 능동적으로 이웃셀에게 자원 할당을 제한하라는 요청을 할 수 있도록 한다. 즉, 서빙셀은 능동적으로 이웃셀에게 최소 자원 할당 구간을 주파수 및 시간 상에서 제한하라는 요청을 전송할 수 있다. 이러한 요청에 따라 이웃셀은 최소 자원 할당 구간보다 작은 량의 데이터 전송이 필요한 경우 버퍼링을 통하여 더 많은 데이터를 모은 후 한번에 전송 한다든지, 혹은 작은 량의 데이터 전송을 요청하는 복수의 단말을 인접한 주파수-시간 자원 영역에 할당하고 동일한 전송 모드 혹은 Precoding 을 적용한다든지 하는 동작을 수행하여, 간섭의 통계적 동질 구간을 최대한 크게 유지할 수 있다.
- [179] 지금까지 설명한 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 구체적으로는 도 13을 참조하여 설명하기로 한다.
- [180] 도 13는 본 발명의 실시예가 구현되는 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [181] 기지국(200)은 프로세서(processor, 201), 메모리(memory, 202) 및 RF부(RF(radio frequency) unit, 203)을 포함한다. 메모리(202)는 프로세서(201)와 연결되어, 프로세서(201)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(203)는

프로세서(201)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 프로세서(201)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 전술한 실시 예에서 기지국의 동작은 프로세서(51)에 의해 구현될 수 있다.

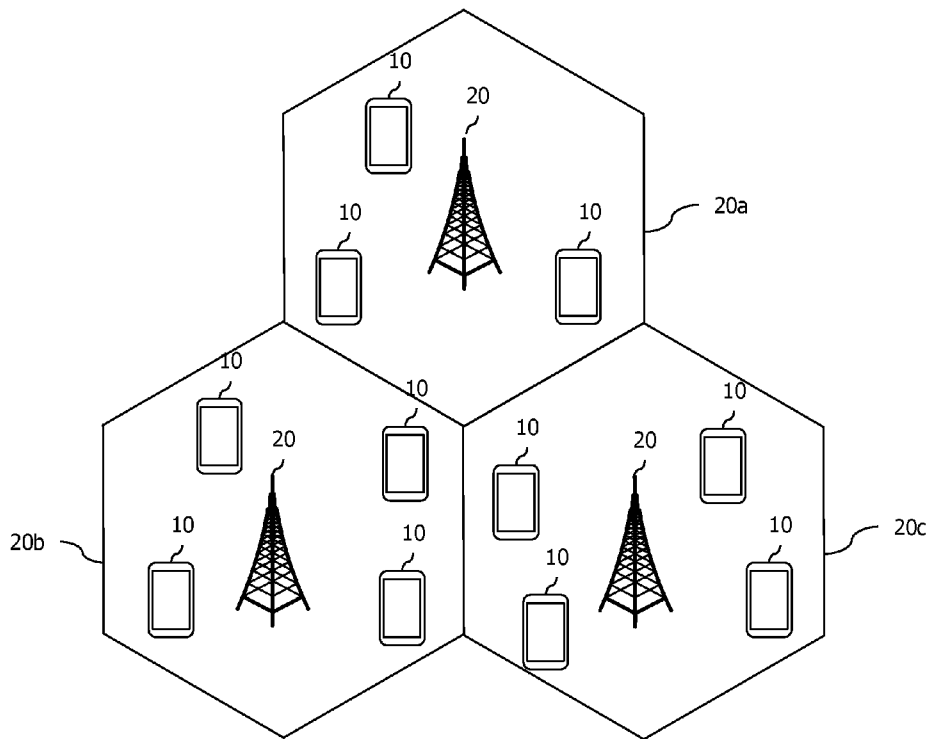
- [182] 무선기기(100)는 RF부(110), 프로세서(120), 메모리(130) 및 을 포함한다. 메모리(130)는 프로세서(121)와 연결되어, 프로세서(121)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(110)는 프로세서(120)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 프로세서(120)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 전술한 실시 예에서 무선기기의 동작은 프로세서(120)에 의해 구현될 수 있다.
- [183] 프로세서는 ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로 및/또는 데이터 처리 장치를 포함할 수 있다. 메모리는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부는 무선 신호를 처리하기 위한 베이스밴드 회로를 포함할 수 있다. 실시 예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리에 저장되고, 프로세서에 의해 실행될 수 있다. 메모리는 프로세서 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서와 연결될 수 있다.
- [184] 상술한 예시적인 시스템에서, 방법들은 일련의 단계 또는 블록으로써 순서도를 기초로 설명되고 있지만, 본 발명은 단계들의 순서에 한정되는 것은 아니며, 어떤 단계는 상술한 바와 다른 단계와 다른 순서로 또는 동시에 발생할 수 있다. 또한, 당업자라면 순서도에 나타낸 단계들이 배타적이지 않고, 다른 단계가 포함되거나 순서도의 하나 또는 그 이상의 단계가 본 발명의 범위에 영향을 미치지 않고 삭제될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

청구범위

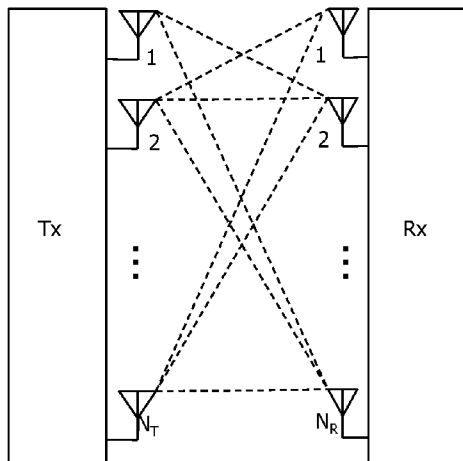
- [청구항 1] 서빙셀로부터 간접 추정 지원 정보를 수신하는 단계와, 상기 간접 추정 지원 정보는 시간 영역을 위한 정보와 주파수 영역을 위한 정보를 포함하고, 상기 시간 영역을 위한 정보는 간접 신호의 코히런스(Coherence)가 유지되는 시간 영역에서의 무선 프레임 또는 서브프레임의 구간을 지시하고, 상기 주파수 영역을 위한 정보는 간접 신호의 코히런스(Coherence)가 유지되는 주파수 영역에서의 구간을 지시하고;
상기 간접 추정 지원 정보 내의 시간 영역을 위한 정보와 주파수 영역을 위한 정보를 이용하여, 이웃셀로부터 유입되는 간접 신호를 추정하는 단계와;
상기 추정된 간섭을 제거함으로써 상기 서빙셀로부터의 신호를 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 간섭 제거 수신 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 간접 추정 지원 정보는 상기 서빙셀이 상기 이웃셀로부터 획득한 정보에 의해서 생성되는 것을 특징으로 하는 간섭 제거 수신 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 시간 영역을 위한 정보는
상기 무선 프레임의 길이인 10ms의 정수배로 표현되는 것을 특징으로 하는 간섭 제거 수신 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 주파수 영역을 위한 정보가 지시하는 주파수 영역에서의 구간은
리소스 블록(RB)의 개수로 표현되는 것을 특징으로 하는 간섭 제거 수신 방법.
- [청구항 5] 제4항에 있어서, 상기 주파수 영역을 위한 정보에 의해 지시되는
상기 RB의 개수는
1,2,4,8 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 간섭 제거 수신 방법.
- [청구항 6] 제4항에 있어서, 상기 주파수 영역을 위한 정보는
2비트로 표현되고,
상기 2비트의 값이 '00'인 경우 1을 지시하고,
상기 2비트의 값이 '01'인 경우 2를 지시하고,
상기 2비트의 값이 '10'인 경우 4를 지시하고,
상기 2비트의 값이 '11'인 경우 8을 지시하는 것을 특징으로 하는
간섭 제거 수신 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서, 상기 간접 추정 지원 정보는
브로드캐스트 채널을 통해서 수신되거나, RRC 시그널을 통해

- 수신되는 것을 특징으로 하는 간섭 제거 수신 방법.
- [청구항 8] 무선 통신 시스템의 단말로서,
무선 수신부와;
상기 무선 수신부를 제어하여, 서빙 셀로부터 수신된 간섭 추정 지원 정보를 이용하여 이웃 셀로부터 유입되는 간섭 신호를 추정하는 간섭 추정부와,
상기 간섭 추정 지원 정보는 시간 영역을 위한 정보와 주파수 영역을 위한 정보를 포함하고, 상기 시간 영역을 위한 정보는 간섭 신호의 코히런스(Coherence)가 유지되는 시간 영역에서의 무선 프레임 또는 서브프레임의 구간을 지시하고, 상기 주파수 영역을 위한 정보는 간섭 신호의 코히런스(Coherence)가 유지되는 주파수 영역에서의 구간을 지시하고; 그리고
상기 추정된 간섭 신호를 제거함으로써 상기 서빙 셀로부터의 신호를 검출하는 간섭 제거부를 포함하는 것을 특징으로 하는 단말.
- [청구항 9] 제8항에 있어서, 상기 시간 영역을 위한 정보는 상기 무선 프레임의 길이인 10ms의 정수배로 표현되는 것을 특징으로 하는 단말.
- [청구항 10] 제8항에 있어서, 상기 주파수 영역을 위한 정보가 지시하는 주파수 영역에서의 구간은 리소스 블록(RB)의 개수로 표현되는 것을 특징으로 하는 단말.
- [청구항 11] 제10항에 있어서, 상기 주파수 영역을 위한 정보에 의해 지시되는 상기 RB의 개수는 1,2,4,8 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 단말.
- [청구항 12] 제10항에 있어서, 상기 주파수 영역을 위한 정보는 2비트로 표현되고,
상기 2비트의 값이 '00'인 경우 1을 지시하고,
상기 2비트의 값이 '01'인 경우 2를 지시하고,
상기 2비트의 값이 '10'인 경우 4를 지시하고,
상기 2비트의 값이 '11'인 경우 8을 지시하는 것을 특징으로 하는 단말.

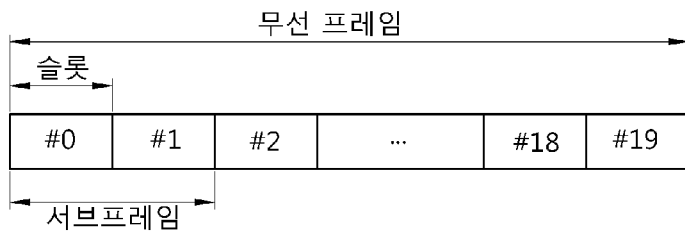
[Fig. 1]



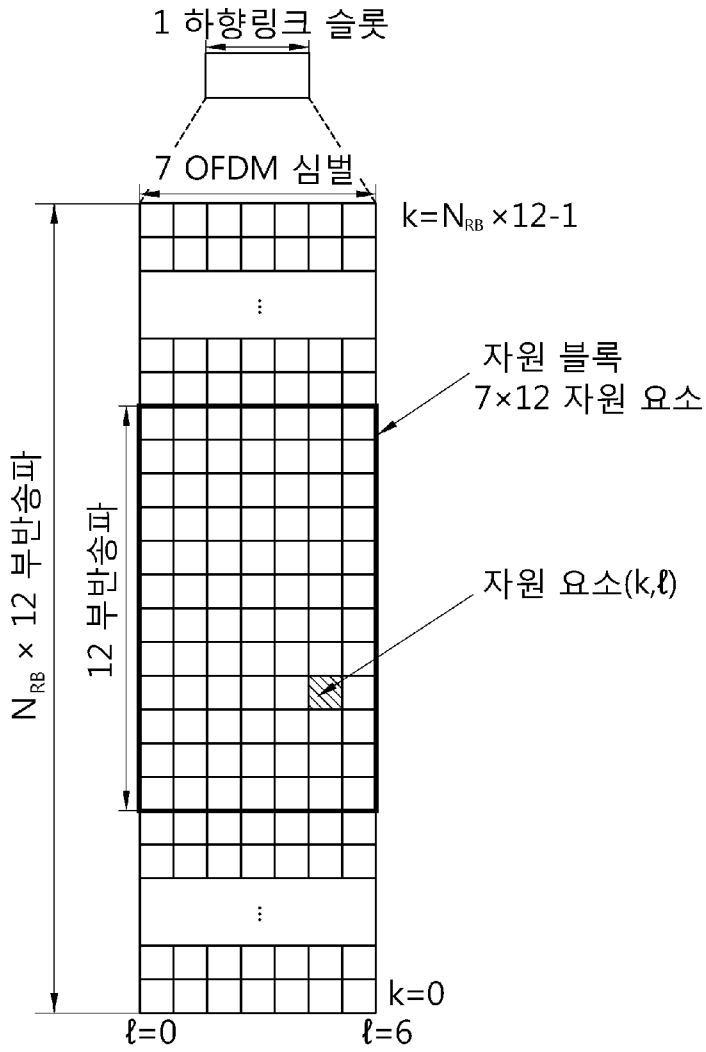
[Fig. 2]



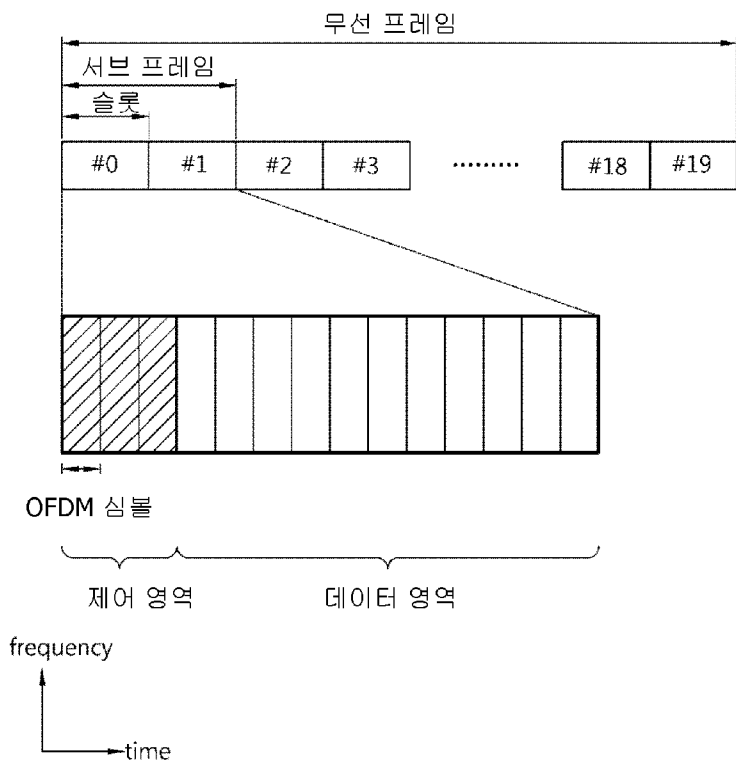
[Fig. 3]



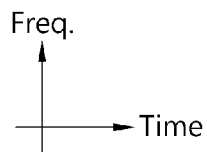
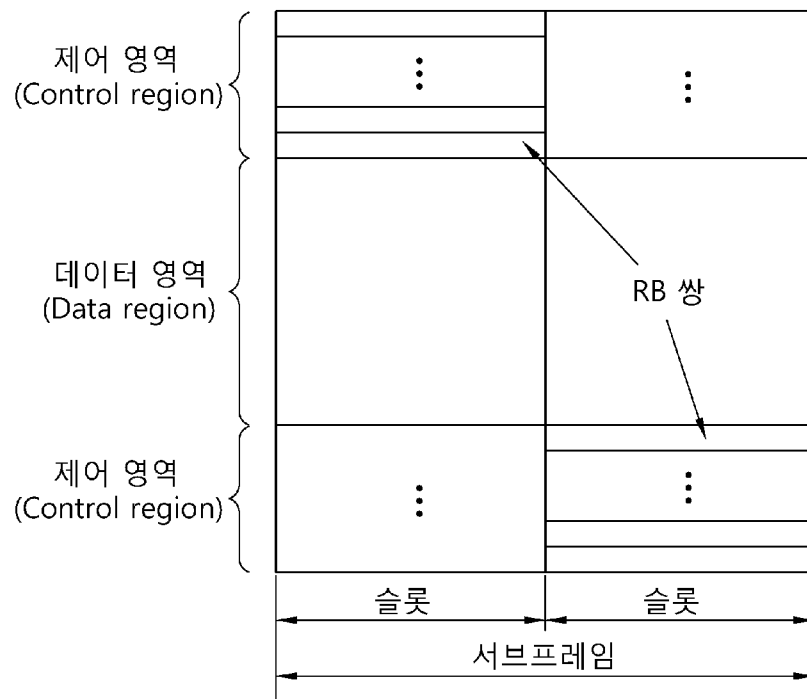
[Fig. 4]



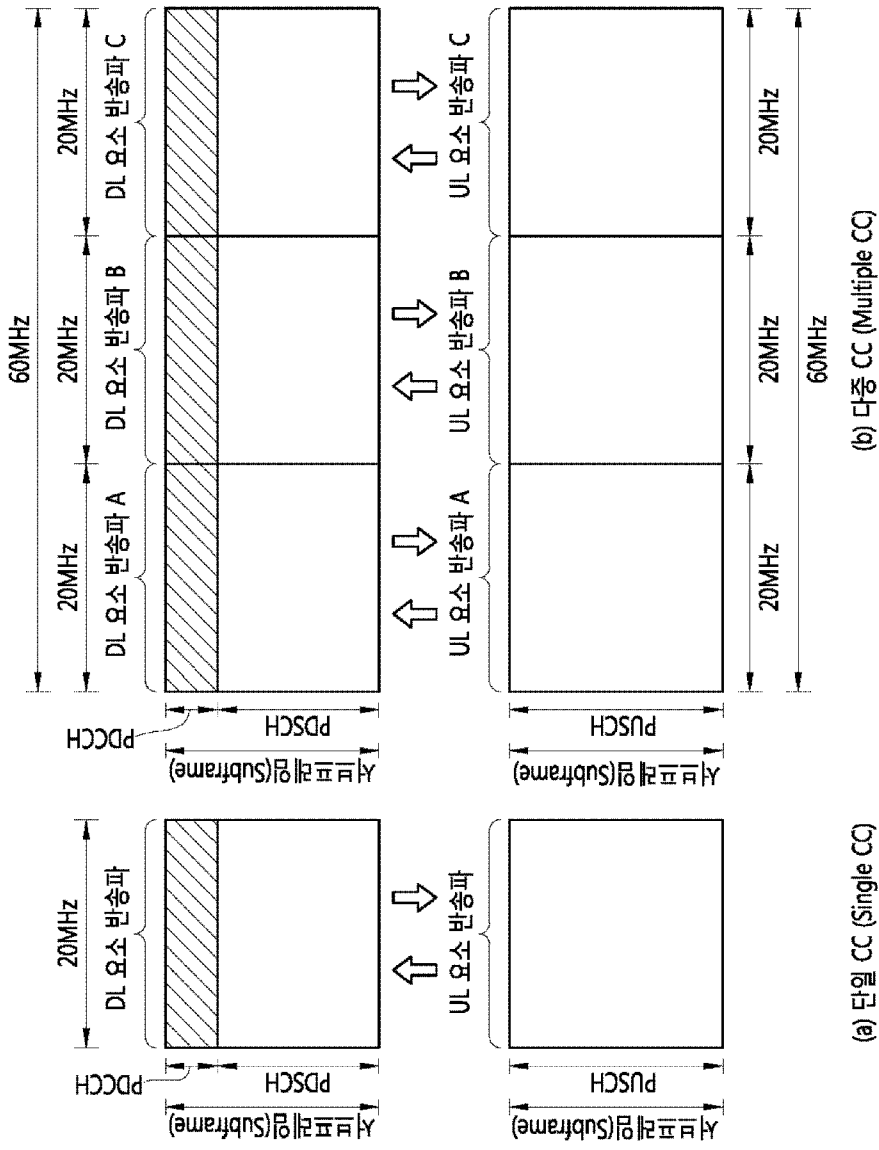
[Fig. 5]



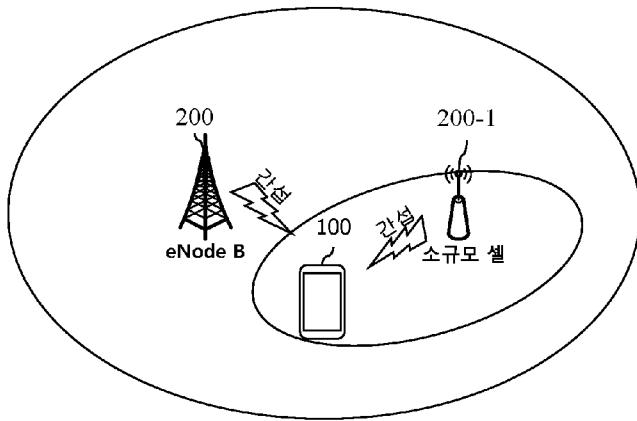
[Fig. 6]



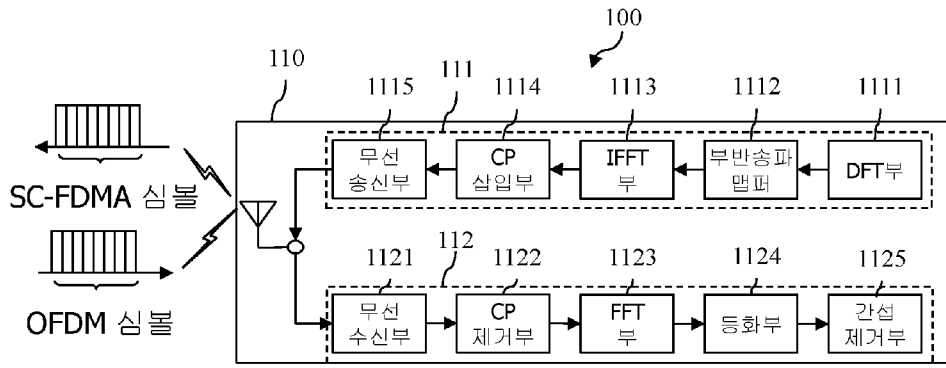
[Fig. 7]



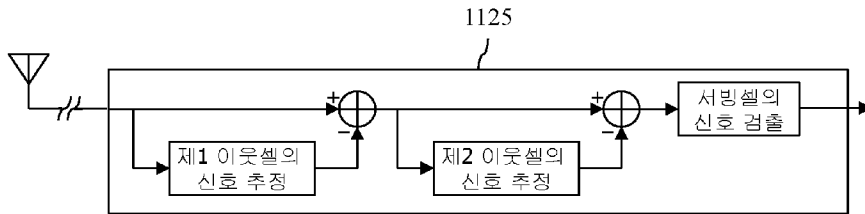
[Fig. 8]



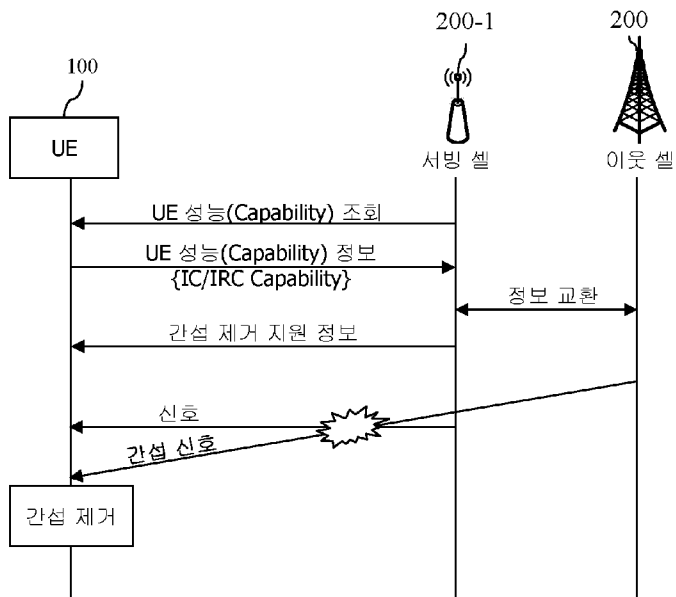
[Fig. 9]



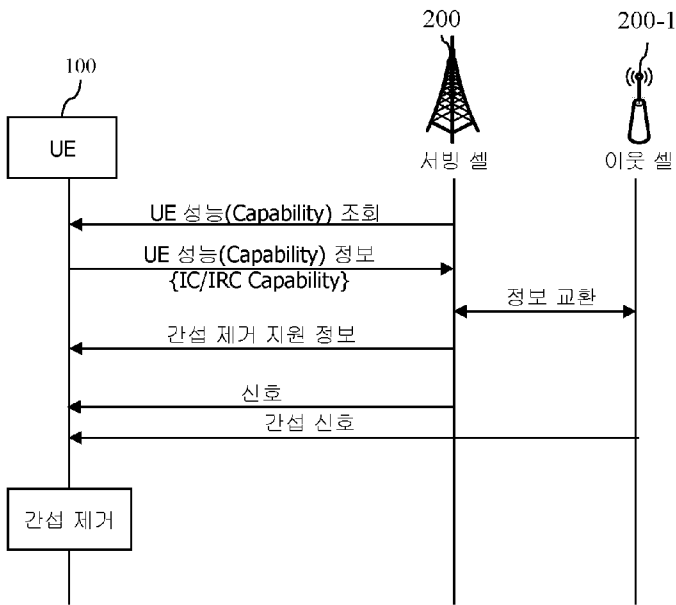
[Fig. 10]



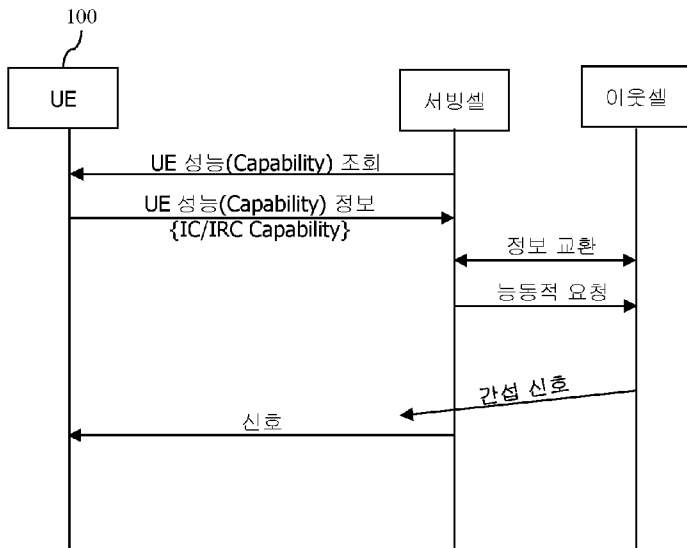
[Fig. 11a]



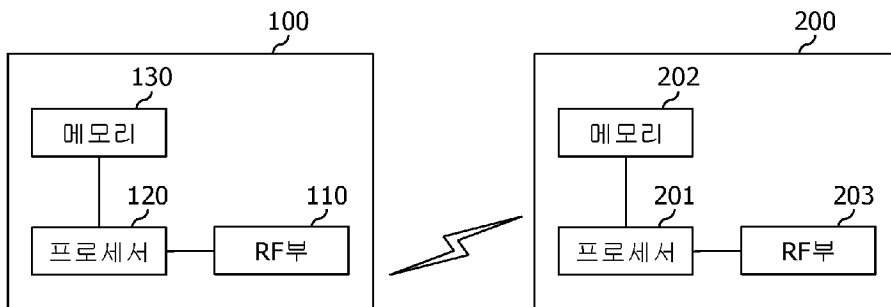
[Fig. 11b]



[Fig. 12]



[Fig. 13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/009823

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J 11/00(2006.01)i, H04B 7/26(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04J 11/00; H04B 15/00; H04W 72/08; H04W 36/00; H04B 7/26

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 aboveElectronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: interference estimation, interference cancellation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011-0021153 A1 (SAFAVI, Saeid) 27 January 2011 See paragraphs [0012]-[0076]; and figures 3, 4.	1-12
A	ERICSSON et al., "On the Accuracy of CSI-RSRP Measurements", R1-123849, 3GPP TSG-RAN WG1 #70, Qingdao, China, 13-17 August 2012 See pages 1-8.	1-12
A	WO 2012-035453 A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON (PUBL)) 22 March 2012 See page 6, line 7 - page 13, line 2; and figures 1-3.	1-12
A	WO 2012-059139 A1 (FUJITSU LIMITED) 10 May 2012 See page 24, line 24 - page 29, line 16; and figures 7, 8.	1-12
A	QUALCOMM INCORPORATED, "Details of restricted CSI measurements", R1-106380, 3GPP TSG-RAN WG1 #63, Jacksonville, USA, 15-19 November 2010 See pages 1-4.	1-12



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

28 JANUARY 2014 (28.01.2014)

Date of mailing of the international search report

28 JANUARY 2014 (28.01.2014)

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/KR2013/009823

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2011-0021153 A1	27/01/2011	WO 2011-006116 A1	13/01/2011
WO 2012-035453 A1	22/03/2012	CN 103155502 A	12/06/2013
		EP 2617171 A1	24/07/2013
		US 2012-0069889 A1	22/03/2012
		US 8605838 B2	10/12/2013
WO 2012-059139 A1	10/05/2012	GB 201308735 D0	26/06/2013
		GB 2498498 A	17/07/2013

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
H04J 11/00(2006.01)i, H04B 7/26(2006.01)i

B. 조사된 분야
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H04J 11/00; H04B 15/00; H04W 72/08; H04W 36/00; H04B 7/26

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: interference estimation, interference cancellation

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	US 2011-0021153 A1 (SACID SAFAVI) 2011.01.27 단락 [0012]-[0076]; 및 도면 3, 4 참조.	1-12
A	ERICSSON et al., `On the Accuracy of CSI-RSRP Measurements`, R1-123849, 3GPP TSG-RAN WG1 #70, Qingdao, China, 13-17 August 2012 페이지 1-8 참조.	1-12
A	WO 2012-035453 A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON) 2012.03.22 페이지 6, 라인 7 - 페이지 13, 라인 2; 및 도면 1-3 참조.	1-12
A	WO 2012-059139 A1 (FUJITSU LIMITED) 2012.05.10 페이지 24, 라인 24 - 페이지 29, 라인 16; 및 도면 7, 8 참조.	1-12
A	QUALCOMM INCORPORATED, `Details of restricted CSI measurements`, R1-106380, 3GPP TSG-RAN WG1 #63, Jacksonville, USA, 15-19 November 2010 페이지 1-4 참조.	1-12

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
 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
 “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
 “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일 2014년 01월 28일 (28.01.2014)	국제조사보고서 발송일 2014년 01월 28일 (28.01.2014)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (문산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140	심사관 김도원 전화번호 +82-42-481-5560
---	------------------------------------



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2011-0021153 A1	2011/01/27	WO 2011-006116 A1	2011/01/13
WO 2012-035453 A1	2012/03/22	CN 103155502 A	2013/06/12
		EP 2617171 A1	2013/07/24
		US 2012-0069889 A1	2012/03/22
		US 8605838 B2	2013/12/10
WO 2012-059139 A1	2012/05/10	GB 201308735 D0	2013/06/26
		GB 2498498 A	2013/07/17